

# ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ТА ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА  
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

**ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА РОЗВИТКУ  
ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ТА ОБ'ЄКТІВ  
ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

*Монографія*

Луцьк  
Вежа-Друк  
2024

УДК 332.122:656](02)

Т 33

*Рекомендовано до друку науково-технічною радою Національного університету водного господарства та природокористування (протокол № 4 від 20.03.2024 р.)*

**Рецензенти:**

**Понкратов Денис Павлович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова, м. Харків;

**Куницька Ольга Миколаївна**, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху Національного транспортного університету, м. Київ.

**Теорія та практика розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури: монографія** / В. М. Никончук, М. Є. Кристопчук, І. О. Хітров [та ін.]. – Луцьк : Вежа-Друк, 2024. – 172 с.

ISBN 978-966-940-557-9

У монографії розглянуто питання, пов'язані з ефективністю функціонування пасажирських транспортних систем міста. Для встановлення рівня ефективності функціонування пасажирської транспортної системи запропоновано використання ряду технічних, експлуатаційних та економічних параметрів, що дозволяють оцінити соціальний та економічний ефект її розвитку, а також об'єктів транспортної інфраструктури.

Наукова робота містить велику кількість практичних досліджень, моделювання та системного аналізу, що робить її актуальною та корисною для фахівців у галузі транспорту та інфраструктури, наукових та інженерно-технічних працівників, викладачів, аспірантів, студентів вузів.

**УДК 332.122:656](02)**

© Никончук В. М., Кристопчук М. Є.,  
Хітров І. О. [та ін.], 2024

© НУВГП, 2024

ISBN 978-966-940-557-9

© Подолець О. В. (обкладинка), 2024

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1. Теоретичні засади розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури .....</b>	<b>7</b>
1.1. Сучасний стан розвитку транспортних систем .....	7
1.2. Транспортна інфраструктура: основні дефініції .....	10
1.3. Класифікація об'єктів транспортної інфраструктури міста ...	17
1.4. Особливості функціонування вулично-дорожньої мережі ...	19
1.5. Існуючі вимоги стосовно мережі громадського пасажирського транспорту і пішохідного руху .....	25
1.6. Методичні підходи до оцінювання інтеграції транспортної інфраструктури України в євразійський економічний простір .....	31
<b>РОЗДІЛ 2. Методологічні основи дослідження транспортних систем та розташування об'єктів транспортної інфраструктури ....</b>	<b>36</b>
2.1. Характеристика методів наукового дослідження транспортних систем .....	36
2.2. Аналіз методів побудови міських пасажирських транспортних систем .....	41
2.3. Методичні підходи до визначення показників функціонування міських пасажирських транспортних систем ....	44
2.4 Динамічні процеси розвитку міста та їх вплив на показники функціонування маршрутної пасажирської транспортної системи .....	48
2.5. Моделі кореспонденцій пересувань населення та показники їх ефективності .....	50
2.6. Моделювання попиту на пересування населення міським пасажирським транспортом .....	59
<b>РОЗДІЛ 3. Експериментальні дослідження параметрів функціонування пасажирських транспортних систем та розташування об'єктів транспортної інфраструктури .....</b>	<b>75</b>
3.1. Маршрутизація громадського транспорту .....	75

3.2. Аналіз структури рухомого складу громадського транспорту .....	83
3.3. Аналіз провізної здатності маршрутів громадського транспорту .....	91
3.4. Оцінка рівня розвиненості мережі громадського транспорту ....	97

<b>РОЗДІЛ 4. Практичні рекомендації щодо розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури ....</b>	<b>103</b>
4.1. Проблеми функціонування міського пасажирського транспорту в м. Рівне .....	103
4.2. Заходи щодо удосконалення транспортної інфраструктури ....	113
4.3. Порівняльна оцінка ключових показників ефективності маршрутної мережі .....	121

<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>128</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>133</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>146</b>

## ВСТУП

В сучасному контексті міська транспортна система стикається зі складними викликами, які вимагають системного підходу для їх вирішення. Зростання автомобільного трафіку, недостатня інформація для ефективного управління та проблеми з розташуванням транспортних вузлів є основними факторами, що ускладнюють ситуацію в міській транспортній системі.

Громадський транспорт є невід'ємним елементом існування й розвитку міського простору та важливим ресурсом у забезпеченні мобільності та якості життя міського населення. На сьогоднішній день він повинен задовольнити потреби людей у відносно не дорогій, зручній та екологічній соціально-просторовій мобільності. Зростання ефективності та якості роботи громадського транспорту дозволяє підвищити рівень задоволеності пасажирів під час їх транспортного переміщення, оптимізувати пасажиропотік та зменшити транспортне навантаження на міських магістралях, забезпечити ефективну роботу автотранспортних підприємств. Відтак, розвиток пасажирського транспорту стає ключовим аспектом стратегії міського розвитку з метою забезпечення мобільності населення.

Ефективність пасажирських транспортних систем залежить від розвитку транспортної інфраструктури, яка забезпечують якісне обслуговування пасажирів та підтримує їхню мобільність. Проте багато з таких об'єктів характеризуються значними витратами часу пасажирів та перенасиченістю транспортних засобів, що підкреслює необхідність подальшого дослідження та вдосконалення технічних та технологічних аспектів взаємодії громадського транспорту. Об'єктивна інформація про потреби мешканців та гостей міста у пересуваннях є вирішальною для розробки ефективних стратегій управління транспортною системою. Недостатність такої інформації ускладнює процес прийняття обґрунтованих рішень, тому детальний аналіз та дослідження функціонування транспортної системи міста є актуальними завданнями.

У монографії представлено узагальнений огляд сучасного стану транспортних систем та інфраструктури, дано їх класифікацію та

окреслено напрями інтеграції транспортної інфраструктури України в євроазіатський економічний простір, розкрито методологію дослідження та основні методи аналізу і побудови міських пасажирських транспортних систем. Експериментальні дослідження параметрів функціонування пасажирських транспортних систем та розташування об'єктів транспортної інфраструктури проведено в м. Рівне в такій послідовності: описано маршрутну мережу міста, проведено аналіз структури рухомого складу громадського транспорту; визначено провізну здатність маршрутної мережі; дано оцінку ключових показників ефективності маршрутної мережі. На основі проведених досліджень визначено практичні рекомендації щодо подальшого розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури м. Рівне.

Монографія буде цікавою і корисною для викладачів і студентів закладів вищої освіти, фахівців галузі управління транспортними системами, наукових та інженерно-технічних працівників, аспірантів.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ТА ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

### 1.1. Сучасний стан розвитку транспортної системи

Розвиток країни безпосередньо залежить від того, наскільки ефективно вона здійснює управління в різних сферах, включаючи управління бізнесом, управління проектами, управління ризиками, управління інформаційними технологіями, управління транспортною інфраструктурою. В сучасних умовах управління, негативна динаміка перевезень та їхня частка у валовому внутрішньому продукті України визначаються в основному впливом економічних кризових процесів та негативним станом розвитку транспортної інфраструктури країни. Від рівня розвитку різних видів транспорту залежать особливості життєдіяльності та ефективність праці міських жителів. Тому дедалі більше зростають вимоги щодо якості транспортної інфраструктури (ТІ) міст.

При дослідженні ТІ великих міст важливим є висвітлення головних проблем її розвитку: перевантаженості, зношеності, екологічного забруднення, невідповідності щодо потреб і запитів населення та господарства тощо. Звідси актуальними є завдання перспективної розбудови та оптимізації міської транспортної інфраструктури. Новий етап у розвитку ТІ великих міст України пов'язаний із входженням нашої держави в європейський соціально-економічний простір. Однією з найважливіших особливостей цього процесу є розбудова та доведення міської ТІ до європейського рівня.

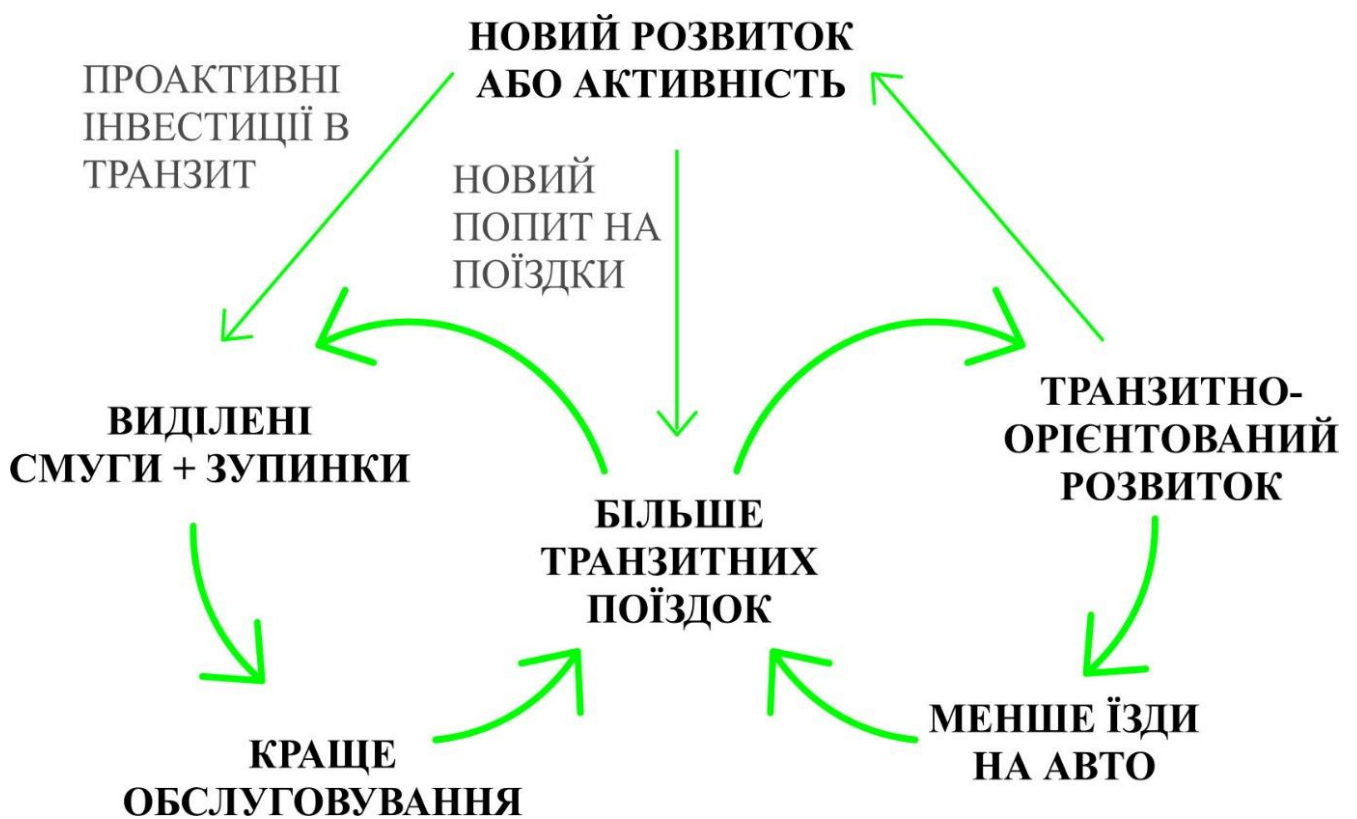
Основною концепцією розвитку є сталий розвиток транспортної системи (рис. 1.1).

Реалізація даної концепції передбачає адаптацію системи до зростання населення, зміни економічних, соціальних чи екологічних потреб, посилення комунікаційних зав'язків, гнучкість міста з урахуванням інтересів всіх учасників транспортної системи.

З появою нових можливостей розвитку виникає попит на нові види перевезень. Однак ми вибираємо не шлях збільшенням автотранспорту,



а інвестуємо в розвиток громадського транспорту шляхом виділення додаткових смуг для нього та модернізації зупинок, щоб зменшити час очікування. Це призводить до покращення обслуговування пасажирів та зменшення кількості транспортних засобів, потрібних для задоволення попиту. Головною перевагою такого підходу є його потенціал для розвитку. Можливо замінити автобуси на більш ємні види транспорту, такі як трамваї чи метро, що забирають менше місця на дорозі. Тоді як це неможливо виконати з приватними автомобілями, які потребують більше простору для руху та паркування.



**Рис. 1.1.** *Сталий розвиток транспортної системи міста*

В той же час впровадження концепції сталого розвитку транспортної системи передбачає динамічного і збалансованого розвитку ТІ. Він спрямовує увагу на розвиток громадського транспорту, який є більш ефективним і екологічно чистим засобом пересування в міському середовищі. Підвищує рівень інвестицій у розвиток дорожньої інфраструктури, зокрема, виділення смуги для громадського транспорту, модернізацію зупинок.

Покращення громадського транспорту зменшує потребу в особистому автотранспорті, що може зменшити транспортні затори та підвищити загальну продуктивність транспортної системи. Крім того, зменшення кількості автомобілів на дорогах дозволяє краще використовувати доступний дорожній простір, наприклад, для створення велосипедних доріжок або пішохідних зон. Поступове впровадження більш ефективних та масових видів громадського транспорту, таких як трамваї чи метро, дозволяє забезпечити більшу місткість перевезень і зменшити транспортні затори. Такий підхід також сприяє підвищенню доступності громадського транспорту для населення, зменшуючи час переміщення та покращуючи загальну якість життя в місті.

На сьогодні транспортна інфраструктура знаходиться в економічній кризі через транспортну залежність країни, фізичний і моральний знос матеріально-технічної бази, диспропорції і нерівномірне розміщення інвестицій, відсутність ринкового механізму функціонування та управління. Результати проблеми розвитку інфраструктури досліджували у своїх працях П. Розенштейн-Родан, Г. Сінгер, Р. Йохісмен, Д. Рей, А. М. Ткаченко [1–6]. Аналіз функціонування ТІ та її значення для економіки вивчали такі науковці, як Н. В. Іванова, І. М. Труніна, Ю. В. Ясковець, П. Друкер, У. Ростоу, Дж. Бастіа [8–11]. Таким чином, дослідженню інфраструктури та її значення у сучасній економіці приділяється достатньо уваги у науковій літературі, проте неповною мірою висвітленими залишаються проблеми методології визначення меж раціонального розташування об'єктів ТІ, що і зумовило інтерес до дослідження зазначених питань.

Останнім часом потреби в транспортних послугах тільки зростають. Значна частина об'єктів інфраструктури виходить з ладу, стала технічно непридатною, морально застаріває. Незважаючи на загальну адаптацію транспорту до ринкових умов, стан транспортної галузі і рівень її розвитку в даний час не можна вважати задовільним.

Системною проблемою транспортної галузі є невідповідність між низьким рівнем її розвитку, ефективністю та якістю функціонування і зростаючим попитом економіки і суспільства на транспортні послуги.

Це проявляється в наступному:

1) Існуюча транспортна мережа не може впоратися з значним обсягом вантажо- і пасажиропотоку.

2) Застарілі транспортні технології не задовольняють сучасні вимоги ефективності функціонування транспорту, що перешкоджає задоволенню зростаючого попиту на якісні транспортні послуги. Це призводить до зростання вартості перевезень, а також неправильного використання існуючої ТІ.

3) Поточні транспортні послуги не відповідають потребам населення країни у доступності та якості. Громадський пасажирський транспорт в містах та приміських зонах не забезпечує якісних перевезень. Багато сільських населених пунктів не мають зв'язку з основною транспортною мережею через відсутність доріг з твердим покриттям.

4) Розвиток дорожньої мережі не встигає за темпами зростання автомобільного транспорту. Приблизно третина автомобільних доріг перебуває у стані перевантаження, особливо в районах великих міст.

5) Оновлення основних засобів у всіх видів транспорту відбувається недостатніми темпами, що призводить до зносу на рівні 55–70 % і продовжує зростати. Це призводить до зниження рівня безпеки, збільшення транспортних витрат і може призвести до дефіциту пропускної спроможності у деяких частинах транспортної системи.

6) Показники безпеки транспортного процесу, зокрема дорожнього руху, не відповідають світовим стандартам. Витрати, пов'язані з негативними наслідками транспортної діяльності, такими як аварії, забруднення навколишнього середовища та втрати економіки і суспільства від перевантаження транспортних комунікацій, складають щорічно не менше 7–8 % ВВП.

Одним із шляхів вирішення проблеми удосконалення ТІ країни є підвищення ефективності управління транспортними процесами та раціонального розташування об'єктів ТІ у містах України.

## **1.2. Транспортна інфраструктура: основні дефініції**

Роль і значення належного стану та розвитку ТІ важко переоцінити. Адже саме вона є тим «скелетом», основною підсистемою опорного каркасу територіальних суспільних систем будь-якого ієрархічного

рівня. Від стану та рівня розвитку ТІ, яка забезпечує рух вантажопотоків та пасажиропотоків, безпосередньо залежить не тільки соціально-економічне зростання територіальних суспільних систем, але й їх просторовий розвиток.

Зазначене вище в повній мірі засвідчує необхідність вивчення проблем, пов'язаних з розвитком ТІ. Саме тому дослідження транспортної інфраструктури залишається перманентно вагомим, потрібним, проблемним і актуальним.

Проблему розвитку інфраструктури досліджували у своїх працях як вітчизняні, так і зарубіжні вчені. Зокрема, аналіз функціонування транспортної інфраструктури та її значення для економіки висвітлено в працях Н. О. Іксарова, О. Є. Соколова, О. Б. Пікулик, М. А. Потєєва, О. О. Фастовець, О. І. Шестак [22–27]. Значна кількість досліджень присвячена проблемам розвитку транспортної інфраструктури. Деякі з провідних науковців, що вивчають цю проблематику, включають І. П. Садловську, Н. М. Бондаря, О. М. Ложачевську, П. Ю. Беленького та інших [14–17]. Дослідження Ю. Є. Пащенко та Н. В. Кудрицької спрямовані на розвиток автодорожньої інфраструктури, що є важливим аспектом у забезпеченні транспортного комплексу регіону. З іншого боку, М. І. Котлубай та М. Т. Примачев досліджують інфраструктуру морського транспорту, тоді як І. М. Аксьонов, С. І. Дорогунцов, О. Г. Кірдіна та Н. І. Богомоллова зосереджуються на розвитку залізничного транспорту. Щодо авіаційного господарства, дослідження Ю. Ф. Кулаєва мають велике значення. Він присвятив час вивченню проблем і перспектив розвитку авіаційного сектору. Не можна забувати і про транспортні коридори, які відіграють ключову роль у міжнародних перевезеннях. Дослідження А. В. Матвєєвої в цьому напрямку важливі для розуміння їхнього розвитку та оптимізації [29].

Дослідження ТІ визначається множинністю підходів та різними авторськими позиціями, що часто призводить до «перетинів» з іншими поняттями, такими як «транспортний комплекс» або «транспортна система». У цьому контексті конкретизація дефініції «транспортна інфраструктура регіону» стає важливою з погляду теорії, оскільки на

практиці та в емпіричних дослідженнях можуть виникати неоднозначні трактування та термінологічна невизначеність.

Лінгвістична сутність терміну «інфраструктура» визначена давно, перекладаючи з латині, вона означає «основу», «фундамент». Спочатку, у ХІХ столітті, інфраструктура була переважно використовувана в військовій термінології, але згодом економісти почали спробувати узагальнити та сформувані комплексне уявлення про її економічний сенс. Наприклад, Адам Сміт у своїй праці «Дослідження про природу та причини багатства народів» вказував на необхідність створення «загальних споруд та установ, необхідних для суспільного виробництва, але не вигідних для приватного капіталу». Пізніше, Карл Маркс наголошував на наявності матеріальних умов праці як невід'ємної складової процесу праці, включаючи робочі будівлі, канали та дороги.

Активне дослідження проблем інфраструктури в сучасності має свої коріння в 1940-х роках ХХ століття. Знамениті дослідники такі як А. Янгсон, Х. Зінгер, П. Розенштейн-Родан внесли вагомий внесок у розуміння цієї категорії. Насамперед, їхні праці були спрямовані на розуміння інфраструктури як виробничого обслуговування промислового та сільськогосподарського виробництва. Однак з часом трактування цього терміну трансформувалося, включаючи в себе сукупність галузей та видів діяльності, що обслуговують як виробничу, так і невиробничу сфери економіки.

Фундаментальні дослідження інфраструктури як економічної категорії почалися у 1950–60-х роках ХХ століття в науковому середовищі колишнього Радянського Союзу, а продовжуються і зараз, зокрема, у новоутворених країнах. Роботи таких видатних науковців, як Є. Б. Алаєв, В. А. Жамін, Л. М. Карпов, І. М. Маєргойз, В. П. Красовський, Б. Х. Краснопольський, А. Є. Пробст і багатьох інших, мають помітний вплив у цій сфері. Проте, навіть серед цих вчених не було єдиної думки щодо визначення та типології інфраструктури.

Важливим внеском у розуміння інфраструктури стало трактування В. А. Жаміна, який визначив інфраструктуру як інтегральний елемент виробничих сил. Він вважав, що це включає допоміжні та додаткові галузі, види виробництва, а також галузі та підгалузі невиробничої

сфери, що непрямо пов'язані з процесом виробництва і виконують численні функції обслуговування.

Популярна економічна енциклопедія надає інше тлумачення інфраструктури як сукупності організаційно-економічних, соціальних та юридичних умов, а також споруд, будівель, систем і служб, необхідних для функціонування будь-якого типу економіки, процесу матеріального виробництва й забезпечення повсякденної життєдіяльності населення. Інше трактування визначає інфраструктуру як мережі, в яких здійснюються поставки продукції між видаленими один від одного економічними агентами, а також галузі економіки, що експлуатуються як мережі.

До таких мереж автори відносять:

– інфраструктуру паливно-енергетичного комплексу – електропостачання (електричні мережі, трансформаторні станції) та поставку рідких та газоподібних енергоносіїв (трубопроводи). Головна функція інфраструктури, відповідно, – постачання електричної енергії або енергоносіїв від виробників (електростанцій або видобувних компаній) до споживачів;

– інфраструктуру водопостачання й каналізації – водопостачання (водопровідні труби, канали) та каналізацію (каналізаційні труби). Головна функція, відповідно, – постачання води або виведення використаної води й очищення її;

– інфраструктуру транспорту – автодорожній (автодороги, вокзали, термінали), залізничний (залізниці й вокзали), водний (порти, канали), повітряний (аеропорти, повітряні маршрути) транспорт. Головна функція – перевезення пасажирів і вантажів різними видами транспорту (автомобілями, поїздами, судами, літаками та гелікоптерами);

– інфраструктура телекомунікації – зв'язок (телефонні та комп'ютерні мережі), телебачення й радіо (частотні канали, передавачі). Головна функція – постачання інформації [7, 30].

Термін «транспорт» (від лат. *transporto* – переносу, переміщаю, переводжу) в загальному розумінні означає переміщення людей і вантажів. Виділяють такі види транспорту: наземний (автомобільний, залізничний, трубопровідний), водний (морський і річковий тран-

спорт) і повітряний (всі засоби повітроплавання). За призначенням транспорт може бути: 1) загального користування (той, що обслуговує сферу обігу матеріальних предметів і населення); 2) незагального користування (промисловий транспорт); 3) особистого користування (транспорт, що належить приватним власникам) [8].

Існує багато визначень поняття «транспортна інфраструктура» як в вітчизняних, так і в закордонних наукових виданнях. Розглянемо декілька підходів до визначення поняття «транспортна інфраструктура».

У чинному законодавстві України немає однозначного визначення поняття «транспортна інфраструктура». Відповідно до статті 21 Закону України «Про транспорт», де подається визначення поняттю «єдина транспортна система України», до якої входять всі види транспорту та шляхів сполучення, зазначено, що єдина транспортна система повинна відповідати вимогам суспільного виробництва та національної безпеки, мати розгалужену інфраструктуру для надання всього комплексу транспортних послуг, у тому числі для складування і технологічної підготовки вантажів до транспортування, забезпечувати зовнішньоекономічні зв'язки України [31]. Таким чином, транспортна інфраструктура є складовою частиною єдиної транспортної системи та покликана забезпечити умови її функціонування, тому не включає в себе рухомий склад, підприємства, що здійснюють перевезення пасажирів та підприємства, які забезпечують роботу транспорту.

Науковець В. В. Шемаєв окремо не визначає транспортну інфраструктуру, оскільки, на його думку, вона належить до виробничої інфраструктури у складі міжнародної. [29].

Широкого розуміння ТІ дотримується О. Г. Топчієв, який практично ототожнює її з транспортною системою. Науковець пропонує досліджувати транспортну інфраструктуру за трьома основними напрямками, зокрема, дослідження окремих транспортних об'єктів, дослідження транспортних комплексів, дослідження транспортних мереж і комунікацій [33].

Науковиця Н. Лавренюк (Ігнатова) розглядає транспортну інфраструктуру з точки зору євроінтеграційних процесів, як систему обслуговуючих транспортні перевезення та послуги об'єктів і транспортної

мережі, що забезпечують здійснення транспортної діяльності у процесі транскордонного співробітництва України та Європейського Союзу в межах транспортної політики ЄС [18]. Як бачимо, у науковій літературі не існує єдиного підходу до визначення поняття «транспортна інфраструктура». Основною розбіжністю є питання включення в поняття рухомого складу, підприємств та працівників транспортної галузі.

Розглянемо економічну сутність транспортної інфраструктури. Згідно з Організацією економічного співробітництва та розвитку, вплив інвестицій у транспортну інфраструктуру на економічне зростання різний на різних етапах економічного розвитку країни. У країнах з низьким рівнем доходу інвестиції у базову інфраструктуру можуть значно змінити доступ до освіти, робочих місць та послуг. При зростанні доходів потрібні кращі транспортні послуги для підтримки зростання бізнесу, експорту та створення вартості, і фокус інвестицій переходить на ці сектори економіки. У більш розвинених економіках пріоритети зміщуються у напрямку вирішення проблем заторів та модернізації існуючих активів. Зазвичай, економічний вплив ТІ є більш трансформативним на низьких рівнях розвитку, а додатковий вплив нових інвестицій зменшується на вищих стадіях розвитку. Транспортна інфраструктура грає ключову роль у переході від економіки з середнім рівнем до високих доходів.

На основі проведеного аналізу наукових праць щодо визначення поняття «транспортна інфраструктура» виокремлено загальні підходи та визначення поняття «транспортна інфраструктура» (таблиця 1.1).

Узагальнюючи, можна сказати, що ТІ представляє собою систему матеріальних об'єктів, об'єктів обслуговування та послуг, спрямованих на забезпечення ефективного та безперервного руху людей, вантажів та інформації у межах та між різними регіонами.

Вона включає в себе різноманітні види транспорту (автомобільний, залізничний, морський, повітряний, трубопровідний) та відповідну інфраструктуру (дороги, залізниці, порти, аеропорти, трубопроводи тощо), а також допоміжні об'єкти і послуги, необхідні для їх ефективного функціонування.



**Теоретико-методичні підходи до визначення поняття  
«транспортна інфраструктура»**

<b>№ з/п</b>	<b>Автор, джерело</b>	<b>Назва підходу</b>	<b>Визначення поняття «транспортна інфраструктура»</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	КМУ, [39]	Організаційно-правовий	<p>ТІ – сукупність споруд, системи мережі сполучень усіх видів транспорту, які задовольняють потреби населення та виробництва у перевезеннях пасажирів і вантажів</p> <p>ТІ – це система організацій, що забезпечують взаємозв'язки між структурними елементами товарних ринків і сприяють вільному руху товарів, безперервному відтворювальному процесу і безперербійному функціонуванню сфер кінцевого споживання</p>
2	А. А. Бакаєв, С. І. Пирожков, В. С. Ревенко, О. М. Ложачевська, [12–14]	Виробничий	ТІ – це специфічна діяльність із виробництва транспортних послуг.
3	О. Ф. Новікова, [34]	Інституційний	ТІ – це комплекс інститутів, тобто суб'єктів економіки, що забезпечують нормальне, безперервне функціонування транспортного об'єднання виробників.
4	Є. В. Крикавський [35]	Логістичний	ТІ – це адаптивна система зі зворотним зв'язком, що формує й організує транспортні потоки товарів і послуг на основі транспортної моделі, оптимально формуючи й управляючи транспортною інфраструктурою

### Закінчення таблиці 1.1

1	2	3	4
5	О. Б. Пікулик [26]	Інтегрований	ТІ відображає сукупність економічних відносин у національній економіці, що забезпечують формування і використання транспортно-економічних зв'язків між суб'єктами господарювання для безперервного руху пасажир- й вантажопотоків, а також надання комплексу супровідних послуг, що в сукупності сприяє відтворенню елементів національної економік
6	Н. С. Лавренюк [18]	Євроінтеграційний	ТІ – це система обслуговуючих транспортні перевезення та послуги об'єктів і транспортної мережі, що забезпечують здійснення транспортної діяльності у процесі транскордонного співробітництва України та Європейського Союзу в межах транспортної політики ЄС.

Різноманітні підходи до визначення ТІ відображають її складну природу та вплив на різні аспекти економічного, соціального та політичного життя суспільства.

### 1.3. Класифікація об'єктів транспортної інфраструктури міста

Транспортна інфраструктура включає в себе комплекс установ і галузей, пов'язаних з автомобільним та вантажним транспортом, а також забезпеченням в належному стані всіх пов'язаних із цим галузей.

У даному контексті «транспортна інфраструктура» включає всі елементи, які становлять систему транспорту в цілому. Це включає в себе дороги, залізниці, порти, аеропорти, транспортні вузли, тунелі,

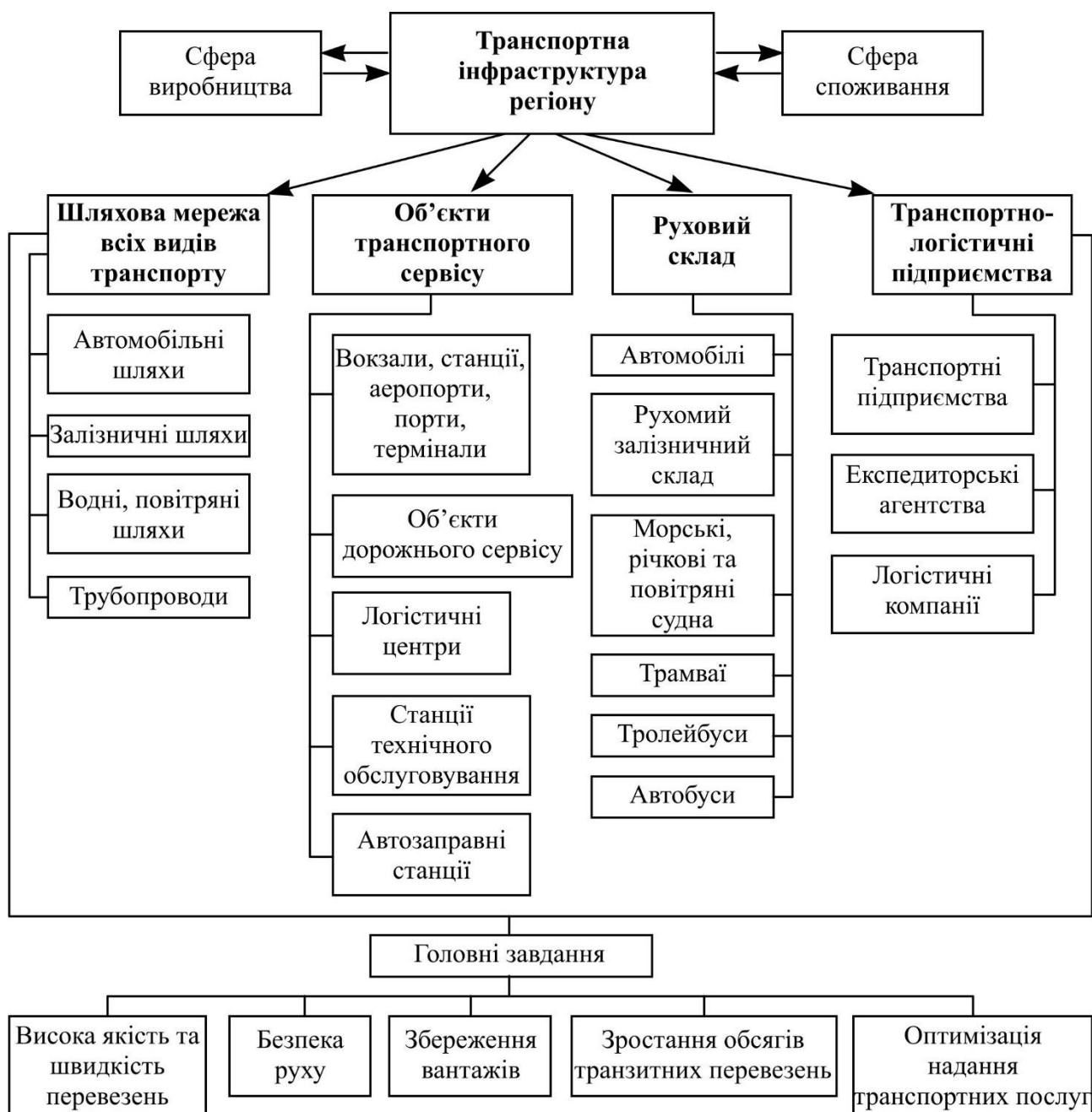
мости, а також всі послуги, пов'язані з плануванням, будівництвом, управлінням і підтримкою цих об'єктів. Також до складу ТІ входять будівлі і споруди, пов'язані з транспортом, наприклад, автостанції, вантажні термінали, вокзали та інше.

Згідно наказу «Про затвердження Методики визначення базового річного рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг» від 06.07.2023 N 578) *об'єктом транспортної інфраструктури вважається* вулиця, дорога, площа, транспортна розв'язка в одному та різних рівнях, пішохідний перехід в одному та різних рівнях, штучна споруда на вулиці або дорозі (міст, шляхопровід, естакада, тунель), що знаходиться в межах населеного пункту.

Залежно від функціонального призначення об'єкти ТІ згруповано: дорожня мережу всіх видів транспорту, парк рухомого складу, транспортно-логістичні підприємства та підприємства сервісного обслуговування (рис. 1.2).

До основних категорій належать:

1. Вулично-дорожня мережа.
2. Зовнішній транспорт, включаючи аеропорти, залізничний вокзал, річковий вокзал, об'єкти автосервісу на підходах до міста.
3. Маршрутна мережа міського пасажирського транспорту, яка включає метрополітени, трамваї, тролейбуси, автобуси.
4. Об'єкти обслуговування, такі як депо, автотранспортні підприємства (АТП), таксопарки, тягові підстанції тощо.
5. Об'єкти автосервісу, включаючи автозаправочні комплекси, авторемонтні майстерні, мийки, гаражі та стоянки (паркінги).
6. Транспортні розв'язки і пішохідні переходи, такі як мости, естакади, шляхопроводи, пішохідні переходи (включаючи підземні та надземні).
7. Технічні засоби регулювання дорожнього руху, такі як системи автоматизованого управління дорожнім рухом (АСУДР), світлофори, дорожні знаки, огорожі, острівці, направляючі пристрої та розмітка.
8. Нові види транспорту, які можуть з'являтися з розвитком технологій та змінами в транспортних потребах.



**Рис. 1.2.** Основні елементи транспортної інфраструктури регіону

Запропонована класифікація ТІ обумовлена тим, що інфраструктура транспорту, з одного боку, є частиною народногосподарської інфраструктури, а з іншого, це частина транспортного комплексу регіону.

#### **1.4. Особливості функціонування вулично-дорожньої мережі**

Сучасне місто потребує інтегрованої системи шляхів сполучення, яка містить зручні транспортні та пішохідні зв'язки між всіма його

елементами, включно з приміською зоною та зовнішніми автомобільними дорогами.

Вулично-дорожна мережа (ВДМ) міста визначається як один з найбільш стійких та важливих елементів міського середовища, що забезпечує зв'язок між різними частинами міста. Збереження і розвиток цієї мережі є необхідним для відповідності сучасним вимогам руху транспортних потоків, а також враховувати збільшення їх величини на перспективу.

Головним завданням вулично-дорожньої мережі є забезпечення транспортного і пішохідного зв'язку між планувальними елементами населеного пункту. Відповідно основними вимогами у функціонуванні вулично-дорожньої мережі є забезпечення:

- мінімальних витрат часу на переміщення;
- мінімальних матеріальних та фінансових витрат;
- безпеки руху транспортних засобів і пішоходів;
- комфортних та зручних умов при переміщенні за допомогою транспортних засобів та пішки.

Для досягнення цих цілей необхідне чітке диференціювання вулиць за їх призначенням та видами транспорту, а також правильна організація перехресть магістралей з інтенсивним рухом.

Вулично-дорожня мережа має створювати єдину систему шляхів сполучення, що забезпечує зручні транспортні та пішохідні зв'язки всередині міста та з його околицями. Тому для забезпечення якісного функціонування ВДМ міст є необхідність впровадження ефективних методів з організації дорожнього руху, що включають в себе комплекс інженерно-технічних і організаційних заходів, спрямованих на максимальне використання транспортним потоком можливостей, які передбачені геометричними параметрами вулиці і її станом.

Класифікація ВДМ є важливим інструментом для організації міського руху та планування міських просторів. Вона відображає функціональні та транспортно-планувальні завдання, що ставляться перед транспортною системою міста, і враховує соціальні потреби населення та ефективність роботи міської транспортної системи. Класифікація дозволяє збільшити пропускну спроможність вулиць та

знизити витрати пального, а також забезпечує більш ефективний захист території від транспортного шуму та забруднення. Встановлення категорій вулиць і доріг відповідно до їх призначення та функціональних вимог важливе для забудови та планування міських просторів.

Перші офіційні класифікаційні вказівки з'явилися у СРСР у 1933 році і поділяли вулиці на три класи, які згодом доповнювалися та змінювалися протягом часу. У 1940 році був прийнятий новий стандарт, де всі вулиці поділялись на три класи залежно від їхнього призначення та характеру руху. Протягом наступних десятиліть відбувалося багато змін і доповнень до нормативних документів, що відображали оновлення класифікації міських вулиць і доріг. На сьогоднішній день класифікація закріплена у Законі «Про автомобільні дороги» та Державних будівельних нормах України, де враховується функціональне призначення дороги або вулиці. Ця класифікація визначає міські дороги, магістральні вулиці, збираючі вулиці та місцеві вулиці, кожна з яких відіграє важливу роль у забезпеченні руху в місті.

Європейські підходи до класифікації вулиць та доріг також мають ряд особливостей. У Лондоні класифікація вулиць ґрунтується на їхній функціональності та інтенсивності руху транспорту. Головні розподільчі вулиці обслуговують магістральні зв'язки, розподільчі дороги забезпечують рух між округами, а місцеві вулиці забезпечують доступ до земельних ділянок та зв'язок зі збираючими та магістральними вулицями. Магістральні вулиці поділяються на класи залежно від інтенсивності руху транспорту, зазначеного у вказаних критеріях. У Західній Австралії класифікація міських вулиць і доріг також базується на їхній функціональності та інтенсивності руху. Вона включає головні розподільні вулиці, вулиці районного значення А та В, а також вулиці місцевого значення та проїзди, кожен з яких відіграє важливу роль у системі транспорту міста.

У міжнародному контексті, класифікація міських вулиць і доріг може варіюватися в залежності від країни. Наприклад, у Сполучених Штатах та Канаді, класифікація базується на розподілі функцій «обслуговування руху – обслуговування доступу», визначаючи головну функцію доріг та вулиць відповідно до цього.

Загалом, класифікація міських вулиць і доріг у світі може використовувати різноманітні критерії, такі як функціональність, інтенсивність руху та інші, для визначення їхньої ролі і значення у системі транспорту міста. Щодо України, критерієм класифікації доріг є інтенсивність руху транспорту, відповідно до Закону України для автомобільних доріг державного значення [20].

Проте, незважаючи на різноманітність функціонального призначення вулиць і доріг, найперше повинні забезпечувати зв'язок між територіями населених пунктів та згладжувати інтенсивність транспортного потоку, які призводять до значних затримок в русі.

Виникнення транспортних заторів на ВДМ значних і найзначніших міст України стало вже нормою і покращення ситуації не спостерігається. Місця виникнення затримок руху транспорту на міських вулицях, де спостерігається погіршення умов руху, можна розподілити на три види:

- постійні, в яких виникнення заторів і погіршення дорожніх умов руху спостерігається щоденно майже в однаковий час;
- випадкові, в яких заторові ситуації виникають внаслідок втрати пропускної здатності елементами ВДМ на незначний період;
- непередбачені, викликані втратою пропускної здатності елементів ВДМ внаслідок непередбачених обставин, які погіршують умови їх експлуатації.

Це вимагає розробки необхідних стандартів, що враховуватимуть технічні параметри та потреби сучасного транспортного руху.

Існує низка специфічних методів, що застосовуються окремо або в комплексі при вирішенні проблем організації руху. Основні з них включають розподіл транспортних потоків, поліпшення орієнтації водіїв під час руху, обмеження руху, регулювання руху та управління рухом. Використання цих методів надає можливість ефективно організувати рух транспортних потоків на вулично-дорожній мережі, обходячи місця з погіршеними умовами руху, що дозволяє мінімізувати час затримки при русі по відповідному маршруту.

У вирішенні загальної проблеми підвищення ефективності транспортних процесів велике значення має впровадження автоматизова-

них систем управління дорожнім рухом (АСУДР) та автоматизованих систем диспетчерського управління (АСДУ), побудованих на основі сучасних засобів автоматики та обчислювальної техніки.

Метою впровадження АСУДР є підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міста, що дозволяє покращити показники руху транспортних потоків без значних капіталовкладень. Проте на сьогоднішній день структура організації дорожнього руху застаріла і вже не може ефективно впливати на процеси, що призводять до автомобільних заторів. Основним недоліком діючої системи є те, що вона морально та фізично застаріла. Для того, щоб система управління дорожнім рухом була ефективною, потрібно створити її таким чином, щоб вона могла оперативно реагувати на ситуацію, що склалася на вулично-дорожній мережі. Надійність є важливою умовою досконалої роботи будь-якої комплексної системи.

У загальній проблемі підвищення ефективності транспортних процесів важливе місце належить впровадженню автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУДР) та автоматизованих систем диспетчерського управління (АСДУ), побудованих на базі сучасних засобів автоматики та обчислювальної техніки.

Автоматизовані системи управління дорожнім рухом впроваджені у багатьох містах України, зокрема Києві, Дніпрі, Харкові, Одесі, Запоріжжі, Житомирі, Миколаєві, Хмельницькому, Полтаві, Черкасах тощо.

Основною метою впровадження АСУДР є підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міста. Впровадження АСУДР дозволяє покращити показники руху транспортних потоків на вулично-дорожній мережі без значних капіталовкладень. АСУДР на даний час є найбільш досконалим комплексом технічних засобів і програмного забезпечення, що забезпечує максимально можливі скорочення транспортних затримок, збільшує пропускну спроможність магістралі і безпеку руху.

На сьогоднішній день, система організації дорожнього руху застаріла і не ефективно впливає на ситуації, що призводять до автомобільних заторів. Головним недоліком поточної системи є її застарілість як



морально, так і фізично. Діюча автоматизована система управління дорожнім рухом (АСУДР) представляє собою примітивний фрагмент сучасних систем, який не здатний оперативно реагувати на зміни інтенсивності руху, що значно відрізняються від передбачуваних. Щоб система управління дорожнім рухом була ефективною, потрібно створити її так, щоб вона могла миттєво реагувати на поточну ситуацію на вулично-дорожній мережі, була надійною і чутливою до факторів, що впливають на дорожню обстановку. Надійність є важливою умовою для бездоганної роботи будь-якої комплексної системи. Для ефективного використання вулично-дорожньої мережі необхідно здійснити цілеспрямоване перерозподілення транспортних потоків. При розподіленні транспортних потоків слід враховувати мінімізацію загального часу проїзду транспортних засобів по вулично-дорожній мережі. Ефективне функціонування вулично-дорожньої мережі забезпечується умовою, що інтенсивність руху на перегонах і перетинах не перевищує їх пропускну здатність. Внаслідок руху на перегонах і перетинах вулично-дорожньої мережі формуються транспортні потоки з певною інтенсивністю, тому рішення цього питання полягає у розподілі транзитних транспортних потоків по іншим можливим напрямкам руху.

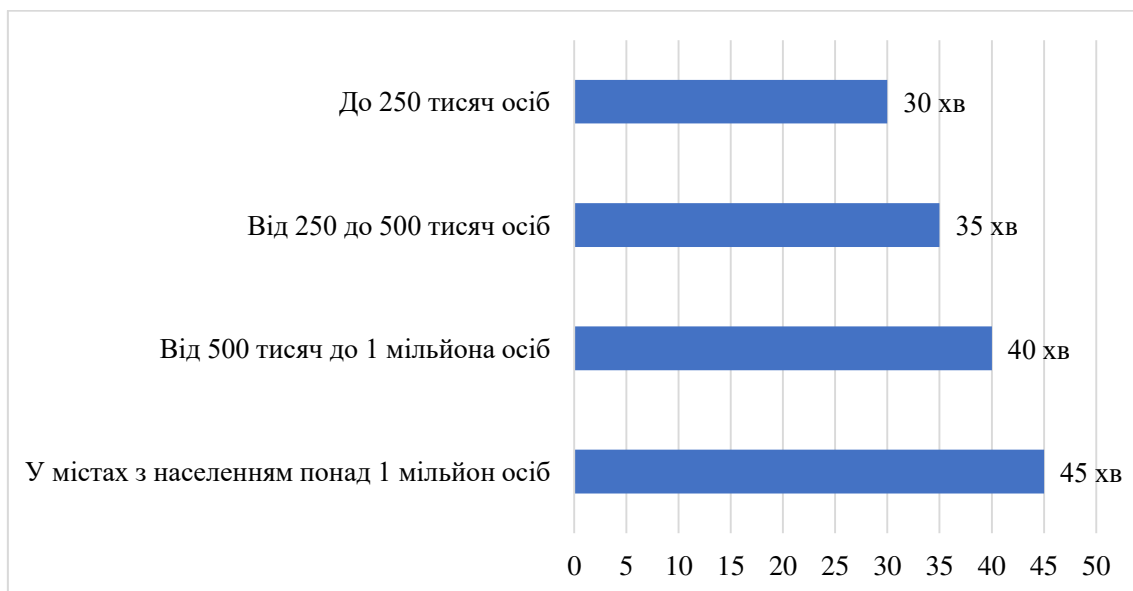
Таким чином, для покращення умов проїзду транспортних засобів у великих містах необхідно розробити нову, ефективну систему управління та розподілу транспортних потоків. Створення такої автоматизованої системи, яка негайно реагуватиме на всі можливі проблеми, що можуть значно вплинути на рух транспорту на певній ділянці, дозволить системі самостійно приймати рішення щодо розподілу транспортних потоків, враховуючи фактичний рівень інтенсивності руху і можливості пропускну здатності даної ділянки вулиці або перехрестя. Після збору, моделювання, аналізу та прогнозування ситуації така система зможе прийняти ефективне рішення, яке вчасно буде передане водіям через інформаційні табло та дорожні знаки. Це дозволить водіям вибрати оптимальний маршрут, що призведе не лише до економії часу та грошей, але й підвищить загальну пропускну здатність вулично-дорожньої мережі міста.

## 1.5. Існуючі вимоги стосовно мережі громадського пасажирського транспорту і пішохідного руху

Для забезпечення ефективного функціонування вулично-дорожньої мережі міст необхідно впроваджувати ефективні методи організації дорожнього руху, що включають в себе комплекс інженерно-технічних та організаційних заходів. Ці заходи спрямовані на максимальне використання можливостей транспортного потоку, які передбачені геометричними параметрами вулиць та їх станом.

Тому при проектуванні міських і сільських поселень, на нашу думку, слід передбачити єдину дорожньо-транспортну мережу поселень і районів, які тяжіють до них, для забезпечення зручних і безпечних зв'язків з усіма функціональними зонами, з іншими поселеннями системи розселення, місцями заміського відпочинку, з улаштуванням зовнішнього транспорту і автомобільними дорогами загальної мережі.

Рекомендована максимальна тривалість часу, яку експерти вважають прийнятною для того, щоб 90 % працездатного населення могло досягти свого місця роботи з місця проживання представлена на рисунку.



**Рис. 1.3.** Час, витрачений на подорож від місця проживання до місця роботи

Цей часовий інтервал визначається з урахуванням зручності та ефективності транспортних засобів, доступних для мешканців, і пра-

гненням зменшити часові затрати на дорогу, щоб забезпечити більш ефективно використання робочого часу. Це також сприяє зменшенню транспортних заторів і полегшує доступ до місць роботи для населення міста.

Розрахунок пропускної здатності мережі вулиць, доріг і транспортних перетинань, а також кількість місць для зберігання автомобілів, враховуючи рівень автомобілізації на розрахунковий період. Це означає, що на кожні 1000 осіб має бути відповідна кількість автомобілів і мотоциклів. Наприклад, для міст з населенням понад 100 тисяч осіб рекомендовано мати від 50 до 100 мотоциклів і мопедів на кожні 1000 осіб, а для інших поселень – від 100 до 150 одиниць.

Щодо автомобілів, ця кількість може становити від 200 до 250 легкових автомобілів на кожні 1000 осіб, включаючи таксі, прокатні та відомчі автомобілі, і від 25 до 40 вантажних автомобілів, залежно від складу автопарку. Такий підхід дозволяє врахувати потреби у транспорті населення в місті або поселенні залежно від їх розміру та інфраструктури.

Проектування системи пасажирського транспорту базується на прогнозі пасажиропотоків на різні періоди часу. Для міст з населенням 250 тисяч чоловік і більше, рекомендується вирішувати організацію громадського транспорту за допомогою комплексних схем розвитку всіх видів міського пасажирського транспорту. У випадку складних транспортних проблем у містах з населенням від 100 до 250 тисяч чоловік, такі схеми можна комбінувати зі схемами організації дорожнього руху [94].

Вибір видів громадського пасажирського транспорту здійснюється на основі розрахункових пасажиропотоків і відстані поїздки пасажирів. Провізна здатність різних видів транспорту, а також параметри обладнання і споруд (такі як платформи, посадочні майданчики тощо), визначаються при умові, що рухомий склад заповнений на розрахунковий період в середньому 4 людьми на квадратний метр вільної площі підлоги пасажирського салону для звичайних видів наземного транспорту і 3 людьми на квадратний метр для швидкісного транспорт.

При виборі видів пасажирського громадського транспорту треба керуватися орієнтовною провізною спроможністю і швидкістю сполучення різних видів транспорту, значення яких наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

**Орієнтовна провізна спроможність і швидкість  
різних видів транспорту**

<b>Транспорт</b>	<b>Середня швидкість сполучення, км/год</b>	<b>Провізна здатність лінії транспорту в одному напрямку, тис. пас./год</b>
Автобус	17–20	3–5
Тролейбус	16–18	4–7
Трамвай	15–17	6–12
Експрес-автобус	20–25	до 10
Швидкісний трамвай	25–30	10–20
Метрополітен	40–45	20–45
Електрифікована залізниця	50–60	30–50
Монорейкова дорога	60–70	10–30

Щільність мережі ліній наземного громадського транспорту на забудованих територіях рекомендується визначати відповідно до їх функціонального призначення та обсягу пасажиропотоків, зазвичай в межах 1,5–2,5 км/км<sup>2</sup>. При цьому необхідно дотримуватись нормативних відстаней до зупинок громадського транспорту. У центральних районах великих та найзначніших міст можна допустити збільшення щільності мережі до 4–4,5 км/км<sup>2</sup>.

Відстань пішохідних підходів до найближчої зупинки громадського пасажирського транспорту рекомендується не більше 500 м. У загальноміському центрі ця відстань повинна становити не більше 250 м від об'єктів масового відвідування, не більше 400 м від промислових підприємств та складських зон, і не більше 800 м від зон відпочинку та спорту. У разі складного рельєфу території, якщо відсутній спеціальний підйомний транспорт, відстані пішохідних підходів до зупинок міського транспорту слід зменшувати залежно від ступеня

нахилу місцевості. У районах індивідуальної забудови великих, значних та найзначніших міст, відстань пішохідних підходів до найближчої зупинки громадського пасажирського транспорту може бути збільшена до 600 м, а в малих та середніх містах – до 800 м. Пішохідні переходи через магістральні дороги та вулиці загальноміського значення, які регулюються світлофорами та розташовані на одному рівні з проїзною частиною, слід розміщувати не рідше, ніж через кожні 300 м, а через магістральні вулиці районного значення – не рідше, ніж через кожні 250 м. Ширина таких переходів повинна бути не менше 6 м для магістральних доріг та 4 м для вулиць районного значення [50].

Відстані між пунктами зупинок на лініях громадського пасажирського транспорту у межах територій населених пунктів слід приймати, м: для автобусів, тролейбусів і трамваїв 400–600, експрес-автобусів і швидкісних трамваїв 800–1200, метрополітену 1000–1500, електрифікованих залізниць 1500–2000. На зупинках повинні бути створені умови безпечного і комфортного очікування маршрутного транспорту у будь-яку погоду та зручної посадки і висадки з нього.

Зупинка повинна бути розміщена і влаштована таким чином, щоб:

- павільйон і маршрутний транспорт, що знаходиться на зупиночному майданчику, не були перешкодою видимості і оглядовості для водіїв інших ДТЗ (дорожній транспортний засіб);

- пішоходи (майбутні пасажири) могли без перешкод прибувати до посадкового майданчика, рухаючись за межами проїзної частини по тротуару або пішохідній доріжці;

- рух пасажирів для пересадки на транспорт іншого маршруту відбувався по найкоротшому і безпечному шляху;

- пасажири на інвалідних колясках могли вільно пересуватися від зупинки до тротуару чи пішохідної доріжки.

Проміжні зупинки повинні бути розташовані з обох боків дороги. Для переходу через дорогу біля зупинки повинен бути організований пішохідний перехід.

Павільйони повинні бути передбачені на пересадочних зупинках з обох боків дороги, на сумісних – у першу чергу, з боку дороги, де існує необхідність більшості потенційним пасажирам очікувати прибуття транспорту необхідного маршруту для посадки на нього.

При відкритті нового маршруту для транспорту загального користування, у якому частково використовують ділянки діючих маршрутів, перевірці відповідності вимогам відповідних норм підлягають усі зупинки.

При проектуванні зупинки повинні бути враховані:

- загальна схема маршруту (маршрутів);
- розклад руху маршрутного транспорту;
- клас, тип (марка та місткість) одиниці маршрутного транспорту з найбільшими параметрами;
- місце розташування зупинки.

На нову зупинку повинна бути складена проектна документація (план-схема та поперечники), а також внесені відповідні зміни до проекту (схеми) організації дорожнього руху (ОДР) на ділянці дороги, відповідно ДСТУ 8752:2017.

У проектній документації на будівництво і ремонт зупинок слід передбачати покриття зупиночного майданчика, яке має підвищений опір зсуву при гальмуванні та розгоні ДТЗ.

Відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 максимальні витрати часу на переміщення пасажирів не повинні перевищувати 45 хвилин для 90 % працюючих (в один кінець) в містах з населенням понад один мільйон чоловік. Виходячи з цього, при проектуванні транспортних систем обирають види МПТ та необхідні характеристики їх транспортних мереж і маршрутних систем [95–97].

Розроблені та впроваджені нормативи щодо розташування зупиночних пунктів міського пасажирського транспорту або жорстко регламентують стандарти (у випадку з дальністю пішохідних підходів), або, навпаки, пропонують межі (у випадку з відстанями між зупиночними пунктами). Відсутність критерію при розміщенні зупиночних пунктів у межах площ унеможливорює використання нормативних актів.

Загальним недоліком розроблених математичних моделей оптимальної довжини перегону є використання у якості основного показника середньої довжини поїздки пасажирів. Отже, чим більша середня довжина поїздки, тим більшою має бути довжина перегону. Чим більші пасажирообміни зупиночних пунктів, тим більша довжина перегону.

Наявність цілого ряду додаткових умов та обмежень при розташуванні зупиночних пунктів на магістралях і перехрестях міських вулиць та доріг практично унеможливує застосування класичних схем розміщення зупиночних пунктів.

Відповідно до вимог щодо обладнання дорожніх об'єктів на автобусних маршрутах загального користування передбачається наявність:

- майданчиків для розвороту та короткострокової стоянки автобусів у початкових і кінцевих пунктах міських та приміських автобусних маршрутів;

- посадкових майданчиків, павільйонів, а також залежно від розміру пасажиропотоку – автостанцій на зупинках приміських і міжміських автобусних маршрутів.

У разі потреби в дообладнанні дорожніх об'єктів на автобусному маршруті одночасно зі схемою маршруту розробляється план заходів щодо їх облаштування з обумовленням строку виконання робіт.

Зупинки на міських автобусних маршрутах згідно з чинним законодавством повинні розташовуватись поблизу житлових масивів, культурно-побутових закладів, торговельних комплексів, місць масового відпочинку населення, залізничних станцій, річкових і морських портів, аеропортів, станцій метрополітену тощо.

При розміщенні зупинок на вулично-дорожній мережі повинні забезпечуватись:

- зручний і безпечний підхід до основних об'єктів, які масово відвідують громадяни;

- якнайменше зниження пропускнуої здатності міської вулиці (дороги);

- якнайменші взаємні перешкоди між різними видами міського транспорту;

- зручність під час пересадки з одного виду міського транспорту або маршруту на інший;

- безпека дорожнього руху.

У місцях перетину, відгалуження або збіжності автобусних маршрутів загального користування розміщення зупинок повинно забезпечувати зручність пересадок, а також зручність користування маршрутами одного напрямку.

У місцях перетину автобусних маршрутів загального користування зупинки розміщуються так, щоб пасажери не перетинали проїзної частини вулиці (дороги).

На посадкових майданчиках не повинно бути зелених насаджень, кіосків та інших об'єктів і споруд (крім кіосків для продажу проїзних квитків та навісів або павільйонів для пасажирів), які б створювали перешкоди нормальному функціонуванню зупинки.

Автовокзали та пасажирські автостанції в малих і середніх містах слід розміщувати в центрі внутрішньоміських транспортних сполучень; автовокзали у великих містах, як правило, в периферійних районах, забезпечених внутрішньоміськими видами транспорту і зручними виходами на зовнішні автомобільні дороги.

В містах, що мають пункти перетину або примикання двох або декількох видів зовнішнього транспорту, повинні проектуватися об'єднані автовокзали, що обслуговують пасажирські перевезення цих видів транспорту.

## **1.6. Методичні підходи до оцінювання інтеграції транспортної інфраструктури України в євразійський економічний простір**

Стратегічне планування є ключовою складовою процесу інтеграції ТІ в міжнародний економічний простір. Це особливо важливо в контексті зростання впливу елементів Індустрії 4.0 на економічний розвиток країн, включаючи транспортну інфраструктуру. Для визначення стратегічних пріоритетів інтеграції ТІ України в євразійський економічний простір, ми аналізуємо наміри зарубіжних країн у цьому питанні [29, 93, 99].

З метою підтримки цілей Енергетичного союзу 2050 та завдань, визначених у Дорожній карті, нижченаведені заходи включені до Стратегічного плану реалізації. Вони повинні бути урівноважені та узгоджені з іншими заходами, визначеними в інших дорожніх картах STRIA (управління дорожнім рухом/мережею, підключення та автоматизація, електрифікація, альтернативні види палива, інтелектуальна мобільність та проектування та виробництво автомобілів).

Стратегічний план реалізації повинен періодично переглядатися, щоб адаптуватися до нових викликів мобільності, які виникнуть у



майбутні роки. Погляд до «Горизонту 2050» надто далекий, щоб припускати, що транспортні системи, послуги, бізнес та ефективність будуть схожими на існуючі сьогодні.

Європейському співтовариству (інституціям ЄС, урядам держав-членів, а також регіональним та місцевим органам, промисловості та іншим зацікавленим сторонам, таким як громадяни) буде потрібна транспортна інфраструктура, щоб відповідати новим вимогам мобільності пасажирів та вантажів [100–103].

Транспортна інфраструктура – комплексна галузь, тому найбільш оптимальним для дослідження є рейтингові показники, а саме група інфраструктурних показників у Глобальному рейтингу конкурентоспроможності країн за 2010–2019 роки. Даний рейтинг дозволяє оцінити міжнародну конкурентоспроможність ТІ країни як в цілому, так і за видами транспорту.

Наступним важливим показником є індекс логістичної ефективності, який розраховує Світовий банк. Рівень готовності країн до майбутнього виробництва дає змогу визначити однойменний рейтинг, який розраховує два напрями показників: структура виробництва та драйвери виробництва.

Для виокремлення взаємозв'язку між досліджуваними показниками доцільно застосовувати кореляційно-регресійний аналіз.

Кореляційний аналіз – метод статистичного дослідження експериментальних даних, що дозволяє розрахувати ступінь лінійної залежності між змінними. Це метод знаходження тісноти зв'язку між спостереженнями, обраними із сукупності, розподіленої по нормальному закону. Зазвичай, при аналізі використовують парну або множинну кореляцію.

Існують різні види кореляції:

- 1) парна – аналіз зв'язків між двома показниками;
- 2) рангова – аналіз зв'язків між якісними показниками;
- 3) канонічна – між групами показників;
- 4) приватна – оцінка зв'язку між двома показниками при елімінаванні впливу інших показників;
- 5) множинна – аналіз залежності одного показника від групи інших показників [104].

Тіснота зв'язку між досліджуваними явищами вимірюється кореляційним відношенням. Необхідні умови застосування кореляційного аналізу:

- 1) наявність досить великої кількості спостережень про величину факторних і результативних показників;
- 2) досліджувані фактори повинні мати кількісний вимір і відображення в тих чи інших джерелах інформації.

Кореляційний аналіз спрямований на вирішення двох завдань:

- 1) встановлення стохастичного зв'язку між параметрами;
- 2) оцінка тісноти зв'язку факторів і результуючого показника.

Парний коефіцієнт кореляції виглядає наступним чином:

3)  $-1 < r < 1$

4) Чим ближче його значення до одиниці, тим сильніше зв'язок.

5) Якщо коефіцієнт кореляції за абсолютною величиною близький або дорівнює нулю, то лінійна залежність між досліджуваними змінними відсутня. Крім того, якщо він дорівнює одиниці, то залежність не є стохастичною, а функціональною [104; 94].

6) Ступінь взаємного впливу факторів в залежності від коефіцієнта кореляції наведено у табл. 1.3.

*Таблиця 1.3*

**Кількісна оцінка тісноти зв'язку при різних значеннях коефіцієнта кореляції**

	Коефіцієнт кореляції				
	0,1–0,3	0,3–0,5	0,5–0,7	0,7–0,9	0,9–0,99
Тіснота зв'язку	Дуже слабка	Слабка	Помірна	Висока	Дуже висока

\* Складено за: [11].

Знак коефіцієнта кореляції вказує на характер залежності: якщо він позитивний, то залежність між досліджуваними змінними пряма, тобто зі збільшенням однієї з них друга також збільшується. Якщо ж коефіцієнт кореляції від'ємний, то залежність між змінними зворотна – з збільшенням однієї з них друга зменшується.

Квадрат коефіцієнта кореляції носить назву коефіцієнта детермінації. Часто саме він служить для визначення тісноти зв'язку між досліджуваними параметрами.

При застосуванні коефіцієнта детермінації дослідник має справу тільки з двома наслідками:

- 1) при наявності залежності коефіцієнт детермінації вище 0,5;
- 2) відсутність залежності – коефіцієнт детермінації менше 0,5.

Таким чином, кореляційний аналіз має велике значення в економічному аналізі, вивченні суспільних явищ і процесів. Зокрема, він допомагає вирішити такі завдання:

- 1) встановлення характеру і тісноти зв'язку між досліджуваними явищами;
- 2) кількісний вимір ступеня впливу окремих факторів та їх сукупності на рівень явища, яке вивчається;
- 3) розрахунок кількісних змін аналізованого явища при прогнозуванні показників.

Завдяки кореляційному аналізу є можливість глибше дослідити взаємозв'язки економічних явищ і процесів, виявити вплив факторів на результати господарської діяльності, виявити і підрахувати резерви підвищення ефективності виробництва. Все це позитивно позначається на здійсненні управлінської, маркетингової та інших видів діяльності, прийнятті економічно обґрунтованих господарських рішень.

Розглянемо просту лінійну регресійну модель, що зв'язує між собою результуючий параметр  $Y$  і певний незалежний фактор  $x$ :

$$Y = a + bx \quad (1.1)$$

Прямолінійне рівняння регресії показує рівномірну зміну результуючої ознаки зі збільшенням факторної.

Коефіцієнт регресії  $b$  – основний показник у рівнянні регресії. Він показує, на скільки одиниць у середньому змінюється результативна ознака  $Y$  зі зміною на одну одиницю факторної ознаки  $x$ . Коефіцієнт регресії іноді називається кутовим коефіцієнтом, оскільки він чисельно дорівнює тангенсу кута нахилу лінії регресії до позитивного напрямку осі  $x$ . Параметр  $a$  показує початкову ординату, тобто відстань від початку координат до перетину лінії регресії і віссю  $Y$ .

Вибір конкретного рівняння регресії, що адекватно описує форму зв'язку, вважається досить складною процедурою. За допомогою комп'ютера вибір адекватної моделі здійснюється перебором рішень, найбільш часто застосовуваних в аналізі парної кореляції рівнянь регресії. Якщо форму зв'язку відразу встановити складно, вирішуються рівняння декількох типів. Криволінійна форма зв'язку може бути представлена рівнянням гіперболи, параболи, логарифмічною функцією і т. д. [104, с. 89].

## РОЗДІЛ 2

# МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ТА РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

### 2.1. Характеристика методів наукового дослідження транспортних систем

Маючи широкий спектр методів наукового дослідження, необхідно із всієї сукупності обрати тільки ті, що відповідають поставленій меті та завданням. Такий підхід дозволить ефективніше побудувати план-структуру досліджень та отримати адекватні результати.

Таким чином, використовуючи завдання дослідження та методи їх вирішення необхідно визначити, які існують способи проведення всіх досліджень з їх характеристиками, перевагами та недоліками.

Для вирішення завдання визначення закономірностей впливу параметрів міста на рухливість населення, коефіцієнти користування транспортом та масовим пасажирським транспортом першим є опитування. Адже первинна інформація, що стосується переміщень населення, може бути отримана шляхом такого опитування.

На сьогодні існують наступні основні види опитування:

- 1) усне або письмове;
- 2) інтерв'ю;
- 3) експертне оцінювання.

Найбільш поширеним способом опитування є анкетування. Основні його переваги – це:

- широта охопту дослідження;
- відносно низькі витрати на його проведення;
- достовірність отриманих результатів при масових дослідженнях.

Головним недоліком такого способу отримання статистичної інформації є зворотність отриманих анкет. Враховуючи специфіку опитування, в основному, анкети розповсюджуються між респондентами, значна частина анкет не повертається.

Усунути даний недолік можливо шляхом проведення інтерв'ювання. А саме, під час бесіди інтерв'юер ставить запитання респонденту з

обов'язковою фіксацією відповідей. Це значно скорочує відсоток непридатних до обробки анкет та збільшує ймовірність правдивості інформації.

Основним недоліком інтерв'ювання є значні витрати на проведення дослідження, через малу кількість опитаних респондентів на одного інтерв'юера.

Для усунення цього недоліку існує спосіб отримання статистичної інформації, а саме, метод експертних оцінок. Так, при правильно побудованому опитуванні можливо отримати судження про стан речей й одночасно отримати думку щодо прогнозу на майбутнє.

Серед методів експертних оцінок існують індивідуальні та колективні.

До індивідуальних відносяться:

- оцінка типу «інтерв'ю»;
- аналітична.

До колективних (групових) відносяться:

- метод комісій;
- метод віднесеної оцінки;
- дельфійський метод.

Але при всіх існуючих перевагах кожного з методів експертних оцінок, недоліком є вузька направленість кожного експерта, що не дозволяє отримати відповіді на широке коло питань.

В результаті для визначення динаміки змін у розвитку параметрів міської пасажирської транспортної системи доцільно застосовувати метод опитування – інтерв'ювання. Для цього в подальшому необхідно розробити перелік питань, що будуть стосуватися поставленої проблеми.

Другим методом визначення закономірностей впливу параметрів міста на рухливість населення, коефіцієнти користування транспортом та масовим пасажирським транспортом є спостереження. Оскільки процес міських пасажирських перевезень передбачає визначення характеристик пасажиропотоків, то необхідно розглянути методи їх дослідження.

До основних характеристик пасажиропотоків відносяться:

- 1) напрямок руху;
- 2) обсяги;
- 3) дальність;
- 4) нерівномірність та інше.

Всі методи дослідження пасажиропотоків розподіляються на дві групи:

- 1) методи обстеження пасажиропотоків із залученням обліковців;
- 2) автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків.

Одним із методів першої групи є табличний метод. Його суть полягає в реєстрації обліковцями кількості пасажирів, що ввійшли в транспортний засіб і відповідно зійшли із нього на кожному зупинному пункті. В результаті спостережень також визначають пасажирообмін на зупиночних пунктах, кількість перевезених пасажирів і пасажиропотоки на перегонах маршруту.

Другим методом першої групи є талонний метод. Його відмінність від табличного методу полягає в тому, що кожному пасажирові, що ввійшов у салон транспортного засобу, видається спеціальний талон з оцінками про місце його (пасажира) входу, і в кожного пасажирові, що вийшов з транспортного засобу цей талон вилучається з виконанням оцінок про місце виходу. Для цього, як і в попередньому табличному методі, біля кожних дверей транспортного засобу розташовується обліковець із бланками талонів.

Для усунення недоліків при використанні перших двох методів був розроблений таблично-опитувальний метод. Його відмінність в тім, що замість традиційних талонів використовуються опитувальні таблиці, що заповнюють обліковці за кожними дверцятами зі слів пасажирові.

Найбільш поширеним методом першої групи є візуальні методи. Незважаючи на те, що вони не дозволяють точно визначити параметри пасажирських перевезень, їх перевага у візуальній оцінці ступеня заповнення транспортних засобів на маршрутах. Для проведення візуального обстеження обліковці можуть розташовуватися в середині салону і на будь-яких пунктах транспортної мережі, найчастіше на зупинках. Так, розташовуючись на своїх спостережних пунктах, обліковці оці-

нують заповнення, що минають повз них транспортних засобів за наступною 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 є можливість;

5 балів – транспортний засіб заповнений цілком і ввійти в нього неможливо.

Зі свого боку, автоматизовані методи обстеження пасажиропотоків розподіляються на дві основні групи:

1) ґрунтуються на підрахунку людей, що входять і виходять з нього пасажирів на кожному зупинному пункті (метод «контактної сходинки»);

2) ґрунтуються на вимірі ваги пасажирів у салоні, що досить точно визначає їхню кількість.

Залежно від цілей обстеження пасажиропотоків у містах, обирається і його метод. При цьому враховуються наступні фактори:

1) час на обробку і проведення обстеження;

2) перелік параметрів, які необхідно визначити;

3) трудомісткість методу, що виражається в його вартості і кількості людей, що залучаються до обстеження.

Поєднання табличного та візуального методів є найбільш раціональним як з точки зору витрат на його проведення, так і достовірності отриманої інформації, тому саме вони будуть використані для обстеження пасажиропотоків на маршрутній мережі.

Отримана статистична інформація потребує подальшої обробки та узагальнення. Для цього доцільно використати методи, що відносяться до експериментально-теоретичного рівня, а саме:

1) метод граничних значень;

2) метод відносної середньої квадратичної помилки;

3) регресійний і кореляційний аналізи.



Перші два методи застосовуються у випадку очищення ряду вимірювань від погрешностей, які виникають внаслідок промахів дослідника.

Сутність обох методів полягає у знаходженні значень, які не відображають загальну тенденцію з наступним виключенням їх з експериментальних даних. Методи є ітераційними, тобто після кожного видалення перевіряється коефіцієнт розкиданості ряду й робиться висновок про подальше очищення ряду. Операції повторюються до тих пір, доки не буде отримано адекватного значення коефіцієнта розкиданості ряду.

Після очищення ряду виконується оцінка регресійного та кореляційного зв'язку. Так, в першому випадку визначається динаміка взаємного зв'язку між змінними величинами, тобто регресія.

Математично регресію представляють трьома способами:

- 1) побудовою емпіричних рядів і графіків (ліній) регресії;
- 2) рівняннями, які дозволяють за емпіричними даними побудувати теоретичну, тобто вирівняну лінію регресії;
- 3) коефіцієнтами, які дають загальну характеристику двохстороннього зв'язку.

Натомість визначення величини та напрямку зв'язку можливо шляхом проведення кореляційного аналізу використовуючи коефіцієнт кореляції.

Кожен із наведених аналізів доповнює оцінку та наявність зв'язку між досліджуваними змінними. Тому основним етапом теоретичних досліджень стане формування аналітичних моделей розрахунку показників функціонування маршрутної пасажирської транспортної системи.

В результаті вибору методів дослідження показників рухливості населення міст виявлено, що доцільно застосовувати методи опитування, зокрема, інтерв'ювання. При цьому ефективними методами обстеження пасажиропотоків є поєднання табличного та візуального методів як найбільш раціональних з огляду на витрати щодо його проведення й достовірності отриманої інформації.

## 2.2. Аналіз методів побудови міських пасажирських транспортних систем

Створення громадського транспорту в містах є складним завданням з багатьма чинниками, оскільки кожен етап може мати декілька можливих методів вирішення і призводити до різних результатів в залежності від обраних критеріїв. Дослідження питань побудови міських пасажирських транспортних систем та вирішення проблем побудови міських транспортних представлено в роботах таких вчених, як Л. Л. Афанасьєва, А. І. Воркута, В. К. Долі, О. С. Ігнатенка, Л. Б. Міротіна, D. P. Rao, J. Simpson та інших [39, 47, 89].

Побудова топологічної схеми розглядається в контексті транспортного районування території населеного пункту, основними принципами якого є:

- площа транспортних районів знаходиться в межах 350-500 га;
- межами транспортних районів є природні рубежі, а якщо їх немає, то уявні лінії, які проходить через квартали міської забудови. Межа транспортного району не повинна проходити по транспортній мережі;
- центрами транспортних районів є місця тяжіння, які знаходяться на транспортній мережі [89].

Сформована кількість транспортних районів з їх центрами утворюють єдину топологічну схему транспортної мережі, яка відтворює основні параметри при моделюванні. Для створення цієї топологічної схеми використовуються елементи теорії графів, де вершинами є центри транспортних районів, а дугами позначаються ділянки транспортної мережі. Зазвичай такий граф є неорієнтованим, дозволяючи рух у обох напрямках, хоча у деяких випадках (наприклад, при організації одностороннього руху) деякі ділянки можуть бути орієнтованими.

Наступним кроком після проведеного транспортного районування є збір вихідної інформації в розрізі кожного району та мережі. Аналіз типологічної схеми проводиться за визначеними критеріями: характеристика дуг транспортної мережі; оцінка ємності кожного транспортного району; визначення трас маршрутів.

Основними характеристиками ділянок транспортної мережі є їх довжина та умови руху, які визначають вибір критерію оптимізації.

Початково, в оптимізації транспортних систем першим критерієм було обрано довжину ділянок руху. Це було обґрунтовано у випадку вільного пересування по мережі. Однак, умови перешкод впливають на швидкість руху, що може призводити до збільшення часу руху незважаючи на однакову довжину ділянок. Тому у більшості випадків використовується час руху по ділянках мережі як основний критерій оптимізації.

З метою відображення загальних тенденції на пересування пасажирів по мережі, необхідно врахувати додатково складові [46]:

$$t_n = t_{\text{під}} + t_{\text{оч}} + t_{\text{рух}} + t_{\text{від}}, \text{ год.},$$

де  $t_{\text{під}}$  – час підходу до зупинного пункту, год.;

$t_{\text{оч}}$  – час очікування, год.;

$t_{\text{рух}}$  – час руху, год.;

$t_{\text{від}}$  – час відходу від зупинного пункту, год.

Кожна складова часу переміщення залежить від низки факторів. Наприклад, час, потрібний для наближення до зупинного пункту та віддалення від нього, залежить, по-перше, від розташування зупинного пункту (в межах зони пішоходної доступності); по-друге, від швидкості руху пішоходів, що в основному залежить від віку та статі населення; по-третє, від складності мережі пішохідних доріжок. У свою чергу, час очікування на поїздку залежить від інтервалу руху та ймовірності здійснення посадки в транспортний засіб.

У теорії пасажирських перевезень, зокрема в розділі про розподіл пасажиропотоків по мережі, ключовим параметром оптимізації є кореспонденції. Для визначення кореспонденцій використовуються різноманітні методи, проте всі вони базуються на гравітаційній моделі.

Шляхом накладання різних кореспонденцій на певній ділянці мережі утворюються пасажиропотоки. Для визначення існуючих пасажиропотоків використовують різні методи їх обстеження [70–73].

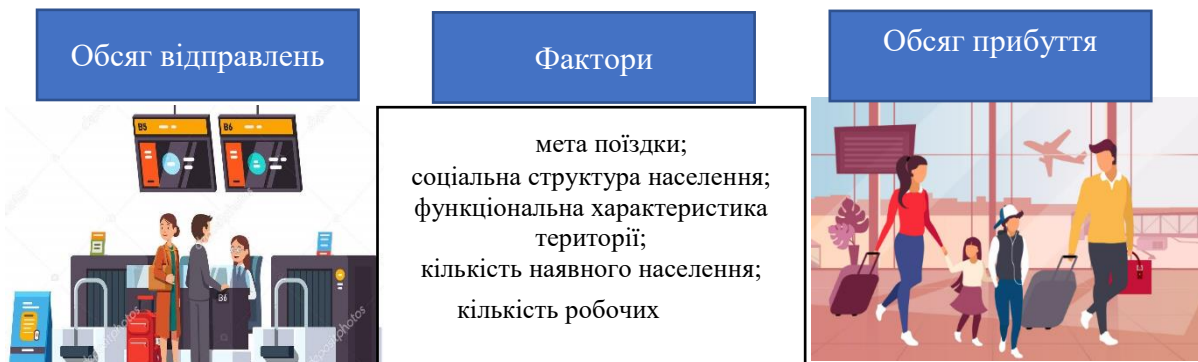
До методів обстеження пасажиропотоків відносяться:

- 1) табличний метод;
- 2) талонний метод;
- 3) таблично-опитувальний метод;

- 4) візуальні методи;
- 5) автоматизовані методи.

Проведений аналіз методів визначення кореспонденцій та пасажиропотоків показав, що достовірність отриманих даних полягає у адекватному визначенні обсягів відправлення та прибуття пасажирів.

Аналізуючи праці, було визначено, що на обсяг відправлень та прибуття впливають ряд факторів, які подано на рисунку 2.1.



**Рис. 2.1.** Фактори, які визначають умови пересування населення

Залежно від призначення, поїздки можуть бути робочими або культурно-побутовими.

Суспільне розподілення населення поділяється на активне населення, яке працює, та неактивне (пенсіонери, школярі та діти дошкільного віку).

Функціональна характеристика території населеного пункту може бути сельбищною, виробничою або ландшафтно-рекреаційною.

Кількість мешканців визначається густотою населення, яка залежить від висотної забудови та розташування житлових будинків.

Кількість робочих місць визначається наявністю різних підприємств, їх розмірами та обсягом території, яку вони займають.

Сформована база даних за елементами топологічної схеми та обраний критерій оптимізації дозволяють перейти до наступного етапу – вибору способу формування маршрутної пасажирської транспортної системи. Розробити маршрутну пасажирську транспортну систему можливо шляхом використання наступних методів [76]:

- 1) емпіричного методу;
- 2) евристичного методу;
- 3) математичної оптимізації.

На сьогодні поширення евристичного методу набуває більш науково обґрунтованих рішень. Але найбільш розповсюдженим є метод математичної оптимізації, заснований на використанні методів лінійного програмування. Цей метод з безлічі проміжних результатів обирає найкращий за висунутою системою обмежень.

Завершальним етапом є розрахунок показників по кожному окремому маршруту та пасажирської транспортної системи в цілому, що дозволяє оцінити отримані результати порівняно з існуючими показниками.

Складність оцінки полягає в тому, що, отримавши найбільш раціональні показники функціонування пасажирської транспортної системи, можемо отримати нераціональні значення за окремими маршрутами. В такому випадку необхідно застосувати інші методи, які дозволяють покращити управління міськими пасажирськими транспортними системами.

### **2.3. Методичні підходи до визначення показників функціонування міських пасажирських транспортних систем**

Аналізуючи сучасні підходи оцінки впливу параметрів маршрутної пасажирської системи на показники функціонування міських пасажирських транспортних систем, можна сказати, що основними факторами впливу на кількість транспортних районів є площа території міста, його функціональне зонування, особливості рельєфу тощо. Тобто, враховуючи дані аспекти та рекомендації [86], кількість транспортних районів може мати наступні значення (табл. 2.1).

Характеризуючи загальну кількість маршрутів у мережі, доцільно користуватися такими показниками, як щільність маршрутної мережі та маршрутний коефіцієнт. Раціональні значення цих показників наведені в табл. 2.2–2.3 [89].

Існує декілька методів визначення обсягів відправлення та прибуття, але особливістю пасажирських перевезень є утворення пасажиропо-

токів на зупинних пунктах маршрутної мережі. Тому визначивши зону дії зупинного пункту та всі пасажироутворюючі і пасажиропоглинаючі пункти, використовуючи соціальний склад населення, можна лише визначити дані параметри.

Таблиця 2.1

**Характеристика кількості транспортних районів  
залежно від чисельності мешканців міста**

<b>Чисельність населення міста, тис. чол.</b>	<b>Рекомендована кількість транспортних районів</b>
200	30–35
200–400	35–60
400–700	60–80
700–1000	80–100
понад 1000	100 і більше

Таблиця 2.2

**Характеристика щільності маршрутної мережі  
залежно від чисельності населення міста**

<b>Чисельність населення міста, тис. чол.</b>	<b>Щільність маршрутної мережі, км/км<sup>2</sup></b>
Понад 1000	2,5
501–1000	2,4
251–500	2–2,3
101–250	1,8–2
Менше 100	1,4–1,6

Таблиця 2.3

**Характеристика маршрутного коефіцієнта  
залежно від чисельності населення міста**

<b>Чисельність населення міста, тис. чол.</b>	<b>Значення маршрутного коефіцієнта</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
Понад 1000	2,1–2,5
501–1000	1,8–2,1

Закінчення таблиці 2.3

1	2
251–500	1,5–1,8
101–250	1,25–1,5
Менше 100	1–1,25

Наступним параметром, що визначає ефективність побудови маршрутної мережі, є коефіцієнт пересадності.

В праці [89] подано межі варіювання коефіцієнта пересадності, які залежать від категорії міста (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

**Характеристика коефіцієнта пересадності залежно від чисельності населення міста**

Чисельність населення міста, <i>тис. чол.</i>	Значення коефіцієнта пересадності
Понад 1000	1,8–2,2
501–1000	1,4–1,8
251–500	1,2–1,4
101–250	1,0–1,2
Менше 100	1,0

Для визначення транспортної роботи використовують наступну залежність:

$$W = Q \cdot l_{сер},$$

де  $l_{сер}$  – середня відстань перевезення пасажирів, км;

$Q_i$  – обсяг перевезення сукупності пасажирів на відстань  $l_i$ , пас.

Розрахувавши обсяг перевезень та транспортну роботу, можна визначити середню дальність маршрутної поїздки.

Останньою характеристикою ефективної побудови міської пасажирської транспортної системи є необхідна кількість транспортних засобів (залежно від місткості), що працюватиме у місті.

Відповідно до проведених досліджень, що стосуються вибору транспортних засобів для роботи на міських пасажирських маршрутах,

можна визначити основні закономірності щодо вибору кількості, місткості й марки транспортних засобів залежно від параметрів транспортних систем.

Так, встановлено, що першим визначається місткість транспортних засобів, що працюють на маршруті, залежно від максимального пасажиропотоку (табл. 2.5) [89].

Таблиця 2.5

### Характеристика вибору місткості транспортних засобів

<b>Пасажиропотік у години «пік» в одному напрямку, пас.</b>	<b>100–500</b>	<b>500–1000</b>	<b>1000–1800</b>	<b>1800–2600</b>	<b>2600–3800</b>	<b>3800 і більше</b>
Місткість транспортних засобів (кількість місць для сидіння й проїзду стоячи), <i>місць</i>	20	40	65	80	110	180

Наступним етапом є розрахунок необхідної кількості транспортних засобів на маршрутах.

Знаючи необхідну кількість транспортних засобів й їхню номінальну місткість, виконується вибір марки на основі інвестиційного проекту [25]. Проект із кращими показниками оцінки ефективності інвестиційних проектів є найбільш привабливим при використанні тієї або іншої марки транспортних засобів для роботи на маршруті.

З іншого боку, існує нормативна складова щодо структуризації парку автобусів громадського транспорту залежно від класу транспортних засобів. Відповідно до «Порядку визначення класу комфортності автобусів» та міжнародної класифікації автобусів, згідно з нормами ЄЕК ООН (ECE RL07), існує класифікація класів автобусів для роботи на міських маршрутах [89]: особливо малі; малі; середні; великі; особливо великі.

Також у праці [89] наведено характеристику структури автобусного парку, залежно від чисельності населення міста (табл. 2.6).



**Рекомендації щодо оптимальної структури парку автобусів  
громадського транспорту для міст України**

<b>Групи міст за чисельністю населення, тис. чол.</b>	<b>Мікро- автобуси</b>	<b>Міні- автобуси</b>	<b>Середні</b>	<b>Великі</b>	<b>Мега- великі</b>
До 50	20	30	50	-	-
від 50 до 100	15	33	45	7	-
від 100 до 200	12	25	43	20	-
від 200 до 300	7	20	48	25	-
від 300 до 500	5	20	37	28	10
від 500 до 750	8	17	32	28	15
від 750 і більше	6	15	30	32	17

Аналіз існуючих підходів щодо визначення показників функціонування міських пасажирських транспортних систем дозволив виявити, що:

- факторами впливу на кількість транспортних районів є площа території міста, його функціональне зонування, особливості рельєфу;
- структура парку транспортних засобів залежить не лише від параметрів маршрутної мережі міста, а й від чисельності населення міста;
- в основі визначення показників функціонування міських пасажирських транспортних систем використовуються емпіричні моделі.

#### **2.4. Динамічні процеси розвитку міста та їх вплив на показники функціонування маршрутної пасажирської транспортної системи**

Вибір методів управління пасажирськими транспортними системами позначається на функціонуванні не лише пасажирських транспортних систем, а й транспорту в цілому.

Головною проблемою найзначніших та значних міст є зростання рівня автомобілізації населення, що призводить до збільшення інтенсивності руху транспортних засобів по вулично-дорожній мережі й зменшення рівня обслуговування ділянок мережі.

Головними чинниками перерозподілу транспортної рухливості між транспортом індивідуального користування та масовим пасажирським транспортом (МПТ) є низька комфортність переміщень на пасажирському транспорті або недостатня щільність маршрутної мережі.

Відомо, що оцінити комфортність можливо шляхом забезпечення наступних вимог [105]:

- 1) необхідної площі транспортного засобу, що припадає на одного пасажирів;
- 2) частоти прибирання транспортних засобів;
- 3) температури повітря в транспортному засобі;
- 4) освітленості;
- 5) допустимих значень шуму та вібрації.

До найбільш реальних показників, що враховують комфортність при функціонуванні маршрутної пасажирської транспортної системи, є коефіцієнт заповнення салону. Розрізняють коефіцієнти статичного та динамічного заповнення салону.

Що стосується щільності маршрутної мережі, то вона визначається відношенням загальної довжини маршрутів до сельбищної площі міста.

Для оцінки насиченості міста маршрутами пасажирського транспорту використовують маршрутний коефіцієнт. Він визначається як відношення довжина маршрутної мережі (км) до довжина вулично-дорожньої мережі, якою здійснюються перевезення (км).

Необхідно зазначити, що кожна зміна параметрів міської пасажирської транспортної системи призводить до зміни її показників функціонування, до яких відносяться [106–107]:

- 1) кількість транспортних районів;
- 2) загальна кількість маршрутів у мережі;
- 3) кількість пересувань;
- 4) обсяг перевезень;
- 5) коефіцієнт пересадності;
- 6) транспортна робота;
- 7) середня дальність маршрутної поїздки;
- 8) середня дальність поїздки по мережі;

9) коефіцієнт заповнення салону (по мережі);

10) необхідна кількість пасажиромісць (залежно від місткості).

Визначення закономірностей зміни показників функціонування пасажирських транспортних систем залежно від розвитку їх параметрів дозволить розробити рекомендації щодо функціонування системи міського пасажирського транспорту.

Отже, для врахування зміни показників функціонування пасажирських транспортних систем залежно від розвитку їх параметрів необхідно розв'язати такі задачі:

– дослідити методи визначення показників функціонування міських пасажирських транспортних систем;

– визначити закономірності впливу параметрів міста на рухливість населення, коефіцієнти користування транспортом та масовим пасажирським транспортом;

– розробити модель функціонування системи міського пасажирського транспорту;

– дослідити закономірності зміни показників функціонування пасажирських транспортних систем залежно від розвитку їх параметрів.

## **2.5. Моделі кореспонденцій пересувань населення та показники їх ефективності**

Визначення характеристик пересувань населення як одних з ключових показників для розвитку міських територій є предметом багатьох досліджень, що проводилися у вітчизняній і закордонній містобудівній практиці та практиці транспортного планування. Характеристики пересування населення водночас є початковою інформацією та результатом планувальних рішень у генеральному плані міста, розробленні проектних рішень щодо сталої міської мобільності, управлінських рішень у функціонуванні та експлуатації маршрутної мережі міського пасажирського транспорту.

Проблему розподілу пасажирських переміщень по вулично-дорожній мережі (ВДМ) міста досліджували низка вітчизняних вчених, серед яких Н. О. Брайловський, Б. І. Грановський, П. Ф. Горбачов, В. К. Доля, Є. М. Гецович, Г. А. Заблоцький, В. А. Вдовиченко,

Є. В. Любий, С. Ю. Гончаренко, О. В. Россолов, Е. Б. Погребняк, В. В. Скалецький та ін. Відправною інформацією для оцінки матриць кореспонденцій у їх працях є кількість пасажирів, що входять і виходять з транспортного засобу на кожній зупинці. Дослідження у цій області виконувались, в основному, для маршрутів громадського транспорту. Серед закордонних науковців, що займалися цією тематикою, варто назвати Н. Оппенхайма, Ю. Шеффі, Ж. Ортузара, К. Вінстона, Д. Лозе, Д. Дрю та ін.

До поняття пересування населення входить ряд конкретних показників транспортного планування. Ці параметри визначають на 4-х етапах розрахунку класичної моделі транспортного планування через обсяги пересувань; обсяги кореспонденцій пересувань; обсяги пересувань за типами та через визначення обсягів пересувань на мережі. Таким чином, оцінка пересування населення в межах території планування визначається з використанням конкретних числових даних. Відповідно до традиційного підходу, процес транспортного планування системи пасажирських перевезень складається з чотирьох етапів [33]: генерування пересувань (trip generation) – оцінка загальних обсягів прибуття та відправлення з кожної транспортної зони території планування; кореспонденції пересувань (trip correspondence) – отримання матриць кореспонденцій, які визначають обсяги пересувань між кожною парою зон, що досліджуються; розподіл кореспонденцій за типом пересування (modal split); розподіл кореспонденцій за шляхом пересувань (network assignment).

Моделі розподілу пересувань призначені для отримання даних прогнозування вибору місця призначення пересування на основі інформації про потужність генерування та привабливості кожної зони і загальної ціни пересування між ними.

У більшості випадків попит населення на пересування з різною метою формується у вигляді матриць кореспонденцій (МК) – кількісної характеристики пересувань у межах території планування, елементами якої є обсяги пересувань (наприклад, автомобілів чи пасажирів за годину) між кожною парою умовних транспортних зон. Всі кореспонденції, що здійснюються у мережі території планування, умовно поділяють на

окремі групи – за цілями пересувань, за вибором типу та маршруту пересування [107–109].

Серед груп пересувань з різними цілями найбільш важливими є:

- пересування від місця проживання до місця прикладання праці (навчання) і в зворотному напрямку (трудові кореспонденції);
- пересування від місця проживання до місць культурно-побутового обслуговування і у зворотному напрямку;
- пересування між місцями праці (ділові поїздки);
- пересування між об'єктами культурно-побутового обслуговування.

Для кожної із цих груп пересувань будується окрема матриця міжзональних кореспонденцій, вхідною інформацією для побудови якої є загальні обсяги прибуття і відправлення у кожній зоні.

Розрізняють такі типи пересувань: громадським транспортом; власним автомобілем; велосипедом або пішки. Вибраний тип пересування не змінюється на етапі розподілу кореспонденцій по мережі. Процедура вибору користувачем маршруту пересування передбачає два етапи [98]. Перший – вибір типу пересування (модальний вибір). Другий – вибір маршруту пересування, який здійснюється на основі певного критерію оцінки маршруту (критеріальний вибір). Модальний вибір реалізується на етапі розрахунку кореспонденцій, критеріальний вибір – на етапі розподілу кореспонденцій по мережі.

Для моделювання комплексного завантаження мережі з урахуванням дії різних чинників всі користувачі поділені на класи, для кожного з яких розраховується окрема МК та здійснюється розподіл кореспонденцій по мережі [44,74]. Серед впливових чинників такі:

- стохастичність процесів формування пасажирських потоків;
- відсутність математичного опису визначення основних причинно-наслідкових зв'язків процесу вибору суб'єктом пари «житло-робота»;
- нестационарність об'єктів у часі (зміни в планувальній структурі міста, міграції населення);
- складність збору початкової інформації про наміри суб'єктів, активність суб'єкту з його мотивами поведінки та цілями, невідтворюваність експериментів.

Сучасні наукові праці з дослідження закономірностей пересування населення базуються, в основному, на статистичних матеріалах, отриманих у результаті вибірових комплексних транспортних обстежень міста [110]. Існують прямі методи отримання матриці через анкетні опитування мешканців міста (потребують багато часу, коштів та залежать від бажання людей брати участь в опитуванні) і непрямі, що передбачають розрахунок МК через обсяги відправлень і прибуття автомобілів з використанням моделей розподілу пересувань між парами транспортних зон.

У дослідженнях П. Ф. Горбачова [46, 47, 64] пропонується виділяти два підходи до формування МК міста. Перший передбачає проведення натурних обстежень пересувань та дає змогу отримати максимально вірогідну інформацію. Проте значним недоліком цього методу є висока трудомісткість та обмеженість сегменту, для якого надходить інформація (наприклад, дані про потреби населення в трудових пересуваннях). У другому підході для отримання (синтезу) МК використовуються штучні моделі, основані на припущенні про подібність транспортної системи міста з фізичними системами. Реалізація цього підходу вимагає менших затрат праці, однак не дозволяє отримувати достатньо точні результати.

Існують, крім цього, різні класифікації моделей та підходів до визначення попиту на послуги міського пасажирського транспорту (МППТ), які можна сформулювати в окремі групи. П. Ф. Горбачов [47], наприклад, усі методи розрахунку МК поділяє на дві основні групи: перша – моделі точкового попадання МК, до яких відносяться статистичні моделі, моделі сукупного попиту та дискретного вибору; друга група – інтервальна концепція формування МПК, згідно з якою попит на пересування описується певною кількістю матриць кореспонденцій.

Автори Г. А. Заблоцький та В. А. Вдовиченко виділяють два класи моделей: екстраполяційні та ймовірнісні. Екстраполяційні моделі побудовано з використанням коефіцієнтів зміни характеристик пасажирських потоків. У практиці транспортного моделювання та проектування вони майже не використовуються, оскільки необхідно володіти інформацією про фактичні кореспонденції між транспортними зонами міста, які ще

не існують. Ймовірнісні методи формування МК набули найбільшого поширення у перспективному плануванні розвитку транспорту.

Фахівець з транспорту П. Ф. Горбачов [47] описує подібну класифікацію моделей пасажирських кореспонденцій: на основі статистичних даних (екстраполяційні або прогностичні, а також методи, основані на регресійному аналізі) та на основі апріорних логічних гіпотез, так звані штучні (імовірнісні, ентропійні, гравітаційні). Відмінність цих двох методів полягає у різних початкових даних. Перший підхід вимагає наявності існуючої матриці, отриманої шляхом натурних обстежень. У другому для побудови матриці кореспонденцій необхідно знати значення обсягів відправлення та прибуття транспортних районів, між якими визначається кореспонденція.

Жуан де Діос Ортузар, залежно від груп населення міста та обсягу наявних даних, виділяє три групи математичних моделей для визначення обсягу кореспонденцій: детерміновані (розглядають пересування у вигляді однозначної функції визначальних чинників); ймовірнісні (розглядають пересування у вигляді випадкових величин, що підпорядковуються статистичним закономірностям); евристичні (визначають динаміку зростання обсягів пересувань на основі евристичного пересування).

Залежно від методики отримання початкових даних і застосування результатів моделі прогнозування поділяють на два класи: аналогові (екстраполяційні) і штучні (імітаційні).

Запропоновано також підхід до класифікації методів розрахунку МК за процедурою проведення розрахунків. У результаті класифікації за цією ознакою до першої групи належать методи, які ґрунтуються на статистичному аналізі даних фактичних кореспонденцій, до другої – методи, які базуються на апріорних логічних гіпотезах. Принцип розрахунків за допомогою статистичного аналізу передбачає визначення пропорційного збільшення кореспонденцій на основі очікуваного ступеня зміни обсягу пересувань у загальному по місту чи окремо між районами. Апріорні моделі побудовані на гіпотезах про аналогію формування величини пасажирських кореспонденцій з термодинамічними процесами або з законом гравітації.

У працях закордонних вчених К. Вінстона, Н. Оппенхейма та Жуан де Діос Ортузара методи визначення попиту на пересування сформовані у дві групи – моделі сукупного (aggregate demand models) та роздільного попиту (disaggregate demand models). Аналіз методів моделювання МПК свідчить про те, що вони розроблені переважно для великих міст.

Незважаючи на, здавалося б, просте завдання визначення попиту населення на послуги МПТ, вчені розробили низку підходів з використанням різноманітних методів. Наявність між окремими з них подібних підходів до формування масиву даних або аналогії гіпотез дозволяє формувати їх і систематизувати в окремі групи: моделі коефіцієнтів росту, теоретичні та технологічні моделі (рис. 2.2).



**Рис. 2.2.** Групи моделей розрахунку обсягів кореспонденцій пасажирських потоків



Моделі коефіцієнтів росту ґрунтуються на використанні даних обстеження існуючого стану розподілу потоків пасажирів і транспорту між кореспондуючими зонами із застосуванням для прогнозних розрахунків пропорційних коефіцієнтів зростання. Як початкові дані для них використовуються матриці відстаней і пасажиропотоки на вулично-дорожній мережі [44,46].

Основними моделями цього класу є:

1. Модель єдиного коефіцієнта росту – не враховує динаміку розвитку співвідношень між окремими параметрами міста, використовується рідко через грубі похибки, що унеможливають розроблення коректних рішень щодо розвитку маршрутної мережі і внесення корективів в її роботу. Використовується лише для наближених оцінок можливих транспортних потоків в умовах проектування окремих елементів міста на найближчу перспективу.

2. Модель середніх коефіцієнтів росту – для розрахунків використовуються середні коефіцієнти росту для кожної з транспортних зон. Модель враховує різні темпи розвитку районів міста, однак при появі нових житлових масивів чи великих промислових зон, а також за значного збільшення рухомості населення призводить до великих похибок. Майже не застосовується на практиці [110].

3. Детройтська модель – враховує середні коефіцієнти росту для кожної з транспортних зон, а також коефіцієнт росту для всього міста. Модель нескладна для розрахунків, однак прогноз може значно відрізнятися від кінцевих фактичних кореспонденцій (відмінність тим більша, чим більше відрізняються темпи росту окремого району від міста в цілому) [110].

4. Модель Фратара – найпоширеніша серед усіх моделей цього класу. Вона включає в себе принципи розрахунку всіх підходів, враховуючи зміни пасажирообігу кожної зони з урахуванням її структурної особливості.

Складність моделей коефіцієнтів росту полягає у великій кількості фінансових та людських витрат, що задіяні не лише для збору даних, але і для опрацювання отриманих результатів. Для реалізації розрахунків потрібна первинна інформація про характер пересувань пасажирів

між транспортними зонами міста. За відсутності такої інформації прогнозування стану попиту на послуги міського пасажирського транспорту неможливе. В загальному, такі моделі використовуються за незначних темпів зростання міст і термінів прогнозу не більше, ніж на 5–7 років. Через використання даних обстежень в існуючих умовах та застосування для розрахунків пропорційних коефіцієнтів, цей підхід не набув у наукових та прикладних дослідженнях поширення [110].

Теоретичні моделі ґрунтуються на емпіричних або теоретичних залежностях двох зон, чисельності їх населення, умов поїздок та найбільш поширені у перспективному плануванні розвитку транспорту. До них належать гравітаційні та ентропійні моделі, моделі, засновані на регресійному аналізі, інтервальне моделювання, методи із застосуванням нечіткої логіки та генетичних алгоритмів, модель «перешкоди-можливості».

Очевидними перевагами гравітаційних моделей є доступність початкової інформації (кількість мешканців, відстань між містами чи зонами), простота виконання розрахунків як для існуючих умов міста, так і для прогнозування на перспективу, простота реалізації. Одним із головних недоліків є неврахування індивідуальних запитів населення.

В ентропійній моделі виходять з імовірнісної характеристики пересувань – реалізований стан системи має найбільшу статистичну вагу, що відображає порівняльні ймовірності реалізації різних станів системи. Основою для розрахунку кореспонденцій у такій моделі є величина середніх затрат часу на трудові пересування. Значення кореспонденції визначається за принципом максимізації ентропії, який припускає, що система з найбільшою ймовірністю набуває максимально стійкого стану з мінімумом внутрішньої енергії, що можливо лише за максимуму ентропії [63].

Використання цього методу для прогнозування кореспонденцій мережі пов'язано зі значними обсягами спостережень й подальшим виявленням закономірностей функціонування пасажирських потоків. Перевагами ентропійних моделей є доступність початкової інформації і простота виконання розрахунків. Недолік – низька точність результатів, оскільки вони потребують калібрування; формування матриці

відбувається на основі одного значущого критерію, в той час як задача визначення попиту на пересування є багатокритеріальною [63]. Викликає сумнів щодо використання аналогії між функціонуванням транспортних систем міст із термодинамічними процесами.

Поряд з поширеними гравітаційними та ентропійними моделями у закордонній практиці набули застосування й інші імовірнісні методи розрахунку, зокрема, модель, що використовує методи регресійного аналізу. Регресійний аналіз дає можливість ввести в розрахунок додаткові незалежні змінні, які дають змогу враховувати не лише чисельність населення зони, дальність пересування, але й показник використання території та рівень автомобілізації.

Модель С. Островського враховує такі чинники, як відстань між зонами, чисельність населення, рівень автомобілізації, кількість працюючих. У розрахунках береться до уваги пересування лише на легкових автомобілях [67].

У моделі Л. Ейнгорна враховуються розміри місць прикладання праці, проживання працюючих, тривалість пересування, поява нових трудових зв'язків та ін. Модель відображає зв'язок чинників-аргументів у вигляді добутку статичних функцій, показники і розподіл яких визначаються для існуючого положення на основі результатів обстеження [67, 68].

Перевагою таких моделей є врахування ними показника використання території і рівня автомобілізації. Серед недоліків – великий обсяг початкових даних та зниження точності прогнозу із збільшенням тривалості розрахунків.

Для розрахунку транспортних кореспонденцій між районами (зонами) міста використовується також модель «перешкоди – можливості» (*intervening opportunities*). Відповідно до неї обсяг кореспонденцій між двома зонами визначається не настільки відстанню між ними, а наскільки залежить від рівня задоволення цілей пересування [49].

Основною перевагою такої моделі є те, що вона не вимагає даних походження-призначення кореспонденцій. Недоліки – довільний вибір коефіцієнта довірчої ймовірності, відсутність відповідного програмного забезпечення, врахування лише відносних змін взаємозв'язку часу та відстані між зонами.

Заслужує на увагу інтервальна концепція визначення попиту на послуги пасажирського транспорту, яка ґрунтується на гіпотезі про випадковий характер вибору суб'єктами напрямків пересувань [50]. Основними параметрами такої функції виступають місткості транспортних зон великих міст щодо відправлення і прибуття [51].

Основною перевагою інтервального моделювання є можливість отримання найімовірніших варіантів МПК, які максимально наближені до реального стану попиту на послуги МПТ. Однак, модель потрібно адаптувати до особливостей використання її у середніх містах.

Серед технологічних моделей застосовується автоматизований метод обстеження кореспонденцій та пасажиропотоків, що дає змогу вивчити попит населення на пересування, прогнозувати кореспонденції з урахуванням чинників рухомості населення, моделювати процес вибору пасажирями оптимальних маршрутів, застосовувати автоматизовані методи збору та опрацювання інформації. Спосіб автоматизованого обстеження пасажиропотоків дозволяє підвищити вірогідність та ефективність дослідження пасажиропотоків за рахунок використання інформаційно-телекомунікаційних технологій.

## **2.6. Моделювання попиту на пересування населення міським пасажирським транспортом**

Для вирішення виявлених та історично сформованих проблем транспортного обслуговування населення міста Рівне необхідно використовувати комплексний підхід, який полягає як у вивченні та вирішенні проблем потреб пересування пасажирів і формування на їх основі раціональної МС, так і розробці перспективних напрямків розвитку самої транспортної системи міста.

Аналіз підходів до оцінки ефективності функціонування систем маршрутного пасажирського транспорту в містах показав, що до сих пір не існує науково обґрунтованого підходу до визначення мети функціонування об'єкта дослідження та її подальшої формалізації у вигляді критерію ефективності об'єкта дослідження.

Правильно обраний або сформований критерій ефективності характеризується [68]:

- об’єктивністю (тобто відповідністю об’єкту дослідження);
- урахуванням інтересів замовника при вирішенні завдань підвищення ефективності функціонування систем масового МПТ;
- людини, яке обумовлює наявність у життєдіяльності людини двох її видів, спрямованих на:
  - а) власне задоволення потреб (природних, культурних, інтелектуальних, тощо);
  - б) отримання прав доступу до засобів задоволення потреб (економічна діяльність, витрати сил, часу тощо).
- відображенням лише тих сторін функціонування об’єкта, в яких зацікавлений замовник дослідження;
- необхідністю використання в критерії ефективності абсолютних показників результату і витрат на його досягнення для отримання оптимального рішення.

Отже, представлені вище вимоги до критерію перетворюють проблему визначення мети й формування критерію ефективності з творчого процесу на технічну операцію, яка складається з наступних етапів:

- виділення цільового сегмента, тобто формування кола осіб, інтереси яких представляються замовником;
- визначення виду приватних критеріїв ефективності для кожного із замовників на основі:
  - а) визначення сфери, до якої відноситься діяльність окремого замовника щодо зміни структури об’єкта або щодо його створення;
  - б) виділення очікуваних замовником результатів;
  - в) визначення витрат замовника на досягнення мети;
  - г) визначення відношення замовника до додаткових факторів, які його цікавлять, якщо деякі припущення не були визнані коректними;
- уявлення загального критерію ефективності.

Такий підхід дозволяє позбутися невизначеності в формуванні критерію ефективності пасажирської МС. Він достатньою мірою формалізований і простий. Але, звичайно, він не може гарантувати простоту складання математичної моделі системи, тому що його складові можуть мати досить складний зв’язок із технологічними параметрами елементів системи. Найбільшою мірою це стосується показників ступеня

задоволення споживачів продуктами системи (транспортними послугами) [111].

Перед формуванням критерію ефективності необхідно чітко визначити завдання дослідження, або іншими словами, «цільовий сегмент», для якого воно проводиться [111].

Розглянемо можливі варіанти замовників (цільового сегмента) при вирішенні задач підвищення ефективності функціонування МПТ і розробки основних варіантів критерію ефективності систем маршрутного пасажирського транспорту в містах.

Необхідно розуміти, що основним споживачем транспортного обслуговування в містах виступає населення, виконавцем є транспортні організації, які контролюють місцеві органи влади.

Отже, розглянемо перший варіант критерію ефективності для обраного об'єкта дослідження, коли цільовим сегментом є пасажир. У цьому випадку результатом для кожного з них є задоволення потреб в пересуваннях (зміна місць знаходження) міськими маршрутами за аналізований період, а витратами на його досягнення – всі види ресурсів, які пасажир витрачає на здійснення пересувань, у тому числі час і вартість пересувань.

Критерій ефективності роботи системи МПТ  $i$ -го пасажира набуде вигляду [111]:

$$E_{nj} = \sum_{k=1}^{N_{nj}} (U_k - \sum_{i=1}^n a_i * c_{ik}) \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

де  $E_{nj}$  – критерій ефективності пасажирської транспортної системи з точки зору  $j$ -го пасажира;

$N_{nj}$  – кількість пересувань  $j$ -го пасажира за аналізований період, од;

$U_k$  – корисність  $k$ -ї зміни місця розташування, яка характеризує ступінь задоволення його потреб (результат  $k$ -го пересування);

$n$  – кількість значущих видів витрат ресурсів пасажира на здійснення  $k$ -го пересування;

$a_i$  – коефіцієнт значимості витрат  $i$ -го виду ресурсів пасажира на здійснення пересування;

$c_{ik}$  – витрати  $i$ -го виду ресурсів пасажира на здійснення  $k$ -го пересування.

Загальний критерій ефективності для всього цільового сегмента «пасажирів» матиме вигляд [68]:

$$E_n = \sum_{j=1}^{N_3} E_{ni} = \sum_{j=1}^{N_3} \sum_{k=1}^{N_{nj}} (U_{ki} - \sum_{i=1}^n a_i * c_{iki} \rightarrow \max, \quad (2.2)$$

де  $E_n$  – критерій ефективності пасажирської транспортної системи міста з позиції пасажирів;

$N_3$  – кількість замовників (пасажирів) у місті за аналізований період.

Якщо коефіцієнти значущості при витратах пасажирів мають однакові значення для всього цільового сегмента, тобто він є досить однорідним по відношенню до транспортних факторів, то вираз (2.2) доцільно перегрупувати, об'єднуючи результат пересувань для всіх пасажирів і витрати пасажирів у відповідні складові загального соціального ефекту [68]:

$$E_n = \sum_{j=1}^{N_3} \sum_{k=1}^{N_{ni}} U_{kj} - \sum_{j=1}^{N_3} \sum_{k=1}^{N_{ni}} \sum_{i=1}^n U_{kj} \rightarrow \max, \quad (2.3)$$

Тепер позитивна і негативна складові виразу ефективності – це сумарні результати і витрати пасажирів на пересування за аналізований період. Кінцевий вигляд критерію ефективності сегмента «пасажирів» набуває такого вигляду [68–69]:

$$E_n = U_n - C_n \rightarrow \max, \quad (2.4)$$

де  $U_n$  – сумарна корисність транспортних послуг із перевезення пасажирів, яка характеризує ступінь задоволення потреб пасажирів у перевезеннях;

$C_n$  – сумарні зважені витрати всіх видів ресурсів пасажирів на пересування МПТ за аналізований період.

Другим варіантом замовника є пасажирські транспортні підприємства, які виконують роботу на міських маршрутах, і відповідно до критеріїв ефективності, в цьому випадку необхідно відображати результати роботи пасажирської транспортної системи з точки зору власників цих підприємств.

Критерій ефективності для другого сегмента формується на основі рівняння для економічної діяльності, тому результатом для них буде

дохід, а витратами – капітальні та поточні витрати на виробництво транспортної продукції. Для одного  $i$ -го транспортного підприємства критерій ефективності буде мати наступний вигляд [111]:

$$E_{mni} = D_{mni} - C_{f mni} \rightarrow \max, \quad (2.5)$$

де  $E_{mni}$  – критерій ефективності пасажирської транспортної системи міста з позиції  $i$ -го транспортного підприємства;

$D_{mni}$ ,  $C_{f mni}$  – відповідно доходи від перевезень і фінансові витрати на реалізацію транспортного процесу  $i$ -го транспортного підприємства за аналізований період.

Якщо замовником виступають кілька підприємств, то для них повинен прий- матися єдиний критерій ефективності [111]

$$E_{mn} = \sum_{i=1}^{N_{mn}} E_{mni} = \sum_{i=1}^{N_{mn}} (D_{mni} - C_{f mni}) \rightarrow \max, \quad (2.6)$$

де  $E_{mni}$  – критерій ефективності пасажирської транспортної системи міста з позиції  $i$ -го транспортного підприємства;

$N_{mn}$  – кількість транспортних підприємств-замовників.

Як і в попередньому випадку, складові виразу ефективності доцільно перегрупувати, об'єднуючи результати роботи на маршрутах для всіх транспортних підприємств і їх фінансові витрати [111]

$$E_{mn} = \sum_{i=1}^{N_{mn}} D_{mni} - \sum_{i=1}^{N_{mn}} C_{f mni} = D_{mn} - C_{f nm} \rightarrow \max, \quad (2.7)$$

де  $D_{mn}$ ,  $C_{f mn}$  – відповідно сумарні доходи від перевезень і витрати на реалізацію транспортного процесу всіх підприємств-замовників за аналізований період.

Третій варіант цільового сегмента розглядається як сукупність двох попередніх, а саме, як сегмент «пасажирів і транспортні підприємства». Для такого випадку критерій ефективності можна представити у вигляді такої залежності [68]:

$$E_{n+mn} = E_n + a_f * E_{mn} = U_n - C_n + a_f * D_{mn} - a_f * C_{nm} \rightarrow \max, \quad (2.8)$$

де  $E_{n+mn}$  – критерій ефективності сегмента «пасажирів і транспортні підприємства»;

$a_f$  – коефіцієнт значимості фінансових витрат у критерії ефективності сегмента «пасажирів».



Необхідно відзначити, що маючи дані варіанти критеріїв ефективності для різних варіантів замовників (цільових сегментів), існує можливість комплексної оцінки функціонування існуючої маршрутної мережі МПТ. Застосування ж представлених вище критеріїв ефективності на прикладі системи МПТ міста Рівне практично неможливе, оскільки самої системи маршрутного транспорту в місті практично не існує.

З цього випливає необхідність розробки якісної (ефективної) системи маршрутного МПТ і, відповідно, оцінного критерію для неї. У більшості випадків, при розробці нових або вдосконалення існуючих систем МПТ, використовуються економічні чи соціальні показники роботи МПТ, які безпосередньо впливають на вибір варіанта пересування пасажирів. Такими характеристиками найчастіше виступають: час пересування пасажирів, вартість пересування, кількість пересадок при здійсненні пересування та інші.

З огляду на специфіку транспортного обслуговування населення міста Рівне слід відзначити той факт, що при формуванні критерію ефективності функціонування МС МПТ за основу слід взяти цільовий сегмент «пасажирів». Оскільки, незважаючи на досить слабку організацію транспортного обслуговування і повну відсутність контролю якості функціонування системи МПТ із боку органів місцевої влади, все ж на перший план для органів влади виходить задоволення потреб населення в перевезеннях, а потім уже враховуються інтереси транспортних організацій.

Отже, за основу критерію ефективності в даному дослідженні приймається залежність (2.4), розглянемо більш детально її складові. Складовими критерію (2.4) є показники, що мають різний фізичний зміст, але це не випадково, а закономірно, оскільки цей критерій відображує реальні інтереси елементів цільового сегмента.

Практично невивченою складовою критерію є корисність транспортних послуг із перевезення пасажирів, яка характеризує ступінь задоволення потреб пасажирів у перевезеннях. Недоліком використання цього показника в якості критерію є те, що він в неповній мірі обґрунтований і не може точно показати ступінь задоволення потреб

пасажирів у перевезеннях, оскільки корисність для кожного пасажирів може характеризуватися різними показниками. Однак, виходячи з існуючого стану транспортного обслуговування населення міста Рівне, можна припустити, що велика частина пересувань у місті є трудовими, тобто корисність транспортних послуг з перевезення пасажирів можна прийняти як константу. Також необхідно відзначити, що вивчення ступеня задоволення потреб пасажирів у перевезеннях, і особливо, на прикладі міста Рівне, є окремою темою для дослідження.

Звідси випливає, що ефективність функціонування цільового сегмента «пасажирів» полягає в мінімізації витрат на пересування пасажирів як одного з основних показників ефективності транспортного обслуговування пасажирів, який для обраного об'єкта дослідження можна представити таким чином:

$$C_{\text{п}} = f(t_{\text{пер}}, N_{\text{пер}}) \rightarrow \min \quad (2.9)$$

де  $t_{\text{пер}}$  – час на переміщення пасажирів;

$N_{\text{пер}}$  – кількість пересадок пасажирів при здійсненні переміщення.

Із метою визначення кінцевого виду критерію, необхідно оцінити вплив перерахованих вище показників на ефективність транспортного обслуговування населення МПТ у м. Рівне. Для цього необхідно провести обстеження пасажиропотоків на існуючій маршрутній мережі, на основі отриманих результатів провести моделювання попиту для міста і після цього визначити вплив кожного з представлених у цільовій функції показників на кінцевий вигляд критерію ефективності.

Моделювання потреб населення міста в пересуваннях є одним із найбільш відповідальних завдань із усіх етапів вирішення проблеми підвищення ефективності функціонування МПТ. Це обумовлюється складним, двовимірним характером моделі, для якої на даний час не існує чітких критеріїв перевірки, а також її високою значимістю для надійності оцінки альтернативних варіантів розвитку транспортних систем [46, 72].

В якості моделі попиту на пересування пасажирів використовується МПК. Матриця кореспонденцій – це відображення потреб населення в пересуваннях між умовними транспортними районами міста, що найчастіше має наступний вигляд [113]:

$$\begin{array}{c} \left| \begin{array}{cccc} h_{11} & h_{12} & \dots & h_{1j} & \dots & h_{1r} \\ h_{21} & h_{22} & \dots & h_{2j} & \dots & h_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{i1} & h_{i2} & \dots & h_{ij} & \dots & h_{ir} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{r1} & h_{r2} & \dots & h_{rj} & \dots & h_{rr} \end{array} \right| \begin{array}{c} D_1 \\ D_2 \\ \dots \\ D_i \\ \dots \\ D_r \end{array} \\ |A_1 A_2 \dots A_j \dots A_r| \end{array} \quad (2.10)$$

де  $i, j$  – індекси ТР міста,  $i, j \in [1, r]$ ;

$r$  – кількість ТР у місті, од.;

$D_i$  – кількість пасажирів, які відправилися з ТР  $i$ , або місткість при відправленні з  $i$ -го ТР, пас.;

$A_j$  – кількість пасажирів, які прибули у ТР  $j$ , або місткість при прибутті у  $j$ -ий ТР, пас.;

$h_{ij}$  – кореспонденція пасажирів між ТР  $i$  та  $j$ , пас.

Системою обмежень при цьому є:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^r h_{ij} = D_i \\ \sum_{i=1}^r h_{ij} = A_j \\ \sum_{i=1}^r D_i = \sum_{j=1}^r A_j = Q \\ r, h_{ij} \in Z; r, h_{ij}, D_i, A_j > 0 \end{cases} \quad (2.11)$$

де  $Q$  – кількість пасажирів, що відправляються або прибувають у ТР, пас.

З огляду на особливості транспортного обслуговування населення міста Рівне, МПТ і рівень транспортного моделювання в країні, впливає необхідність застосування аналітичних моделей формування матриць кореспонденцій, серед яких найбільш реальною альтернативою є гравітаційна модель.

Відповідно до існуючої методики розрахунку МПК за гравітаційною моделлю, трудову кореспонденцію можна уявити як функцію від наступних параметрів:

$$h_{ij} = f(D_i, A_j, c_{ij}, k) \quad (2.12)$$

де  $c_{ij}$  – функція «опору» (тяжіння) руху між  $i$ -им та  $j$ -им ТР;

$k$  – коефіцієнт калібрування.

Функція опору характеризує складність сполучення між  $i$ -им і  $j$ -им ТР. Найчастіше, складність сполучення представляється через час пересування або відстань між ТР.

Також слід розуміти, що формування точної і об'єктивної моделі транспортного попиту на пересування населення міста Рівне є складним і багатостадійним процесом, основними складниками якого є:

- формування укрупнених транспортних районів (УТР);
- фіксація фактичних пасажиропотоків на транспортній мережі;
- визначення місткостей укрупнених транспортних районів щодо відправлення та прибуття пасажирів;
- перехід від укрупнених транспортних районів до звичайних транспортних районів (ТР);
- моделювання матриці кореспонденцій, а також розрахунок кореспонденцій.

В умовах міста Рівне, коли практично неможливо визначити кількість населення і робочих місць на елементах міської території, до невирішених питань моделювання попиту відноситься не тільки розрахунок МПК, а й визначення місткостей ТР з відправлення та прибуття пасажирів. Об'єктивна інформація про кількість пасажирів, які перетинають кордони ТР, тобто в'їжджають у і виїжджають з нього, може бути отримана за допомогою візуального обстеження існуючих транспортних потоків. Однак пасажирів, які прибувають у ТР і вибувають з нього, складають лише частину пасажирів, що перетинають кордони району, а значну частку в них можуть мати транзитні пасажирів. Крім того, при значних площах ТР істотну роль в місткостях ТР з відправлення та прибуття грають внутрішньорайонні транспортні кореспонденції, які безсумнівно повинні бути враховані в моделі потреб населення міста в пересуваннях.

На основі огляду праць 37, 47, 48, 51, 111, 114, транзитним пасажиропотоком, що прямує через ТР, називається кількість пасажирів, які реалізують свої потреби за рахунок пересування від пункту відправлення до пункту призначення, використовуючи транспорт, із обов'язковим перетином кордонів ТР, за певний проміжок часу.

Для того, щоб розібратися в суті самого поняття транзитного пасажиропотоку, необхідно проаналізувати причини його появи. Отже,

транзитні пасажиропотоки можуть з'явитися внаслідок таких основних причин:

- відсутність прямого транспортного зв'язку, завдяки якому пасажир міг би добиратися від місця відправлення до місця призначення, не перетинаючи при цьому меж певного ТР;

- необхідність пассажира в пересуванні до місця дістатися до яких можливо лише тільки при перетині кордонів певного ТР.

Визначити кількість транзитних і внутрішньорайонних пересувань і розрахувати місткості ТР з відправлення та прибуття можна за допомогою загальновідомої функції розселення міського населення, яка носить загальний характер для більшості міст світу та відповідає гамма-розподілу:

$$F_x = 1 - e^{-\lambda x} \sum_{i=0}^{c-1} \frac{\lambda x^i}{i!}, \quad (2.13)$$

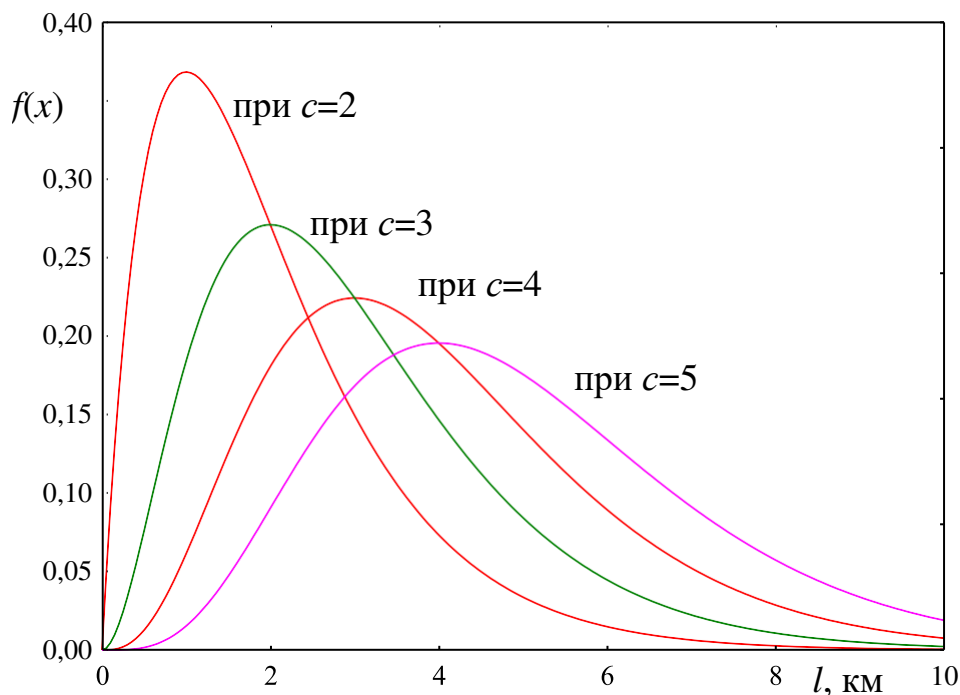
де  $\lambda = 1, b$  – параметр масштабу (середнє значення);

$x$  – значення випадкової величини;

$c$  – параметр форми (ціле позитивне число).

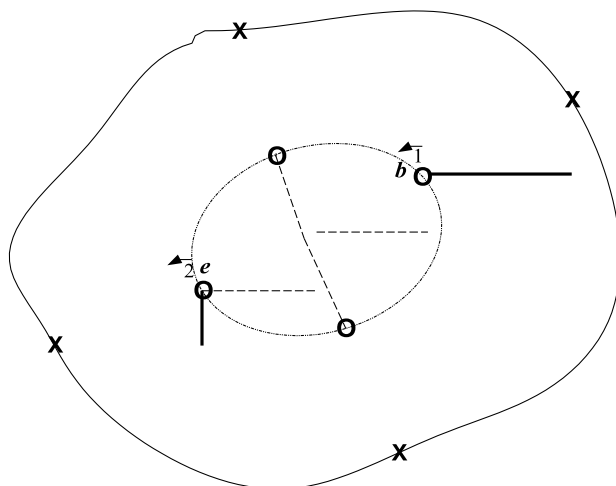
У свою чергу, щільність гама-розподілу визначається як [149, 150]:

$$f(x) = \frac{\lambda(\lambda x)^{c-1}}{(c-1)!} e^{-\lambda x}, \quad (2.14)$$



**Рис. 2.3.** Щільність гамма-розподілу Функція гамма-розподілу визначається як [115, 116, 117]

Слід зазначити, що транзитні і внутрішньорайонні пересування для кожного ТР є складовими функції розселення населення і можуть бути визначені при відомих параметрах функції розселення, оскільки точки обстеження пасажирських потоків визначають діапазон дальності внутрішньорайонних і транзитних поїздок, рис. 2.4.



**Рис. 2.4.** Приклад визначення відстаней для одного з напрямків руху транзитного пасажиропотоку:

$b$  – початок кордону ТР за обраним напрямом,  $e$  – кінець кордону ТР за обраним напрямом

Використовуючи ці дані, ймовірність транзиту через ТР можна визначити як:

$$P_T = 1 - P_0, \quad (2.15)$$

де  $P_0$  – ймовірність закінчення поїздки в ТР.

У свою чергу, ймовірність того, що пасажир закінчить поїздку в розглянутому ТР, визначається наступним чином:

$$P_0 = \int_{l_1}^{l_2} f(l) dl, \quad (2.16)$$

де  $l_1, l_2$  – відстань від кордону міста до ближньої і дальньої точок перетину напрямку поїздки з кордонами ТР (рис. 2.4), км;

$f(l)$  – щільність розподілу дальності трудових поїздок (функції розселення міста).

Графічна інтерпретація залежності (2.16) наведено на рис. 2.5.

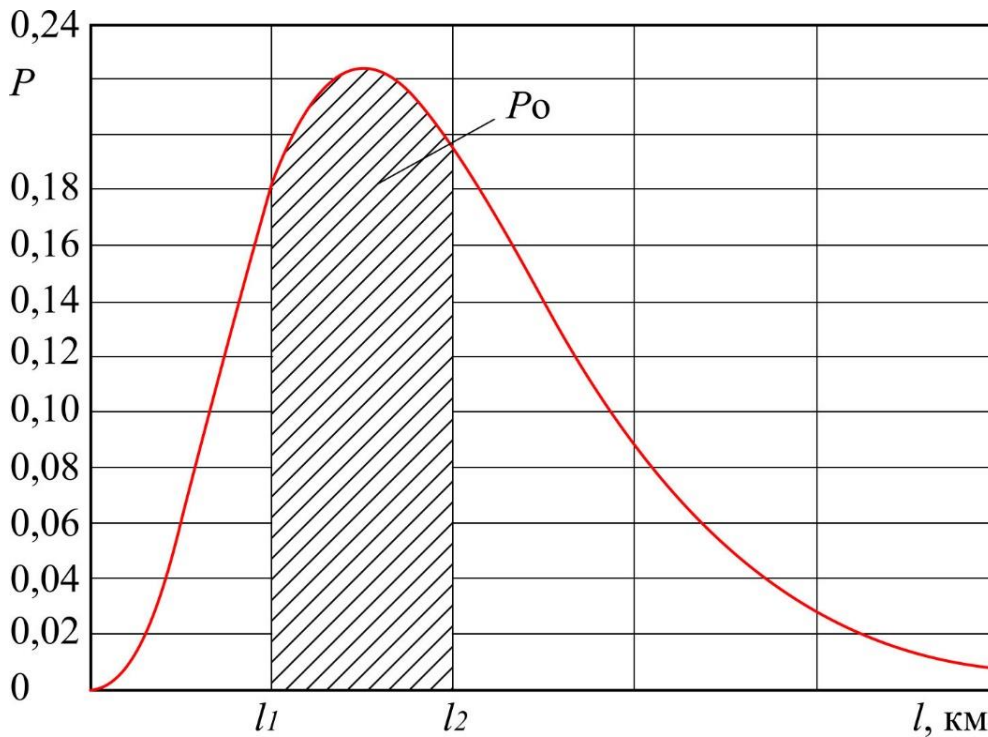


Рис. 2.5. Ймовірність завершення поїздки у ТР

Слід розуміти, що кількість пасажирів, які прямують транзитом, не входить до майбутніх місткостей ТР з відправлення та прибуття. При цьому місткість ТР з прибуття пасажирів є загальною кількістю усіх пасажирів, які закінчують поїздку в ньому:

$$A_{\text{ТР}} = \sum_k^{2 \cdot n_{\text{ОВВ}}} F_{\text{вх}k} * P_{0k} + A_{\text{ВН}}, \quad (2.17)$$

де  $F_{\text{вх}}$  – вхідний потік по  $k$ -му напрямку, пас.;

$A_{\text{ВН}}$  – кількість прибуттів внутрішньорайонних пересувань, пас;

$n_{\text{ОВВ}}$  – кількість загальних входів-виходів для ТР;

2 – кількість напрямків.

У свою чергу, кількість пасажирів, які починають і закінчують поїздку в даному ТР, визначається наступним чином:

$$A_{\text{ВН}} = D_{\text{ВН}} = D_{\text{ТР}} * P_{\text{ВН}}, \quad (2.18)$$

де  $D_{\text{ТР}}$  – місткість з відправлення даного ТР, пас.;

$P_{\text{ВН}}$  – ймовірність того, що поїздка, яка почалася в даному ТР, у ньому ж і завершиться;

$D_{\text{ВН}}$  – кількість відправлень внутрішньорайонних пересувань.

У нашому випадку ймовірність того, що поїздка, яка почалася в ТР, в ньому ж і завершиться, визначається як:

$$P_{\text{вн}} = \int_0^{l_2-l_1} f(l) dl, \quad (2.19)$$

де  $l_2 - l_1$  – довжина ТР по заданому напрямку (рис. 2.5), км.

Відповідно до вибраного підходу, місткість ТР з відправлення пасажирів буде розраховуватися як:

$$D_{\text{тр}} = \sum_k^{2*n_{\text{овв}}} F_{\text{вих}k} - F_{\text{вх}k} * P_{\text{т}k} + D_{\text{вн}}, \quad (2.20)$$

де  $F_{\text{вих}k}$  – сумарний вихідний потік за  $k$ -м напрямком, пас.

З урахуванням можливих підстановок і перетворень, залежності для розрахунку місткостей ТР з відправлення та прибуття пасажирів приймуть такий вигляд:

$$D_{\text{тр}} = \frac{\sum_k^{2*n_{\text{овв}}} F_{\text{вих}k} * P_{\text{т}k}}{1 - P_{\text{вн}}}, \quad (2.21)$$

$$D_{\text{тр}} = \sum_k^{2*n_{\text{овв}}} F_{\text{вх}k} * P_{\text{о}k} + D_{\text{тр}} * P_{\text{о}k} + P_{\text{вн}}, \quad (2.22)$$

Слід зазначити, що отримати досить точні результати розрахунку місткостей ТР з відправлення та прибуття пасажирів із використанням запропонованого підходу можна тільки при наявності об'єктивної інформації про пасажиропотоки, а це вимагає ретельного опрацювання питання мікрорайонування міської території.

Основним принципом виділення УТР є мінімізація кількості місць спостереження за пасажиропотоками. Для його реалізації в якості кордонів УТР необхідно використовувати лінії природних і штучних перешкод (річки, лінії залізниць) і проводити інші кордони між сусідніми УТР там, де вона перетинає мінімальну кількість транспортних магістралей, бо ці перетини є місцями проведення обстежень пасажиропотоків.

Наступним принципом виділення території УТР є забезпечення можливості обліку внутрішньорайонних пасажирських пересувань. Цей принцип передбачає наявність на території одного УТР декількох



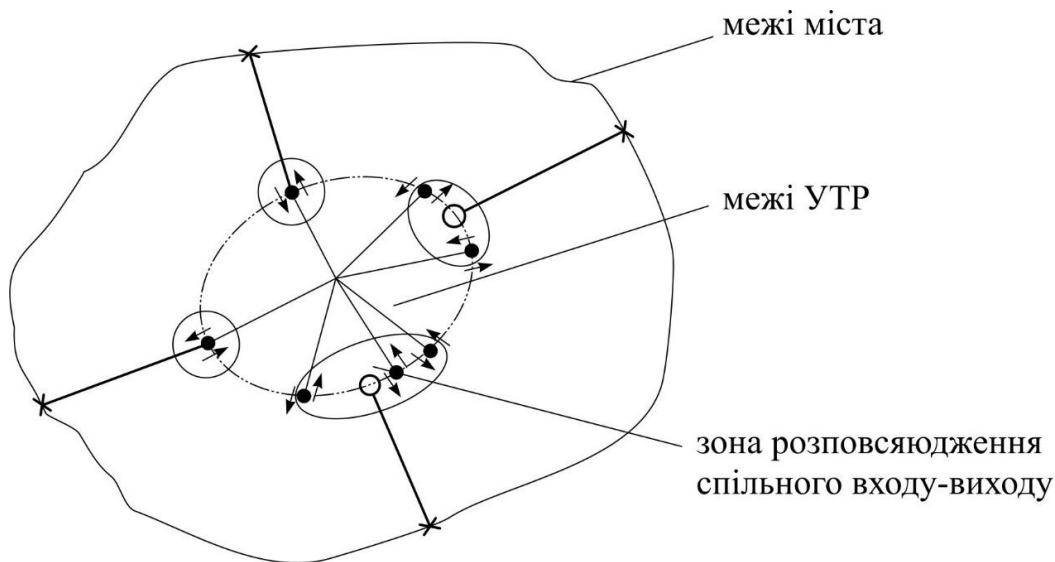
пасажироутворюючих і пасажиропоглинаючих пунктів, які характеризуються відносно постійним попитом, і носить назву принципу самодостатності УТР. При його дотриманні площа УТР не може бути менше 10 км<sup>2</sup>.

З іншого боку, при транспортному моделюванні необхідно забезпечувати досить високий ступінь деталізації моделі, яка на мінімальному рівні містобудівних розрахунків вимагає, щоб кількість УТР була не менше 12-ти. Тому третім принципом виділення території УТР є принцип забезпечення деталізації, при якому площа УТР для міста не повинна перевищувати 25 км<sup>2</sup>.

Четвертим принципом моделювання території УТР є принцип виділення центральної частини міста. Слід розуміти, що питома вага транспортних пересувань у центральну частину міста значно вище, ніж в інші райони міста. Це пов'язано з тим, що в центральній частині міста сконцентрована велика кількість місць пасажиротяжіння, які характеризуються постійним і високим попитом. Для реалізації потреб пасажирів на цій території є безліч варіантів, які найчастіше представляються у вигляді магістральних вулиць, кількість яких залежить від планувальної структури міста і місцевої специфіки транспортного обслуговування. Представлене вище свідчить про те, що виділення кордонів центральної частини міста в окремий УТР є обов'язковим і необхідним етапом транспортного моделювання, оскільки від точності його формування залежить правильність вибору місць для проведення натурних спостережень за роботою МПТ.

Слід також зазначити, що для реалізації розробленої методики розрахунку місткостей УТР з відправлення та прибуття пасажирів необхідне виділення таких входів-виходів, використання яких дозволяє визначити величину транзитного пасажиропотоку, який проходить через територію УТР. Однак входи в УТР (і виходи з нього) повинні, при цьому, забезпечувати однозначні напрямки транзитних поїздок, коли в'їзд пасажирів в УТР по якійсь вулиці означає, що в разі транзитної поїздки, пасажир залишить УТР завжди за одним і тим же виїздом  $j$ . Тому п'ятим принципом формування УТР є принцип однозначності напрямків транзиту. Для його виконання необхідно виділити

такі УТР, перетин яких транзитними пасажирями йде за одним або максимум двома напрямками, які у другому випадку є приблизно ортогональними. Зміна напрямку транзитного пересування в сформованому УТР має бути рідкісною подією, якою можна знехтувати при розрахунку місткостей УТР з відправлення та прибуття. При цьому кілька входів-виходів УТР можуть об'єднуватися в спільні входи-виходи, які будуть характеризуватися сумарними значеннями пасажиропотоків, що входять до зони поширення місць їх фіксації (рис. 2.6), і кожна пара загальних входів-виходів є одним напрямком транзитних переміщень через УТР.



Умовні позначення: ● - місце фіксації вхідного і вихідного потоків (окремий вхід-вихід в УТР); ○ - спільний вхід-вихід в УТР; × - вихід, транзит через який неможливий; ↘ - напрямок руху потоку

**Рис. 2.6.** Приклад можливого виділення загальних входів-виходів

Необхідно розуміти, що УТР не забезпечують достатньою мірою деталізацію моделі попиту, тому дані про кількість пасажирів, що відправляються і прибувають з (в) УТР, необхідно розподілити між виділеними з УТР звичайними ТР. Для забезпечення такої можливості необхідна реалізація принципу спільного кордону УТР, який означає, що межа УТР повинна збігатися із зовнішніми кордонами ТР, з яких він складається. Самі ТР при цьому повинні формуватися на основі

принципів мікрорайонування міських територій: цілісності, чіткого функціонального зонування, забезпечення населення повним комплексом установ культурно-побутового обслуговування в радіусі 300–500 м пішохідної доступності, розділення пішохідних і транспортних шляхів. Для міста Рівне в якості основних критеріїв виділення транспортного району з укрупненого ТР доцільно використовувати тип забудови і щільність населення в даному районі.

Останнім етапом на шляху формування МПК міста Рівне є розрахунок величин пасажирських кореспонденцій. Результати аналізу існуючих моделей для формування МПК свідчать про доцільність використання гравітаційної моделі, очевидною перевагою якої є простота її реалізації.

Слід зазначити, що запропонований підхід до розрахунку місткостей УТР дозволяє визначити величини транзитного пасажиропотоку і кількість внутрішніх пересувань, однак має ряд недоліків: по-перше, необхідність правильного, якісного, кваліфікованого поділу території міста на УТР; по-друге, необхідність точної і об'єктивної інформації про кількість і місця дислокації пунктів тяжіння пасажирів (місця докладання праці та місця проживання).

## **РОЗДІЛ 3**

### **ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ТА РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

#### **3.1. Маршрутизація громадського транспорту**

Система функціонування громадського транспорту забезпечує здійснення трудових, культурно-побутових та інших видів пересувань громадян по районах міста. Перевезення пільгових категорій пасажирів на автобусних маршрутах загального користування проводиться згідно чинного законодавства та договору між громадськими організаціями та перевізниками.

Громадський транспорт є основним видом пересування у м. Рівне. Щодня ним користується щонайменше 70 % жителів. Основні об'єми пасажироперевезень обслуговують два типи громадського транспорту: маршрутні таксі та тролейбуси, які мають розвинуті маршрутні траси.

Впродовж 2014–2022 років в місті Рівне відбувалось закриття ряду маршрутів, зокрема:

- маршрут № 32 “Зал. Вокзал – Європейський університет” – 4 автобуси Мерседес,
- маршрут № 33 “Зал. Вокзал – вул. Енергетиків”
- маршрут № 36 « Поліклініка № 3 – МЖК» – 3 автобуси
- маршрут № 44 “вул. Олексинська – Басів кут” – 4 автобуси Мерседес;
- маршрут № 55 “вул. В. Дивізії – пл. Театральна” – 5 автобусів Мерседес
- маршрут № 63 “Льонокомбінат – с. Тинне” 1 автобус Мерседес
- маршрут № 70 “Євроуніверситет – Зал. Лікарня” – 5 автобусів Мерседес.

Причини ліквідації зумовлені, в першу чергу, великими інтервалами руху маршрутних таксі, по-друге, залученням до перевезень

пасажирів транспортних засобів з малою пасажиромісткістю, а також сильним дублюванням з іншими маршрутами.

Стосовно мережі електротранспорту, варто зазначити, що діюча мережа включає 12 маршрутів, організованих на ділянках з наявністю контактної мережі, на окремих ділянках використовується автономний хід.

Маршрут № 1 – «Мототрек – селище Ювілейне» – 11 тролейбусів, інтервал руху в пікові години 9–10 хвилин, виїзд з депо 6:17, заїзд в депо 21:33.

Маршрут № 2 – «Льонокомбінат – Боярка» – 12 тролейбусів, інтервал руху в пікові години 5–10 хвилин, виїзд з депо 6:11, заїзд в депо 21:57.

Маршрут № 3 – «Мототрек – Залізничний вокзал» – 11 тролейбусів, інтервал руху в пікові години 3–6 хвилин, виїзд з депо 6:14, заїзд в депо 21:35.

Маршрут № 4 – «Мототрек – Льонокомбінат» – 1 тролейбус, інтервал руху в пікові години 45 хвилин, виїзд з депо 6:27, заїзд в депо 19:27.

Маршрут № 4а – «Мототрек – Льонокомбінат (через Автовокзал)» – 1 тролейбус, інтервал руху в пікові години 12–24 хвилин, виїзд з депо 6:17, заїзд в депо 20:29.

Маршрут № 7 – «Північний – Боярка» – 12 тролейбусів, інтервал руху в пікові години 4–10 хвилин, виїзд з депо 6:14, заїзд в депо 21:57.

Маршрут № 9 – «Мототрек – Північний»

Маршрут № 9а – «Мототрек – Північний (через Автовокзал)» – 1 тролейбус, інтервал руху в пікові години 12–24 хвилин, виїзд з депо 6:38 заїзд в депо 20:45.

Маршрут № 10 – «Мототрек – селище Ювілейне (через Автовокзал)» – 10 тролейбусів інтервал руху в пікові години 6–9 хвилин, виїзд з депо 6:10 заїзд в депо 21:54.

Маршрут № 11 – «Енергетиків – Торгові центри (через Автовокзал та вул. Вербову)» 3 тролейбуса, інтервал руху в пікові години 43 хвилин, виїзд з депо 6:28, заїзд в депо 20:50.

Маршрут № 12 – “Північний – Луцьке кільце” – 3 тролейбуса, інтервал руху в пікові години 32 хвилини, виїзд з депо 06:22, заїзд в депо 21:38.

Маршрутна мережа електротранспорту м. Рівне представлена на рисунку 3.1. Маршрутна мережа електротранспорту охоплює всі мікрорайони міста з щільною високоповерховою забудовою. Окремі маршрути мають більш соціальне значення та підсилюють мережу маршрутних таксі.

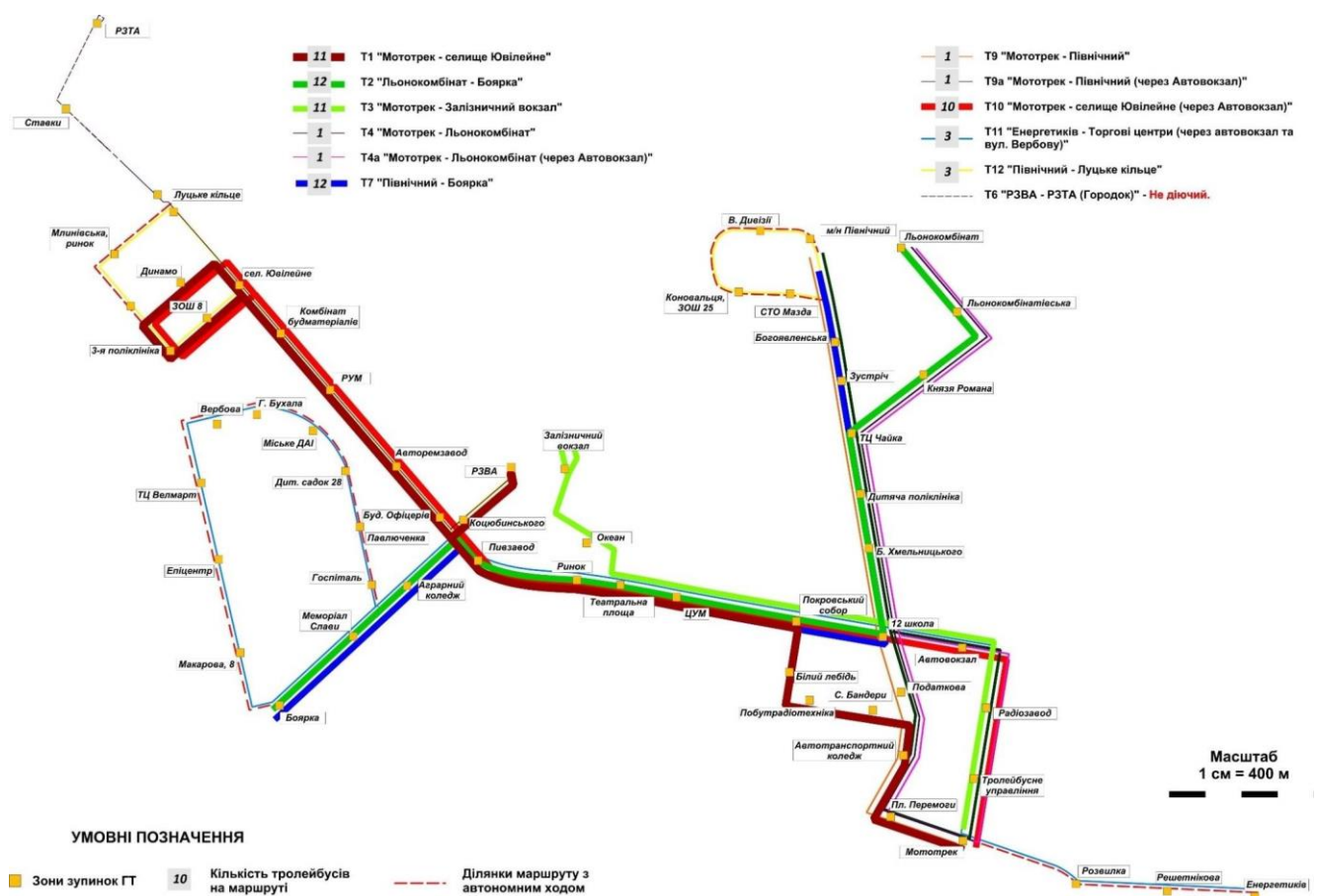


Рис. 3.1. Схема маршрутної мережі електротранспорту

Мережа маршрутних таксі включає 27 маршрутів, які покривають всі частини міста. Схема мережі представлена на рисунку 3.2. Стосовно мережі маршрутів маршрутних таксі, варто відзначити високий рівень дублювання, особливо в центральній частині міста. Цей факт можна пояснити радіальною планувальною схемою вулично-дорожньої мережі міста, яка дозволяє здійснити зв'язок між периферійними районами міста лише через центральну частину. Крім того, основні

пасажируютьворюючі та пасажиропоглинаючі пункти також знаходяться в центральній частині (ринки, культурно-ділова зона, адміністративні установи).

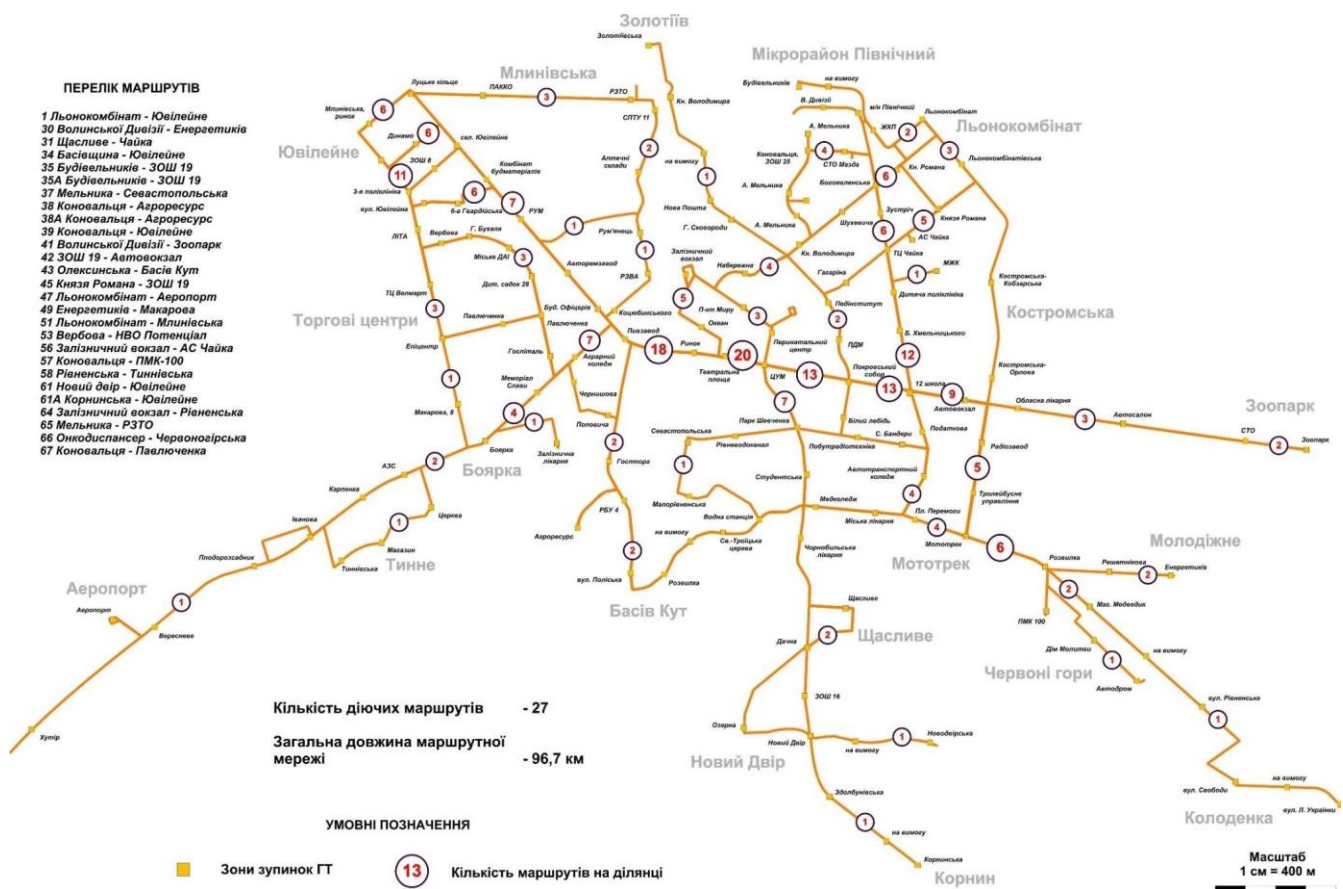


Рис. 3.2. Схема маршрутної мережі маршрутних таксі

Основними техніко-експлуатаційними показниками є довжина обороту, тривалість рейсу, експлуатаційна швидкість, інтервал руху, пасажиромісткість, пробіг одного транспортного засобу в день, сумарний пробіг. В табл. 3.1 наведено показники, задекларовані в паспортах маршрутів та фактичне виконання вказаних показників за даними моніторингу Управління транспорту і зв'язку.

Різниця між задекларованими та фактичними показниками вказує на порушення окремими перевізниками умов договорів на надання послуг з перевезення пасажирів та на існування об'єктивних причин відхилення від паспортних показників, зокрема, недостатня кількість водіїв для забезпечення роботи транспортних засобів, зниження пасажиропотоку.

Таблиця 3.1

**Характеристика техніко-експлуатаційних показників  
мережі маршрутних таксі**

Номер та назва маршруту	Довжина обороту, км	Тривалість оборотного рейсу, хв	Пасажиромісткість	Експлуатаційна швидкість, км/год	К-ть автобусів			Кількість оборотів на день для одного ТЗ	Пробіг одного ТЗ, км/день	Інтервал руху, хв			Сумарний пробіг, км		
					по паспорту	по факту	Різниця автобусів, од			по паспорту	по факту	Різниця в інтервалах руху, хв	по паспорту	по факту	Різниця в пробігу, км
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
1 Льонокомбінат – Ювілейне	<b>19,9</b>	75	100	16	5	2	<b>-3</b>	10	199	15	38	<b>-23</b>	995	398	<b>-597</b>
30 Волинської Дивізії – Енергетиків	<b>19,5</b>	70	18	17	10	5	<b>-5</b>	11	215	7	14	<b>-7</b>	2145	1073	<b>-1073</b>
31 Щасливе – Чайка	<b>14,6</b>	49	40	18	6	0	<b>-6</b>	13	190	10		<b>10</b>	1139		<b>-1139</b>
34 Басівщина – Ювілейне	<b>22</b>	74	40	18	14	14		11	242	5	5		3388	3388	
35 Будівельників – ЗОШ 19	<b>30,8</b>	111	40	17	9	6	<b>-3</b>	8	246	8	19	<b>-11</b>	2218	1478	<b>-739</b>
35А Будівельників – ЗОШ 19	<b>32,4</b>	111	40	18	6	6		8	259	8	19	<b>-11</b>	1555	1555	
37 Мельника – Севастопольська	<b>14,8</b>	68	40	13	11	9	<b>-2</b>	9	133	10	10		1465	1199	<b>-266</b>



Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
38 Коновальця – Агроресурс	<b>18,5</b>	70	40	16	10	10		8	148	9	9		1480	1480	
38А Коновальця – Агроресурс	<b>18,5</b>	70	40	16	10	10		8	148	9	9		1480	1480	
39 Коновальця – Ювілейне	<b>23,6</b>	65	40	22	17	12	<b>-5</b>	8	189	5	6	<b>-1</b>	3210	2266	<b>-944</b>
41 Волинської Дивізії – Зоопарк	<b>18</b>	60	40	18	9	5	<b>-4</b>	13	234	7	12	<b>-5</b>	2106	1170	<b>-936</b>
42 ЗОШ 19 - Автовокзал	<b>28</b>	83	18	20	11	3	<b>-8</b>	8	224	8	28	<b>-20</b>	2464	672	<b>-1792</b>
43 Олексинська - Басів Кут	<b>18,2</b>	82	18	13	5	2	<b>-3</b>	10	182	14	41	<b>-27</b>	910	364	<b>-546</b>
45 Князя Романа - ЗОШ 19	<b>22,2</b>	72	40	19	20	18	<b>-2</b>	9	200	5	6	<b>-1</b>	3996	3596	<b>-400</b>
47 Льонокомбінат – Аеропорт	<b>30,7</b>	80	40	23	14	14		10	307	7	7		4298	4298	
49 Енергетиків - Макарова	<b>30</b>	82	40	22	24	18	<b>-6</b>	8	240	6	7	<b>-1</b>	5760	4320	<b>-1440</b>
51 Льонокомбінат – Млинівська	<b>21,8</b>	72	40	18	13	13		10	218	6	6		2834	2834	
53 Вербова - НВО Потенціал	<b>18,9</b>	65	40	17	15	15		10	189	5	5		2835	2835	
56 залізничний вокзал - АС Чайка	<b>11,5</b>	48	40	14	6	5	<b>-1</b>	16	184	8	10	<b>-2</b>	1104	920	<b>-184</b>
57 Коновальця - ПМК-100	<b>16,5</b>	60	40	17	12	12		12	198	6	6		2376	2376	
58 Рівненська - Тиннівська	<b>32,1</b>	82	18	23	11	7	<b>-4</b>	6	193	7	12	<b>-5</b>	2119	1348	<b>-770</b>
61 Новий двір - Ювілейне	<b>22,4</b>	60	20	22	9	9		8	179	10	10		1613	1613	

Закінчення таблиці 3.1

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
61А Корнинська - Ювілейне	<b>23,8</b>	60	20	24	7	5	<b>-2</b>	8	190	10	12	<b>-2</b>	1333	952	<b>-381</b>
64 Залізничний вокзал - Рівненська	<b>15,6</b>	46	40	20	11	8	<b>-3</b>	15	234	5	6	<b>-1</b>	2574	1872	<b>-702</b>
65 Мельника - РЗТО	<b>26</b>	90	40	17	15	6	<b>-9</b>	8	208	6	15	<b>-9</b>	3120	1248	<b>-1872</b>
66 Онкодиспансер – Червоногірська	<b>21</b>	70	40	18	10	9	<b>-1</b>	8	168	8	8		1680	1512	<b>-168</b>
67 Коновальця - Павлюченка	<b>20,5</b>	80	18	15	10	6	<b>-4</b>	11	226	8	13	<b>-5</b>	2255	1353	<b>-902</b>
Всього					<b>300</b>	<b>229</b>	<b>-71</b>						<b>62451</b>	<b>47600</b>	<b>-14851</b>

На основі узагальнення результатів, наведених в табл. 3.1 виявлено відхилення паспортних даних та фактичних по кожному маршруту. Зокрема, Маршрут 1 «Льонокомбінат – Ювілейне» збільшив інтервал руху на 23 хв, що пояснюється зменшенням кількості одиниць транспортних засобів на маршруті з 5 по паспорту до 2 фактично діючих. Аналогічна ситуація спостерігається і по решті маршрутів маршрутних таксі. В результаті чого із заявленої кількості машин (300 одиниць згідно паспорту), працює фактично 229 одиниць рухомого складу.

Як наслідок, сумарний пробіг по маршрутній мережі маршрутних таксі становить 47600 км, що на 14851 км менше паспортного.

На основі проведених попередніх досліджень визначено критерії, які впливають на загальний рівень задоволеності маршрутною мережею. Зокрема, можливість дістатись будь куди і в будь-який час у будь-яку частину міста; відстанню до найближчої зупинки; часом, витраченим на підхід/відхід до (від) зупинки; кількістю можливих маршрутів.

Варто зазначити, що для міста Рівне маршрутна мережа є дуже розгалужена, з високим дублюванням маршрутів, як за видами транспорту, так і для мережі маршрутних таксі. З одного боку – це дозволяє майже безпересадкове сполучення між окремими районами міста, з іншого боку – знижує ефективність роботи транспортних засобів на маршрутах сполучення.

На діаграмі показано загальний рівень задоволеності мережею маршрутів за окремими показниками (рис. 3.3). Цей розподіл оцінок за окремими критеріями пояснюється тим, що мережа маршрутних таксі в місті Рівне є більш розвиненою: з більшою кількістю маршрутів, транспортних засобів та легкістю доступу до будь-якої точки міста.

У порівнянні з мережею маршрутних таксі, мережа тролейбусів менш розвинена за рахунок меншої кількості транспортних засобів та маршрутів. Однак середній бал, який розраховано як середнє за всіма критеріями оцінки мережі маршрутів, становить 6,4 як для тролейбусів, так і для маршрутних таксі.

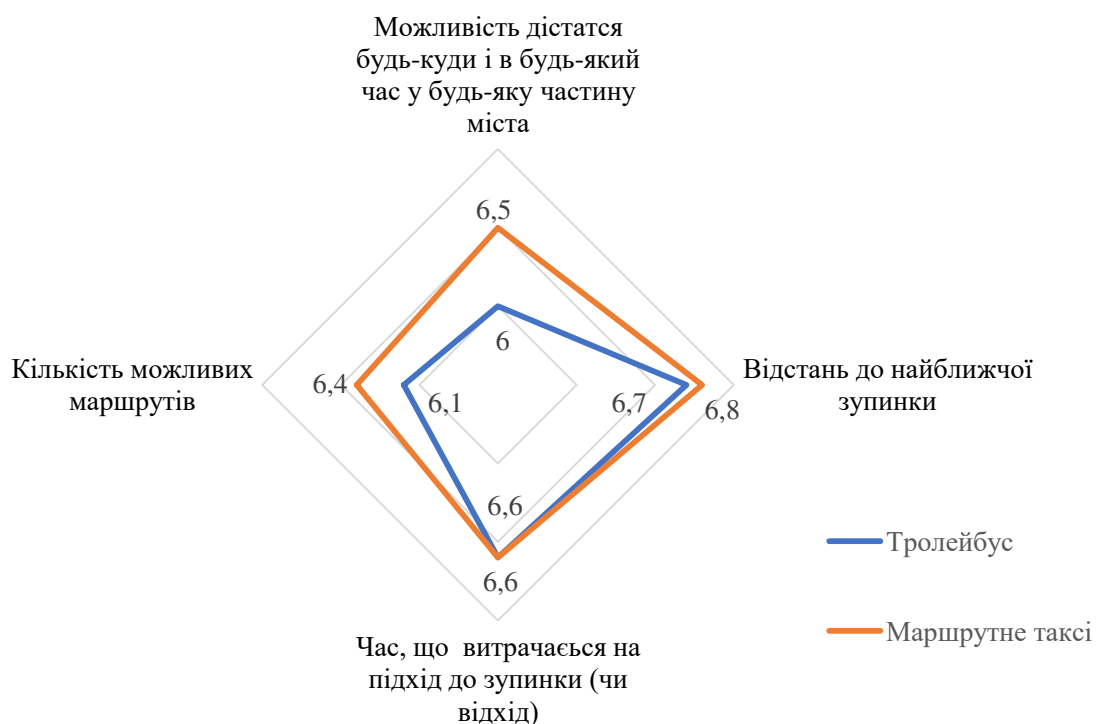


**Середній бал - 6,4**

**Маршрутні таксі**



**Середній бал - 6,4**



**Рис. 3.3.** Рівень задоволеності мережею маршрутів за окремими критеріям

### **3.2. Аналіз структури рухомого складу громадського транспорту**

Категорія комфорту міських перевезень визначається комплексом різномірних факторів, технічних засобів, технології, організації та управління транспортом, діючих на фізичний та психологічний стан людини в процесі її пересування [6].

Специфіка міських перевезень з точки зору комфорту визначається головним чином наступним:

– комфорт розуміють як зручність всієї поїздки – “від дверей до дверей”, не тільки під час перебування пасажирів в транспортному засобі;

– відносна короткочасність безпосередньо поїздки в порівнянні з іншими фазами пересування; середній час поїздки до місця роботи різної величини в містах коливається від 20 хвилин до 1 години і більше;

– відношення часу поза транспортом до загального часу пересування значно вище у міського ніж у міжміського транспорту;

– щоденне неодноразове користування міськими перевезеннями;

– висока нерівномірність перевезень – короткочасова концентрація транспортних засобів та пасажирів на окремих ділянках міської мережі, наслідком чого є перевантаження транспортних засобів;

– переповнення транспортних засобів під час поїздки до місця роботи негативно впливає на працездатність, особливо протягом першої години роботи.

Рухомий склад громадського транспорту є досить різноманітний за структурою. Маршрутне таксі – один із найпопулярніших видів транспорту в Рівному. Вперше цей тип транспорту з’явився на дорогах Рівного в часи становлення незалежності країни. На сьогодні маршрутні таксі курсують у найвіддаленіші райони міста. Парк рухомого складу маршрутних таксі м. Рівне представлений різними марками транспортних засобів з різною пасажиромісткістю, як вказано в табл. 3.2.

*Таблиця 3.2*

### **Рухомий склад маршрутних таксі**

<b>№ п/п</b>	<b>Марка транспортного засобу</b>	<b>Загальна кількість</b>	<b>Пасажиромісткість</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
1	Богдан	142	43
2	Еталон	6	43
3	IVAN	23	43
4	Мерседес	67	23
5	Шаолін SLGд/н	1	23
6	Стрий Авто А-075	5	37
7	Фольксваген	1	23

Закінчення таблиці 3.2

1	2	3	4
8	РУТА	12	22
9	МАН	5	100
10	ЗІЛ	2	28
11	БАЗ	61	28
12	ХАЗ	16	28
13	А 075	3	37
14	IVECO	2	26
15	YOUYI	2	23
16	ГАЛАЗ	1	42
	<b>Всього</b>	<b>349</b>	<b>X</b>

Серед марок транспортних засобів, які представлені в м. Рівне можна виокремити три групи, які за кількістю переважають на маршрутах маршрутних таксі. На першому місці марка «Богдан». На другому місці на маршрутній мережі працюють «Мерседес» та БАЗ. Третє місце – IVAN, ХАЗ та РУТА. Решта марок транспортних засобів по кількості представлені в діапазоні від 1 до 6. Структура рухомого складу маршрутних таксі за марками представлена на рис. 3.4–3.5.

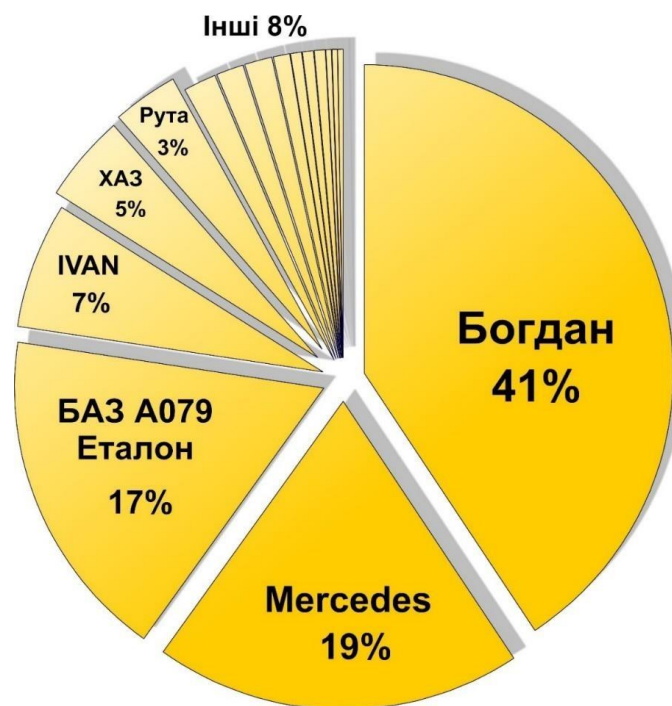
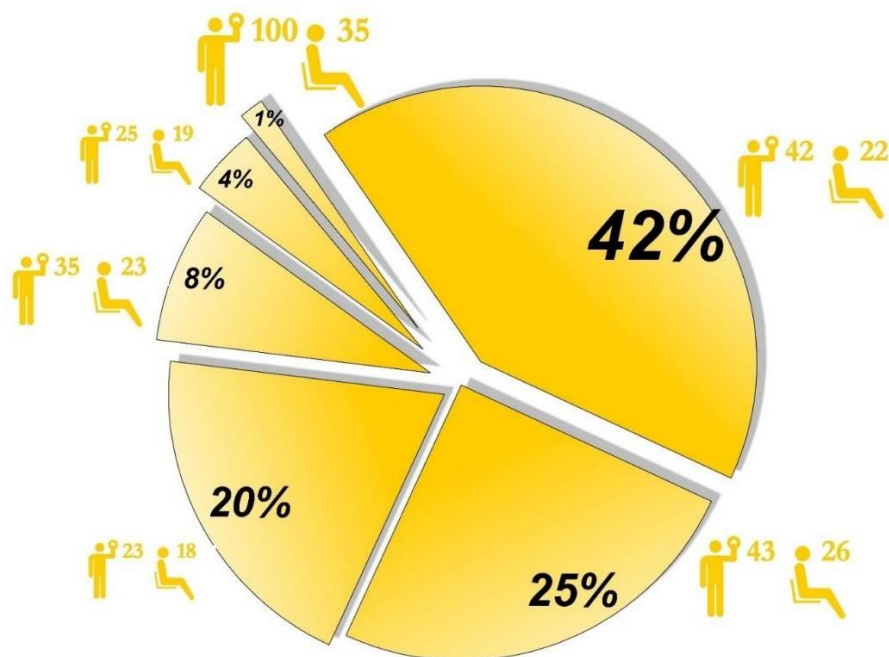
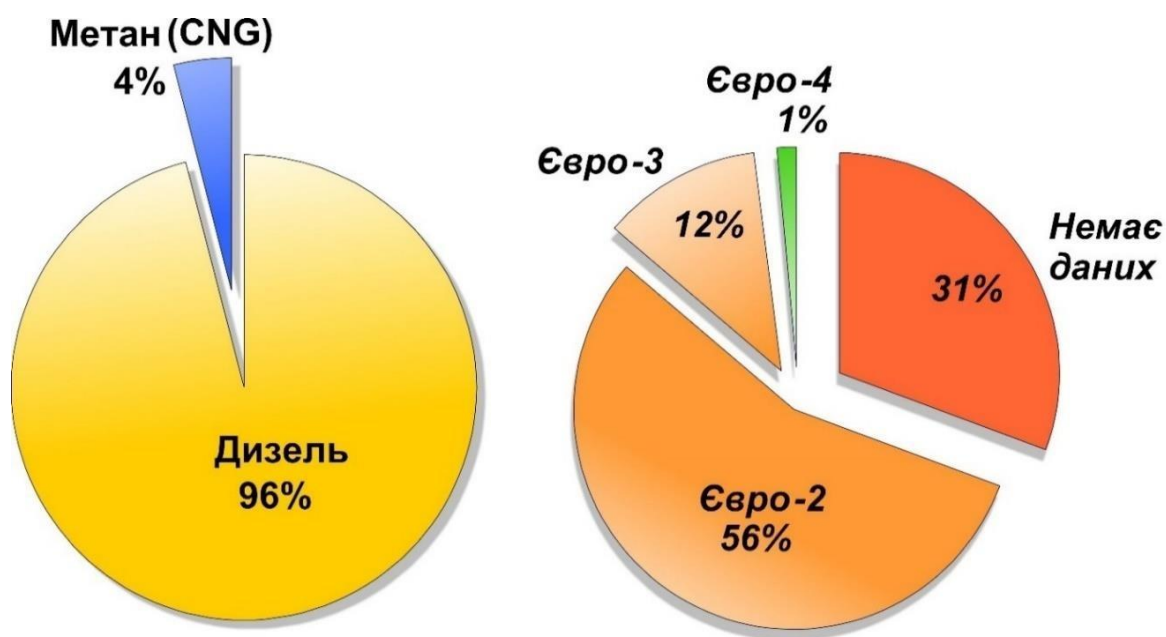


Рис. 3.4. Структура рухомого складу маршрутних таксі за марками



**Рис. 3.5.** Структура рухомого складу маршрутних таксі за пасажиромісткістю

Щодо дотримання екологічних норм, то лише 1 % маршрутних таксі відповідають нормам Євро 4 (рис. 3.6.).



**Рис. 3.6.** Структура маршрутних таксі за видом палива та відповідністю вимогам ЄВРО

Найбільша питома вага припадає на транспортні засоби, які заправляються дизельним паливом (96 %) і лише 4 % транспортних засобів заправляються газом.

Структура розподілу маршрутних таксі за віком наведена на рис. 3.7.

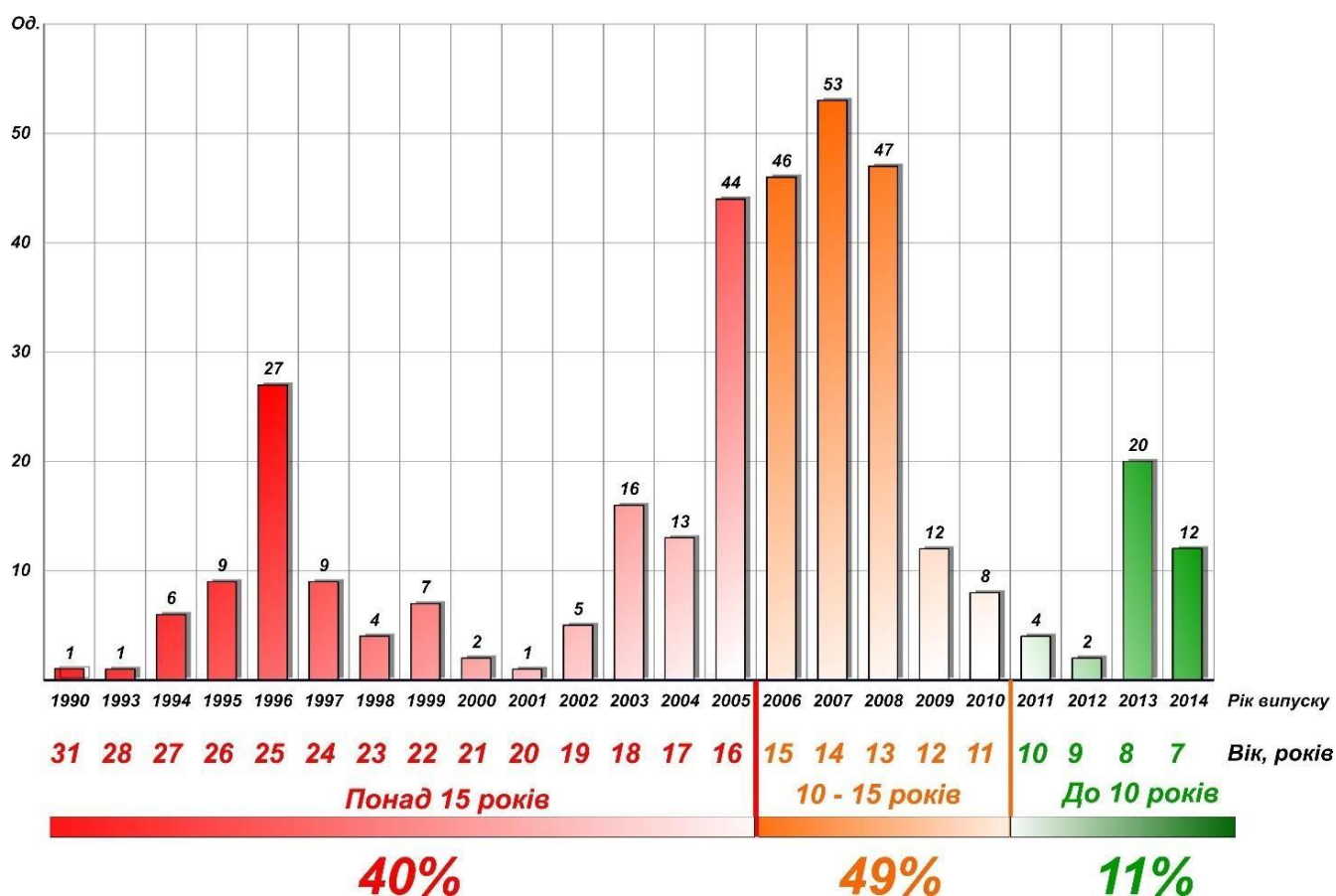


Рис. 3.7. Вікова структура маршрутних таксі

Середній вік автобусів становить близько 16 років. Термін експлуатації таких транспортних засобів вже на межі вичерпання. Пасажири не відчують належного комфорту під час перевезень, про що свідчать проведені дослідження рівня задоволеності громадським транспортом м. Рівне. Лише 11 % транспортних засобів мають вік до 10 років, що свідчить про старіння парку та неможливість надавати транспортну послугу з належним рівнем комфорту перевезень.

Рівненський тролейбус – вид громадського транспорту у місті Рівне. Рух відкрито 24 грудня 1974 року.

За короткі терміни з 1975 по 1989 рр. були збудовані і відкриті 4 тролейбусні маршрути. З 1991 року відкрито ще 8 маршрутів. Відкриті 3 нові тролейбусні маршрути № 10, № 11, № 12 мають ділянки руху з автономним ходом.



## Структура парку рухомого складу тролейбусів

Модель	Кількість	Пасажиромісткість
Škoda-14Tr	49	100
Дніпро-Т203	12	107
Škoda-9TrH27 (трьохдверні)	10	100
Škoda-9Tr22 (двохдверні)	1	100
Jelcz	6	110
Дніпро-Т203 (з автономним ходом)	6	107
ЮМЗ-Т2	2	103
ЛАЗ-Е183	1	100
Jelcz-120MT	1	110
БКМ-43303А	1	153

Серед рухомого складу наявні тролейбуси моделі Škoda 9Tr, яким понад 40 років. Поряд зі старожилами їздять й новіші ЛАЗи та тролейбуси виробництва Jelcz, Škoda, та новітній тип транспорту БКМ-43303А.

Структура рухомого складу тролейбусів за марками та за пасажиромісткістю вказана в додатку Б. Найбільша питома вага представлена моделлю Škoda-14Tr (49 одиниць), на другому місці за кількістю Дніпро-Т203 (12 одиниць) та Škoda-9Tr (трьохдверні) (10 одиниць). Моделі тролейбусів Jelcz та Дніпро-Т203 (з автономним ходом) – по 6 одиниць. Решта тролейбусів – 1–2 одиниці.

Рухомий склад тролейбусів складається з транспортних засобів однакової пасажиромісткості, за винятком дуобуса, який може перевозити до 153 пасажирів. Із розширенням маршрутної мережі тролейбусів відбувається і оновлення рухомого складу (рис. 3.10).

Розподіл за віком вказує на переважне використання тролейбусів, термін експлуатація яких становить від 31 до 40 років. Хоча тролейбусний парк поповнився новими тролейбусами, термін експлуатації яких становить від 1 до 10 років – 19 одиниць, все ж 79 % парку тролейбусів знаходиться в експлуатації понад 15 років: від 11 до 20 років – 4 одиниці та від 21 до 30 років – 12 одиниць.

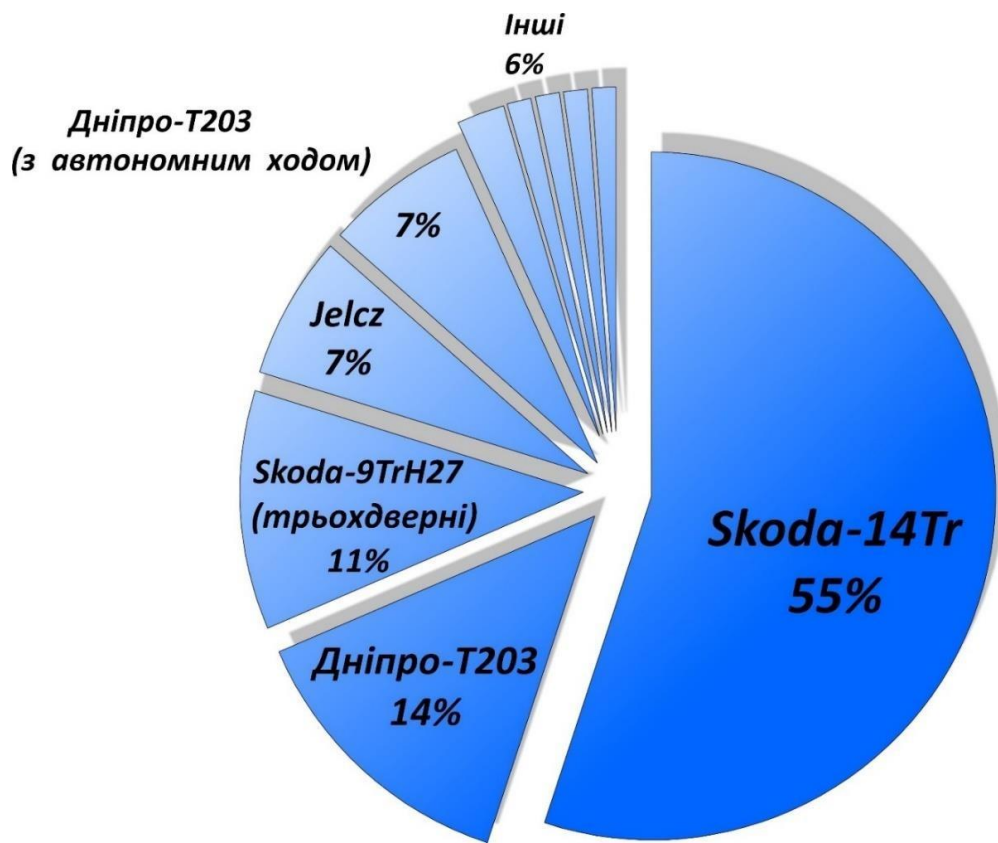


Рис. 3.8. Структура рухомого складу тролейбусів за марками

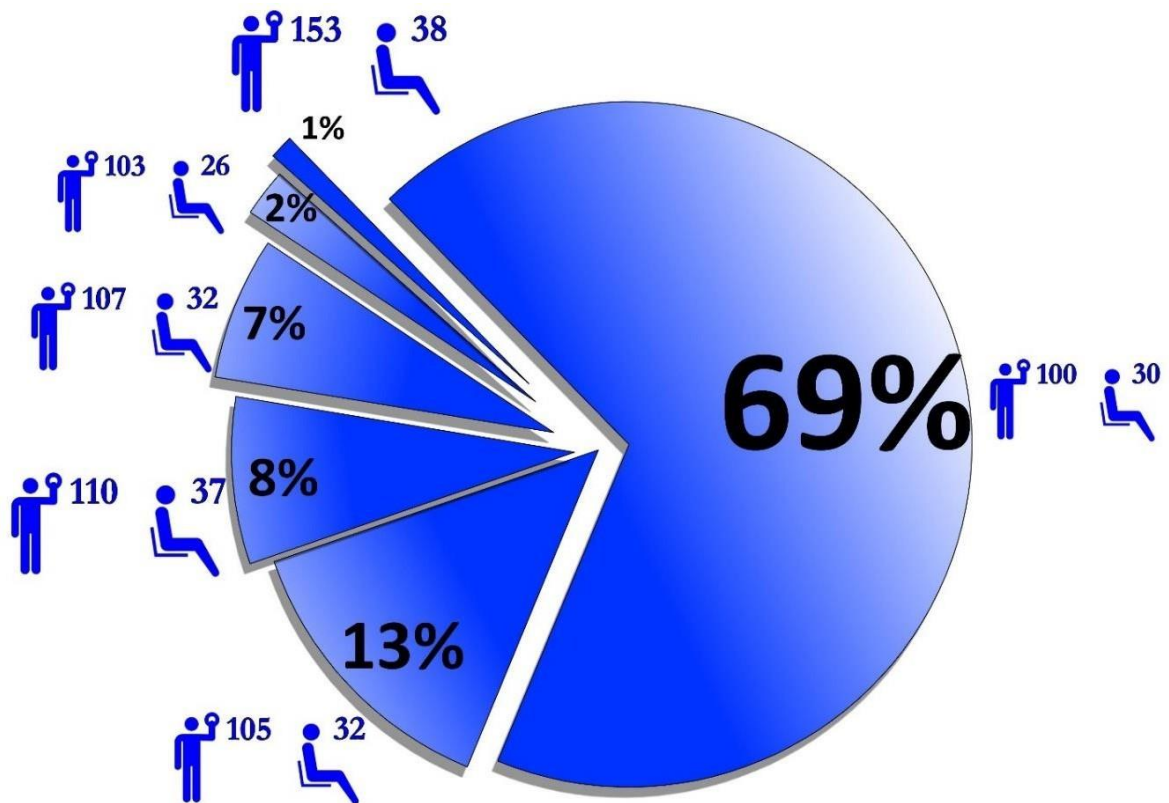
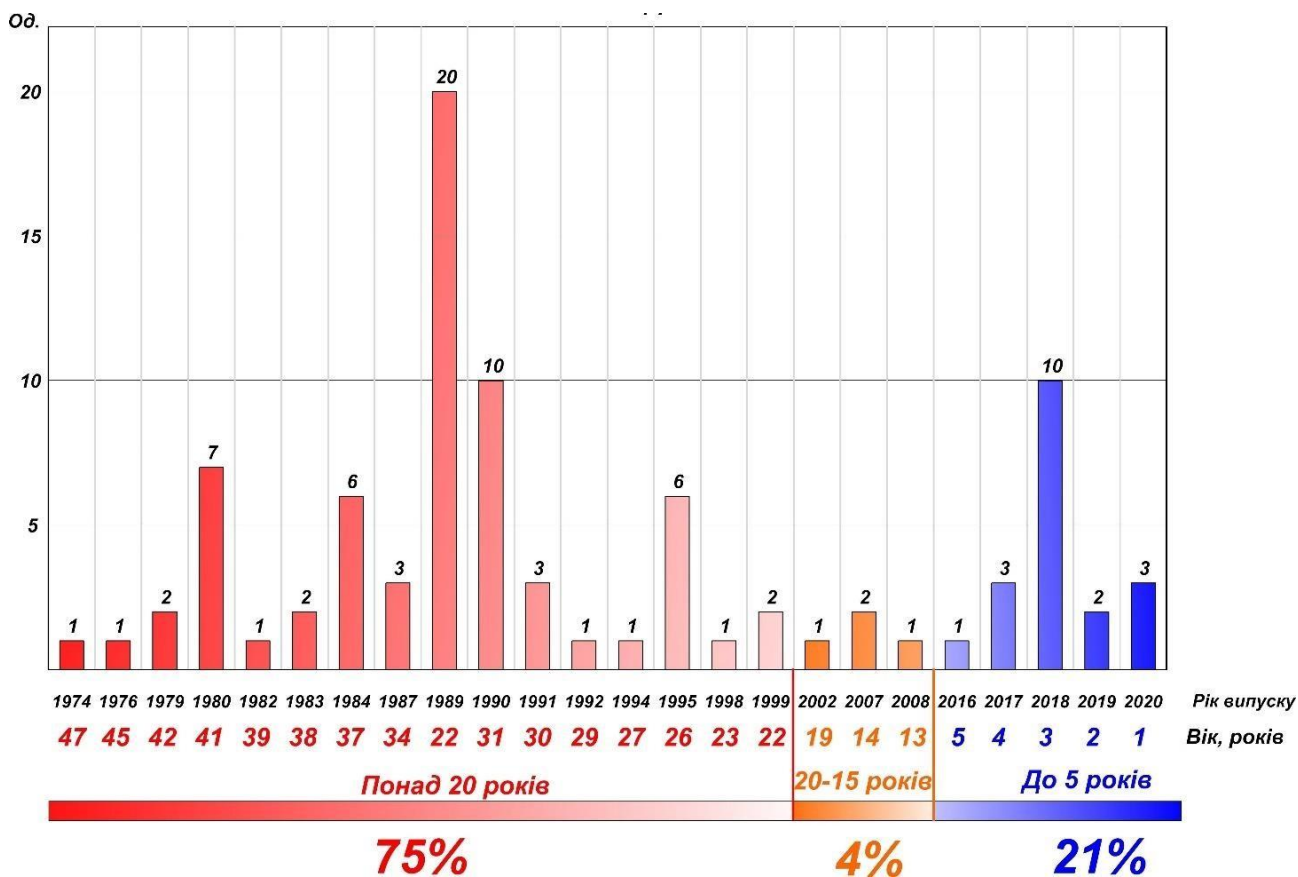


Рис. 3.9. Структура рухомого складу тролейбусів за пасажиромісткістю



**Рис. 3.10.** Структура тролейбусного парку за віком / роками випуску

Порівнюючи стан парків рухомого складу маршрутних таксі та електротранспорту, варто відзначити кращу ситуацію щодо оновлення рухомого складу тролейбусного парку. Наявність тролейбусів великої пасажиромісткості та низькопідлогових тролейбусів підвищує рівень комфорту при надання транспортних послуг з перевезень пасажирів, підвищує якість перевезень та екологічну ситуацію.


При дослідженні проблеми комфорту в системі громадського транспорту необхідно розділяти комплекс комфорту на кількісне вимірювання окремих ознак (характеристик). Очевидно, що окремі ознаки комфорту з точки зору пасажирів будуть мати різну вагу. Деякі ознаки будуть важливі для всіх пасажирів, інші – тільки для окремої категорії. Можна сказати, що пасажир розуміє комфорт у системі громадського транспорту по-різному, та що кожен пасажир має своє власне визначення комфорту.

На основі проведеного опитування респондентів [4], визначено основні критерії оцінки задоволеності досвідом перебування у тро-

лейбусах та маршрутних таксі. Результати досліджень відображено на рисунку 3.11.


	Тролейбуси	Маршрутні таксі
Рівень заповненості салону	6,8	5,4
Комфорт салону	6,6	5,0
Кількість рекламних матеріалів у салоні	6,2	5,2
Чистота та кількість сміття у салоні	6,8	5,3
Рівень пошкодженості сидінь, поручнів, вікон (враховуючи подряпини)	6,5	4,9
Якість та рівень освітлення салону	7,0	5,6
Наскільки легко зайти та вийти з транспортного засобу (прикладання фізичних зусиль)	7,0	5,8

**Тролейбуси**



**Середній бал - 6,8**

**Маршрутні таксі**



**Середній бал - 5,5**

**Рис. 3.11.** Оцінка рівня задоволеності досвідом перебування у транспортних засобах за окремими критеріями: шкала оцінювання від 0 до 10, де 0 означає «Дуже незадоволений/-на», а 10 – «Дуже задоволений/-на»

Як показують проведені дослідження, маршрутне таксі значно програє за цим показником тролейбусу. Пасажири віддають перевагу тролейбусам за всіма критеріями. Але найбільше вони не задоволені технічним станом маршруток, освітленням та тим, наскільки легко чи важко вийти з транспортного засобу (мами з візками, люди похилого віку, маломобільні групи населення).

### **3.3. Аналіз провізної здатності маршрутів громадського транспорту**

Провізна здатність маршрутів громадського транспорту визначається кількістю наданих пасажиромісць за відповідний проміжок часу. Провізна здатність повинна бути узгоджена з попитом населення на перевезення. За результатами попередніх досліджень, встановлено потенційні кореспонденції з окремих мікрорайонів з урахуванням

чисельності жителів у районах та середній кількості пересувань протягом дня. На рисунку 1.19 наведено розрахункові потенційні кореспонденції з периферійних районів міста, що формують пасажиропотоки на маршрутній мережі громадського транспорту та провізні здатності маршрутів громадського транспорту, що працюють в режимі маршрутного таксі на діючій мережі.

Потенційні кореспонденції пасажирів з периферійних районів міста (рис. 3.12), встановлено, виходячи з потенційних потреб у пересуваннях. Провізні здатності ділянок маршрутної мережі встановлено на основі діючих графіків руху на маршрутах громадського транспорту, які сполучають окремі периферійні райони.

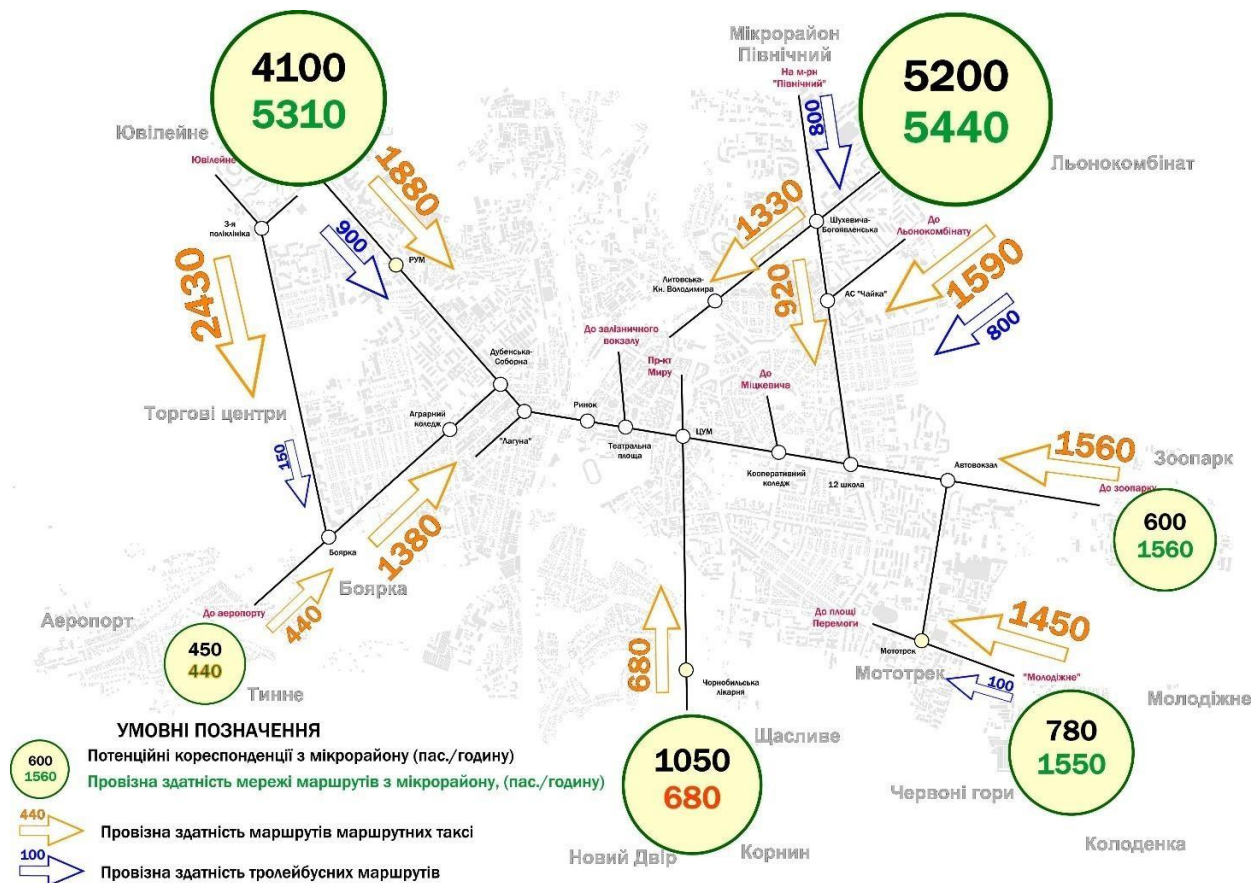
В основному, з усіх районів міста провізна здатність маршрутів громадського транспорту забезпечує потреби населення у пересуваннях. Однак, проблемним є транспортне забезпечення мікрорайону перспективної забудови Щасливе, де спостерігається недостатня кількість пасажиромісць для задоволення потреб у перевезеннях.

Основною інформацією про потреби населення у пересуваннях громадським транспортом є матриця мережевих маршрутних кореспонденцій, яку отримано на основі результатів обстежень. Максимальне навантаження на маршрутну мережу громадського транспорту припадає на ранковий (між 7:00 та 9:30) та вечірній (між 15:30 та 19:00) піки і складає відповідно 42 % та 33 % від усіх пересувань. Крім того, крива вечірнього піку є більш розтягнутою в часі (рис. 3.14–3.15).

Ефективність пасажирських перевезень залежить від рівня наповненості транспортних засобів. На основі проведених досліджень, встановлено, що рівень заповнення транспортних засобів дуже різниться на окремих ділянках маршрутної мережі. Максимальний рівень заповнення в пікові періоди спостерігається в окремих периферійних районах та в центральній частині міста. Це пов'язано з потребами в пересуваннях в різні часові періоди.

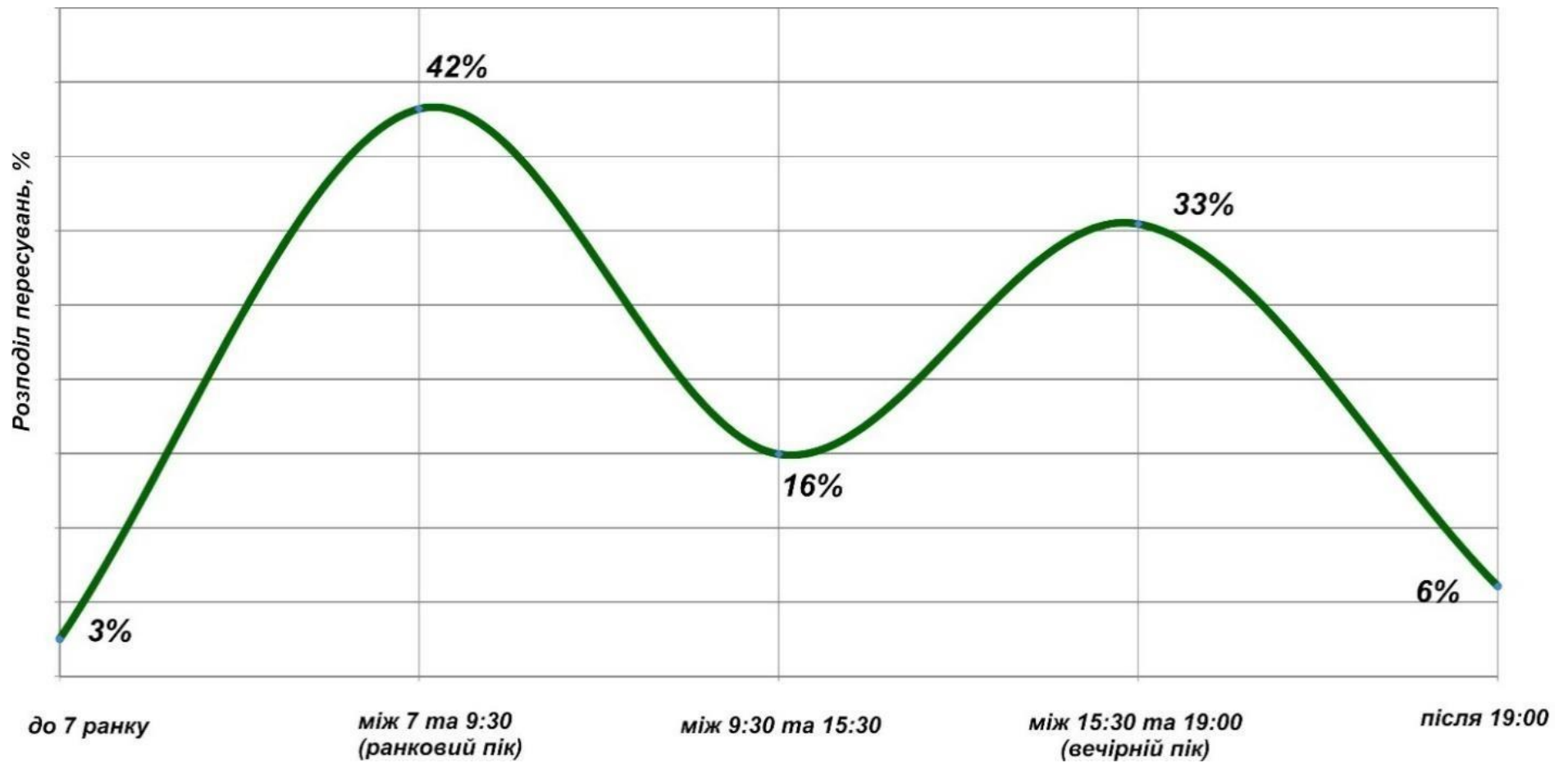
Важливим чинником в організації роботи маршрутів пасажирського транспорту є часові параметри початку-закінчення роботи рухомого

складу на маршрутах. Згідно діючих паспортів маршрутів, у графіках руху відображено кількість оборотних рейсів, часові періоди здійснення перевезень. За даними моніторингу роботи громадського транспорту встановлено відхилення у часі закінчення роботи на маршруті. По маршрутах сполучення в цілому час початку та закінчення роботи на маршруті наведено на рис. 3.16.



**Рис. 3.12.** Оцінка провізної здатності маршрутів маршрутних таксі та потенційні кореспонденції пасажирів з периферійних районів (середнє значення в годину пік)

Важливу роль при перевезенні пасажирів відіграє регулярність руху та швидкість транспортного засобу. Користувачів громадського транспорту турбує і дратує відсутність транспорту у не пікові та вечірні години (за результатами опрацювання коментарів респондентів). Це свідчить про недотримання перевізниками графіків руху, передчасний з'їзд рухомого складу маршруту з недовиконанням задекларованої кількості рейсів. Тому необхідно оптимізувати інтервали руху маршрутних таксі.



**Рис. 3.13.** Часові періоди здійснення пересувань з використанням громадського транспорту

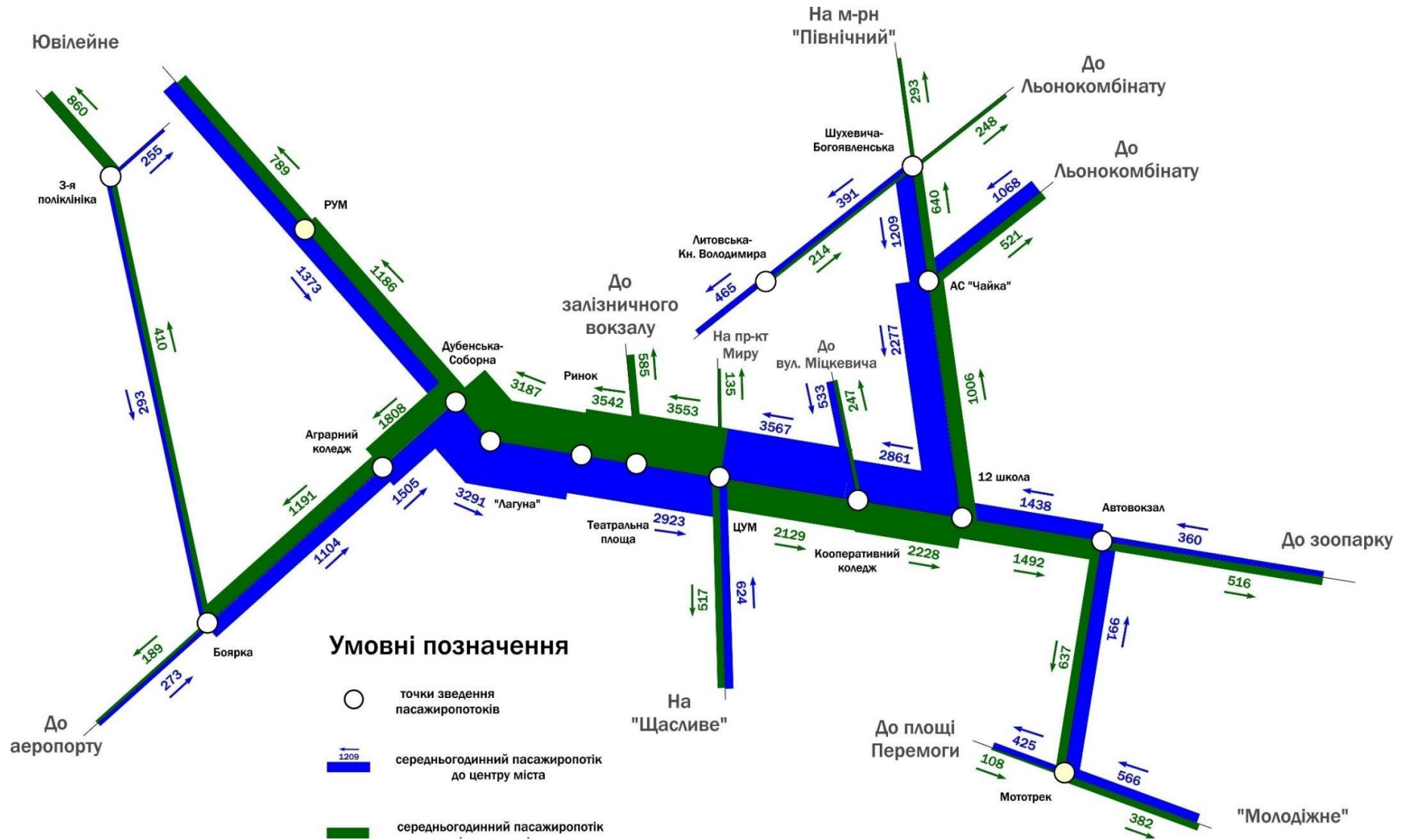


Рис. 3.14. Формування пасажиропотоку в громадському транспорті (день тижня четвер; період обстеження  $7^{30} - 9^{00}$ )



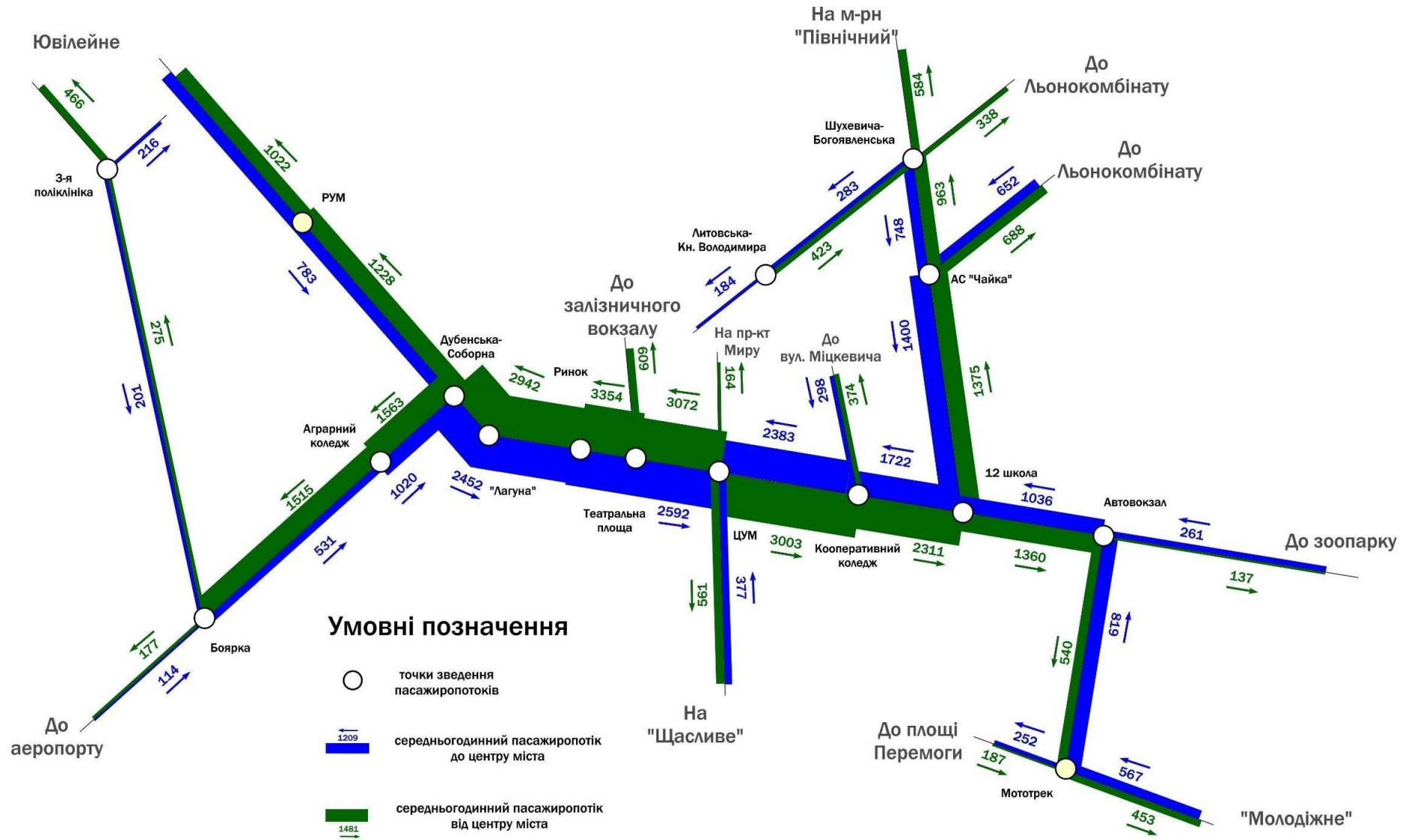
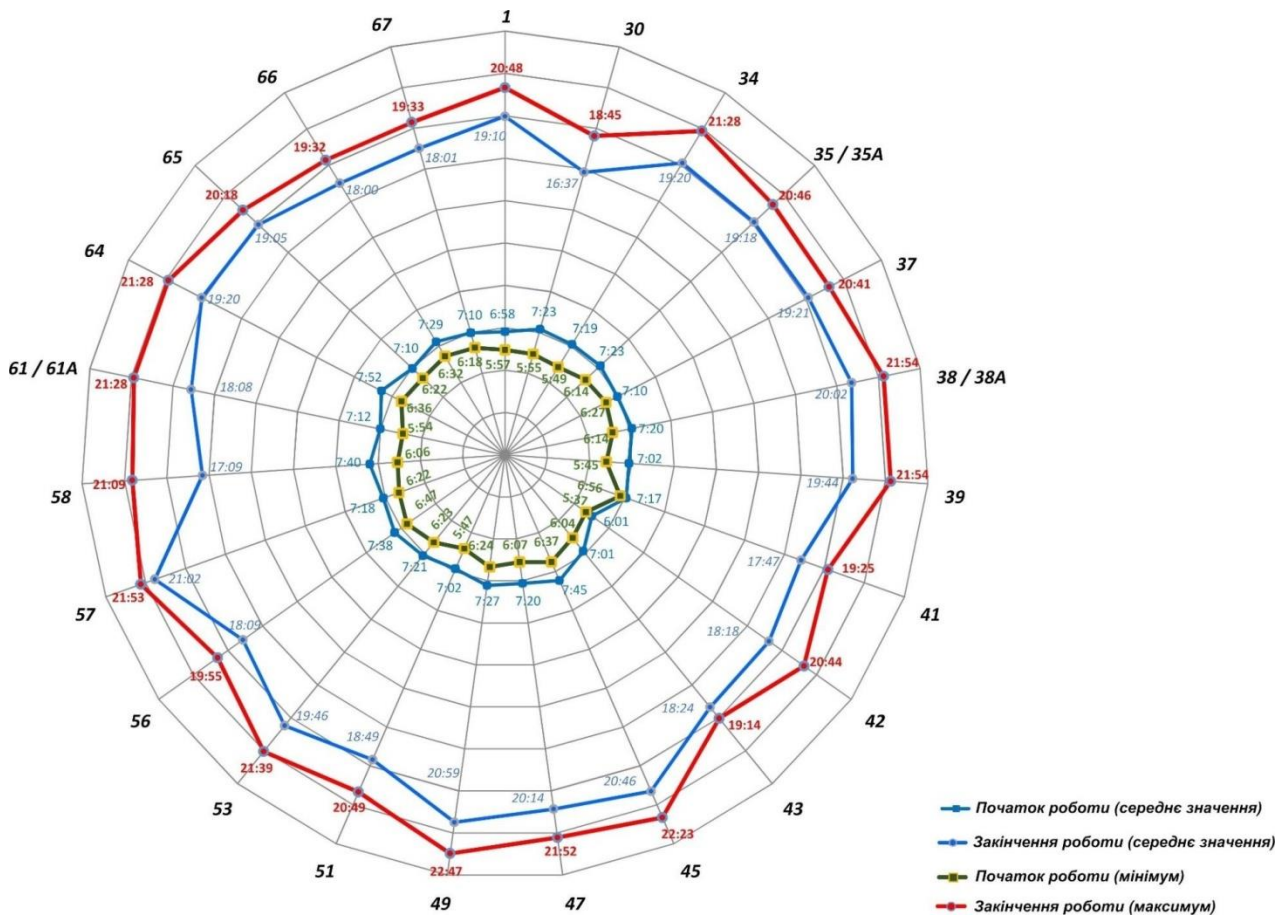


Рис. 3.15. Формування пасажиропотоку в громадському транспорті (день тижня четвер; період обстеження 16<sup>30</sup> – 18<sup>45</sup>)



**Рис. 3.16.** Часові періоди роботи маршрутних таксі за даними моніторингу

Зафіксовано закінчення виконання вечірніх рейсів у період 18.00 – 20.00. У зв’язку з цим, слід зобов’язати перевізників дотримуватись графіків руху та здійснити коригування кількості вечірніх рейсів відповідно до існуючих пасажиропотоків та потреб у пересуваннях мешканців у вечірній час.

### 3.4. Оцінка рівня розвиненості мережі громадського транспорту

Ступінь розвиненості маршрутної мережі прийнято оцінювати маршрутним коефіцієнтом  $k_M$ , який визначається шляхом відношення суми довжин усіх маршрутів міста до загальної довжини транспортної мережі:

$$k_M = \frac{\sum_{z=1}^m l_{Mz}}{L_m}, \quad (3.1)$$

де  $l_{Mz}$  - довжина  $z$ -го маршруту ГТ, км;

$m$  – кількість маршрутів ГТ в місті, од.;

$L_M$  – довжина транспортної мережі, по якій проходять маршрути ГТ, км.

Висновок про ефективність функціонування маршрутної мережі по даному показнику робиться на основі порівняння отриманого розрахункового значення з нормативними, які приведені в таблиці 1.9.

Щільність маршрутної мережі визначають шляхом відношення загальної довжини транспортної мережі міста, по якій проходять маршрути громадського транспорту, до сельбищної площі міста:

$$\delta = \frac{L_m}{F_{\text{сел}}}, \quad (3.2)$$

де  $F_{\text{сел}}$  – сельбищна площа міста, км<sup>2</sup>.

Щільність мережі ліній наземного громадського пасажирського транспорту на забудованих територіях варто приймати залежно від їхнього функціонального використання та інтенсивності пасажиропотоків, як правило, 1,5–2,5 км/км<sup>2</sup>. При цьому необхідно забезпечувати нормативні відстані підходу до зупинок громадського транспорту. У центральних районах великих і найкрупніших міст щільність мережі допускається збільшувати до 4–4,5 км/км<sup>2</sup>.

Сумарна довжина маршрутної мережі (маршрутні таксі) становить 96,74 км.

Сумарна довжина маршрутної мережі (тролейбуси) становить 36,5 км.

Сумарна довжина маршрутів (маршрутні таксі) становить 306 км.

Сумарна довжина маршрутів (тролейбусів) становить 93,3 км.

Розрахунок маршрутного коефіцієнту:

– для маршрутного таксі

$$k_m = \frac{\sum_z^m = 1 * l_{mz}}{L_m} = \frac{306}{96,74} = 3,17$$

– для троллейбуса

$$k_m = \frac{\sum_z^m = 1 * l_{mz}}{L_m} = \frac{93,3}{36,5} = 2,5$$

– для маршрутного таксі та троллейбуса

$$k_m = \frac{\sum_z^m = 1 * l_{mz}}{L_m} = \frac{399,3}{133,24} = 2,9$$

Отримані розрахункові значення свідчать про достатньо високий рівень розвиненості маршрутної мережі міста Рівне.

Також важливим питанням, яке необхідно враховувати в даному випадку, є відсоток дублювання трас маршрутів. Це, в свою чергу, призводить до перевантаження зупиночних пунктів та в деяких випадках – транспортної мережі, а також до нерівномірного розподілу пасажиропотоків серед перевізників.

Ефективність функціонування маршрутної мережі за розрахунковими показниками здійснюється на основі порівняння отриманих значень з нормативними, які приведені в таблиці 1.9.

*Таблиця 1.9*

### **Нормативні значення маршрутного коефіцієнту**

<b>Показник</b>	<b>Рівень розвиненості маршрутної мережі:</b>			
	<b>зразковий</b>	<b>гарний</b>	<b>задовільний</b>	<b>незадовільний</b>
Маршрутний коефіцієнт	3,2–3,5	2,8–3,1	2,4–2,8	2,0–2,3

За величиною маршрутного коефіцієнта можна оцінити ступінь дублювання маршрутів існуючої маршрутної мережі міста. Отримане значення свідчить про достатньо високий рівень розвиненості маршрутної мережі міста Рівне, а отже і високий рівень дублювання маршрутів. Маршрутна мережа міста Рівне, з розрахунковими значеннями маршрутного коефіцієнта представлена на рис. 3.17.

Значення маршрутних коефіцієнтів свідчать про гарний та зразковий рівні розвиненості маршрутної мережі, однак значення маршрутного коефіцієнта 3,9 для маршрутних таксі та мережі електро-транспорту вказує на дублювання між видами транспорту та знижує ефективність використання рухомого складу. В центральній частині міста дублювання складаю від 14 до 24 діючих маршрутів. Найбільше дублювання (24 маршрути) на ділянці Центральний універмаг – Театральна площа, що, разом з транспортними потоками індивіду-

ального транспорту призводить до утворення стійких заторів у центральній частині міста.

Спостерігається значне дублювання як між маршрутами маршрутних таксі, так і маршрутами тролейбусів. Розглянемо окремо кожен з них.

В додатку В представлені схема маршрутів маршрутних таксі за номером 39 «Північний-Ювілейне», 45 «Льонокомбінат – Вербова», 67 «Північний – Павлюченка» та тролейбусів № 2 «Льонокомбінат-Боярка» та № 7 «Північний-Боярка».

Маршрут тролейбуса № 2 дублює маршрут маршрутного таксі № 45 від зупинки Льонокомбінат до зупинки «Аграрний коледж», а це 90 % маршруту. Маршрут маршрутного таксі № 67 дублює № 39 по вул. Шухевича до зупинки «Залізничний вокзал», і в зворотному напрямку від зупинки «Пивзавод» на Північний, а це більша частина маршруту. Дублювання по всіх маршрутах прослідковується і від зупинки «ЦУМ» до зупинки «Пивзавод».

Наступний пакет дублюючих маршрутів представлений в додатку Г Маршрут маршрутного таксі № 1 «Льонокомбінат-Ювілейне» дублює маршрут маршрутного таксі № 51 «Льонокомбінат-Ювілейне» від зупинки «ТР Чайка» до зупинки «Динамо», а на зворотному шляху від зупинки «РУМ» до зупинки «ТР Чайка». Маршрут маршрутного таксі № 51 проходить по трасі маршрут тролейбуса № 12 «Північний-Луцьке кільце» від зупинки «ТР Чайка» до зупинки «Луцьке кільце», що на 90 % дублює маршрути.

Дублювання по всіх маршрутах прослідковується і від зупинки «Покровський собор» до зупинки «Пивзавод». Значний відсоток дублювання маршрутних трас прослідковується і на маршрутах маршрутних таксі № 49 «Енергетиків – Макарова», № 58 «Рівненська – Тиннівська», № 64 «Рівненська – Залізничний вокзал», № 66 «Онкодиспансер – Червоногірська» та тролейбусних маршрутів № 11 «Енергетиків – Торгові Центри» та № 12 «Північний-Луцьке кільце». Маршрут тролейбуса № 11 дублює маршрути маршрутних таксі 49,58,64,66 від зупинки «ЦУМ» до зупинки «Пивзавод» на 100 %.

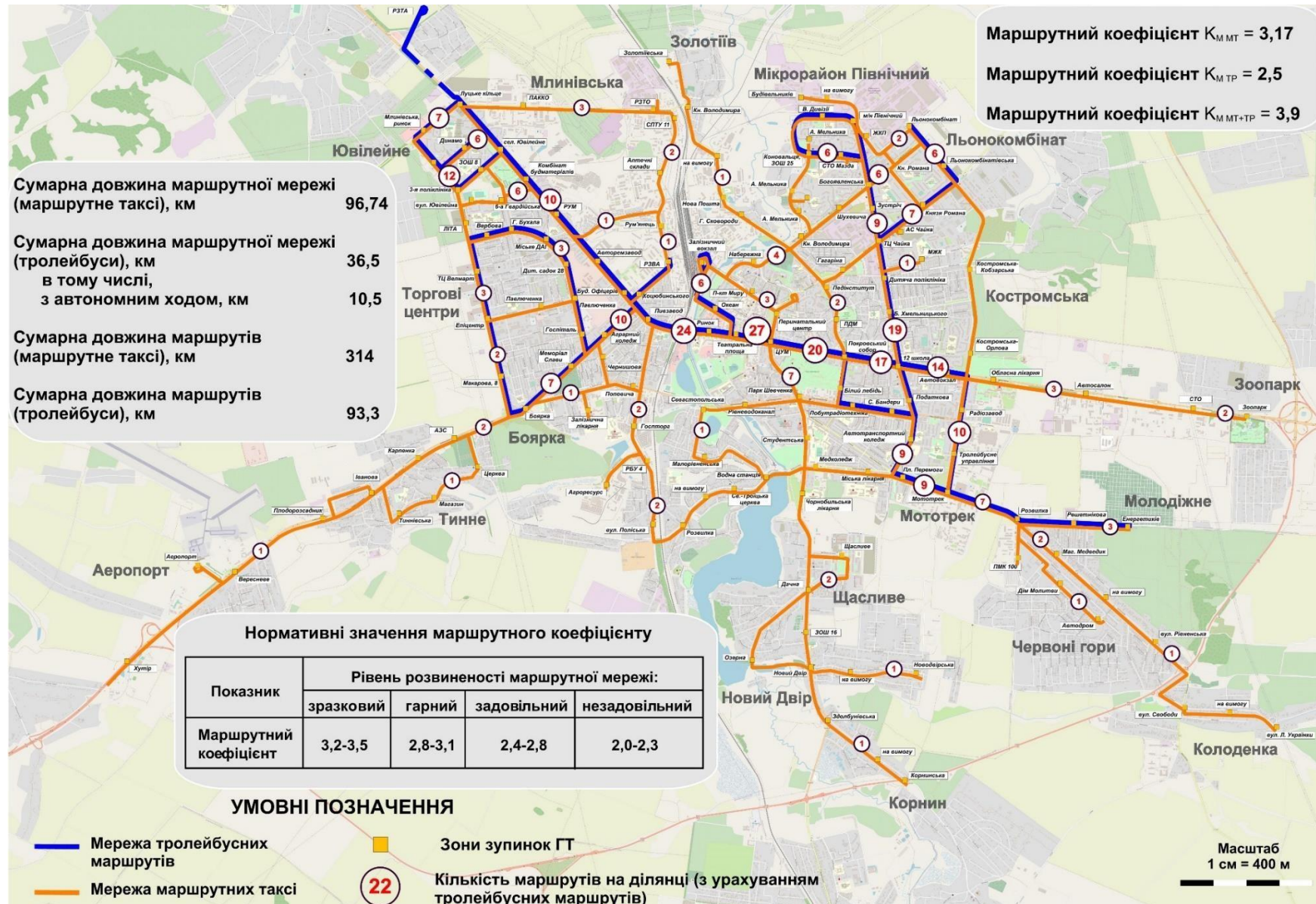


Рис. 3.17. Рівень розвиненості маршрутної мережі громадського транспорту

На окремих трасах дублюється більша частина маршруту:

✓ тролейбус № 11 від зупинки «Мототрек» по вул. Дубенська повністю покриває маршрут маршрутного таксі № 58;

✓ маршрутне таксі № 49 має однакову трасу з маршрутним таксі № 66 від розвилки до Відінського кільця, а далі від вул. Чорновола через центр по вул. Дубенська до вул. Поповича;

✓ маршрутні таксі № 64, 58 та тролейбус №11 дублюють маршрут від зупинки «Мототрек» до зупинки «Театральна Площа»;

✓ маршрут тролейбуса № 12 повністю покриває траси маршрутів маршрутних таксі № 64, № 58 від зупинки «12 Школа» до зупинки «Театральна Площа» та частково покриває траси маршрутів № 49, № 66 від зупинки «ЦУМ» до зупинки «Пивзавод».

## РОЗДІЛ 4

### ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ТА ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

#### **4.1. Проблеми функціонування міського пасажирського транспорту в м. Рівне**

Виходячи з результатів аналізу функціонування системи громадського пасажирського транспорту та для досягнення встановлених ключових показників реорганізації маршрутної мережі, за сценарієм 1 передбачається:

- визначення групи маршрутів для заміни рухомого складу на рухомий склад великої пасажиромісткості;
- коригування інтервалів та графіків руху для групи діючих маршрутів без істотного коригування трас маршрутів;
- припинення діяльності низькорентабельних та проблемних, з точки зору кількості задіяного рухомого складу, маршрутів та маршрутів, що мають значну ступінь дублювання.

Першим кроком по оптимізації маршрутної мережі є заміна рухомого складу маршрутних засобів.

Запропонована мережа характеризується наявністю декількох потужних маршрутів, для яких необхідно розглянути можливість використання рухомого складу великої пасажиромісткості. Пропозиції, щодо маршрутів із заміною рухомого складу маршрутних засобів представлені в таблиці 4.1.

Для проведення ефективної заміни маршрутних таксі необхідно забезпечити при перевезенні високий рівень комфорту перевезень при надійності, регулярності руху та підвищенні швидкості перевезень. З цією метою пропонується змінити рухомий склад на маршрутах 39, 45, 49, 34, 53 (переважно обслуговують МТ марки «Богдан», «IVAN», «Еталон» загальною пасажиромісткістю 40) на автобуси великої пасажиромісткості (пасажиромісткістю 100 пасажирів). Схема групи маршрутів із заміною рухомого складу наведена в додатках.



## Заміна рухомого складу маршрутних засобів

Номер та назва маршруту	Збільшення пасажиромісткості								
	Довжина обороту, км	Експлуатаційна швидкість, км/год	Тривалість оборотного рейсу, хв	Пасажиромісткість	Кількість автобусів, од	Кількість оборотів на день для одного ТЗ	Інтервал руху, хв	Пробіг одного ТЗ, км/день	Сумарний пробіг, км
<b>39 Коновальця – Ювілейне</b>	22,9	18	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	12	<b>10</b>	274,8	2198,4
<b>45 Князя Романа – ЗОШ 19</b>	22,2	18	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	12	<b>10</b>	266,4	2131,2
<b>49 Енергетиків – Макарова</b>	30	18	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	10	<b>10</b>	300	3000
<b>34 Басівщина – Ювілейне</b>	22	18	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	12	<b>10</b>	264	2112
<b>53 Вербова – Басівщина</b>	21,2	18	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	12	<b>10</b>	254,4	2035,2
<b>Всього</b>					<b>42</b>				<b>11476,8</b>

При цьому траси маршрутів не змінюються (див. додатки), а змінюється кількість машин на маршруті. Наприклад, на маршруті 39 «Коновальця – Ювілейне» на сьогоднішній день працює 12 машин. Зі зміною рухомого складу кількість машин стане 8 одиниць. Такі зміни передбачаються і на решті маршрутів.

Змін зазнає лише траса маршруту 53 «вул. Вербова – Басівщина», шляхом продовження траси маршруту до зупинки Зоопарк.

Це дасть можливість скоротити кількість рухомого складу з 77 транспортних засобів різних марок та різної малої пасажиромісткості до 42 сучасних транспортних засобів великої пасажиромісткості. Інтервали руху встановлюються 10 хвилин.

Наступним кроком є зміна інтервалів руху на маршрутах маршрутних таксі за діючими схемами руху, яка представлена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

### Зміна інтервалів руху маршрутних таксі

Номер та назва маршруту	Довжина обороту, км	Експлуатаційна швидкість, км/год	Тривалість оборотного рейсу, хв	Пасажиромісткість	Кількість автобусів, од	Кількість оборотів на день для одного ТЗ	Інтервал руху, хв	Пробіг одного ТЗ, км/день	Сумарний пробіг, км
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Зміна інтервалів руху</b>									
<b>30 Волинської Дивізії - Енергетиків</b>	19,5	20	<b>60</b>	40	<b>5</b>	13	<b>14</b>	253,5	1267,5
<b>35 Будівельників - ЗОШ 19</b>	30,8	18	<b>102</b>	40	<b>11</b>	13	<b>10</b>	400,4	4404,4
<b>37 Мельника – Севастопольська</b>	14,8	18	<b>50</b>	40	<b>6</b>	11	<b>10</b>	162,8	976,8
<b>38 Коновальця – Агроресурс</b>	18,5	20	<b>60</b>	40	<b>8</b>	13	<b>8</b>	240,5	1924
<b>38А Коновальця – Агроресурс</b>	18,5	20	<b>60</b>	40	<b>8</b>	13	<b>8</b>	240,5	1924
<b>41 Волинської Дивізії – Зоопарк</b>	18	20	<b>55</b>	40	<b>5</b>	14	<b>12</b>	252	1260

Закінчення таблиці 4.2

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>43 Олексинська – Басів Кут</b>	18,2	17	<b>65</b>	18	<b>5</b>	12	<b>15</b>	218,4	1092
<b>47 Льонокомбінат – Аеропорт</b>	30,7	23	<b>80</b>	40	<b>8</b>	11	<b>10</b>	337,7	2701,6
<b>51 Льонокомбінат – Млинівська</b>	21,8	20	<b>66</b>	40	<b>7</b>	12	<b>10</b>	261,6	1831,2
<b>57 Коновальця – ПМК-100</b>	16,5	20	<b>55</b>	40	<b>6</b>	14	<b>10</b>	231	1386
<b>58 Рівненська – Тиннівська</b>	32,1	23	<b>84</b>	40	<b>9</b>	10	<b>10</b>	321	2889
<b>61 Новий двір – Ювілейне</b>	22,4	23	<b>60</b>	40	<b>8</b>	13	<b>8</b>	291,2	2329,6
<b>61А Корнинська – Ювілейне</b>	23,8	24	<b>60</b>	40	<b>8</b>	13	<b>8</b>	309,4	2475,2
<b>65 Мельника – РЗТО</b>	26	20	<b>80</b>	40	<b>6</b>	10	<b>15</b>	260	1560
<b>66 Онкодиспансер – Червоногірська</b>	21	20	<b>65</b>	40	<b>7</b>	11	<b>10</b>	231	1617
<b>67 Коновальця – Павлюченка</b>	20,5	18	<b>70</b>	40	<b>6</b>	12	<b>12</b>	246	1476
<b>Всього</b>					<b>113</b>				<b>31114,3</b>

Третій крок за сценарієм 1 передбачає зміну трас маршрутів 31 та 1, характеристика яких представлена в таблиці 4.3. Траси маршрутів подано в додатках.

Маршрут 31 «Щасливе – ТЦ Чайка» було запущено з квітня до липня у тестовому режимі. Насамперед маршрут мав забезпечити вивіз мешканців з району «Щасливе». Основна траса маршруту проходила по вулицях Чорновола, Карнаухова, Відінській, Степана Бандери, Княгині Ольги, Київській, по Костромській і на Гагаріна до «Чайки». Маршрут непрямолінійним. Через невдало організований рух маршрут був незручним для мешканців району (більшість не змінило спосіб пересування). Ще однією з причин непопулярності маршруту стали великі інтервали руху (20–30 хв) та мала кількість машин на маршруті.

Проведені дослідження показали, що потреба в транспорті залишилася не задоволеною. У зв'язку з цим пропонується відновити маршрут зі зміненою схемою руху, яка буде прив'язана до основних точок тяжіння на маршрутній мережі міста Рівне Маршрут 1 «Льонокомбінат – Ювілейне», повністю дублював маршрут 51 «Льонокомбінат-Ювілейне».

Таблиця 4.3

### Зміна трас маршруту

Номер та назва маршруту	Довжина обороту, км	Експлуатаційна швидкість, км/год	Тривалість оборотного рейсу, хв	Пасажиромісткість	Кількість автобусів, од	Кількість оборотів на день для одного ТЗ	Інтервал руху, хв	Пробіг одного ТЗ, км/день	Сумарний пробіг, км
<b>31 Щасливе – Чайка</b>	14,6	20	<b>45</b>	40	<b>5</b>	15	<b>10</b>	219	1095
<b>71 (К) Льонокомбінат – смт Квасилів</b>	23,2	25	<b>60</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	15	<b>12</b>	348	1740

Тому пропонується змінити маршрут 1 «Льонокомбінат – Ювілейне» на маршрут 71 (К) «Льонокомбінат – смт Квасилів» (додаток Щ). Організація руху по маршруту забезпечить пересування мешканців з периферійних районів до центру. А також мешканці матимуть змогу з центру виїхати до мікрорайонів Щасливе, Новий двір та Квасилів. Перевагою маршруту є діючі автобуси (пасажиромісткість 100). При зміні маршруту пропонується змінити кількість автобусів – з двох діючих на п'ять).

Проведена оцінка дублювання маршрутів громадського транспорту показала 95 % дублювання маршрутів 56 та 64 по маршрутній мережі як маршрутних таксі, так і тролейбусів. Закриття маршрутів не вплине провізну здатність по мережі. Закриття маршруту 35А «Будівельників – ЗОШ 19» обумовлено дублюванням маршруту 35 «Будівельників – ЗОШ 19» на 95 %. Закриття маршруту 42 «ЗОШ 19 – Автовокзал» обумовлено не популярністю маршруту через великі інтервали руху, малу кількість маршрутних таксі, а також низькою рентабельністю для перевізника.

За результатами оцінки визначено показники ефективності реорганізації маршрутної мережі (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4

### Ключові показники ефективності реорганізації маршрутної мережі

Назва показника	Існуючий варіант	Проектний варіант
Кількість маршрутів мережі	27	23
Сумарна довжина маршрутної мережі, км	96,7	96,7
Сумарна довжина маршрутів, км	314	291,6
Маршрутний коефіцієнт	3,2	3
Сумарна кількість автобусів, од	229	165
Кількість автобусів великої пасажиромісткості, од	2	47
Структура рухомого складу автобусів (100пас/40пас), %	36/61	28/72
Сумарний пробіг автобусів на маршрутах за день, км	47600	45426

Як показують дані таблиці, після оптимізації пробігу та оновленні рухомого складу, зокрема заміні маршрутних таксі на автобуси великої пасажиромісткості без істотного коригування трас маршрутів, ключові показники оцінки маршрутної мережі мають тенденцію до підвищення рівня її ефективності.

Таблиця 4.5

## Техніко-експлуатаційні показники роботи мережі

Номер та назва маршруту	Довжина обороту, км	Експлуатаційна швидкість, км/год	Тривалість оборотного рейсу, хв	Пасажиромісткість	Кількість автобусів, од	Кількість оборотів на день для одного ТЗ	Інтервал руху, хв	Пробіг одного ТЗ, км/день	Сумарний пробіг, км
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Зміна інтервалів руху								
30 Волинської Дивізії - Енергетиків	19,5	20	60	40	5	13	14	253,5	1267,5
35 Будівельників - ЗОШ 19	30,8	18	102	40	11	13	10	400,4	4404,4
37 Мельника - Севастопольська	14,8	18	50	40	6	11	10	162,8	976,8
38 Коновальця - Агроресурс	18,5	20	60	40	8	13	8	240,5	1924
38А Коновальця - Агроресурс	18,5	20	60	40	8	13	8	240,5	1924
41 Волинської Дивізії - Зоопарк	18	20	55	40	5	14	12	252	1260
43 Олексинська – Басів Кут	18,2	17	65	18	5	12	15	218,4	1092

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
47 Льонокомбінат - Аеропорт	30,7	23	80	40	8	11	10	337,7	2701,6
51 Льонокомбінат - Млинівська	21,8	20	66	40	7	12	10	261,6	1831,2
57 Коновальця – ПМК-100	16,5	20	55	40	6	14	10	231	1386
58 Рівненська - Тиннівська	32,1	23	84	40	9	10	10	321	2889
61 Новий двір - Ювілейне	22,4	23	60	40	8	13	8	291,2	2329,6
61А Корнинська - Ювілейне	23,8	24	60	40	8	13	8	309,4	2475,2
65 Мельника – РЗТО	26	20	80	40	6	10	15	260	1560
66 Онкодиспансер - Червоногірська	21	20	65	40	7	11	10	231	1617
67 Коновальця - Павлюченка	20,5	18	70	40	6	12	12	246	1476
<b>Всього</b>					<b>113</b>				<b>31114,3</b>
	<b>Збільшення пасажиромісткості</b>								
<b>39 Коновальця - Ювілейне</b>	22,9	18	80	100	8	12	10	274,8	2198,4

Закінчення таблиці 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
45 Князя Романа - ЗОШ 19	22,2	18	75	100	8	12	10	266,4	2131,2
49 Енергетиків - Макарова	30	18	100	100	10	10	10	300	3000
34 Басівщина - Ювілейне	22	18	75	100	8	12	10	264	2112
53 Вербова - Басівщина	21,2	18	75	100	8	12	10	254,4	2035,2
<b>Всього</b>					<b>42</b>				<b>11476,8</b>
	<b>Зміна схем руху</b>								
31 Щасливе - Чайка	14,6	20	45	40	5	15	10	219	1095
71 (К) Льонокомбінат - с/мт Квасилів	23,2	25	60	100	5	15	12	348	1740
<b>Усього по мережі</b>					<b>165</b>				<b>45426,1</b>
	<b>Припинення діяльності маршрутів</b>								
	35А Будівельників - ЗОШ 19 42 ЗОШ 19 - Автовокзал 56 Залізничний вокзал - АС Чайка 64 Залізничний вокзал - Рівненська								





Рис. 4.1. Провізна здатність ділянок маршрутної мережі за сценарієм 1

## 4.2. Заходи щодо удосконалення транспортної інфраструктури

Теоретичні передумови розрахунку кількості рухомого складу та його пасажиромісткості на маршрутах сполучення, з метою дотримання встановлених норм транспортного обслуговування населення полягають в наступному.

Теоретичні підходи до розрахунку кількості рухомого складу та його пасажиромісткості на маршрутах сполучення полягають в наступному:

1) Аналіз пасажиропотоків. Першим кроком є аналіз потужності пасажиропотоків на конкретному маршруті. Це може включати дослідження кількості пасажирів, що використовують маршрут в різні часові інтервали, а також прогнозування зростання або зниження цього потоку у майбутньому.

2) Вибір оптимальної місткості автобуса. На основі аналізу пасажиропотоків потрібно визначити оптимальну місткість автобуса для задоволення попиту на пасажирські перевезення. Це може включати використання автобусів різних моделей і місткості, з урахуванням ефективності їх використання на конкретному маршруті.

3) Балансування місткості та часу очікування. Потрібно збалансувати місткість автобусів з часом очікування пасажирів. Це означає, що на маршрутах з великим пасажиропотоком можуть бути використані автобуси великої місткості, а на маршрутах з меншим пасажиропотоком – автобуси меншої місткості, для забезпечення оптимального балансу між заповненістю автобуса і часом очікування пасажирів.

4) Врахування пікових періодів. Під час розрахунку кількості рухомого складу необхідно враховувати пікові періоди, коли пасажиропотік може значно зростати. У цих періодах можуть використовуватися додаткові автобуси або збільшуватися частота руху.

5) Оптимізація роботи рухомого складу. Важливо оптимізувати роботу автопарку, забезпечуючи ефективне використання автобусів і мінімізуючи зайві витрати, такі як зайве завантаження вулиць і зайве очікування пасажирів.

Для перевезення пасажирів можуть бути використані автобуси різних моделей і місткості. Проте ефективність їх використання далеко

неоднакова, якщо номінальна місткість не відповідатиме фактичній потужності пасажиропотоків на маршруті. Використання автобусів малої місткості при великій потужності пасажиропотоків збільшує потрібну кількість транспортних засобів, підвищує завантаження вулиць і потребу у водіях.

Застосування ж автобусів великої місткості на напрямках з пасажиропотоками малої потужності призводить до значних інтервалів руху автобусів і зайвих витрат часу пасажирів на очікування.

Залежно від потужності пасажиропотоку під час пікових періодів вибирається орієнтовне значення місткості автобуса за табл. 4.6

Таблиця 4.6

**Залежність між пасажиропотоком та потрібною (рекомендованою) пасажиромісткістю автобусів**

Пасажиропотік, пас./год.	Місткість автобуса, пас.
200–1000	40
1000–1800	65
1800–2600	80
2600–3800	100
3800 і вище	160

Номінальну місткість можна встановити через заданий інтервал руху в години «пік» ( $I_{\min} = 3-4$  хв) та максимальну величину пасажиропотоку:

$$q_i = \frac{Q_{\max} * I_{\min}}{60} \quad (4.1)$$

де  $Q_{\max}$  - максимальна потужність пасажиропотоку, пас./год.

Маючи залежності:

$$l_a = \frac{t_{об}}{A_M}, \quad (4.2)$$

де  $l_a$  - інтервал руху, хв.;

$t_{об}$  - час обороту автобуса на маршруті, хв.;

$A_M$  - кількість автобусів на маршруті.

$$t_{об} = \frac{60 * l_M}{q_H}, \quad (4.3)$$

де  $l_M$  - довжина маршруту, км;

$V_e$  - експлуатаційна швидкість руху, км/год.,

можна визначити для будь-якого годинного пасажиропотоку кількість автобусів на маршруті та інтервал руху. Зв'язок між пасажиропотоком і кількістю автобусів на маршруті розраховується за формулою:

$$A_M = \frac{Q_{об max}}{q_H} \quad (4.4)$$

де  $Q_{max}$  - максимальна потужність пасажиропотоку, пас./год.;

$q_H$  - номінальна місткість автобуса, пас.

Час обороту можна обчислювати за формулою:

$$t_{об} = \frac{120 * l_M}{q_H} + 2 * n * t_з + t_к$$

де  $l_M$  - довжина маршруту, км;

$V_T$  - технічна швидкість, км/год.;

$n$  - число проміжних зупинок;

$t_з$  - час простою на проміжній зупинці, хв.;

$t_к$  - час простою на кінцевих зупинках, хв.

Максимальний випуск автобусів повинен проводитися за весь період «пікової» зони, яка має тривалість 2–4 години.

Мінімальна кількість автобусів, яку необхідно мати на маршруті ( $A_{min}$ ) розраховується виходячи з максимально допустимого інтервалу руху автобусів в години спаду пасажиропотоків за формулою:

$$A_{min} = \frac{Q_{об max}}{q_H} \quad (4.6)$$

Годинна кількість автобусів на маршруті за характерними періодами доби повинна бути по можливості однаковою.

Потрібне число автобусів за кожною годиною визначається згідно виразу:

$$A_{роз} = \frac{Q_{роз} * t_{об} * K_T}{q_H * T * \gamma_H} \quad (4.7)$$

де  $A_{роз}$  - необхідне число автобусів по конкретній годині;

$Q_{роз}$  - значення пасажиропотоку в годину періоду руху, що розраховується;

$t_{об}$  - час обороту автобуса на маршруті;

$K_T$  - коефіцієнт внутрішньогодинної нерівномірності руху  $K_T = 1,1$ ;

$q_H$  - номінальна місткість вибраного типу автобуса;

$T$  - період часу представлення інформації  $T = 1$ ;

$\gamma_H$  - розрахункове значення коефіцієнта наповнення.

Інтервал руху, як і число автобусів, на лінії змінюється за годинами періоду руху залежно від величини пасажиропотоків і визначається залежністю:

$$l_{роз} = \frac{t_{об}}{A_{роз}} \quad (4.8)$$

де  $l_{роз}$  - інтервал руху автобусів для певної години періоду руху.

Розрахункові значення параметрів роботи маршрутної мережі в цілому, та окремих маршрутів громадського транспорту зокрема, наведено в табличній формі при розгляді різних сценаріїв реорганізації маршрутної мережі.

Оновлення рухомого складу із зміною трас маршрутів, зміна схем руху, зміна інтервалів руху на маршрутах громадського транспорту передбачає:

– організація маршрутів сполучення з рухомим складом великої пасажиромісткості, шляхом реорганізації діючих маршрутів з високим рівнем дублювання;

– зміна схем руху групи діючих маршрутів з метою зменшення дублювання;

– зміна інтервалів руху без коригування схем руху;

– припинення діяльності низькорентабельних та проблемних, з точки зору кількості задіяного рухомого складу, маршрутів та маршрутів, що мають значну ступінь дублювання.

На основі аналізу діючих схем маршрутів, на яких спостерігається значне дублювання виділено маршрути під реорганізацію: 39, 67, 1, 51, 64, 49, 56, 53, 34, 30 та тролейбусів 2, 7, 12, 1, 10, 4а, 9а, 4, 9 на 90–95 %.

Зміна маршрутів передбачає заміну рухомого складу маршрутних таксі на автобуси із більшою пасажиромісткістю. При цьому кількість машин із 136 скоротиться до 50, а сумарний пробіг за день зменшиться скоротиться 1,5 рази. При реалізації сценарію 2 пропонується організувати 6 нових маршрутів:

A20 «Макарова – Вокзал – Північний» (шляхом реорганізації маршрутів М39 «Північний-Ювілейний» через залізничний вокзал та М67 «Північний- Павлюченка»);

A21 «Ювілейний – Льонокомбінат» (шляхом реорганізації маршрутів М51 «Льонокомбінат-Ювілейний» та А1 «Льонокомбінат-Ювілейний»);

A22 «Макарова – Соборна - Кладовище» (шляхом реорганізації маршрутів М49 «Енергетиків-Макарова»);

М64 «Залізничний вокзал - Рівненська»);

A23 «Макарова – Бандери – Рівненська» (шляхом реорганізації маршрутів М49 «Енергетиків-Макарова»);

A27 «Вербова-Соборна-Зоопарк» (шляхом реорганізації маршрутів М53

«Вербова - НВО Потенціал» та М34 «Басівщина – Ювілейне»).

A28 «Північний -Кладовище» (шляхом реорганізації маршрутів М30 «Волинської Дивізії – Енергетиків» та М 57 «Коновальця – ПМК –100»).

Техніко-експлуатаційні показники нових організованих маршрутів наведено в табл. 4.6.

Схеми трас маршрутів представлено на додатках.

На групі маршрутів пропонується зміна схем руху, що зменшить коефіцієнт дублювання. Відповідно до зміни схем руху, відображені зміни техніко-експлуатаційних показників роботи групи маршрутів наведено в таблиці 4.7.

При зміні організації руху на маршрутах зменшиться кількість маршрутних таксі. Сумарний пробіг за день становитиме 13667,2 км.

Зі зміною схем руху діяльність маршрутів 42, 56, 64 є недоцільною через високий відсоток дублювання.

Таблиця 4.6

**Техніко-експлуатаційні показники маршрутів з рухомим складом великої пасажиромісткості**

Номер та назва маршруту	Довжина обороту, км	Тривалість оборотного рейсу, хв	Пасажиромісткість	Кількість автобусів, од	Кількість оборотів на день для одного ТЗ	Інтервал руху, хв	Пробіг одного ТЗ, км/день	Сумарний пробіг, км	Дублюючі маршрути, що підлягають реорганізації
<b>Реорганізація маршрутів із заміною рухомого складу автобусами великої пасажиромісткості</b>									
A20 «Макарова - Вокзал - Північний»	30	90	100	10	10	9	300	3000	M39, M67
A21 «Ювілейне - Льонокомбінат»	24	72	100	9	13	8	312	2808	A1, M51, M56
A22 «Макарова - Соборна - Кладовище»	30	90	100	7	10	13	300	2100	M49
A23 «Макарова - Бандери - Рівненська»	30	90	100	7	10	13	300	2100	M64
A27 «Вербова - Соборна - Зоопарк»	24	72	100	9	13	8	312	2808	M34, M53
A28 «Північний - Кладовище»	22	66	100	8	14	8	308	2464	M30, M57, T4, T9
<b>Всього</b>				<b>50</b>				<b>15280</b>	

**Характеристика техніко-експлуатаційних показників роботи  
групи маршрутів при змін схем руху**

Номер та назва маршруту	Довжина обороту, км	Тривалість оборотного рейсу, хв	Пасажиромісткість	Кількість автобусів, од	Кількість оборотів на день для одного ТЗ	Інтервал руху, хв	Пробіг одного ТЗ, км/день	Сумарний пробіг, км
<b>31 Щасливе – Чайка</b>	22,4	<b>67</b>	40	<b>6</b>	12	<b>11</b>	268	1612,8
<b>43 “Басів Кут – вул. Олексинська”</b>	24,2	<b>73</b>	40	<b>6</b>	12	<b>12</b>	290	1742,4
<b>61 “Новий двір – с. Ювілейне”</b>	23,8	<b>71</b>	40	<b>6</b>	12	<b>12</b>	285	1713,6
<b>47 “Льонокомбінат – Аеропорт”</b>	30,4	<b>91</b>	40	<b>10</b>	9	<b>9</b>	273	2736
<b>58 “вул. Рівненська – вул. Тиннівська”</b>	37	<b>111</b>	40	<b>8</b>	8	<b>14</b>	296	2368
<b>66 “Онкодиспансер – вул. Червоногірська”</b>	19,4	<b>58</b>	40	<b>8</b>	12	<b>7</b>	232	1862,4
<b>70К «Залізничний вокзал - Квасилів»</b>	17	<b>51</b>	40	<b>8</b>	12	<b>7</b>	204	1632
<b>Всього</b>				<b>52</b>				<b>13667,2</b>

В табл. 4.8 наведено характеристики техніко-експлуатаційних показників роботи групи маршрутів, для яких пропонується внести зміни щодо інтервалів руху без зміни схем руху.



**Характеристика техніко-експлуатаційних показників роботи  
групи маршрутів із зміною інтервалів руху**

Номер та назва маршруту	Довжина обороту, км	Тривалість оборотного рейсу, хв	Пасажиромісткість	Кількість автобусів, од	Кількість оборотів на день для одного ТЗ	Інтервал руху, хв	Пробіг одного ТЗ, км/день	Сумарний пробіг, км
37 “А.Мельника – вул. Севастопольська”	14,8	68	40	9	11	8	162,8	1465,2
38/38А “Є.Коновальця – ЗАТ «Агроресурс»”	18,5	70	40	20	12	4	222	4440
35 “Будівельників – ЗОШ №19”	31	111	40	8	12	14	372	2976
65 “Є.Коновальця – РЗТО”	26	90	40	6	9	15	234	1404
41 “А. Мельника – Зоопарк”	18	60	40	5	13	12	234	1170
45 “Кн.Романа – ЗОШ №19”	24	72	40	10	11	7	264	2640
<b>Всього</b>				<b>58</b>				<b>14095,2</b>

При цьому, ключові показники ефективності реорганізації маршрутної мережі за сценарієм 2, в порівнянні із поточним станом становлять:

	<b>ПОТОЧНИЙ СТАН</b>	<b>ПРОПОЗИЦІЇ ЗА СЦЕНАРІЄМ 2</b>
Кількість маршрутів мережі	<b>27</b>	<b>20</b>
Сумарна довжина маршрутної мережі, км	<b>96,7</b>	<b>96,7</b>
Сумарна довжина маршрутів, км	<b>314</b>	<b>282,7</b>
Маршрутний коефіцієнт	<b>3,2</b>	<b>2,9</b>
Сумарна кількість автобусів, од.	<b>229</b>	<b>160</b>
Кількість автобусів великої пасажиромісткості, од.	<b>2</b>	<b>50</b>
Структура РС за пасажиромісткістю (100пас./40пас.), %	<b>1 / 99</b>	<b>31 / 69</b>
Сумарний пробіг автобусів на маршрутах за день, км	<b>47600</b>	<b>43042</b>

Провізні здатності маршрутної мережі наведено на рис. 4.1, а основні техніко-експлуатаційні показники маршрутної мережі з урахуванням змін рухомого складу наведено в табл. 4.9.

### **4.3. Порівняльна оцінка ключових показників ефективності маршрутної мережі**

Оптимізація маршрутної мережі передбачає заміну маршрутних таксі на автобуси великої пасажиромісткості, заміною схем та графіків руху та припинення діяльності маршрутів, які мають значне дублювання. Рекомендації з реорганізації маршрутної мережі враховують величини попиту та пропозиції на транспортні послуги.

На сьогодні на маршрутній мережі міста Рівне працює 227 маршрутних таксі, 2 автобуси та 89 тролейбусів.

За сценарієм 1 пропонується змінити кількість рухомого складу на маршрутній мережі: 47 автобусів з пасажиромісткістю 100; 118 маршрутних таксі із пасажиромісткістю 40.

За сценарієм 2 пропонується змінити кількість рухомого складу на маршрутній мережі: 50 автобусів з пасажиромісткістю 100; 110 маршрутних таксі із пасажиромісткістю 40.

## Техніко-експлуатаційні показники роботи мережі за сценарієм 2

Номер та назва маршруту	Довжина обороту, км	Тривалість оборотного рейсу, хв	Пасажиромісткість	Кількість автобусів, од	Кількість оборотів на день для одного ТЗ	Інтервал руху, хв	Пробіг одного ТЗ, км/день	Сумарний пробіг, км	Дублюючі маршрути, що підлягають реорганізації
<b>Реорганізація маршрутів із заміною рухомого складу автобусами великої пасажиромісткості</b>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>A20 «Макарова – Вокзал - Північний»</b>	30	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>10</b>	10	<b>9</b>	300	3000	<i>M39, M67 A1, M51, M56 M49 M64 M34, M53 M30, M57, T4, T9</i>
<b>A21 «Ювілейне - Льонокомбінат»</b>	24	<b>72</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	13	<b>8</b>	312	2808	
<b>A22 «Макарова – Соборна - Кладовище»</b>	30	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	10	<b>13</b>	300	2100	
<b>A23 «Макарова – Бандери - Рівненська»</b>	30	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>7</b>	10	<b>13</b>	300	2100	
<b>A27 «Вербова – Соборна - Зоопарк»</b>	24	<b>72</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	13	<b>8</b>	312	2808	

Продовження таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A28 «Північний – Кладовище»	22	66	100	8	14	8	308	2464	
<b>Всього</b>				<b>50</b>				<b>15280</b>	
	<b>Зміна інтервалів руху</b>								
37 “А.Мельника – вул. Севастопольська”	14,8	68	40	9	11	8	162,8	1465,2	
38/38А “Є.Коновальця – ЗАТ «Агроресурс»”	18,5	70	40	20	12	4	222	4440	
35 “Будівельників – ЗОШ №19”	31	111	40	8	12	14	372	2976	
65 “Є.Коновальця – РЗТО”	26	90	40	6	9	15	234	1404	
41 “А. Мельника – Зоопарк”	18	60	40	5	13	12	234	1170	
45 “Кн.Романа – ЗОШ №19”	24	72	40	10	11	7	264	2640	
<b>Всього</b>				<b>58</b>				<b>14095,2</b>	
	<b>Зміна схем руху</b>								
31 Щасливе - Чайка	22,4	67	40	6	12	11	268,8	1612,8	
43 “Басів Кут – вул. Олексинська”	24,2	73	40	6	12	12	290,4	1742,4	
61 “Новий двір – с. Ювілейне”	23,8	71	40	6	12	12	285,6	1713,6	
47 “Льонокомбінат – Аеропорт”	30,4	91	40	10	9	9	273,6	2736	

Закінчення таблиці 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
58 “вул. Рівненська – вул. Тиннівська”	37	111	40	8	8	14	296	2368	
66 “Онкодиспансер – вул. Червоногірська”	19,4	58	40	8	12	7	232,8	1862,4	
70К «Залізничний вокзал - Квасилів»	17	51	40	8	12	7	204	1632	
<b>Всього</b>				52				13667,2	
<b>Усього по мережі</b>				160				43042,4	
	<b>Припинення діяльності маршрутів</b>								
	42 ЗОШ 19 - Автовокзал								
	35А Будівельників – ЗОШ №19								

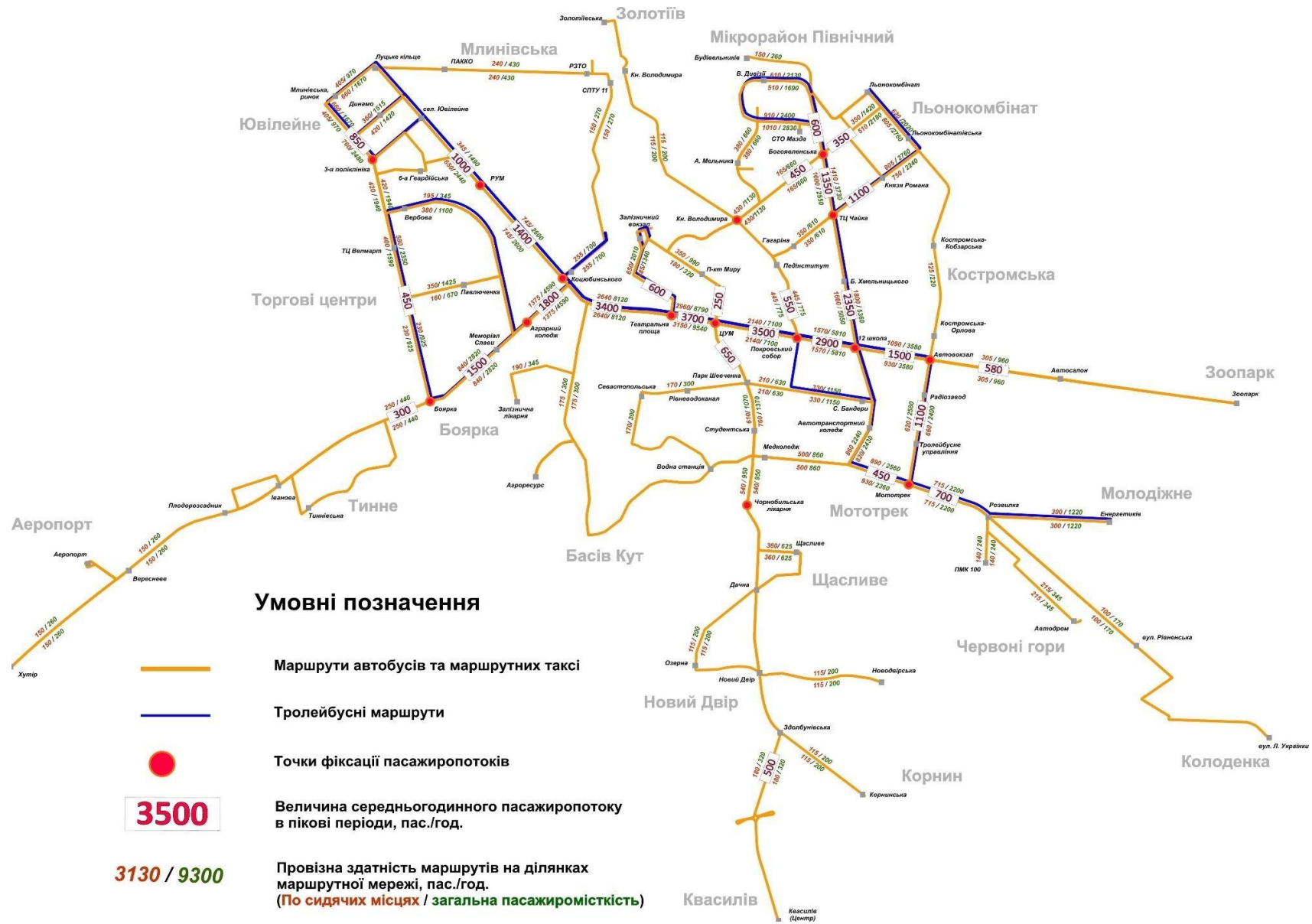
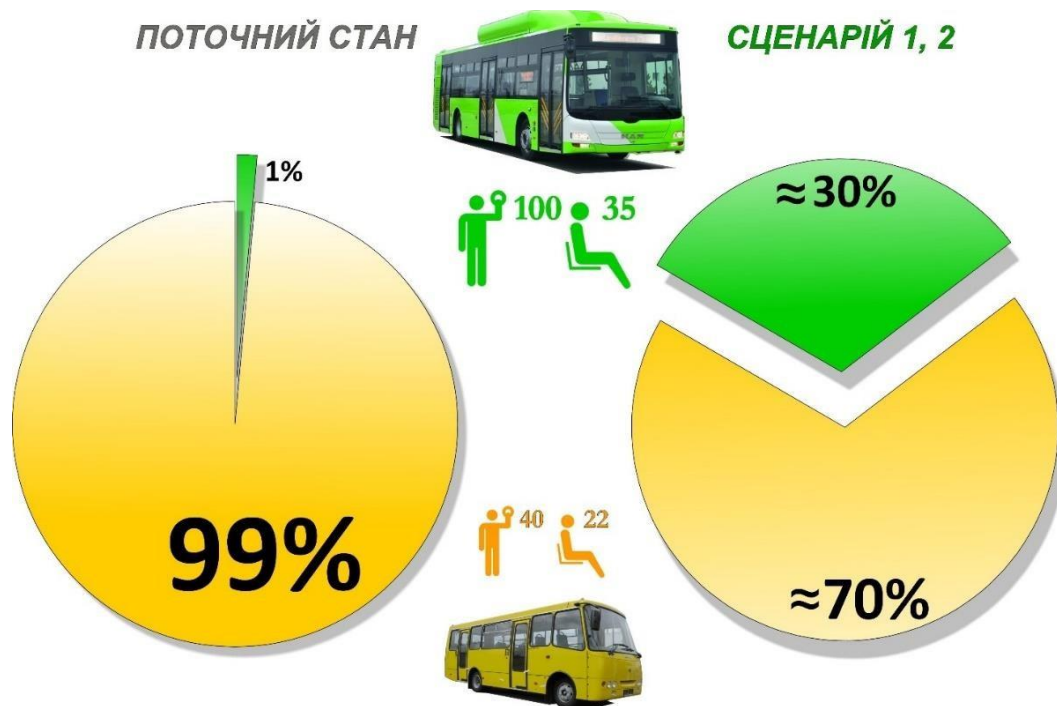


Рис. 4.1. Провізна здатність ділянок маршрутної мережі



**Рис. 4.2.** *Оновлення складу громадського транспорту за пасажиромісткістю*

Структура парку транспортних засобів, задіяних для обслуговування маршрутної мережі громадського транспорту зміниться, порівняно з поточним станом (див. рис. 2.17), з доведенням частки автобусів великої пасажиромісткості до 70 %.

Ключові показники ефективності маршрутної мережі за сценаріями реорганізації наведено в табл. 4.10.

*Таблиця 4.10*

**Ключові показники ефективності маршрутної мережі за сценаріями реорганізації**

Назва показника	Значення за станами маршрутної мережі		
	Поточний стан	Сценарій 1	Сценарій 2
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Кількість маршрутів мережі	27	23	20
Сумарна довжина маршрутної мережі, км	96,7	96,7	96,7
Сумарна довжина маршрутів, км	306	291,6	282,7

Закінчення таблиці 4.10

1	2	3	4
Маршрутний коефіцієнт	3,17	3,0	2,9
Потрібна кількість автобусів, <i>од</i>	230	165	160
Кількість автобусів великої пасажиромісткості, <i>од</i> .	2	47	50
Структура РС за пасажиромісткістю (100 пас/ 40 пас), %	1/99	28/72	31/69
Сумарний пробіг автобусів на маршрутах за день, <i>км</i>	47600	45426	43042

З метою визначення шляхів реорганізації маршрутної мережі громадського транспорту визначено ключові показники ефективності запропонованих варіантів змін для досягнення раціональних параметрів роботи системи громадського транспорту міста Рівне.

Ключовими показниками реорганізації маршрутної мережі прийнято:

- сумарна кількість автобусів у мережі;
- частка автобусів великої пасажиромісткості;
- коефіцієнт дублювання маршрутів (маршрутний коефіцієнт);
- сумарний пробіг автобусів.

При цьому повинні виконуватись умови щодо виконання встановленої кількості оборотних рейсів на маршрутах пасажирського сполучення та забезпечуватись достатня провізна здатність маршрутів, з урахуванням величин пасажиропотоків та параметрів комфортності поїздок громадян. При реалізації запропонованих заходів можливо досягнути: зменшення кількості дублюючих маршрутів; зменшення маршрутного коефіцієнту; оновлення рухомого складу; зменшення сумарного пробігу автобусів на маршрутах за день.



## ВИСНОВКИ

У монографії розглянуті теоретичні та прикладні аспекти розвитку транспортної системи та об'єктів ТІ. Отримані наукові, методологічні та практичні результати надають підстави для наступних висновків:

1) Ефективне управління транспортною інфраструктурою є ключовим для розвитку будь-якої країни, включаючи Україну. Проблеми, такі як перевантаженість, зношеність та екологічне забруднення, потребують термінового вирішення. Стале покращення громадського транспорту може сприяти зменшенню транспортних заторів та підвищенню продуктивності системи. Недостатня увага до оновлення інфраструктури та технологічних засобів може призвести до подальших проблем і небезпеки для безпеки. Для успішного розвитку транспортної галузі необхідний комплексний підхід та співпраця між урядом, бізнесом та громадськістю.

2) Транспортна інфраструктура є ключовим елементом для соціально-економічного розвитку кожної територіальної системи, впливаючи на рух вантажів та пасажирів і сприяючи просторовому розвитку. Дослідження цієї інфраструктури залишається актуальним і проблемним, враховуючи різні підходи до її визначення та неоднозначне трактування. Визначення ТІ розглядається як сукупність споруд, будівель, систем і служб, що забезпечують функціонування економіки та повсякденного життя населення. Ця інфраструктура включає в себе різні види транспорту і відповідну інфраструктуру, необхідну для ефективного руху та обслуговування. Різноманітність підходів до її визначення відображає складність та важливість ролі ТІ в сучасному суспільстві.

3) Транспортна інфраструктура міста включає в себе різноманітні об'єкти та галузі, пов'язані з рухом пасажирів та вантажів, а також з утриманням цих об'єктів у належному стані. Серед основних категорій об'єктів ТІ можна виділити вулично-дорожню мережу, зовнішній транспорт (аеропорти, залізничні та річкові вокзали), міський пасажирський транспорт (метро, трамваї, тролейбуси, автобуси), об'єкти обслугову-

вання (депо, автотранспортні підприємства, таксопарки), автосервіс (автозаправочні комплекси, авторемонтні майстерні, мийки, гаражі, стоянки), транспортні розв'язки та пішохідні переходи, технічні засоби регулювання дорожнього руху та нові види транспорту, які можуть з'явитися внаслідок технологічних змін та розвитку суспільства. Ця класифікація обумовлена важливістю ролі транспортної інфраструктури як складової народногосподарської системи та транспортного комплексу регіону.

4) Управління вулично-дорожною мережею у сучасних містах є ключовим аспектом для забезпечення ефективного та безпечного руху транспортних потоків та пішоходів. Основними вимогами до функціонування такої мережі є мінімізація часу та витрат на переміщення, забезпечення безпеки руху та комфортних умов для користувачів.

5) Класифікація вулично-дорожньої мережі враховує її функціональність та інтенсивність руху для оптимізації планування міських просторів та зниження витрат пального. Україна також використовує інтенсивність руху як критерій для класифікації доріг.

6) Проблема транспортних заторів на вулично-дорожній мережі вимагає впровадження автоматизованих систем управління дорожнім рухом та диспетчерського контролю для оптимізації руху та зменшення затримок. Впровадження таких систем може значно підвищити ефективність функціонування мережі та покращити умови руху для всіх користувачів.

7) Забезпечення ефективної та безпечної роботи вулично-дорожньої мережі у містах передбачає впровадження комплексу організаційних та інженерно-технічних заходів. Планування міст та територій має передбачати єдину дорожньо-транспортну мережу для забезпечення зручних та безпечних зв'язків між різними функціональними зонами та містами. Вирішення організації громадського транспорту базується на прогнозу пасажиропотоків, і рекомендується використовувати комплексні схеми розвитку для міст з населенням понад 250 тисяч чоловік. При цьому, важливо враховувати провізну спроможність та швидкість різних видів транспорту. Параметри розміщення зупинок громадського транспорту мають бути визначені з урахуванням безпеки

та комфорту пасажирів, а також з урахуванням особливостей конкретних міських умов. У містах з багатокількісними пунктами перетину зовнішнього транспорту доцільно планувати об'єднані автовокзали для зручності пасажирів.

8) Враховуючи вищезазначені методичні підходи до оцінювання інтеграції ТІ України в євразійський економічний простір, можна зробити висновок, що успішна інтеграція потребує комплексного підходу та постійного моніторингу. Ретельний аналіз намірів і стратегій інших країн, врахування впливу нових технологій та стратегічне планування є ключовими етапами у визначенні пріоритетів та напрямків розвитку. Використання рейтингових показників та кореляційно-регресійного аналізу надає можливість об'єктивно оцінити поточний стан ТІ та виявити проблемні аспекти для подальшого вдосконалення. Однак важливо пам'ятати, що стратегічне планування повинно бути гнучким та адаптивним до змін у міжнародному та технологічному середовищі. Тільки такий підхід дозволить ефективно впроваджувати інтеграційні проекти та забезпечувати стабільний розвиток ТІ в контексті євразійського економічного простору.

9) Для розуміння та покращення ефективності та розвитку міських транспортних систем та розташування об'єктів ТІ надано характеристику методів, які застосовуються в наукових дослідженнях з цієї області. Розкрито методичні підходи до визначення показників функціонування міських пасажирських транспортних систем, зокрема розглядаються динамічні процеси розвитку міста та їх вплив на функціонування транспорту, моделі кореспонденцій пересувань населення та їх ефективність, а також моделювання попиту на пересування населення міським пасажирським транспортом.

10) Основна увага приділена маршрутизації громадського транспорту. Встановлено, що громадський транспорт відіграє ключову роль у забезпеченні різноманітних потреб пересування громадян по місту, а його ефективність напряму впливає на соціально-економічний розвиток міста. Моніторинг за останні роки виявив закриття деяких маршрутів громадського транспорту, зумовлене низькою популярністю та ефективністю, а також дублюванням з іншими маршрутами.

Наведено характеристики мережі електротранспорту та мережі маршрутних таксі, де особлива увага приділена рівню доступності та ефективності пересування для населення.

11) Дослідження транспортної системи м. Рівне показало, що маршрутна мережа є досить розгалуженою, що забезпечує охоплення більшості території міста. Однак густе покриття районів маршрутами призводить до дублювання деяких маршрутів, що може впливати на ефективність системи. Дублювання маршрутів створює зайву конкуренцію та перерозподіл пасажиропотоку між різними маршрутами, знижуючи наповнюваність транспортних засобів і їх використання. Надмірна пропозиція пасажиромісців та неузгодженість її з попитом також впливає на ефективність використання транспорту.

12) Міські перевезення мають забезпечувати зручність поїздки «від дверей до дверей», з врахуванням відносної короткочасності пересування порівняно з іншими фазами. Важливо враховувати, що на міський транспорт припадає більше часу поза ним, що може впливати на комфорт. Для оцінки рівня транспортного забезпечення маршрутної мережі міста проведено аналіз структури рухомого складу громадського транспорту, яка є різноманітна. Різноманітність полягає у різних марках транспортних засобів та пасажиромісткості, які працюють на маршрутах. Більшість маршрутних таксі у Рівному працюють на дизельному паливі, що становить 96 %, з лише 4 % на газу. Ця різноманітність впливає на комфорт і зручність подорожей, хоча старіння парку може стати проблемою.

13) Для оптимізації громадського транспорту важливо узгодити пропозицію та попит на перевезення, шляхом коригування схем та графіків руху. Ефективність перевезень пасажирів у міському транспорті залежить від правильного підбору рухомого складу та його пасажиромісткості на маршрутах. Невідповідність місткості автобусів до фактичного пасажиропотоку може призвести до зайвого завантаження вулиць і збільшення кількості транспортних засобів та водіїв. Зміна маршрутів і параметрів роботи мережі може покращити ситуацію, зокрема, за допомогою організації маршрутів з великою пасажиромісткістю та реорганізації існуючих маршрутів з високим рівнем дублювання.

Пропонується реалізація нових маршрутів та зміна схем руху для оптимізації роботи мережі та зменшення дублювання. Такі заходи спрямовані на покращення якості транспортного обслуговування мешканців міста.

14) Після аналізу маршрутної мережі громадського транспорту міста Рівне та розгляду двох сценаріїв її оптимізації можна зробити наступні висновки. Оптимізація передбачає заміну маршрутних таксі на автобуси великої пасажиромісткості та зміну схем руху маршрутів. Результати вказують на можливе скорочення кількості маршрутів та автобусів, збільшення частки великої пасажиромісткості, а також зменшення загального пробігу автобусів на маршрутах. Ці заходи сприятимуть оптимізації системи громадського транспорту та покращенню якості обслуговування мешканців міста..

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Rosenstein-Rodan, P. N. (1961) Notes on the Theory of the «Big-Push». Economic Development for Latin America: proc. of a conf. held by the Intern. Econ. Assoc. edited by H. S. Ellis, H. C. Wallich. London: Macmillan. 60 p.
2. Singer, H. W. (1964) International Development: Growth and Change. New York: McGraw-Hill Book Co., 106 p.
3. Jochimsen, R. (1966) Theorie der Infrastruktur: Grundlagen der marktwirtschaftlichen Entwicklung. Tubingen: J.C.B. Mohr, 84 p.
4. Ivanova N. (2010) Henezys ekonomichnoi katehorii «infrastruktura» ta yii rol u suspilnomu podili pratsi [The genesis of the economic category «infrastructure» and its role in the social division of labor]. Efektyvna ekonomika – Efficient economy, no. 11. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=392> (accessed 12 May 2021).
5. Frischmann, B. M. (2013) Infrastructure: the social value of shared resources. New York: Oxford University Press, 436 p.
6. Ткаченко Н. Ю. Транспортна інфраструктура: сутність, функції та роль у забезпеченні економічних процесів. *Вісник ДонДУЕТ. Сер. Екон. науки.* 2006. № 4 (32). С. 56–61.
7. Ambrosius, G., Henrich-Franke, C. (2016) Integration of Infrastructures in Europe in Historical Comparison. Cham: Springer International Publishing, VII, 210 p.
8. Trunina I. M., Latyshev K. O. (2020) Problemy zabezpechennia konkurentospromozhnosti pidpriemstv transportnoi infrastruktury [Problems of ensuring the competitiveness of transport infrastructure enterprises]. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho – Bulletin of Mikhailo Ostrohradskyi KrNU*, 5–6 (124–125), pp. 24–30.
9. Садчикова І. Концептуальні положення обґрунтування сутності категорії «інфраструктура». *Проблеми і перспективи економіки та управління.* 2020. № 4(24). С. 155–169.

10. Богуславський О. В. Основні підходи до вивчення елементів ринкової інфраструктури у сучасній економіці та особливості їх застосування. *Теоретичні та прикладні питання економіки*. 2016. Вип. 1. С. 69–76
11. Рекуненко, І.І. Науково-методичні аспекти дослідження поняття «інфраструктура» як економічної категорії. *Економіка и управление*. 2012. № 3. С. 57–62.
12. Пирожков С. І. Методичні рекомендації щодо оцінки рівня економічної безпеки України. Київ: НІПНБ, 2003. 42 с
13. Международные транспортные коридоры Украины: сети и моделирование / А. А. Бакаев, С. И. Пирожков, В. С. Ревенко и др. Київ: КУЭТТ. 2003. Т. 1. 518 с.
14. Ложачевська О. М. Управління функціонуванням та розвитком транспортного комплексу регіону: монографія. Київ: НАУ, 2002. 248 с.
15. Покотиленко Р. В. Економічна безпека: концептуальне визначення та механізми забезпечення: монографія / НАН України, ін.-т. економіки промисловості. Донецьк, 2006. 408 с.
16. Пріоритетні напрями розвитку транспортної системи Західного регіону України в умовах європейської інтеграції. *Науковий вісник Волинського національного університету ім. Лесі Українки*. 2008. № 7. С. 284–291 (Серія: Економічні науки).
17. Садловська І. П. Стратегічне управління національною транспортною інфраструктурою України: монографія. Київ: П.П. «Сердюк В.Л.», 2011. 356 с.
18. Лавренюк Н. Ознаки транспортної інфраструктури в контексті співпраці Україна-ЄС. *Правове життя сучасної України*: у 2 т.: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 17 трав. 2019 р.) / відп. ред. Г. О. Ульянова. Одеса: ВД «Гельветика», 2019. Т. 2. С. 682–685.
19. Наказ «Про затвердження Методики визначення базового річного рівня споживання паливно-енергетичних ресурсів та житлово-комунальних послуг» від 06.07.2023 N 578). URL: [https://ips.ligazakon.net/document/view/re40287?an=9045&ed=2023\\_07\\_27](https://ips.ligazakon.net/document/view/re40287?an=9045&ed=2023_07_27)

20. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2015. Чинний від 01.04.2016. Київ: Мінрегіонбуд України, 2015. 104 с.
21. Про затвердження Концепції реформування транспортного сектору економіки / Постанова КМУ від 9.11.2000 р. № 1684. URL: <http://www.nau.kiev.ua/nau10/ukr/getcnt.php?uid=1049.1530.0&nobreak>
22. Фастовець О. О. Розвиток транспортної системи з найдавніших часів до початку ХХ ст. як чинник виникнення туристичної галузі. *Туристично-краєзнав. дослідж.* Київ: Держ. п-во «Нац. турист. організація», 2002. Вип. 4. С. 418–443.
23. Шестак О. І. Виробнича інфраструктура: суть, класифікація, специфічні риси у нових умовах господарювання. *Продуктивні сили і регіональна економіка: зб. наук. праць.* Київ: РВПС України НАН України. 2003. С. 190–196.
24. Потеева М. А. Роль транспортной системы в устойчивом развитии экономики Крыма. *Культура народов Причерноморья.* 2004. № 56. Т. 2. С. 123–131.
25. Соколова О. Є. Проблеми управління логістичною інфраструктурою підприємств. *Проблеми системного підходу в економіці: [електор. наук. фах. вид].* 2007. Вип. 2. URL: <http://www.nbuu.gov.ua/ejournals/PSPE/2007-2/index.html>
26. Пікулик О. Б. Пріоритетні напрями розвитку транспортної системи Західного регіону України в умовах європейської інтеграції. *Наук. вісн. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки.* 2008. № 7. С. 284–291 (Серія: Економічні науки).
27. Максимова С. Ю. и др. Инновационные технологии в управлении развитием транспортно-логистической инфраструктуры региона. *Инновации в экономике, управлении и образовании: монография.* Ставрополь: СИЭУ ФПГТУ, 2009.
28. Іксарова Н. О. Транспортна інфраструктура як компонент економічної безпеки України. *Економічний простір.* 2010. № 36. С. 55–61.
29. Шемаєв В. В. Теоретико-методологічні засади та пріоритети розвитку транспортної інфраструктури в системі економічної безпеки України: монографія. Київ: НУОУ, 2018. 366 с.



30. Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу (ТДК) України на середньостроковий період та до 2020 року. Київ, 1998.
31. Закон України «Про транспорт» від 10.11.1994 № 232/94-ВР. *Відомості Верховної Ради України* / від 20.12.1994. 1994 р., № 51, стаття 446.
32. Кононенко І. В., Овсянников Г. Г. Стан і перспективи розвитку пасажирського автотранспорту України на період до 2010 року: наук.-метод. видання. Київ: Укравтопром, 1999. 150 с.
33. Топчієв О. Г. Суспільно-географічні дослідження: методологія, методи, методики: навч. посіб. Одеса: Астропринт, 2005. 632 с.
34. Новікова О. Ф., Покотиленко Р. В. Економічна безпека: концептуальне визначення та механізми забезпечення: монографія / НАН України, ін.-т. економіки промисловості. Донецьк, 2006. 408 с.
35. Крикавський Є. В. Логістика і глобальна інфраструктура. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф.* Київ, 2002. С. 110–116.
36. Транспортна стратегія України на період до 2020 року. Затв. розпорядженням КМУ від 20.10.2010 № 2174–р. *Урядовий кур'єр*. 22.12.2010. № 240.
37. Кристопчук М. Є. Ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення: дис. ... канд. техн. наук. Харків: ХНАМГ, 2009. 214 с.
38. Вдовиченко В. О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи: автореф. дис. ... канд. тех. наук / НТУ. Київ, 2004. 21 с.
39. Гаврилов Е. В. та ін. Організація дорожнього руху. Київ: Знання України, 2007. 452 с.
40. Рейцен Е. А. Градостроительные основы построения автоматизированных систем управления дорожным движением. Містобудування та територіальне планування. 1998. № 2. С. 17–22.
41. Степанчук О. В. Методологічні основи підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міст. Проблеми

- міського середовища: наук.-практ. зб. Київ: НАУ, 2011. Вип. 6. С. 230–236.
42. ДБН 360-92 / Державні будівельні норми України. Містобудування. URL: [http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_360\\_92\\_ua/1-1-0-116](http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/dbn_360_92_ua/1-1-0-116)
43. Копитков Д. М. Щодо питання одержання моделі з вибору пасажирями шляху пересування. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. Харків, 2010. № 1–2 (43). С. 42–48.
44. Денисенко О. В., Бубиніна Н. С. Аналіз методів моделювання процесів функціонування міської пасажирської транспортної мережі. *Інноваційні технології та перспективи розвитку транспорту, автомобільної і дорожньо-будівельної галузей промисловості (іноземними мовами)*: зб. матеріалів конференцій. Харків: Цифра принт, 2011. С. 22–26.
45. Гецович Є. М., Засядько Д. В., Панін В. М. Коригування матриці транзитних транспортних кореспонденцій у центральних частинах міст. *Вестник ХНАДУ*. 2013. Вып. 61–62. С. 60–63.
46. Горбачов П. Ф. Нова концепція моделювання потреб населення у трудових пересуваннях міським пасажирським транспортом. *Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2009. № 27. С. 210–214.
47. Горбачов П. Ф. Сучасні наукові підходи до організації роботи маршрутного пасажирського транспорту в містах: монографія. Харків: ХНАДУ, 2009. 196 с.
48. Любий Є. В. Метод обстеження пасажиропотоків у малих містах. *Зб. наук. праць*. Харків: УкрДАЗТ, 2008. Вип. 99. С. 161–167.
49. Погребняк Е. Б., Самойленко Н. И. Анализ методов формирования матрицы корреспонденций транспортной сети города. *Коммунальное хозяйство городов: научно-технический сборник*. 2006. № 69. С. 121–126.
50. Івасенко В. В., Панкеєва А. М. Сучасне проектування вулично-дорожньої мережі населених пунктів: конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та

- заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 41 с.
51. Любий Є. В., Россолов О. В. Формування моделі попиту на пересування населення малих міст маршрутним пасажирським транспортом. *Комунальне господарство міст*. 2013. № 107. С. 422–426.
  52. Маруніч В. С., Вакарчук І. М., Харута В. С. Автоматизований метод обстеження кореспонденцій та пасажиропотоків на маршрутах транспорту загального користування. *Коммунальное хозяйство городов: научно-технический сборник*. 2012. № 103. С. 343–351.
  53. Назаренко Л. А., Рославцев Д. М., Цибулько А. М. Дослідження ергономічних аспектів при доставці вантажів автомобільним транспортом. *Коммунальное хозяйство городов*. Харків: ХНУМГ, 2012. Вып. 105. С. 398–402.
  54. Плешкановська А. М. Функціонально-планувальна оптимізація використання міських територій: монографія. Київ: Ін-т Урбаністики, 2005. 190 с. ISBN 966-581-825-2.
  55. Методичний посібник з розробки та впровадження Правил використання забудови території міст / В. Гусаков, Ю. Білоконь, В. Нудельман, О. Вашкулат. Київ, 1998. 79 с.
  56. Осітнянко А. П. Планування розвитку міста: монографія. Київ: КНУБА, 2001. 460 с. ISBN 966-627-024-2.
  57. Планування і забудова міських і сільських поселень / Держбуд України: ДБН 360-92\*\*. Київ: Укрархбудінформ, 2002. 108 с.
  58. Воркут Т. А. Проектний аналіз. Київ: Укр. центр духовної культури, 2000. 440 с.
  59. Редзюк А. М., Крайник Л. В. Розвиток структури та типу автобусів громадського транспорту в Україні та ЄС. *Всеукр. наук.-теор. конф. Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання: тези доп.*, Львів, 26–28 березня 2015 року. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2015. С. 115–116.
  60. Любий Є. В. Визначення попиту на пересування населення малих міст маршрутним пасажирським транспортом: дис.. ... канд. техн. наук : 05.22.01. Харків, 2012. 191 с.

61. Проблемы транспортных систем: монография / под ред. В.К. Доли. Харьков: ХГАДТУ, 1999. 100 с.
62. Дубровский В. В. Функция тяготения населения по трудовым целям. *Автомобильный транспорт*. 2001. № 6. С. 22–24.
63. Основы теории транспортных систем: учебное пособие / П. Ф. Горбачев, И. А. Дмитриев. Харків: Издательство ХНАДУ, 2002. 202 с.
64. Cascetta E. *Transportation systems engineering: theory and methods*. U.S.A.: Springer Science & Business Media, 2013. Т. 49. 736 p.
65. Ortuzar J. de D., Willumsen L. G. *Modelling transport*. Fourth edition. John Wiley & Sons Ltd. 2011. 586 p.
66. Mokhtarian P. L., Bagley M. N. Modeling Employees' Perceptions and Proportional Preferences of Work Locations: The Regular Workplace and Telecommuting Alternatives. *Transportation Research*. 2000. Part A № 34 (2000). P. 223–242.
67. Системологія на транспорті. підручник у 5 кн. / під заг. ред. Дмитриченка М. Ф. Кн. I: Основи теорії систем і управління / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля, О. Т. Лановий, І. Е. Линник, В. П. Поліщук. Київ: Знання України, 2005. 344 с.
68. Powel W., Sheffi Y. A probabilistic model of bus route performance. *Transportation science*. 1983, 17. № 4. P. 376–404.
69. Кристопчук М. Є. Ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення: дис. ... канд. техн. наук. Харків: ХНАМГ, 2009. 214 с.
70. Krystopchuk M., Pashkevych S., Khitrov I., Tkhoruk Y. (2020) Formation and Distribution Flows of External Transport in the City. In: Kabashkin I., Yatskiv I., Prentkovskis O. (eds) *Reliability and Statistics in Transportation and Communication. RelStat 2019. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 117. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-44610-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-44610-9_15)
71. Modeling of assessment of reliability transport systems / Yevhen Tkhoruk, Olena Kucher, Mykola Holotiuk, Mykhailo Krystopchuk, Oleg Tson, Tadeusz Olejarz. *Proceedings of ICCPT*. 2019, May 28–29, 2019. Ternopil: TNTU, Scientific Publishing House “SciView”, 2019. P. 204–210. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3387556>

72. Модель формування площі транспортного обслуговування маршрутів пасажирського сполучення / І. О. Хітров, В. С. Сорока, М. Є. Кристопчук, С. М. Пашкевич. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*: наук. журнал / Луцький НТУ. Луцьк, 2019. № 2(13). С. 173–184. DOI: 10.36910/automash.v2i13.101
73. Хітров І. О., Кристопчук М. Є., Пашкевич С. М. Моделювання параметрів функціонування зупиночних пунктів громадського пасажирського транспорту. *Вісник машинобудування та транспорту*: наук. журнал / Вінницький НТУ. Вінниця, 2019. Т. 10, № 2(2019). С. 134–140. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2019-10-2-134-140>
74. Пашкевич С. М., Кристопчук М. Є. Аналіз параметрів функціонування об'єктів транспортної інфраструктури на формування транспортних та пасажирських потоків у містах. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*: наук. журнал / Луцький НТУ. Луцьк, 2018. № 1(10). С. 66–72.
75. Пашкевич С. М., Кристопчук М. Є. Закономірності формування потоків пасажирів в маршрутних мережах малих міст. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*: наук. журнал / Луцький НТУ. Луцьк, 2017. № 2(9). С. 100–106.
76. Кристопчук М. Є. Вплив місць розташування об'єктів транспортної інфраструктури на просторовий розвиток міста. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*: зб. наук. праць / Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2017. Вип. 866, серія: Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. С. 166–171.
77. Кристопчук М. Є. Дослідження факторів впливу на розподіл пасажирських кореспонденцій по маршрутній мережі. *Наукові нотатки*: міжвузівський зб. / Луцький національний технічний університет. Вип. 45. Луцьк: ЛНТУ, 2014. С. 317–323.
78. Планування діяльності автотранспортного підприємства: підручник / М. О. Турченко, М. Д. Швець, О. Г. Кірічок, М. Є. Кристопчук. Вид. друге (перероб. і доповн.). Рівне: НУВГП, 2017. 367 с.

79. Проектування транспортно-складських комплексів: навч. посіб. / М. О. Турченко, О. Г. Кірічок, М. Д. Швець, М. Є. Кристопчук. Рівне: НУВГП, 2014. 190 с.
80. Formation and distribution flows of external transport in the city / Mykhailo Krystopchuk, Svitlana Pashkevych, Igor Khitrov, Yevhen Tkhoruk. *Abstracts of the 19th International Multi-Conference Reliability and Statistics in Transportation and Communication (RelStat'19)*, 16–19 October 2019, Riga, Latvia. Riga: TSI, 2019. P. 24–25.
81. Кристопчук М., Пашкевич С. Формування місць розташування транспортно-пересадочних вузлів. III *Всеукраїнська науково-теоретична конференція “Проблеми з транспортними потоками та напрямки їх розв’язання”*: тези доповідей / Національний університет «Львівська політехніка», 28–30 березня 2019 року. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2019. С. 75–76.
82. Кристопчук М. Є. Визначення об’єктів транспортної інфраструктури. II *Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв’язання»*: зб. тез доп., 16–18 березня 2017 р., Львів / Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2017. С. 53.
83. Кристопчук М. Є., Меленчук Т. М. Щодо методу встановлення кількісних параметрів взаємного впливу об’єктів транспортної інфраструктури. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту*: матеріали V-ї міжнар. наук.-практич. інтернет-конф., 13–14 квітня 2017 р., Вінниця, Україна / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та ін.]. Вінниця, 2017. С. 137.
84. Пашкевич С. М., Кристопчук М. Є. Особливості функціонування системи пасажирського громадського транспорту малих міст. *X Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»*: зб. наук. праць, 23–25 жовтня 2017 р., Вінниця / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та ін.]. Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 154.

85. Пашкевич С. М., Никончук В. М., Кристопчук М. Є. Підвищення ефективності функціонування транспортно-пересадочних вузлів транспортної системи міста. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*: наук. журнал. Луцьк: ЛНТУ, 2022. No 2(19). URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/899>
86. Хітров, І. О., Кристопчук, М. Є., Никончук, В. М. (2022) Експлуатаційні властивості транспортних засобів. НУВГП, Рівне. ISBN 978-966-327-536-9
87. Давідіч Ю. О. Теоретичні основи ергономічного забезпечення автотранспортних технологічних процесів: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / ХНАМГ. Харків, 2007. 42 с.
88. Доля В. К. Пасажирські перевезення: підручник. Харків: Вид-во «Форт», 2011. 504 с.
89. Highway Capacity Manual 2000. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000. 1134 p.
90. Хітров І. О. Дослідження умов безпечного проїзду перехрестя з близькими залізничними коліями. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Кропивницький. 2022. С. 188–196.
91. Хітров І. О. Передумови інноваційного розвитку міського пасажирського транспорту міста Дубно. *Інтелектуальні транспортні системи: екологія, безпека, якість, комфорт*: зб. матеріалів Міжнарод. конф., 29–30 лист. 2022 р. Київ: НАУ, 2022.
92. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони. Міжнародний документ від 27.06.2014 р. (редакція від 30.11.2015 р.). URL: [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011/page](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/984_011/page)
93. Осетрін М. М., Беспалов Д. О., Тарасюк В. П. О-72 Міські дорожньо-транспортні споруди: конспект лекцій. Київ: КНУБА, 2022. 52 с.
94. Безлюбченко О. С., Гордієнко С. М., Завальний О. В. Планування міст і транспорт: навч. посіб. Харків: ХНАМГ, 2008. 161 с.

95. Благоустрій територій: ДБН Б.2.2–5:2011 [Чинний від 2012-09-12]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 64 с. (Державні будівельні норми України). URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_b\\_2\\_2\\_5\\_2011/1-1-0-1033](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_b_2_2_5_2011/1-1-0-1033), вільний (дата звернення: 16.11.2022).
96. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3–5:2018 [Чинний від 2018-09-01]. Київ: Мінрегіон України, 2018. 61 с. (Державні будівельні норми України). URL: [http://kbu.org.ua/assets/app/documents/75\(1\).pdf](http://kbu.org.ua/assets/app/documents/75(1).pdf), вільний (дата звернення: 16.11.2022).
97. Проектування міських територій: підручник: [у 2 ч.] / за ред. І. Е. Линник, О. В. Завального; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. Ч. 2. 544 с.
98. Біла Книга – Транспорт. План розвитку єдиного європейського транспортного простору – на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи. URL: [https://brdo.com.ua/wpcontent/uploads/2016/01/1\\_Bila-knyga-transport-plan-rozvytku-yedynogo-yevropeyskogo-transportnogo-prostoru-na-shlyahu-do-konkuretnospromozhnoi-taresursoefektyvnoi-.pdf](https://brdo.com.ua/wpcontent/uploads/2016/01/1_Bila-knyga-transport-plan-rozvytku-yedynogo-yevropeyskogo-transportnogo-prostoru-na-shlyahu-do-konkuretnospromozhnoi-taresursoefektyvnoi-.pdf)
99. Міжнародна технічна допомога ЄС у сфері транспорту. URL: <http://mtu.gov.ua/content/mizhnarodna-tehnichna-dopomoga-es-u-sferi-transportu.html>.
100. Connecting to Compete: Trade Logistics in the Global Economy. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29971>
101. Stroiko T., Bondar V. Transport infrastructure of Ukraine: the modern realities and development prospects. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2017. Vol. 3. No. 2. P. 141–146.
102. Transport Sector Strategy (2019–2024). URL: <https://www.ebrd.com/documents/transport/transport-strategy-publiccomments.pdf?blobno-cache=true>,
103. Горват А. А., Молнар О. О., Мінькович В. В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: навч. посіб. Ужгород: Вид-во УжНУ “Говерла”, 2019. 160 с.: іл..
104. Sustainable Cities: Transport, Energy, and Urban Form / D. Banister, S. Watson, C. Wood. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 1997. № 24. P. 125–143.



105. Вдовиченко В. О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01; Нац. транспортний ун-т. Київ, 2004. 24 с.
106. Луб'яний П. В. Ефективність пасажирської маршрутної мережі міст: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків, 2005. 19 с.
107. Доля В. К., Іванов І. Є. Щодо визначення коефіцієнта користування міським пасажирським транспортом. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*. 2013. № 15(204). Ч. 2. С. 264–267.
108. Пальчевський Б. О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація): навч. посіб. для студ. Львів: Світ. 2001. 232 с. URL: <http://polka-knig.com.ua/book.php?book=150>.
109. Денисенко О. В., Бубиніна Н. С. Аналіз методів моделювання процесів функціонування міської пасажирської транспортної мережі. *Інноваційні технології та перспективи розвитку транспорту, автомобільної і дорожньобудівельної галузей промисловості (іноземними мовами)*: зб. матеріалів конференцій. Харків: Цифра принт, 2011. С. 22–26.
110. Гончаренко С. Ю. Сучасні проблеми моделювання матриць пасажирських кореспонденцій у середніх містах. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2013. № 56 (1029). С. 83–88.
111. Горбачов П. Ф. Концепція формування систем маршрутного пасажирського транспорту в містах: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.01. Харків, 2009. 370 с.
112. Ortuzar, J. D., & Willumsen, L. G. (2011). *Modelling Transport*. 586 p.
113. Любий Є. В., Колій О. С. Оцінка точності синтетичних моделей розрахунку пасажирських кореспонденцій на прикладі малих міст. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*: наук. журнал / Луцький НТУ. Луцьк, 2019. № 1(12). С. 98–106.
114. Понкратов Д. П., Фалецька Г. І. Вибір пасажирами шляху пересування у містах: монографія. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. 164 с.

115. Горбачов П. Ф., Любий Є. В. Моделювання попиту на перевезення населення малих міст маршрутним пасажирським транспортом: монографія. Харків: ХНАДУ, 2014. 134 с.
116. Оновлений (уточнений) План зонування території міста Рівного затверджений 10 червня 2021 року Рівненською міською радою відповідно до рішення № 721. URL: [file:///C:/Users/PC10/Downloads/Пояснювальна%20записка%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/PC10/Downloads/Пояснювальна%20записка%20(5).pdf)
117. Стратегія розвитку Рівного на період до 2040 року (затверджена рішенням Рівненської міської ради від 20.10.2020 року № 8134). URL: <http://surl.li/aywqi>
118. Ortuzar J. D., Willumsen L. G. Modelling Transport. Third Edition. John Wiley & Sons Ltd, 2006. P. 499.

## **ДОДАТКИ**

**ТРОЛЕЙБУСНИЙ ПАРК**



**Дніпро Т203**



**Electro ЛА3-12**



**АКСМ 43304А**



**Škoda 9 Tr**



**Škoda 14 Tr**



**ЮМЗ**



**Jelcz PR110ET**



Пасажиромісткість: - загальна; - місце для сидіння.

**РУХОМИЙ СКЛАД МАРШРУТНИХ ТАКСІ**



Mercedes-Benz  23  18



ХАЗ-3230  28  23



РУТА  22  19



Mercedes-Benz Sprinter  22  18



I-VAN  43  26



БОГДАН  43  22



ISUZU  43  26



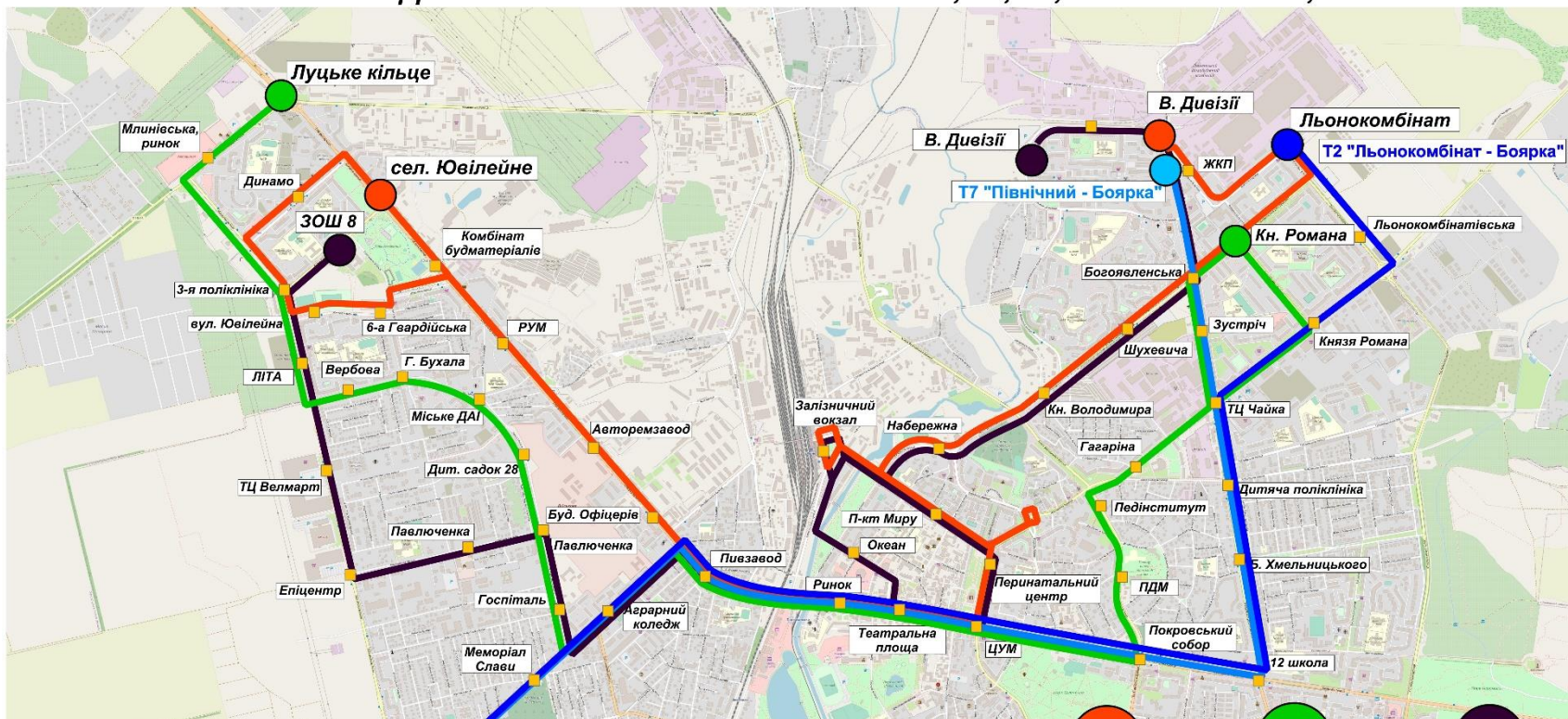
ЕТАЛОН  43  26



MAN  100  35

Пасажиромісткість:  100 - загальна;  35 - місце для сидіння.

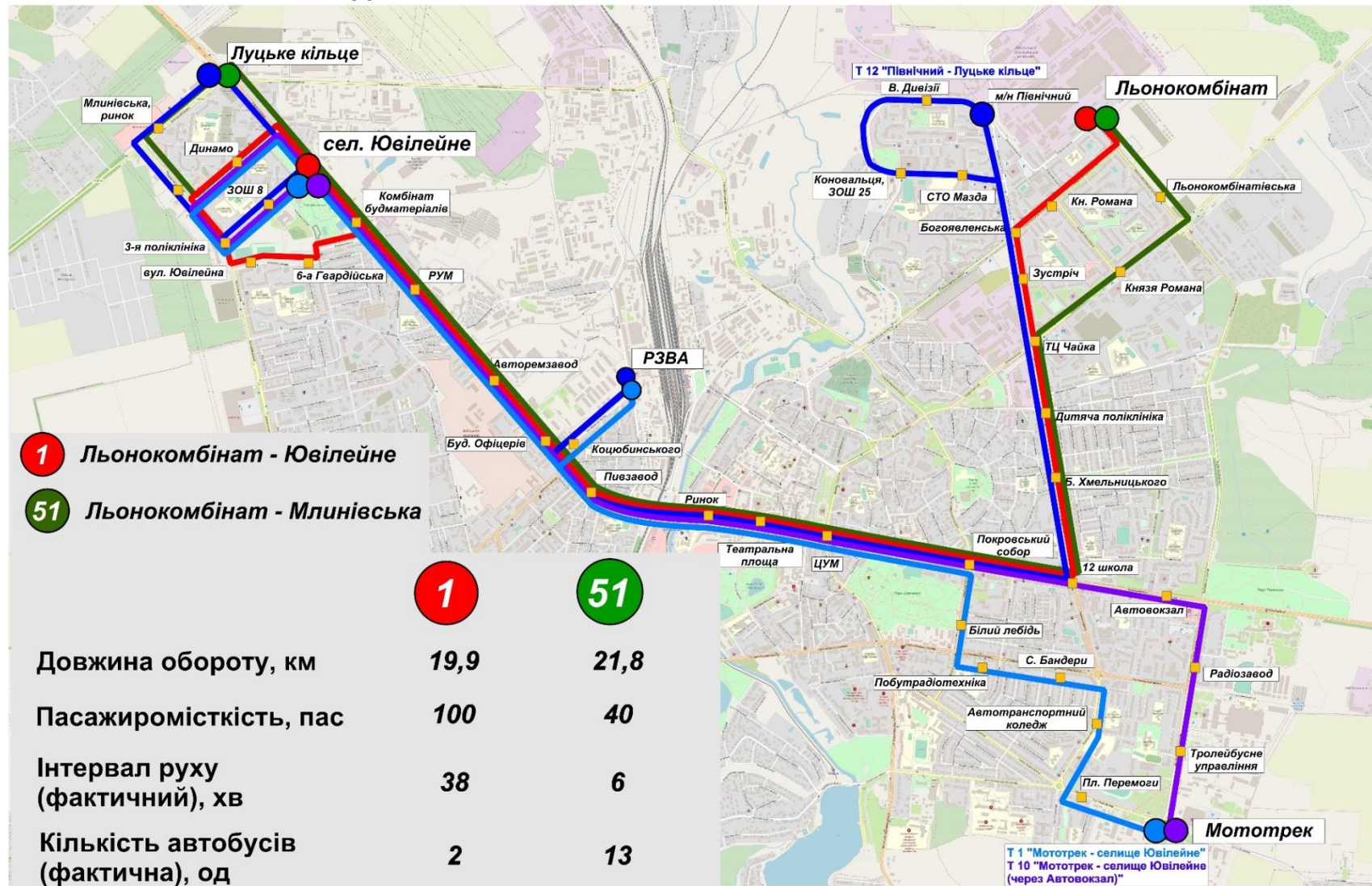
**СХЕМА ДУБЛЮВАННЯ ТРАС МАРШРУТІВ 39, 45, 67, ТРОЛЕЙБУСИ 2, 7**



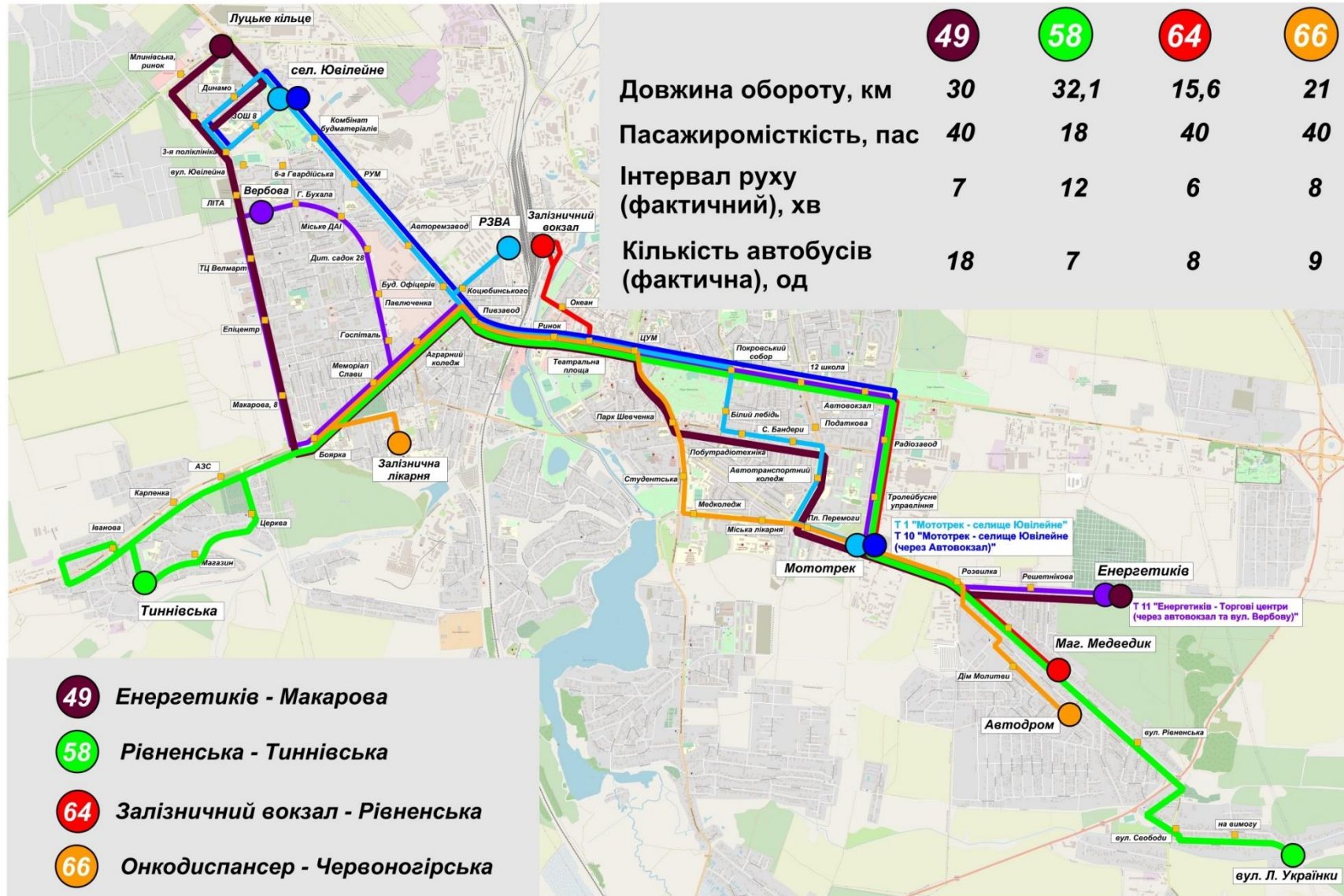
- 39** Коновальця - Ювілейне
- 45** Князя Романа - ЗОШ 19
- 67** Коновальця - Павлюченка

	<b>39</b>	<b>45</b>	<b>67</b>
Довжина обороту, км	23,6	22,2	20,5
Пасажиромісткість, пас	40	40	18
Інтервал руху (фактичний), хв	6	6	13
Кількість автобусів (фактична), од	12	18	6

**СХЕМА ДУБЛЮВАННЯ ТРАС МАРШРУТІВ 1, 51, ТРОЛЕЙБУСИ 1, 10, 12**

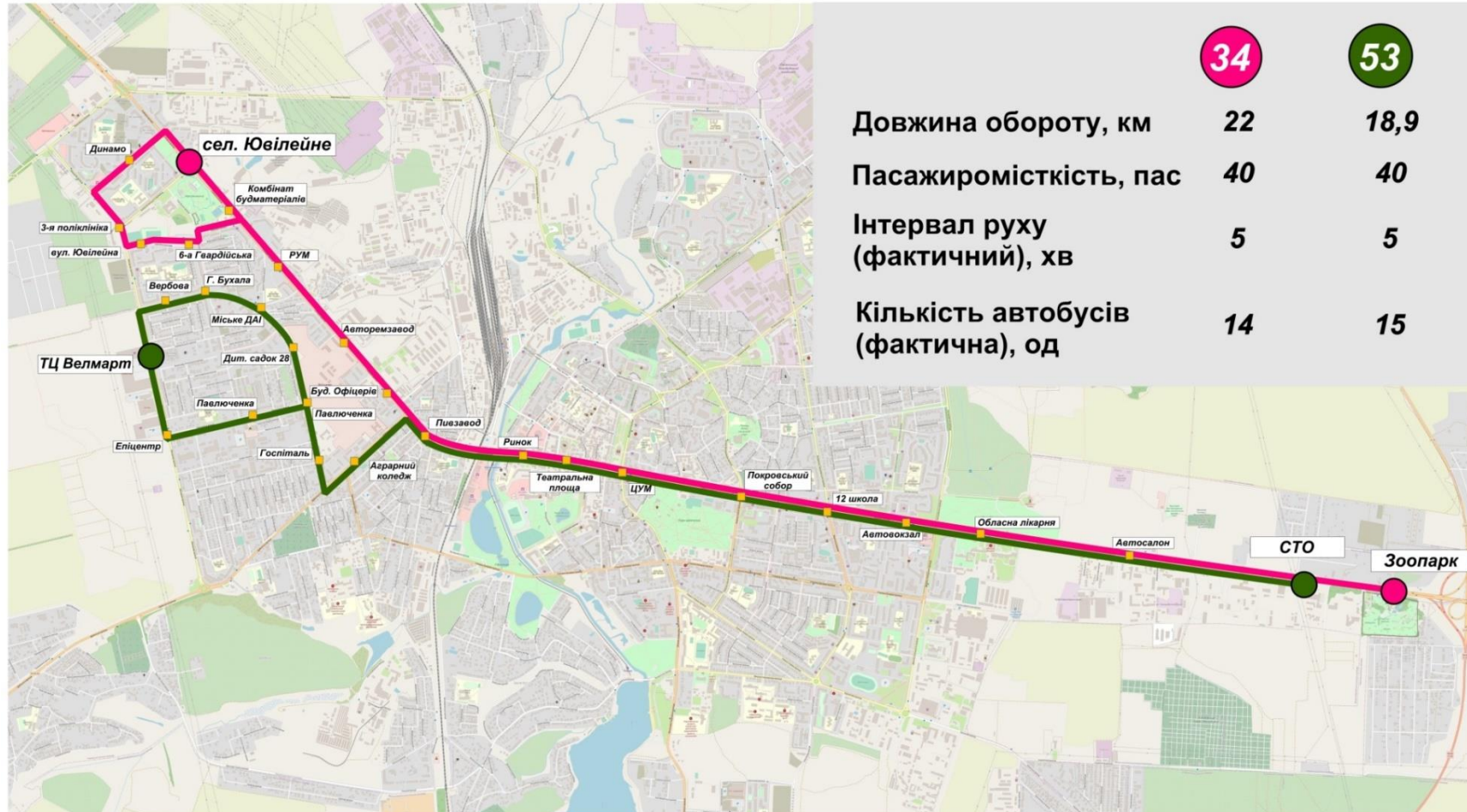


**СХЕМА ДУБЛЮВАННЯ ТРАС МАРШРУТІВ 49, 58, 64, 66, ТРОЛЕЙБУСИ 1, 10, 11**





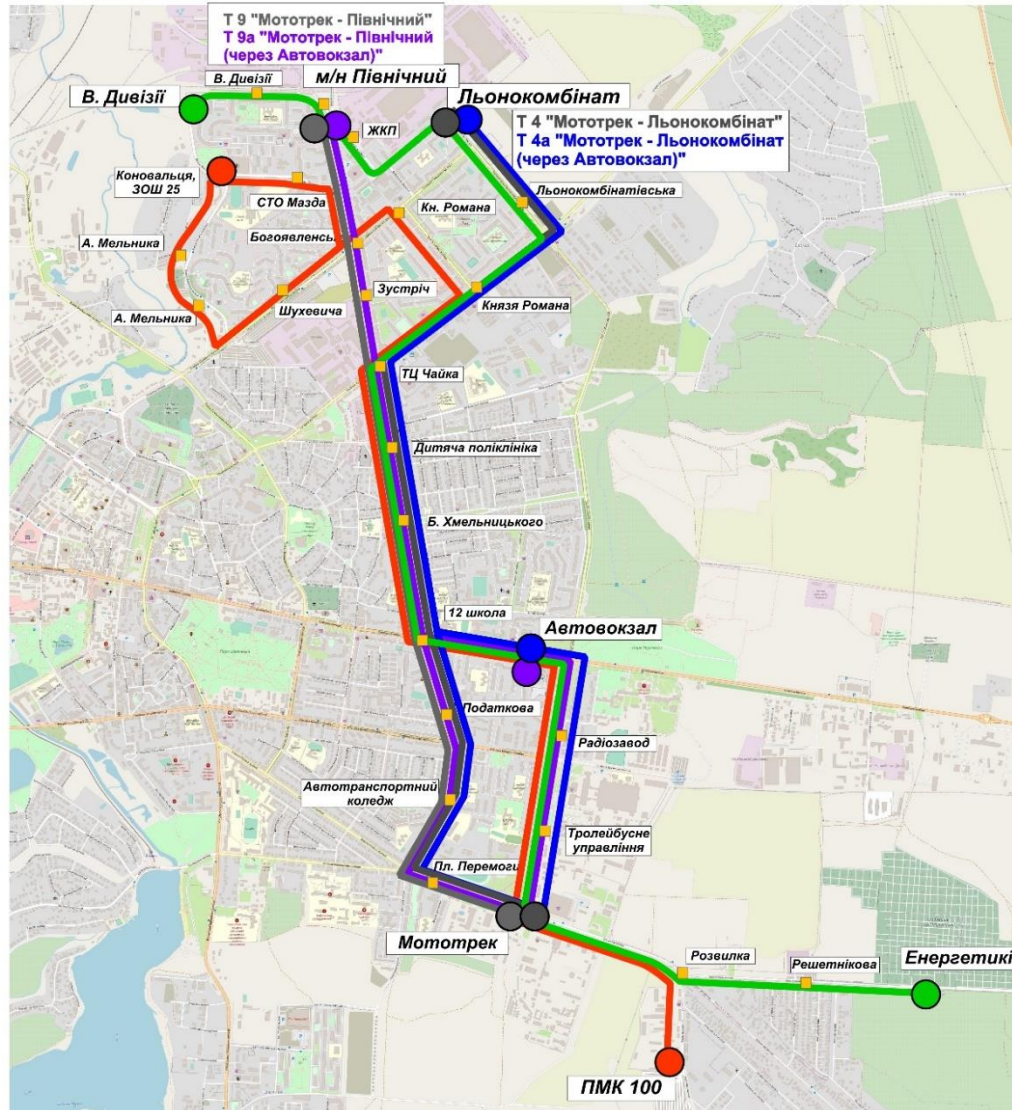
**СХЕМА ДУБЛЮВАННЯ ТРАС МАРШРУТІВ 53, 34**



**34** Басівщина - Ювілейне

**53** Вербова - НВО "Потенціал"

**СХЕМА ДУБЛЮВАННЯ ТРАС МАРШРУТІВ 30, 57, ТРОЛЕЙБУСИ 4, 4А, 9, 9А**

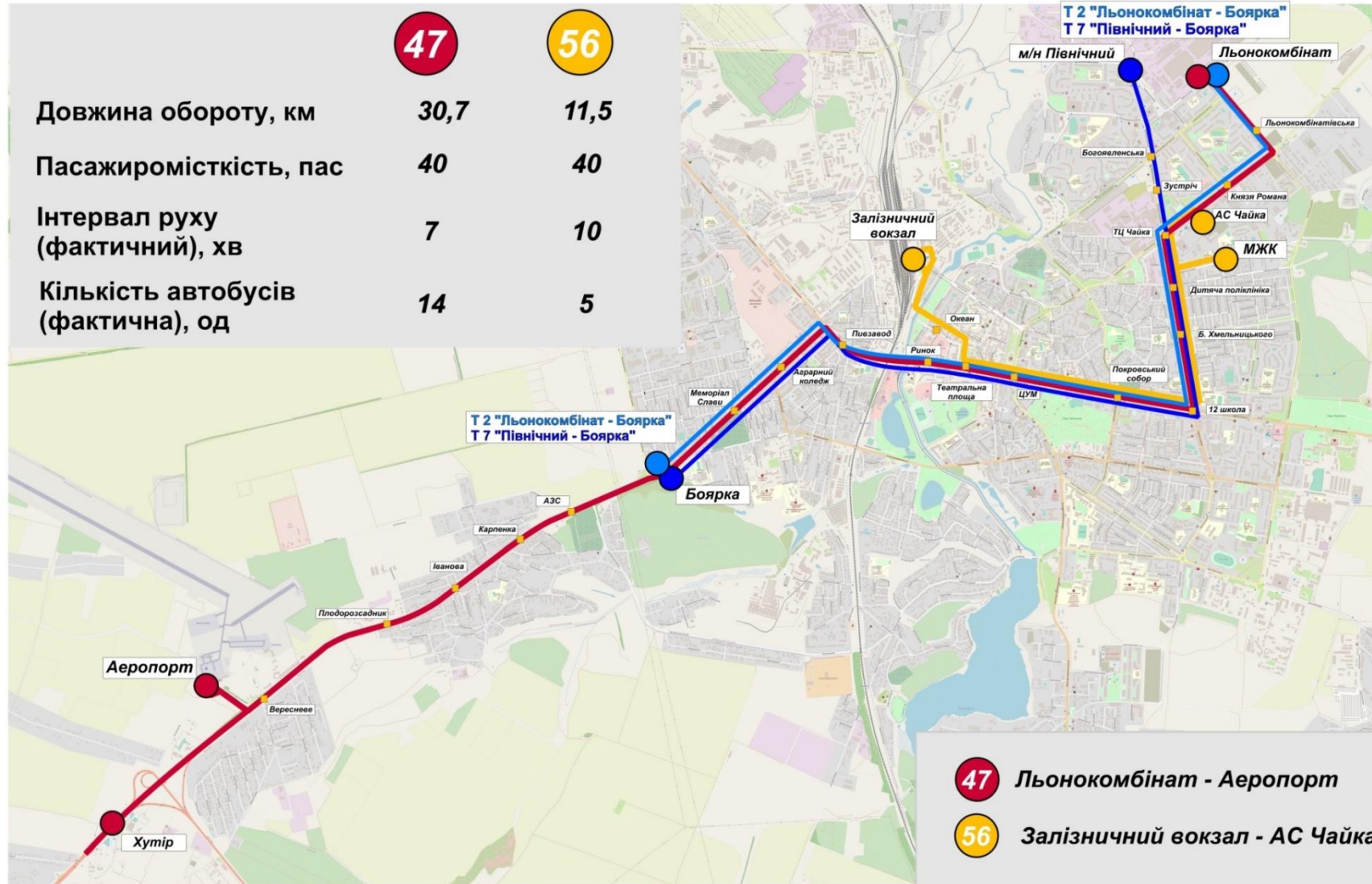


	<b>30</b>	<b>57</b>
Довжина обороту, км	19,5	21,8
Пасажиромісткість, пас	18	40
Інтервал руху (фактичний), хв	14	6
Кількість автобусів (фактична), од	5	13

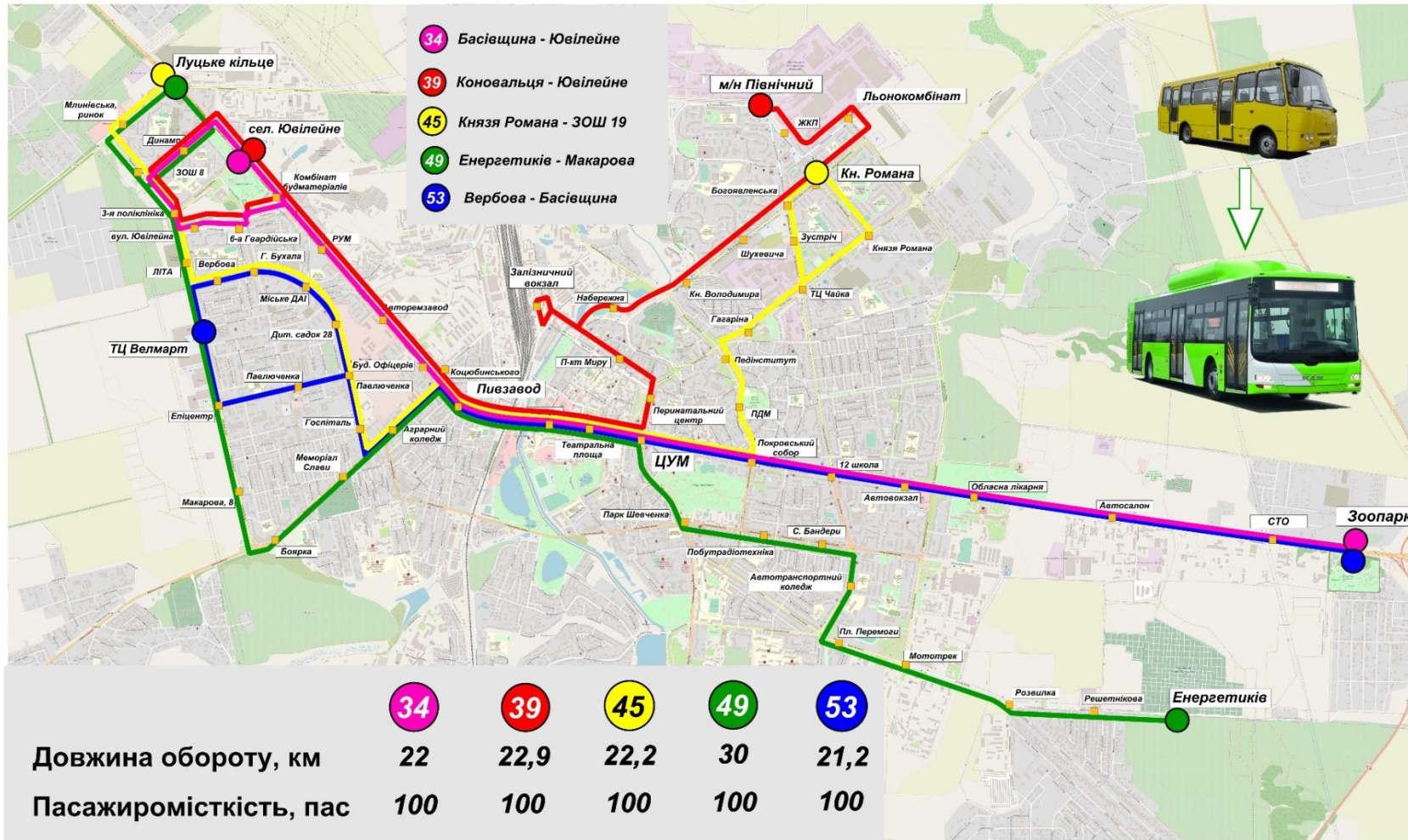
**30** Волинської Дивізії - Енергетиків

**57** Коновальця - ПМК-100

**СХЕМА ДУБЛЮВАННЯ ТРАС МАРШРУТІВ 47, 56, ТРОЛЕЙБУСИ 2, 7**



**ЗАМІНА РУХОМОГО СКЛАДУ НА МАРШРУТАХ 34, 39, 45, 49, 53**

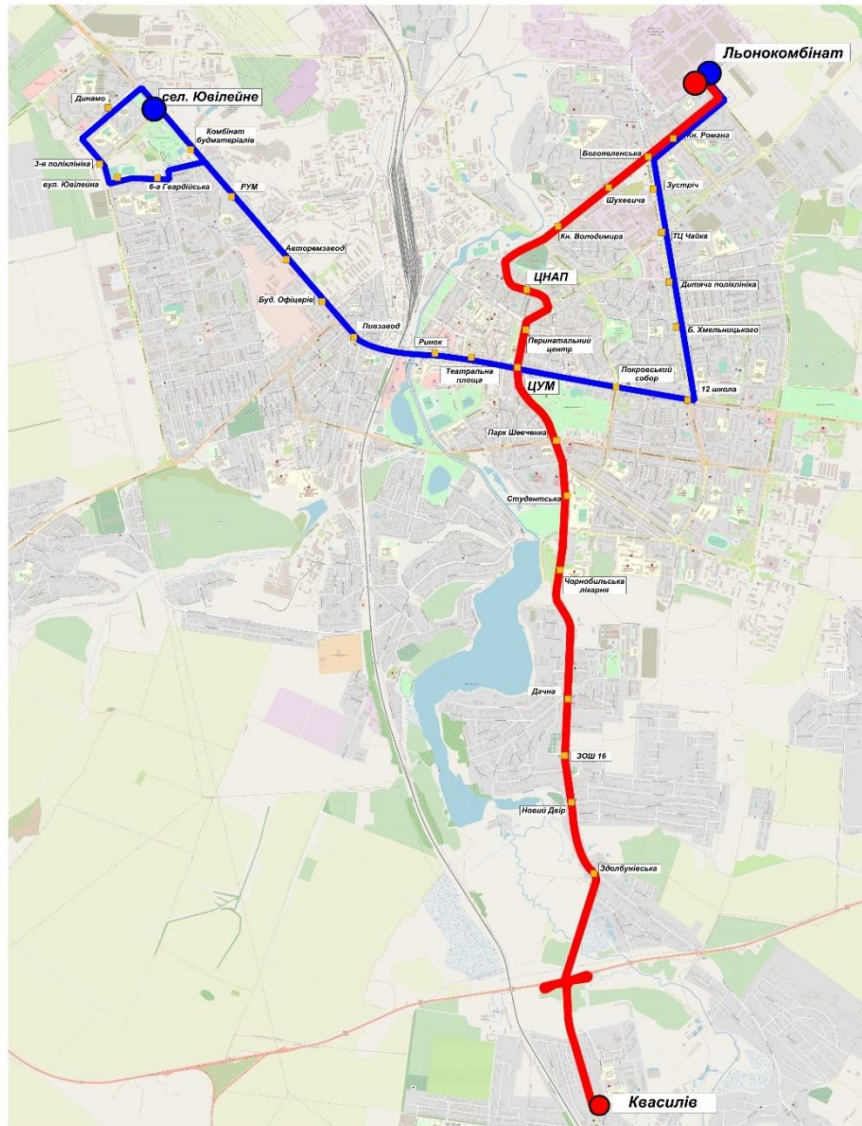


- 34 Басівщина - Ювілейне
- 39 Коновальця - Ювілейне
- 45 Князя Романа - ЗОШ 19
- 49 Енергетиків - Макарова
- 53 Вербова - Басівщина

- 34
- 39
- 45
- 49
- 53

Довжина обороту, км	22	22,9	22,2	30	21,2
Пасажиромісткість, пас	100	100	100	100	100
Інтервал руху, хв	10	10	10	10	10
Кількість автобусів, од	8	8	8	10	8

**ЗМІНА СХЕМИ РУХУ АВТОБУСНОГО МАРШРУТУ №1**



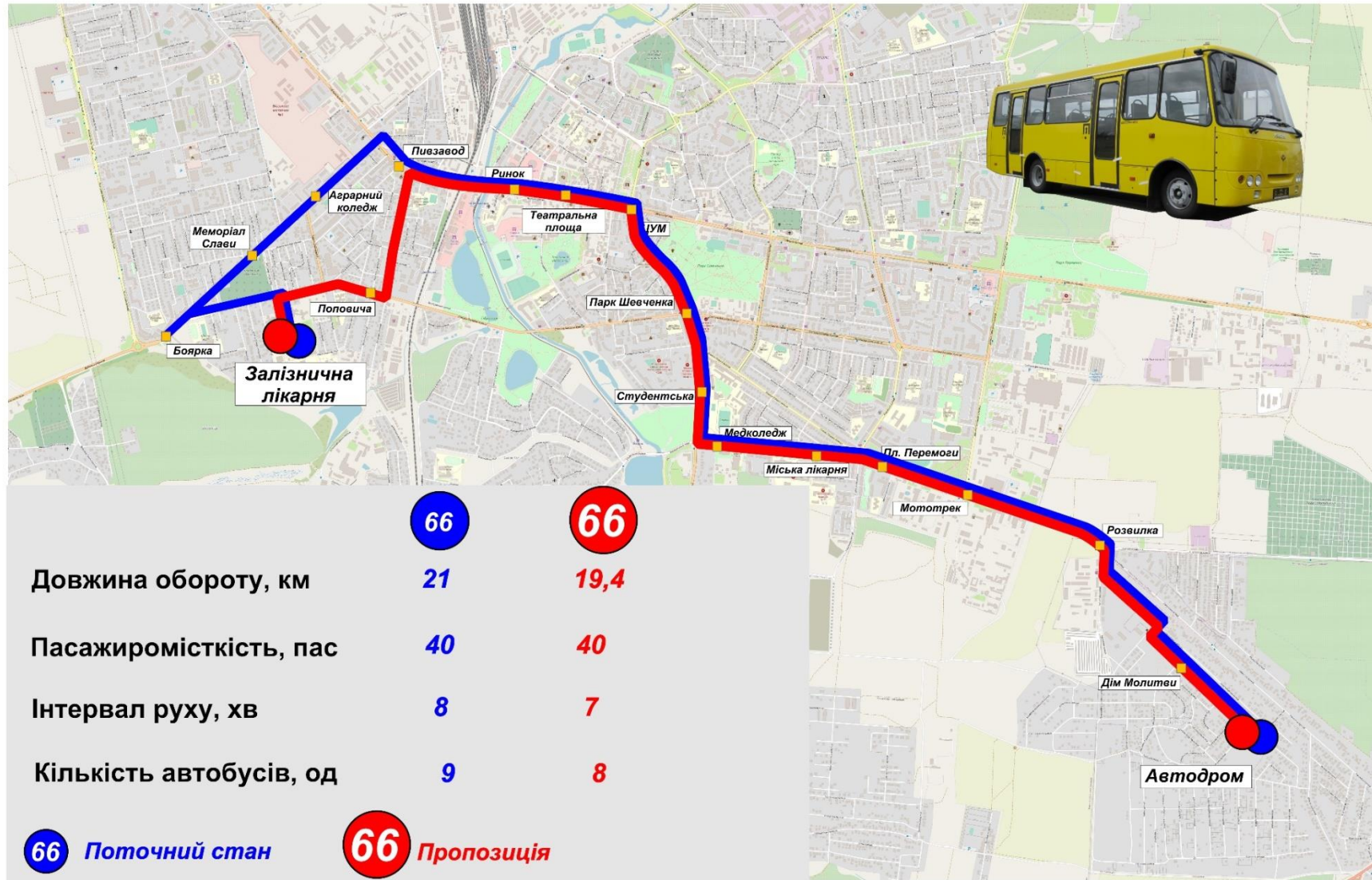
	<b>1</b>	<b>71(К)</b>
Довжина обороту, км	19,9	23,8
Пасажиромісткість, пас	100	100
Інтервал руху, хв	38	12
Кількість автобусів, од	2	5



**MAN**  
Пасажиромісткість:  
загальна - 100 сидячі - 35

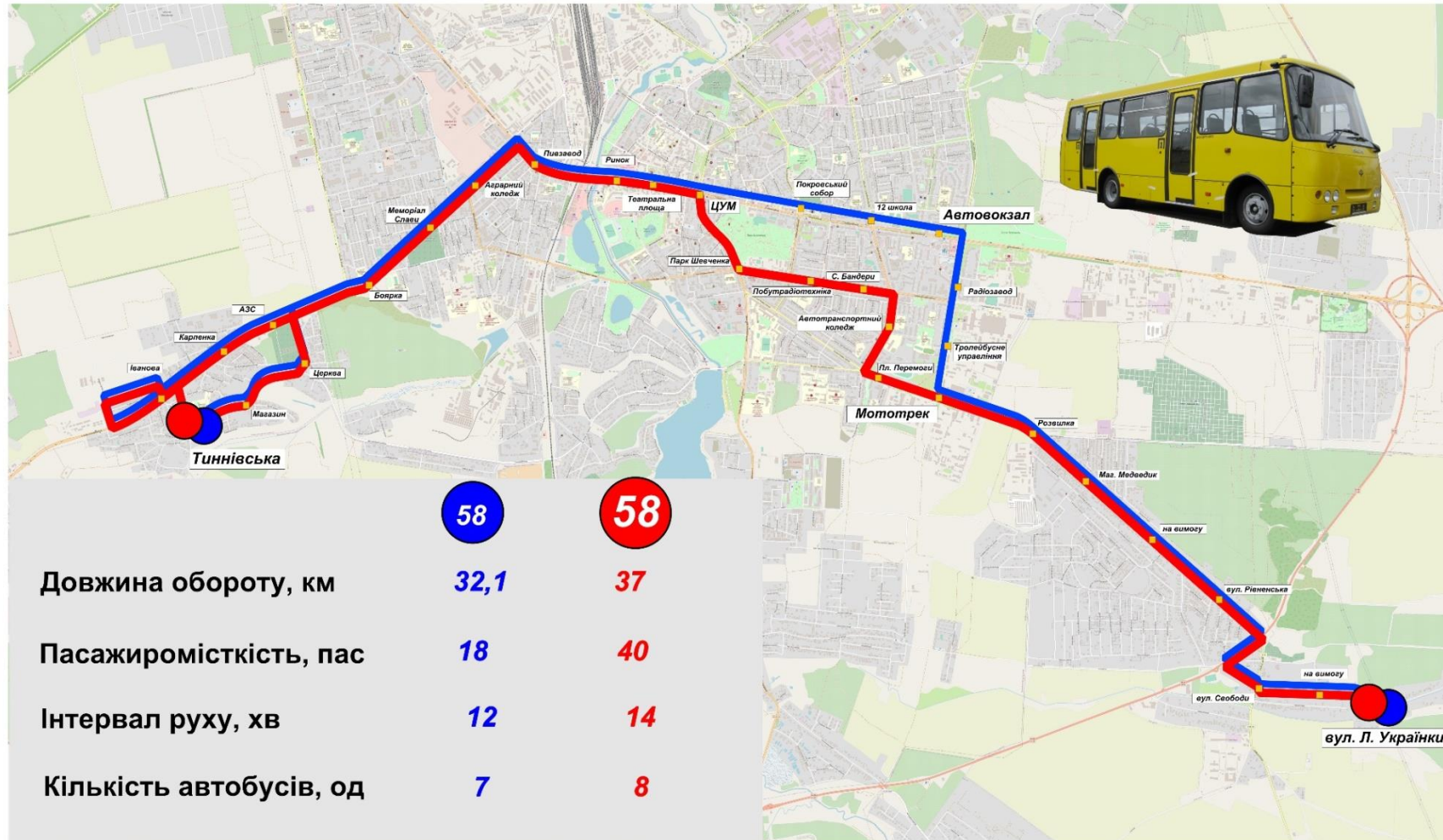
- 1** Льонокомбінат - Ювілейне (поточний стан)
- 71(К)** Льонокомбінат - смт. Квасилів (пропозиція)

**ЗМІНА СХЕМИ РУХУ МАРШРУТУ 66 "Онкодиспансер - вул. Червоногірська" \*\***



\*\* Примітка: потребує зміни схеми ОДР на ділянці вул. Поповича - вул. Чернишова

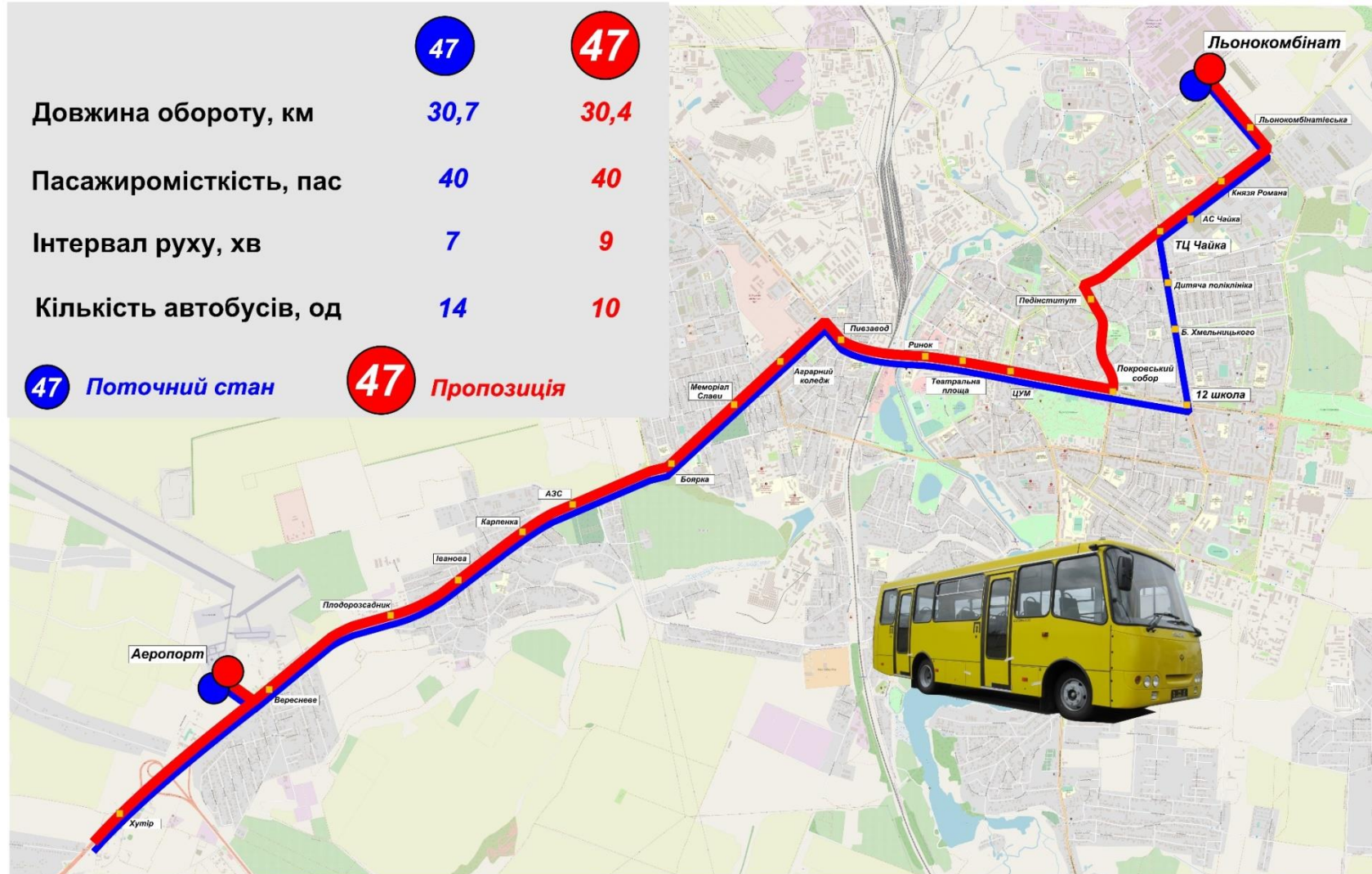
**ЗМІНА СХЕМИ РУХУ МАРШРУТУ 58 "вул. Рівненська - вул. Тиннівська"**



**58** Поточний стан

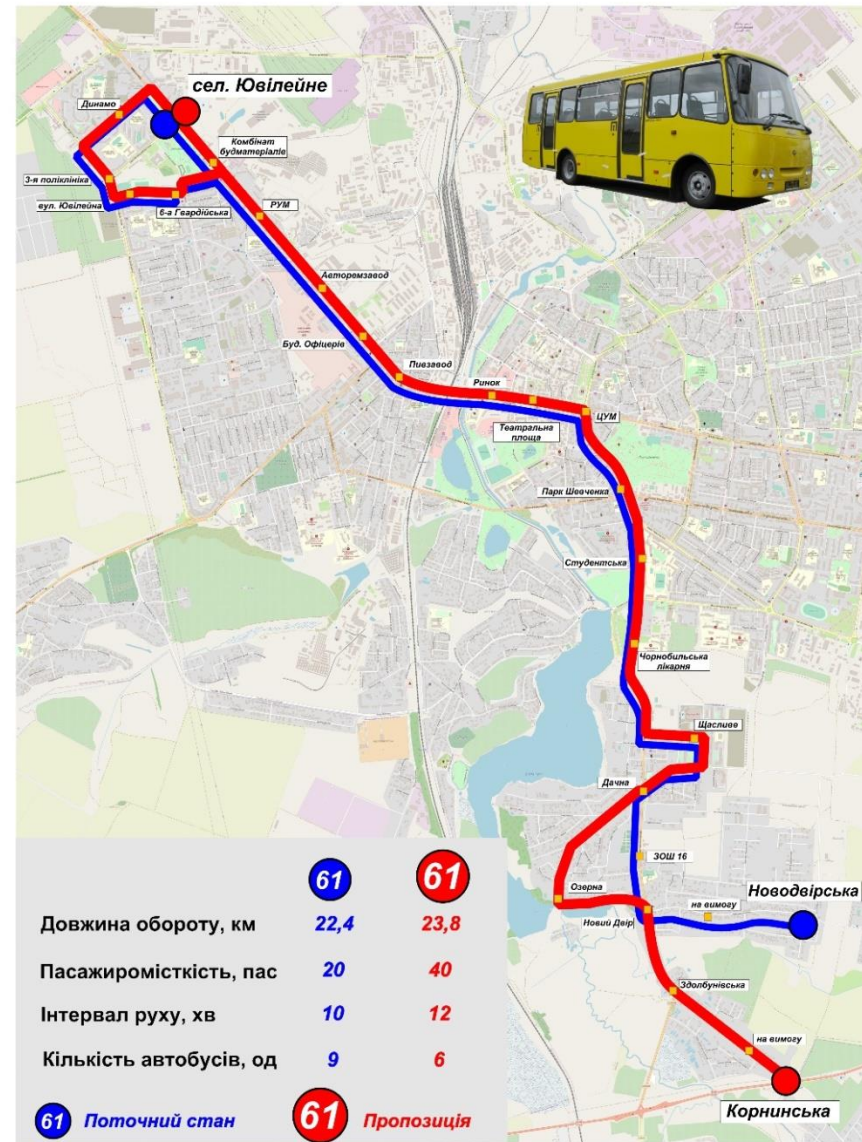
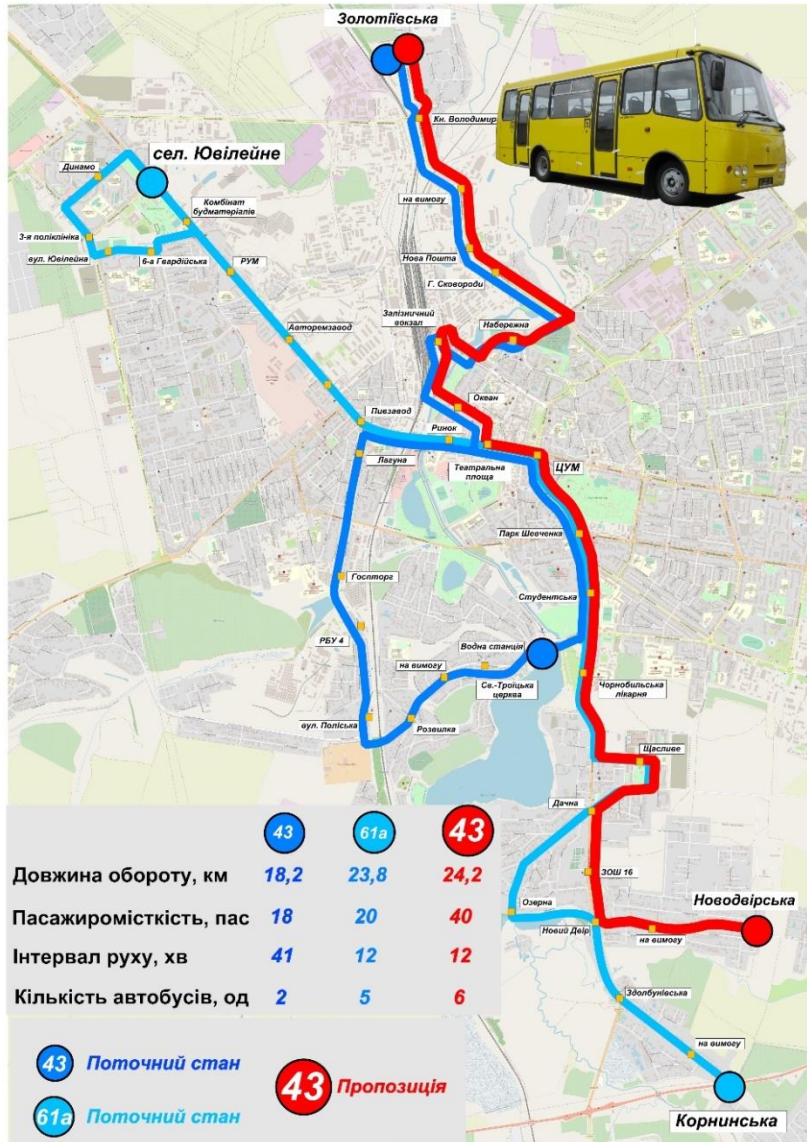
**58** Пропозиція

**ЗМІНА СХЕМИ РУХУ МАРШРУТУ 47 "Льонокомбінат – Аеропорт"**

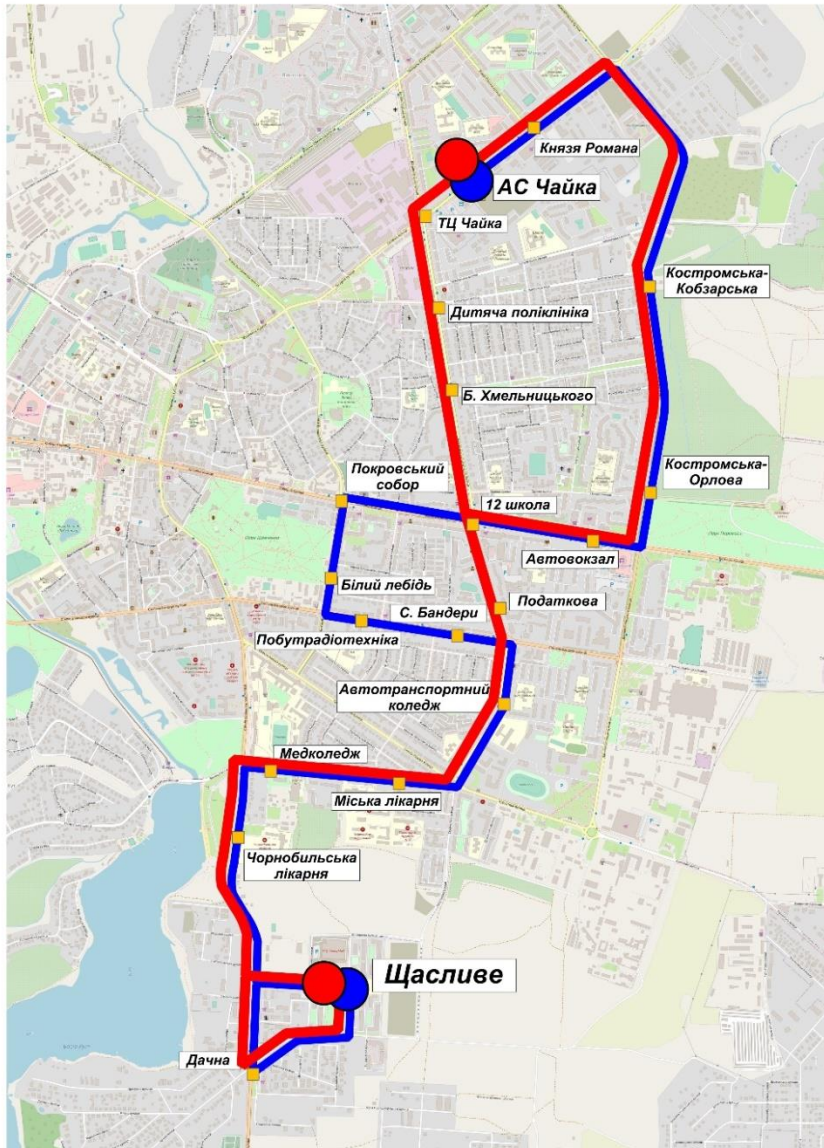




**ЗМІНА СХЕМ РУХУ МАРШРУТІВ 43 "Басів Кут - вул. Олексинська" та 61 "Новий двір – с. Ювілейне"**



**ЗМІНА СХЕМИ РУХУ МАРШРУТУ 31 "Щасливе - Чайка"**



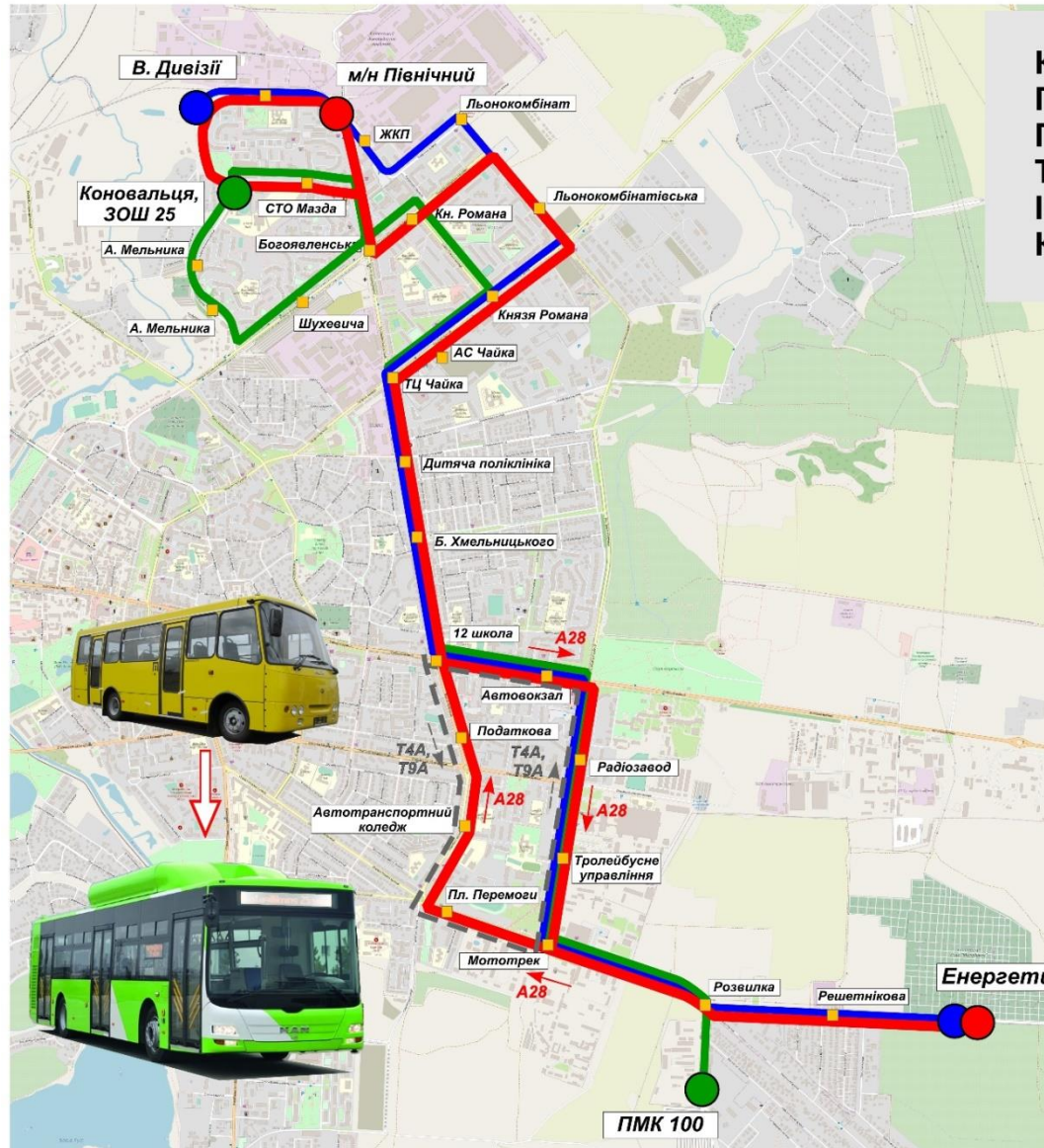
	<b>31</b>	<b>31</b>
Довжина обороту, км	14,6	22,4
Пасажиromісткість, пас	40	40
Інтервал руху, хв	10	11
Кількість автобусів, од	6	6



**31** Щасливе - Чайка  
(по паспорту)

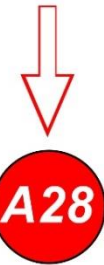
**31** Щасливе - Чайка  
(пропозиція)

**ОРГАНІЗАЦІЯ МАРШРУТУ А-28 "ПІВНІЧНИЙ - КЛАДОВИЩЕ"**



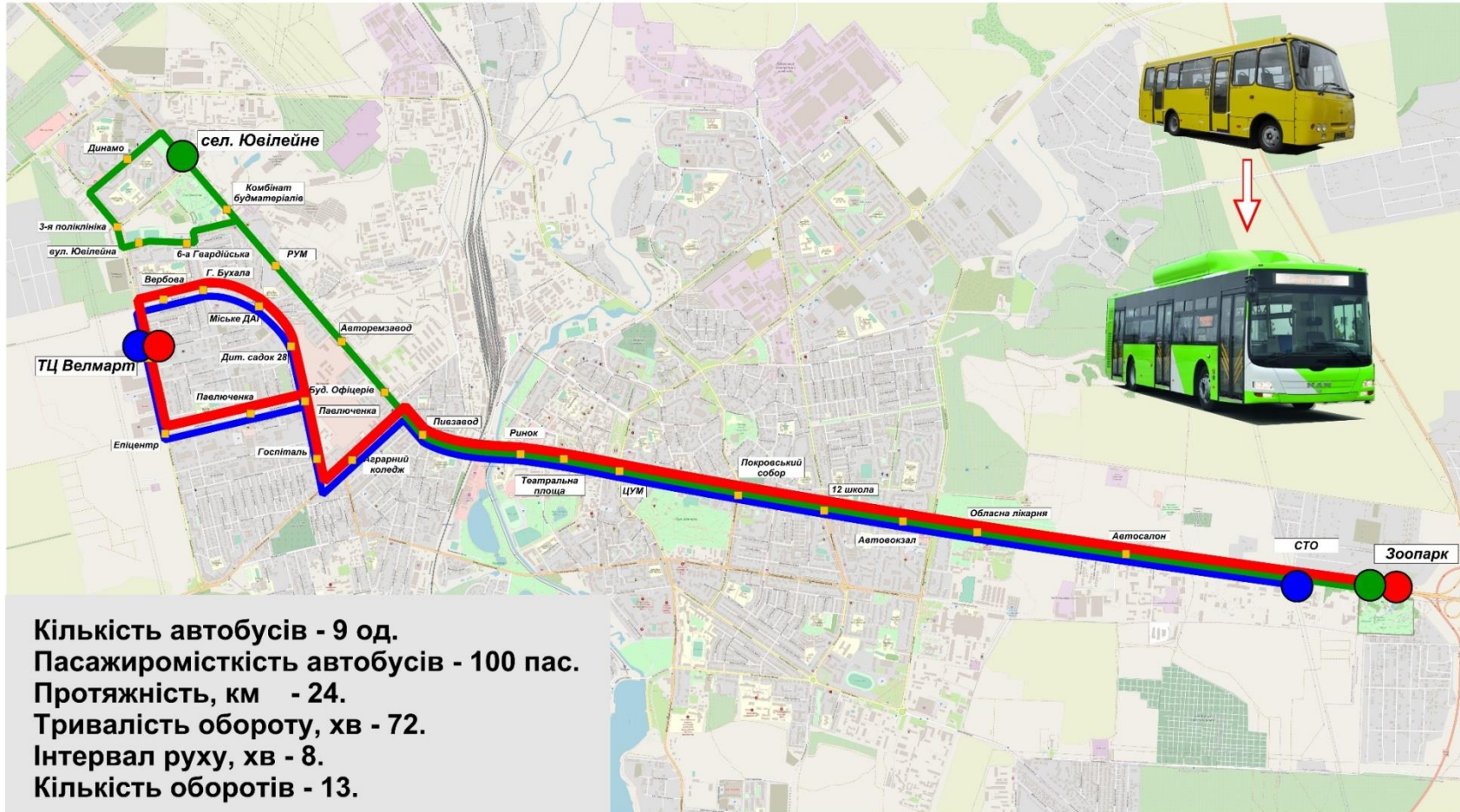
Кількість автобусів - 8 од.  
 Пасажиромісткість автобусів - 100 пас.  
 Протяжність, км - 22.  
 Тривалість обороту, хв - 66.  
 Інтервал руху, хв - 8.  
 Кількість оборотів - 14.

- 30 Волинської Дивізії - Енергетиків
- 57 Коновальця - ПМК-100



**"ПІВНІЧНИЙ - КЛАДОВИЩЕ"**

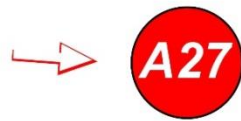
**ОРГАНІЗАЦІЯ МАРШРУТУ А-27 "ВЕРБОВА - СОБОРНА - ЗООПАРК"**



Кількість автобусів - 9 од.  
Пасажиромісткість автобусів - 100 пас.  
Протяжність, км - 24.  
Тривалість обороту, хв - 72.  
Інтервал руху, хв - 8.  
Кількість оборотів - 13.

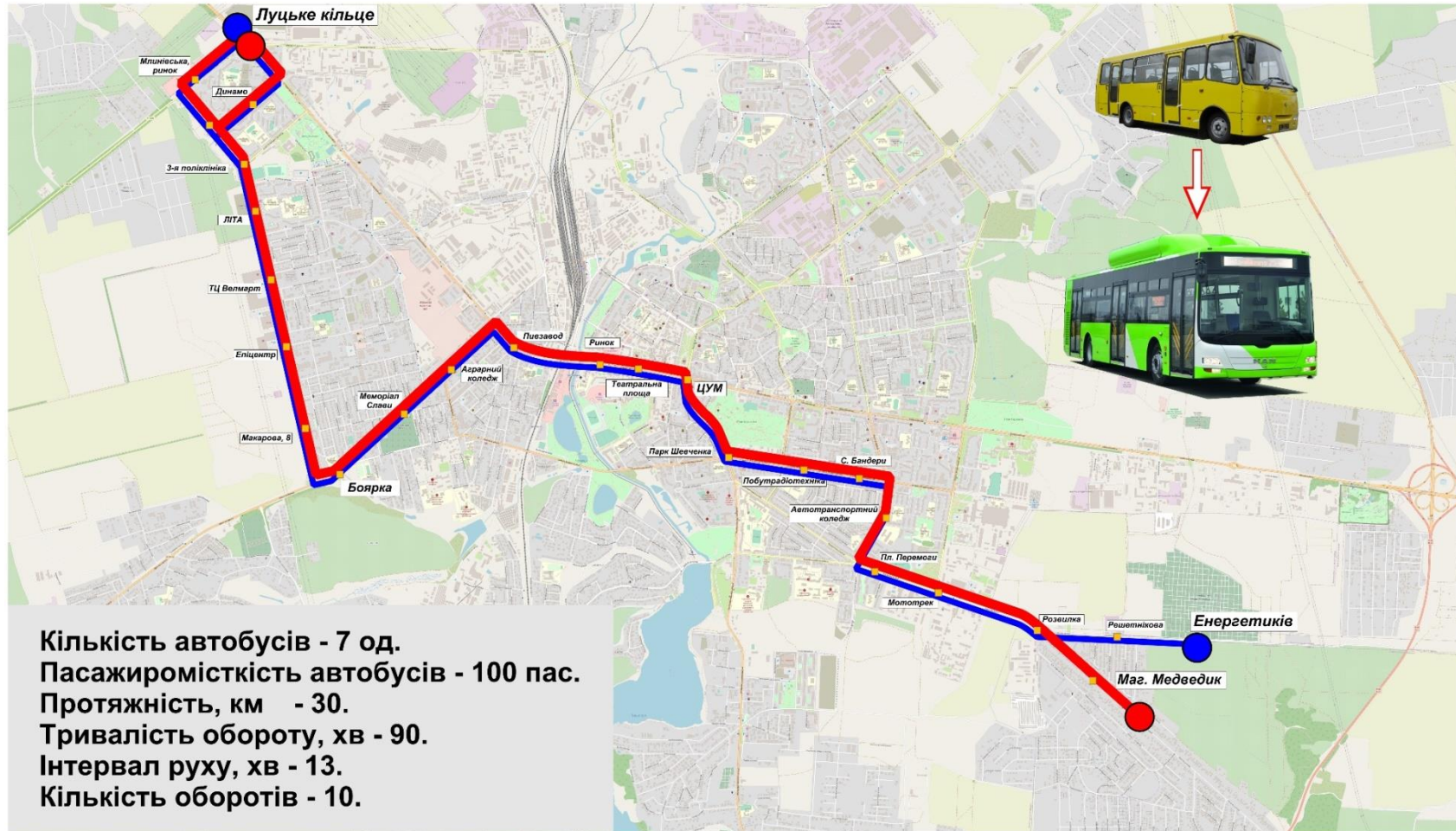
**53** Вербова - НВО "Потенціал"

**34** Басівщина - Ювілейне



**"ВЕРБОВА - СОБОРНА - ЗООПАРК"**

### ОРГАНІЗАЦІЯ МАРШРУТУ А-23 "МАКАРОВА - БАНДЕРИ - РІВНЕНСЬКА"



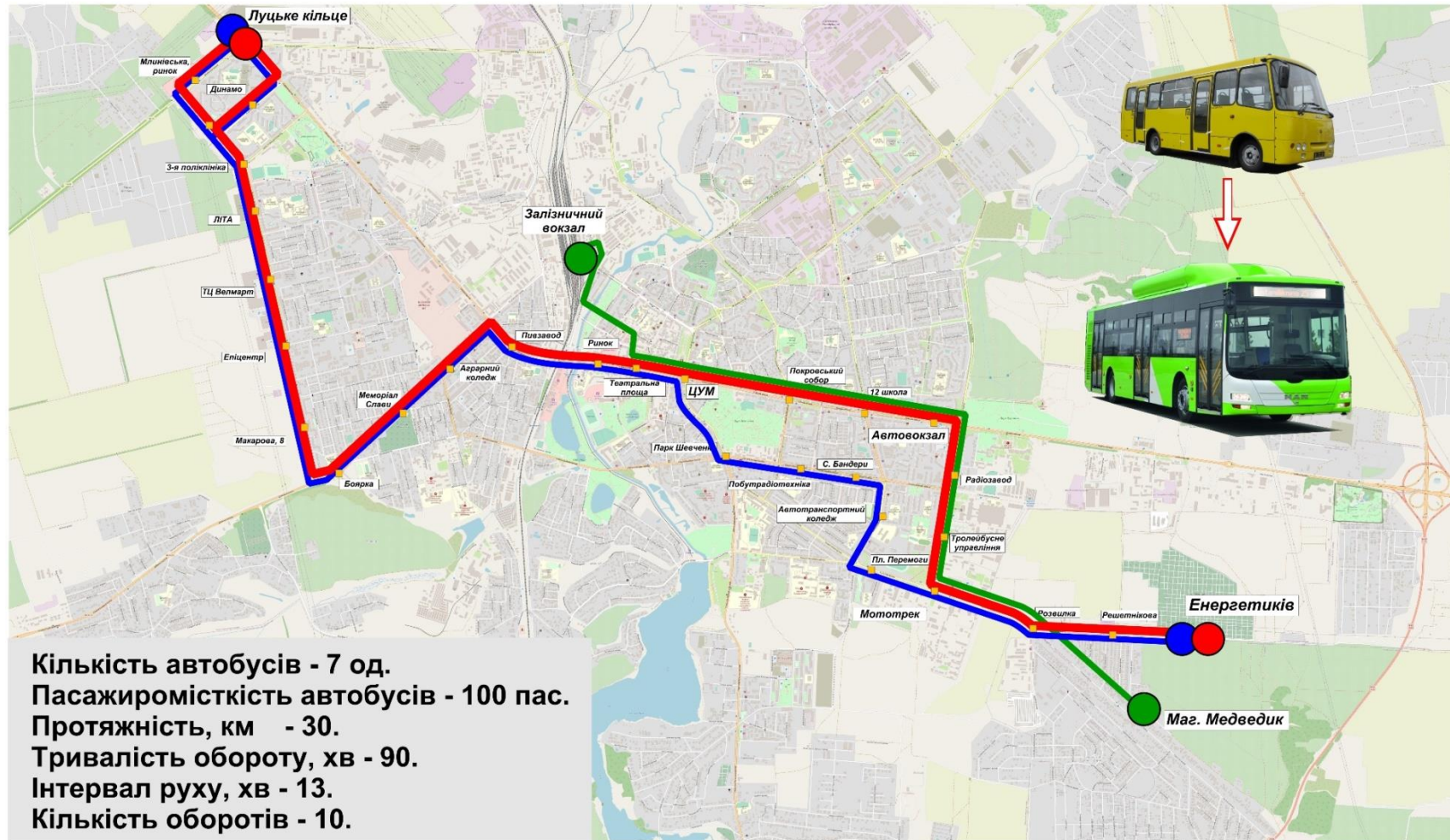
Кількість автобусів - 7 од.  
Пасажиромісткість автобусів - 100 пас.  
Протяжність, км - 30.  
Тривалість обороту, хв - 90.  
Інтервал руху, хв - 13.  
Кількість оборотів - 10.

49 **Енергетиків - Макарова**



**"МАКАРОВА - БАНДЕРИ - РІВНЕНСЬКА"**

**ОРГАНІЗАЦІЯ МАРШРУТУ А-22 "МАКАРОВА - СОБОРНА - КЛАДОВИЩЕ"**



Кількість автобусів - 7 од.  
 Пасажиromісткість автобусів - 100 пас.  
 Протяжність, км - 30.  
 Тривалість обороту, хв - 90.  
 Інтервал руху, хв - 13.  
 Кількість оборотів - 10.

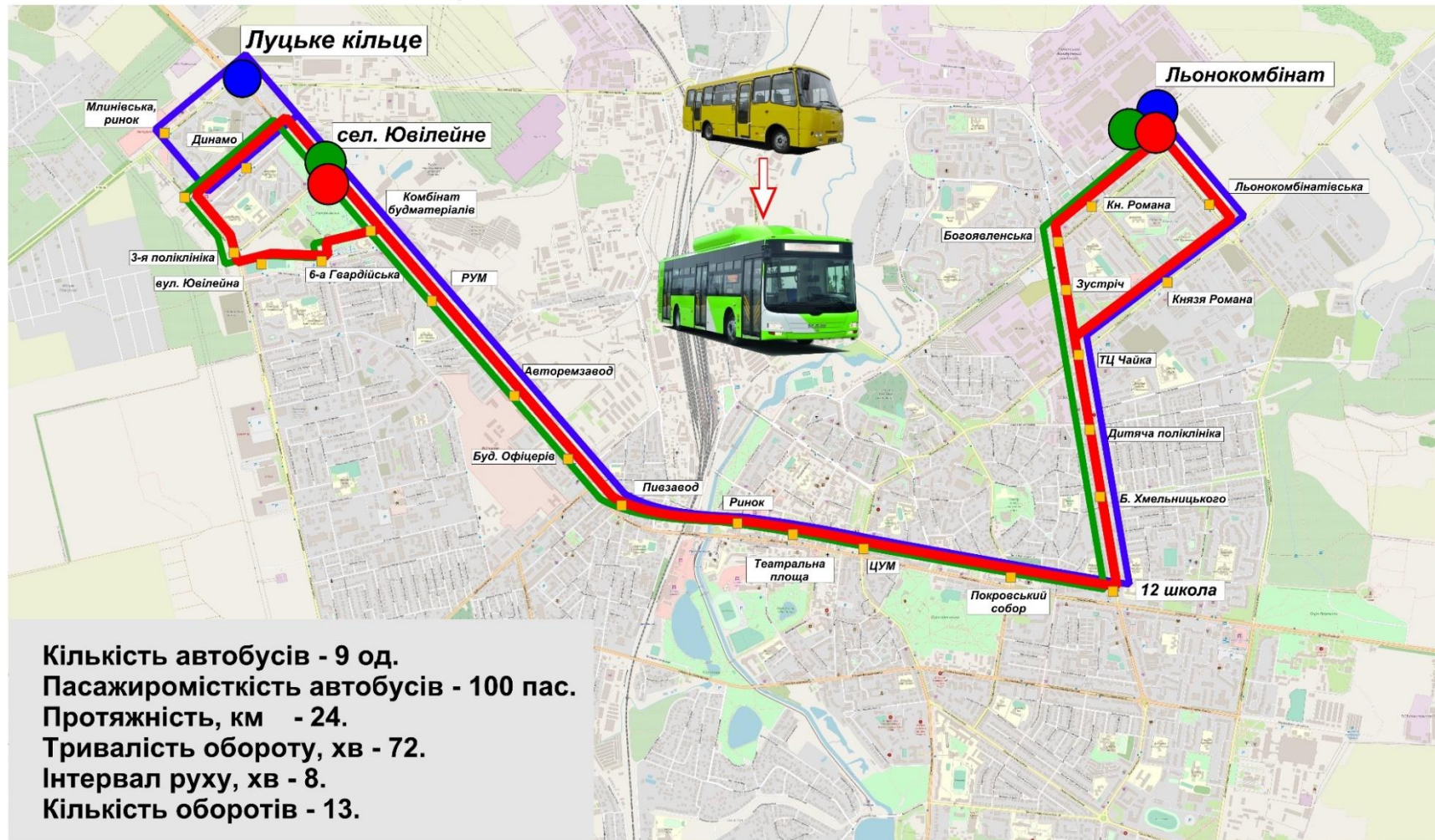
49 *Енергетиків - Макарова*

64 *Залізничний вокзал - Рівненська*



**"МАКАРОВА - СОБОРНА - КЛАДОВИЩЕ"**

**ОРГАНІЗАЦІЯ МАРШРУТУ А-21 "ЮВІЛЕЙНЕ - ЛЬОНОКОМБІНАТ"**



- 1** Л'вонокомбінат - Ювілейне
- 51** Л'вонокомбінат - Млинівська



**"ЮВІЛЕЙНЕ - ЛЬОНОКОМБІНАТ"**

**ОРГАНІЗАЦІЯ МАРШРУТУ А-20 "МАКАРОВА - ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВОКЗАЛ - ПІВНІЧНИЙ"**



Кількість автобусів - 10 од.  
 Пасажиромісткість автобусів - 100 пас.  
 Протяжність, км - 30.  
 Тривалість обороту, хв - 90.  
 Інтервал руху, хв - 9.  
 Кількість оборотів - 10.

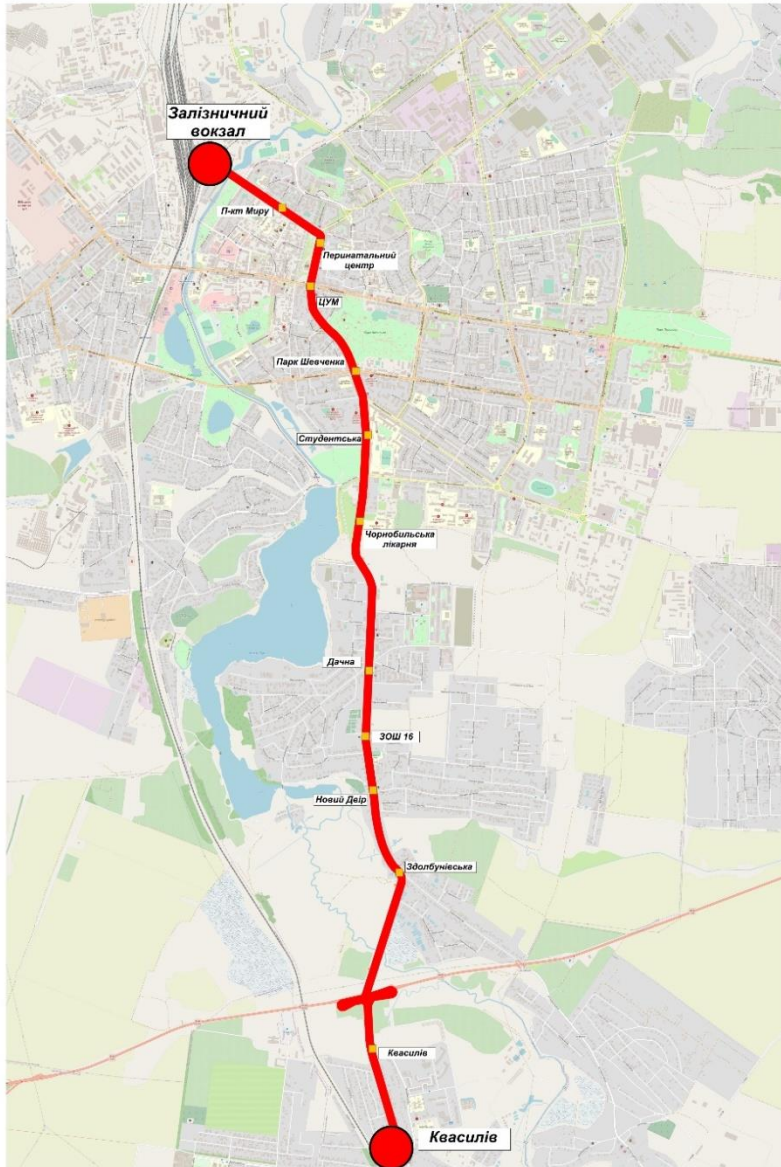
- 39 Коновальця - Ювілейне
- 67 Коновальця - Павлюченка



**"МАКАРОВА - ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВОКЗАЛ - ПІВНІЧНИЙ"**



**ОРГАНІЗАЦІЯ МАРШРУТУ 70(К) "Залізничний вокзал - смт. Квасилів"**



**70(К)**

Довжина обороту, км	17
Пасажиромісткість, пас	40
Інтервал руху, хв	7
Кількість автобусів, од	8



Пасажиромісткість:  
загальна - 40; сидячі - 23

**70(К)** Залізничний вокзал - смт. Квасилів  
(пропозиція)

*Для нотаток*

*Для нотаток*

*Для нотаток*

Наукове видання

*Никончук Вікторія Миколаївна  
Кристончук Михайло Євгенович  
Хітров Ігор Олександрович  
Пашкевич Світлана Михайлівна*

# **ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ ТА ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

*Монографія*

Друкується в авторській редакції  
Верстка Ілони Савицької

Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Обсяг 10,0 ум. друк. арк., 9,57 обл.-вид. арк.  
Наклад 300 пр. Зам. 55. Видавець і виготовлювач – Вежа-Друк  
(м. Луцьк, вул. Шопена, 12, тел. 0669362549).  
Свідоцтво Держ. комітету телебачення та радіомовлення України  
ДК № 4607 від 30.08.2013 р.



ISBN 978-966-940-557-9



9 789669 405579 >