

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня
магістр

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

на тему: «Вдосконалення організації дорожнього руху з пріоритетом
громадського транспорту по вулиці Покровській м. Житомир»

Виконав: студент групи ТРТ-5м



Олександр ТКАЧ

Керівник:



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Завідувач кафедри:



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Рецензент:



Дмитро БЕГЕРСЬКИЙ

Житомир – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

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

Кафедра: автомобілів і транспортних технологій

Освітній ступінь: «магістр»

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 275 «Транспортні технології»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри А і ТТ
Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

« 01 » 11 2024р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня магістр
Ткача Олександра Миколайовича

1.Тема роботи: «Вдосконалення організації дорожнього руху з пріоритетом громадського транспорту по вулиці Покровській м. Житомир» затверджена наказом вищого навчального закладу від 11 листопада 2024 року № 637-С

Керівник роботи: к.т.н., Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

2. Строк подання студентом завершеної роботи 01.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: нормативно-правові документи, результати відеоспостережень за транспортними потоками, що рухаються по вулицях м. Житомира, містобудівна документація міста Житомира, схеми організації дорожнього руху по вул. Покровській, досвід організації смуг руху для громадського транспорту інших міст на основі наукових літературних джерел.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Постановка та дослідження організації дорожнього руху громадського транспорту по вулиці Покровській м. Житомир. 2. Дослідження транспортних потоків по вулиці Покровській. 3. Визначення потреби вдосконалення організації дорожнього руху з пріоритетом громадського транспорту по вулиці Покровській та надання рекомендацій. Загальні висновки та практичні рекомендації. Список використаних джерел. Додатки.

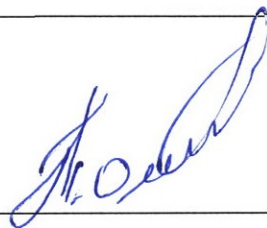
5. Пояснювально - роздавальний матеріал (презентація) – 16 слайдів.

Дата видачі завдання « 01 » 11 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

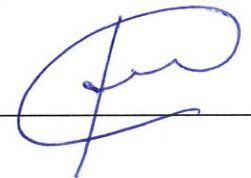
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Дослідження літературних джерел та робіт за проблемою організації пріоритетного руху міського громадського транспорту.	17.09.2023	Виконано
2.	Аналіз українського та світового досвіду організації пріоритетного руху міського громадського транспорту та визначення критеріїв для облаштування виділення смуг пріоритетного руху громадського транспорту.	24.09.2023	Виконано
3.	Проведення досліджень з метою визначення інтенсивності руху, пасажиропотоку та швидкості сполучення громадського транспорту по вулиці Покровській.	08.11.2023	Виконано
4.	Обрання шляхів організації виділеної смуги для громадського транспорту по вулиці Покровській та надання пропозицій.	22.11.2023	Виконано
5.	Оформлення пояснювальної записки	29.11.2024	Виконано
6.	Рецензування	06.12.2024	Виконано
7.	Захист	09.12-31.12.2024	Виконано

Студент



Олександр ТКАЧ

Керівник роботи



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Вдосконалення організації дорожнього руху з пріоритетом громадського транспорту по вулиці Покровській м. Житомир» містить 61 сторінка текстового документу.

Ефективний міський пасажирський транспорт є умовою забезпечення високого рівня транспортної рухливості всім категорій громадян. Підвищення рівня ефективності управління міським пасажирським транспортом загального користування є необхідною умовою забезпечення його конкурентних властивостей в умовах швидкого зростання парку особистих автомобілів. Міський пасажирський транспорт, що здійснює рух спеціально відведеними смугами руху, може успішно конкурувати з особистим транспортом у години «пік», за допомогою зменшення часу непродуктивного простою в заторах.

Метою роботи є розробка змін організації дорожнього руху задля підвищення швидкості громадського транспорту по вулиці Покровській.

Об'єктом дослідження є організація дорожнього руху з пріоритетом громадського транспорту.

Предметом дослідження є підвищення швидкості транспортного сполучення по вулиці Покровській.

Розглянуто варіанти організації пріоритетних смуг руху громадського транспорту по вулиці Покровській м. Житомир. Вибрано найбільш ефективне рішення щодо організації дорожнього руху з пріоритетом громадського транспорту по вулиці Покровській м. Житомир.

Ключові слова: транспортна рухливість населення, транспортний потік, міський транспорт спільного користування, організація руху.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	5
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. КРИТЕРІЇ ТА ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ ПРІОРИТЕТНОГО РУХУ МІСЬКОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	10
1.1 Транспортні проблеми сучасних міст та шляхи їх вирішення	10
1.2 Аналіз українського та світового досвіду організації пріоритетного руху міського транспорту загального користування	13
1.3 Критерії виділення смуг пріоритетного руху міського транспорту загального користування	18
Висновки до першого розділу	22
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВУЛИЦІ ПОКРОВСЬКОЇ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ПО НІЙ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	24
2.1 Опис вулиці Покровської та її сполучень	24
2.2 Опис існуючої схеми дорожнього руху по вулиці Покровській	27
2.3 Обрахунок інтенсивності руху громадського транспорту та пасажиропотоку по вулиці Покровській	35
Висновки до другого розділу	40
РОЗДІЛ 3. РЕОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПО ВУЛИЦІ ПОКРОВСЬКІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ СПОЛУЧЕННЯ	42
3.1 Обрахунок швидкості сполучення з існуючою схемою дорожнього руху по вулиці Покровській	42
3.2 Варіанти організації виділеної смуги для громадського транспорту по вулиці Покровській	54

3.3 Прогнозування швидкості сполучення з організацією виділеної смуги для міського транспорту по вулиці Покровській.....	56
Висновки до третього розділу.....	58
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	59
Перелік використаних джерел	60

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

ВДМ – вулично-дорожня мережа.

ВСП – відокремлена смуга руху.

ТП – транспортний потік.

ЗП – зупиночний пункт.

АСУДР – автоматизована система управління дорожнім рухом.

ВСТУП

Актуальність теми. Ефективний міський пасажирський транспорт є умовою забезпечення високого рівня транспортної рухливості населення. Підвищення рівня ефективності управління міським транспортом загального користування є необхідною умовою забезпечення його конкурентних властивостей за умов швидкого зростання парку особистих транспортів. Пасажирський транспорт, який здійснює рух спеціально відведеними смугами руху, може успішно конкурувати з особистим транспортом у години «пік», за допомогою зменшення часу непродуктивного простою в заторах.

Одним із можливих шляхів зниження завантаження вулиць та доріг, підвищення якості та ефективності пасажирських перевезень у містах є створення пріоритетних умов руху транспорту загального користування.

Міський транспорт загального користування, що рухається спеціальними смугами руху, може успішно конкурувати з індивідуальним транспортом у години «пік», за допомогою зменшення часу непродуктивного простою в заторах. Ця умова дозволить не лише покращити умови руху, а й знизити загальне екологічне навантаження на довкілля.

У зв'язку з цим дане наукове дослідження, присвячене ефективному управлінню міським транспортом, а саме транспорту загального користування, є актуальним, що дозволяє покращити транспортну ситуацію в сучасному місті.

Основна думка роботи полягає у тому, що безперешкодне пересування по вулично-дорожній мережі міського транспорту загального користування одна із основних умов забезпечення конкурентних якостей особистому транспорту.

Метою магістерської роботи є розробка змін організації дорожнього руху задля підвищення швидкості громадського транспорту по вулиці Покровській.

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

1. Проаналізувати транспортні проблеми сучасних міст та шляхи їх вирішення.
2. Визначити критерії виділення смуг пріоритетного руху міського транспорту загального користування.

3. Провести опис вулиці Покровської та її сполучень та існуючої схеми дорожнього руху.

4. Провести обрахунок інтенсивності руху громадського транспорту та пасажиропотоку по вулиці Покровській.

5. Виконати обрахунок швидкості сполучення з існуючою схемою дорожнього руху по вулиці Покровській.

6. Надати варіанти організації виділеної смуги для міського транспорту по вулиці Покровській та спрогнозувати зміни швидкості сполучення з організацією виділеної смуги для міського транспорту по вулиці Покровській.

Об'єкт дослідження – організація дорожнього руху з пріоритетом громадського транспорту.

Предмет дослідження – підвищення швидкості транспортного сполучення по вулиці Покровській.

Практична значимість полягає в тому що зміни в облаштуванні ВДМ з використанням засобів які надають пріоритет громадському транспорту призведуть до збільшення якості та ефективності обслуговування населення що в свою чергу зробить громадський транспорт більш привабливим для переміщення чим індивідуальний та зменшить навантаження на ВДМ міста Житомир.

РОЗДІЛ 1. КРИТЕРІЇ ТА ДОСВІД ОРГАНІЗАЦІЇ ПРІОРИТЕТНОГО РУХУ МІСЬКОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

1.1 Транспортні проблеми сучасних міст та шляхи їх вирішення

Вулично-дорожня мережа (ВДМ) міста створюється десятиліттями і для її зміни чи реконструкції необхідні час та значні інвестиції. Структура і довжина ВДМ міста створюються з урахуванням генеральних планів розвитку, орієнтованих на певний рівень автомобілізації. Протягом тривалого часу в нашій країні пріоритет у розвитку транспортного обслуговування віддавався громадському пасажирському транспорту, оскільки за розрахунковий рівень автомобілізації приймався 60 авт./1000 чол. [1]. Саме для цього рівня автомобілізації і було створено всю транспортну інфраструктуру та систему управління дорожнім рухом сучасних українських міст.

Основними їх недоліками є:

- мала питома щільність магістральних вулиць та недостатня розвиненість мережі місцевих вулиць;
- низька пропускна спроможність вулиць та перехресть;
- суміщений рух громадського пасажирського транспорту, особливо трамваїв у середині проїжджої частини, легкового, вантажного та транспорту спеціального призначення;
- застосування для регулювання руху застарілих методів та технічних засобів;
- відсутність системи інформаційного забезпечення міського руху;
- відсутність необхідної кількості автостоянок та парковок [2].

Рівень автомобілізації населення визначається кількістю транспортних засобів на 1000 осіб. Цей показник визначається за фактично зареєстрованими автомобілями або за результатами дослідження, тобто, фактичного володіння.

Станом на 2014 рік кількість автомобілів, зареєстрованих відповідно до даних ДАІ складала 311,5 авто/1000 жителів, а за результатами дослідження мобільності 2018 року – 116 авто/1000 мешканців.

Згідно з дослідженням мобільності населення, 71,4% усіх сімей у місті Житомир не мають автомобіля. Цей показник значно вищий, ніж у Гданську та німецьких містах (рисунок 1.1). Також, 26,1% сімей мають 1 авто, що також менше, ніж у європейських містах. Наразі існує високий ризик зростання рівня автомобілізації як у Житомирі, так і в інших містах України, що пов'язано з покращенням економічної спроможності, а також з уведенням заборони Євросоюзу на проїзд дизельних автомобілів, що спричинило потік таких транспортних засобів в Україну. [3]



Рисунок 1.1. Кількість авто в сім'ї

На 2024 рік середній в Україні показник становить 245 авто на 1 тисячу жителів. А в Києві досяг 407 авто/ на 1 тисячу жителів [4].

Також відповідно в містах України як видно на рисунку 2 населення надає перевагу громадському транспорту при пересуванні.



Рисунок 1.2. Структура пересувань в українських містах

Найважливішим та найдорожчим заходом є розвиток ВДМ міста. У випадку інтенсивної автомобілізації частку ВДМ у балансі території міст необхідно збільшити із звичайних 8 - 10 % до 20 %, що потребує коригування діючих та створення нових нормативних документів і посібників з проектування планування і забудови вулиць, площ, транспортних вузлів.

Як показує закордонний досвід, одним із найбільш радикальних та ефективних шляхів підвищення ефективності роботи міських транспортних систем є впровадження різних заходів, спрямованих на обмеження використання автомобільного транспорту з одночасним адекватним розвитком системи громадського пасажирського транспорту.

Ці заходи можуть бути різними: від адміністративної заборони, до стягнення плати за виїзд на ВДМ, але спрямованість їх одна – зменшення кількості автомобілів до рівня, що не перевищує пропускну спроможність ВДМ та місткість паркувань у місті. Головним об'єктом обмежень при впровадженні цього підходу мають стати легкові автомобілі, які перебувають у власності громадян, оскільки саме вони роблять найбільший внесок у перевантаженість ВДМ міста.

Умови руху міського пасажирського транспорту, який здійснює рух у загальному транспортному потоці, визначаються умовами руху потоку в цілому, який можна охарактеризувати двома показниками: рівень завантаження ВДМ та швидкістю сполучення. Ключовим фактором, що впливає на умови руху транспортного потоку, є рівень завантаження ВДМ. Швидкість сполучення всього транспортного потоку, зокрема й громадського транспорту, визначається з урахуванням затримок транспорту на перехрестях, і навіть враховуються витрати часу зупинки.

У США для оцінки транспортного руху по ВДМ міста як основний застосовується інтегральний критерій, який називається показник рівня обслуговування (Level of Service – LOS). Він визначений як «якісна характеристика, яка відображає сукупні фактори (швидкість руху, час поїздки, безпека та зручність керування автомобілем, свободу маневрування)» [4]. Цей показник у США став основним критерієм оцінки якості організації дорожнього

руху та був включений до нормативних документів. Поділ на рівні дозволив транслювати параметри, що характеризують функціонування транспорту та доріг, більш зручну і спрощену для розуміння шкалу оцінки. В даний час транспортну ситуація в більшості сучасних міст України можна віднести до несприятливих та вкрай нестійких. Основною причиною цього є невідповідність пропускну здатності ВДМ, стрімкої автомобілізації міст, перевага особистого транспорту громадському [5].

Незадовільна умова руху міського пасажирського транспорту, що рухається у загальному інтенсивному потоці транспортних засобів, веде до зниження якості обслуговування населення, у зв'язку з високими витратами часу на пересування, пов'язані з низькою швидкістю сполучення пасажирського транспорту та порушенням регулярності його руху. Негативно впливає на рух громадського транспорту і наявність припаркованого особистого транспорту на значній кількості вулиць.

При русі на виділених смугах та відсутності перешкод руху громадський транспорт здатний забезпечувати більш високі швидкості сполучення, ніж під час руху у загальному міському транспортному потоці, зокрема й у години «пік».

Необхідно створити умови, за яких користування громадським пасажирським транспортом було б вигіднішим, ніж автомобілем.

1.2 Аналіз українського та світового досвіду організації пріоритетного руху міського транспорту загального користування

Досвід, накопичений за 100 років присутності автомобіля в місті, показує: міста (навіть найстаріші) можуть адаптуватися практично до будь-якого рівня автомобілізації. Позначку в 500–600 автомобілів на 1000 жителів подолали сьогодні міста всіх країн з високим рівнем доходів населення, а «світовий рекорд» давно перевищив позначку в 900 автомобілів.

Зрозуміло, що ніякого безкоштовного транспортного щастя (і тим більше - транспортної свободи) при цьому ніде вже не спостерігається, проте міста залишаються більш-менш зручними для життя, а мобільність містян підтримується на рівні відповідних базових вимог. В свою чергу, для досягнення

останніх необхідно жорстко дотримуватися принципових рекомендацій; найбільш зрозумілі та ефективні з них стосуються не руху автомобілів, а їх зберігання та паркування (оскільки 90 % і більше часу основна маса АТЗ в містах не рухається, а стоїть) [6].

Світового досвіду організації пріоритетного руху базується на таких принципах:

Принцип № 1. Пішохід є важливішим за автомобіль. Велосипедист є важливішим за автомобіль. Маршрутний автобус чи трамвай важливіший за автомобіль. Всі автомобілісти рівні. Автомобіль, який рухається, важливіший за той, що припаркований (перший виконує корисну транспортну роботу, другий – ні) (рисунок 1.3).

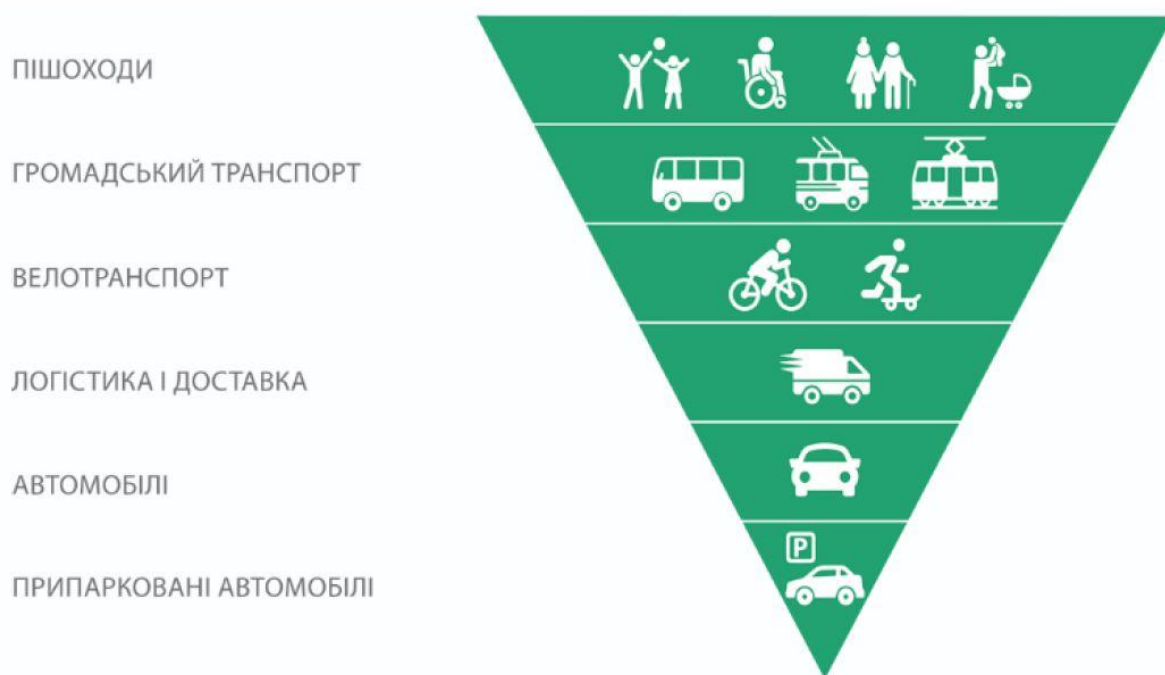


Рисунок. 1.3. Пріоритети транспортної політики в сучасних містах

Відповідно, паркування неможливе на тротуарі, у дворі (якщо він не перебуває у вашій приватній власності), і, зрозуміло, скрізь, де припаркований автомобіль може хоч чимось заважати руху інших автомобілів та пішоходів, а також роботі МГТ.

Принцип № 2. Жоден мегаполіс світу не обходиться без чіткої функціональної диференціації ВДМ.

Перший, базовий контур – це вулиці. Тут господар – пішохід, якому потрібно спускатись під землю лише для входу в метро, але не для переходу через ПЧ. Швидкості руху автомобілів жорстко лімітовані (не більше 30 миль/год) та світлофори на кожному кроці.

Другий контур – це мережа міських швидкісних магістралей (freeway), траси яких проходять поза межами забудови, виключними користувачами яких є автомобілісти; швидкості тут високі (до 100 миль/год); примикання – рідкісні та правильно облаштовані; пішоходів, велосипедистів, світлофорів та зупинок МГТ немає взагалі. Характерні для великих міст колишнього СРСР багатосмугові проспекти і бульвари, які являють собою гібриди вулиць та швидкісних доріг, зустрічаються також у містах США та Західної Європи, проте у всіх випадках вважаються вимушеним поганим рішенням.



Рисунок. 1.4. З'єднання Е6 та Е20 в місті Гетеборг

Принцип № 3. Кожен шматок міського простору — вулиці, проїзду, тротуару, двору – має власника (муніципалітет; власник будинку; власники квартир, об'єднані в кондомініум). Паркування, яке не санкціоноване власником, є правопорушенням. Зокрема, на муніципальній території можна припаркуватися

тільки там, де це дозволено відповідними знаками і покажчиками, а також зазначений паркувальний тариф і форма оплати.

Принцип № 4. Паркування за небагатьма виключеннями є платним. Плата за паркування прогресивно збільшується при наближенні до міського центру. Наприклад, за даними дослідження аналітиків платформи Parkopedia, середній тариф за 1 годину паркування в центрі м. Нью-Йорка складає \$27, середня вартість денної стоянки в місті - \$42,25, а середній показник вартості паркування протягом місяця — \$616 за незарезервоване місце [6].

Згідно Плану сталої міської мобільності м. Житомир близько 46% щоденних пересувань здійснюються громадським транспортом, в той час як приватними автомобілями здійснюється 15% пересувань. Це означає, що 15% користувачів створюють затори, від яких страждає майже половина містян.

Впровадження пріоритету громадського транспорту є одним із найефективніших способів створення сучасної, привабливої, ефективної та зручної системи обслуговування пасажирів. У відповідь на збільшення обсягів руху на дорогах міста важливо забезпечити пріоритет тим видам транспорту, які обслуговують більше користувачів і забезпечують більш ефективне використання громадського простору. Переміщення по відокремлених смугах допомагає громадському транспорту не залежати від загального потоку, не зупинятися в заторах і дотримуватися графіку, який визначає його надійність.

Пріоритетний рух громадського транспорту з використанням адаптованих світлофорів дає можливість зменшити тривалість рейсу одного транспортного засобу, що, в свою чергу, збільшує частоту руху громадського транспорту або зменшує необхідну кількість транспортних засобів. Досвід Великобританії показує, що автобусні смуги можуть скоротити час руху автобуса на 7-9 хвилин вздовж 10-кілометрового перевантаженого маршруту.

Пріоритизація громадського транспорту дозволяє досягти більш високого рівня обслуговування та сприяти ефективнішому використанню громадського простору та державних ресурсів.

Виділена смуга для руху громадського транспорту – це смуга на проїзній частині, рух якою дозволено лише громадському транспорту, а заїзд приватних автомобілів можливий лише для виконання повороту. Згідно з Державними будівельними нормами (ДБН) В.2.3-5:2018, такі смуги повинні облаштовуватися на магістральних вулицях і дорогах за наявності 3-х і більше смуг в одному напрямку або 2-х в одному напрямку в умовах реконструкції на вулицях, де є історична та/або існуюча забудова. Ці смуги повинні виділятися розміткою і, за необхідності, конструктивно (делінеаторами) [1].



Рисунок. 1.5. Смуга для руху громадського транспорту з дозволом пересування по ній велосипедом, м. Житомир, вул. Театральна

В умовах обмеженого простору на вулицях, на яких необхідно організувати і велосипедний рух, і пріоритетний рух громадського транспорту, по смугах для громадського транспорту доцільно дозволити їхати і велосипедистам. Такий захід є можливим за ширини виділеної смуги більше 4,75 м (випередження дозволене) або за ширини до 3,5 м й інтенсивності велоруку до 200 велосипедистів/год. (випередження заборонене). При проміжній ширині є ймовірність здійснення

випередження із недостатнім інтервалом безпеки. Смуги спільного руху повинні позначатися відповідними знаками і розміткою.

1.3 Критерії виділення смуг пріоритетного руху міського транспорту загального користування

Критерії необхідності організації відокремлених смуг для руху ВСП, які пропонують фахівці різних країн, мають певні відмінності. Фахівці Південної Кореї [7] пропонують як критерії мінімальні значення інтенсивності руху та пасажиропотоків (таблиця 1.1). Облаштування відокремленої лінії в напрямку протилежному загального транспортного потоку можливий, якщо інтенсивність руху автобусів перевищує інтенсивність руху інших транспортних засобів у зустрічному напрямку [7].

Таблиця 1.1 - Критерії при організації відокремлених смуг для руху пасажирського транспорту у Південній Кореї

Число смуг	Інтенсивність руху автобусів N_A , од.	Пасажиропотік Q , пас. / год.	Тип виділеної смуги
3	$N_A > 60$	$Q > 1800$	Крайня права смуга у напрямку руху ТП
	$N_A > 100$	$Q > 3000$	Крайня права смуга у напрямку руху ТП
			Крайня смуга у напрямку проти руху загального ТП
	$N_A > 150$	$Q > 4500$	Крайня права смуга у напрямку руху ТП
			Крайня ліва смуга у напрямку руху ТП
4	$N_A > 100$	$Q > 3000$	Крайня права смуга у напрямку руху ТП
	$N_A > 150$	$Q > 4500$	Крайня права смуга у напрямку руху ТП
			Крайня ліва смуга у напрямку руху ТП

У США та Великій Британії вказуються набагато менші значення інтенсивності руху маршрутного транспорту (таблиця 1.2). Значення інтенсивності руху ТЗ, що забезпечують економічну ефективність облаштування відокремлених смуг для руху маршрутного пасажирського транспорту

розглядалися Ю.Д. Шовковим (таблиця 1.3), де значення інтенсивності руху доповнюються рядом вимог [8].

При використанні відокремлених смуг типу Б - Г необхідно (таблиця 1.3), щоб відстань між зупинковими пунктами становила щонайменше 1,5 км. Ширина відокремленої смуги має бути не менше 3,5 м при русі ВСР у попутному напрямку із загальним транспортним потоком і не менше 3,75 м при русі ВСР назустріч загальному транспортному потоку.

Оскільки оцінка ефективності пріоритетних смуг руху ВСР викликає великий інтерес, Світова дорожня асоціація (PIARC) провела дослідження, матеріали для яких були надані 30 містами з 15 країн.

Таблиця 1.2 - Критерії організації відокремлених смуг для руху пасажирського транспорту в США та Великій Британії [9]

Інтенсивність руху автобусів , од. / год.	Пасажиропотік С, пас. / год.	Тип виділеної смуги
США		
30-40	1200-1600	Крайня смуга у напрямку руху загального ТП
40-60	1600-2400	Крайня смуга у напрямку проти руху загального ТП
60-90	2400-3600	У розділовій смуги проїжджої частини
Великобританія		
50	2000	-

Таблиця 1.3 - Значення інтенсивності транспортного руху при організації відокремлених смуг для пасажирського транспорту

Число смуг	Інтенсивність руху автобусів N_A , од.	Інтенсивність руху ТС у розрахунку на одну смугу	Тип виділеної смуги
3	$N_A > 640$	$400 < N_T < 800$	Крайня права смуга у напрямку руху ТП (тип А)
	$N_A > 80$	$500 < N_T < 800$	Крайня ліва смуга у напрямку руху ТП (тип Б)
			Реверсивна смуга (тип В)
			Крайня ліва смуга у напрямку руху ТП за рахунок зміщення осової лінії розмітки та використання смуги для зустрічного руху (тип Г)

4	$N_A > 40$	$400 < N_T < 900$	Крайня права смуга у напрямку руху ТП (тип А)
	$N_A > 80$	$500 < N_T < 900$	Крайня ліва смуга у напрямку руху ТП (тип Б)
			Реверсивна смуга (тип В)
			Крайня ліва смуга у напрямку руху ТП за рахунок зміщення осьової лінії розмітки та використання смуги для зустрічного руху (тип Г)

Аналіз міжнародного досвіду виділення спеціальних смуг та окремих проїздних частин (оцінювалися маршрути з найбільшими пасажиропотоками) дав такі показники [10]:

- двосмугова проїжджа частина для автобусного руху може забезпечити провізну здатність 11000 – 15000 пас/год в одному напрямку;
- при впровадженні заходів щодо підвищення пропускної здатності зупиночних пунктів досягнуто провізної здатності 18000 пас/год в одному напрямку;
- найбільший пасажиропотік зафіксовано в Порто-Алегро (Бразилія) – 26000 пас/год в одному напрямку.

Наведені вище значення пасажиропотоків можна оцінювати, як високі та відповідні показникам провізної здатності ліній трамваю, зазначеним у вітчизняній та закордонній спеціальній літературі. Тому слід впроваджувати цей досвід і в українську практику. Оскільки умови руху в українських містах, розглянуті в [8], істотно змінилися, рекомендації щодо устрою смуг пріоритетного руху ВСР (таблиця 1.3) вимагають певної коригування. На необхідність уточнення критеріїв виділення спеціалізованих смуг вказують і розбіжності значень показників, що наводяться фахівцями різних країн (таблиці 1.1 – 1.3).

Насамперед, вимагають вивчення показники інтенсивності руху і, відповідно, питомі навантаження на смуги проїзних частин, які протягом останніх 10 - 15 років різко зросли. У випадках транспортних потоків високої щільності виділення спеціалізованих смуг для міського пасажирського транспорту може супроводжуватися негативним ефектом - погіршенням умов руху решти

транспортного потоку. Зростання автопарку робить необхідним облік впливу вуличного паркування, функціонування місцевих проїздів, які обслуговують прилеглі до проїзної частини забудови, стоянки біля торгових об'єктів, заправки тощо.

Ефективним інструментом, що дозволяє встановити області значень різних параметрів, за яких доцільно виділення смуг міського пасажирського транспорту, є мікромоделювання транспортних потоків, яке дозволяє охопити широкий спектр дорожніх умов та врахувати вплив різних факторів: співвідношення інтенсивності руху маршрутного транспорту та основного транспортного потоку; пропускна спроможність та пасажирообіг зупинкових пунктів; розміщення місцевих проїздів та інтенсивність руху на них; щільність розміщення світлофорних об'єктів та їх режими регулювання.

Відповідно до аналізу, наведених даних, можна зробити такі висновки:

1) Організація руху міського пасажирського транспорту виділеними смугами дозволяє підвищити експлуатаційну швидкість міського пасажирського транспорту загалом на 10 - 20 %, і навіть сприяє перерозподілу попиту пасажирські перевезення.

2) Ефект від реалізації заходів щодо забезпечення пріоритетних умов руху міського пасажирського транспорту вдається досягти при поєднанні руху по виділеній смузі з використанням пріоритетного пропуску через регульовані перехрестя, які реалізовані у сучасних закордонних АСУДР.

3) Розглянуті різні варіанти організації пріоритетної лінії руху для пасажирського транспорту. Надається можливість виділення пріоритетної смуги навіть на самих складних та самих завантажених ділянках ВДМ, у тому числі й в історичних районах міста, яким притаманні вузькі ділянки проїжджої частини.

Висновки до першого розділу

У ході проведеного аналізу транспортних проблем міста та існуючих систем ефективного управління міськими транспортними потоками, зокрема міським громадським транспортом, було отримано такі результати:

1. Незадовільні умови руху з ВДМ сучасного міста пасажирського транспорту, у зв'язку з інтенсивністю руху загального транспортного потоку, ведуть до загального зниження якості та ефективності обслуговування населення, це веде до істотного зменшення головної переваги громадського транспорту перед індивідуальним транспортом. Населення віддає перевагу індивідуальному транспорту громадському, внаслідок чого порушується робота всієї транспортної системи міста, характерною ознакою якої стають повсюдні та системні транспортні затори.

2. У наявній транспортній ситуації міський пасажирський транспорт, здатний ефективно використовувати міський дорожній простір і має значні від легкового транспорту провізні можливості, не здатний у ситуації гідно конкурувати з індивідуальним транспортом, а наявний високий рівень автомобілізації в Україні неминуче веде до неправильного підходу і попиту на пасажирські перевезення.

3. У всіх розвинених країнах обов'язковою умовою підвищення ефективності функціонування пасажирського громадського транспорту є забезпечення пріоритетного руху рухомого складу на ВДМ. Найбільш поширеними методами забезпечення пріоритетного руху транспорту загального користування є:

- організація виділених смуг для загального транспорту користування;
- зниження затримок рухомого складу на перехрестях за допомогою технічних засобів організації дорожнього руху, у тому числі за рахунок відповідного світлофорного регулювання.

4. Розглянуто вітчизняний та закордонний досвід, пов'язаний із наданням пріоритету міському громадському транспорту.

На основі результатів аналізу закордонного досвіду організації руху міського пасажирського транспорту за виділеними смугами та надання пріоритету міському пасажирському транспорту при проїзді регульованих перехресть засобами світлофорної сигналізації, виявлено, що ці заходи дозволяють:

- підвищити експлуатаційну швидкість у середньому на 10 – 20 %;
- скоротити час поїздки громадським транспортом до 30 %;
- значно знизити затримки на перехрестях на 25 - 40 %.

Головним недоліком вітчизняного досвіду впровадження виділених смуг у м. Житомир в нинішній час є те, що спеціальні смуги використовуються на окремих і невеликих за протяжністю ділянках ВДМ, що зменшує основний ефект від реалізації пріоритету. Досвід розвинених країн, де основна відмінність у тому, що створення пріоритетного руху пасажирського транспорту складає значної протяжності ВДМ, що робить ефективним можливість організацію роботи руху рухомого складу протягом усього маршруту виділеними смугами.

5. При організації виділених смуг застосовують такі схеми:

- надання громадському транспорту крайньої правої смуги з відділенням або без відокремлення її від решти проїжджої частини. Для обмеження виділеної смуги використовують бордюрний камінь або інші способи;

- надання другої смуги для громадського транспорту на багатосмугових ділянках вулично-дорожньої мережі. Перша смуга в цьому випадку служить для місцевого руху та паркування транспортних засобів;

- організація виділених смуг у центрі проїжджої частини ділянок із двостороннім рухом;

- надання громадському транспорту вулиць або перегонів повністю із заборонаю руху ними іншого транспорту. До цієї схеми відноситься організація виділеної смуги на ділянках з одностороннім рухом назустріч іншому транспортному потоку.

6. Визначені критерії для організації відокремлених смуг для руху пасажирського транспорту.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ВУЛИЦІ ПОКРОВСЬКОЇ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ПО НІЙ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

2.1 Опис вулиці Покровської та її сполучень

Вулиця Покровська відповідно до Класифікатора вулиць згідно ДБН Б.2.3-5-2018 є магістральною вулицею загальноміського значення регульованого руху, це вулиці що забезпечують транспортний зв'язок між житловими, промислово-складськими районами та центром міста, центрами планувальних районів, дублювання радіальних, хордових і кільцевих магістральних доріг, виходи на магістральні вулиці та автомобільні дороги загального користування; перехрещення з магістральними вулицями районного значення та вулицями і дорогами місцевого значення здійснюється в одному рівні.



Рисунок 2.1. Загальний вигляд ВДМ що поєднана з вулицею Покровською та відмічені зони тяжіння

Вулиця поєднує центр міста з житловим мікрорайоном Крошня. Далі по вулиці розташовані промислові зони. По вулиці Покровський розташований ринок Сінний що підвищує навантаження на неї в цьому проміжку.

По вулиці проходять 7 маршрутів, 2 тролейбусні 4 та 4А, 4 автобусних (4, 10, 25, 30) та 1 приміського автобусу (110).

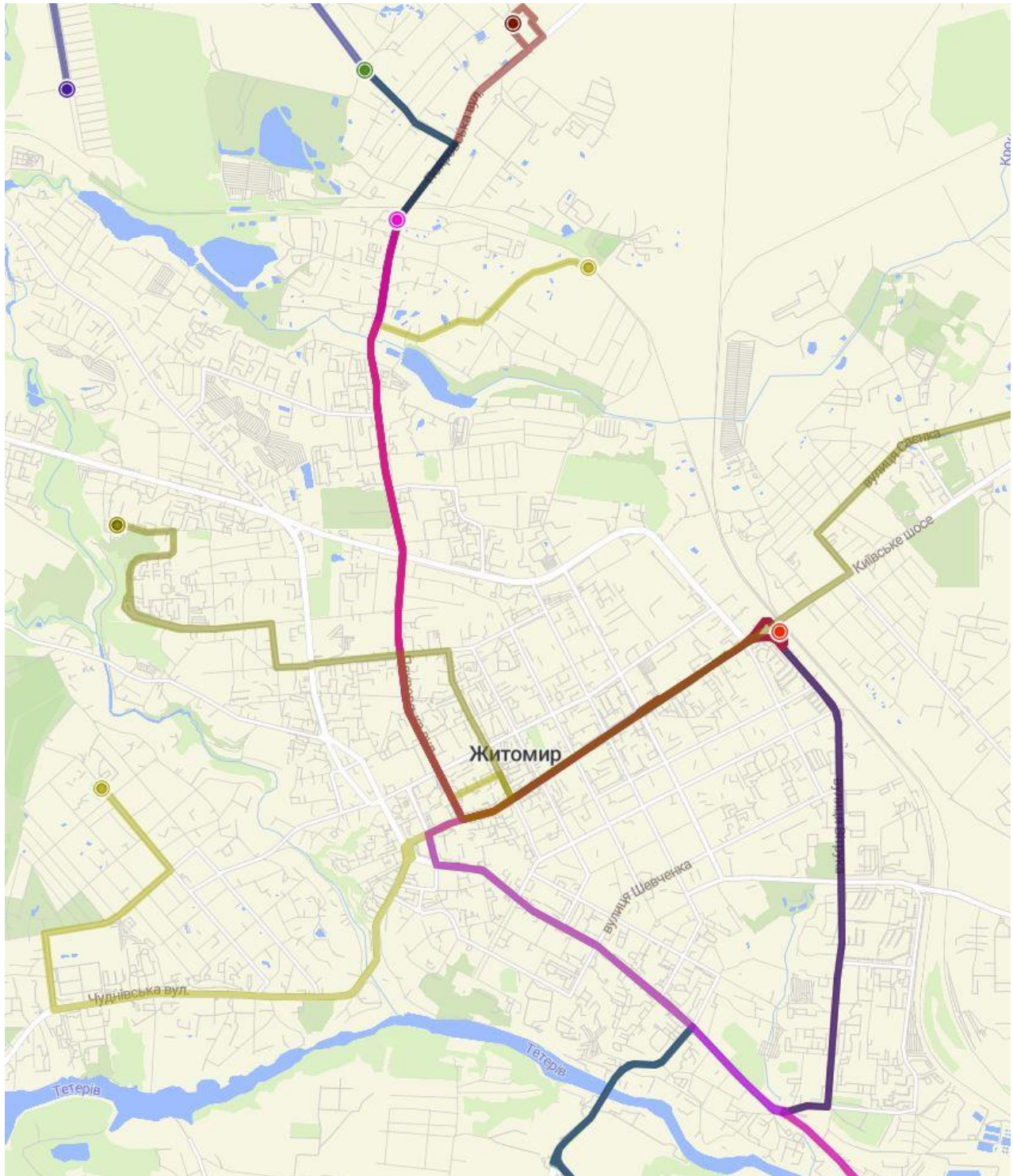


Рисунок. 2.2. Маршрути громадського транспорту що проходять по вулиці
Покровській

Крім того так як вулиця є магістральною і за межею міста переходить в регіональний автомобільний шлях М21 «Виступовичі — Житомир — Могилів-Подільський».

Важливо відмітити що вулиця активно використовується для пересування в центр міста мешканцями Житомирської агломерації. Також вулиця є однією з вулиць міста яка забезпечує зв'язок міста з міжнародною автомобільною дорогою М06.

В перспективі по вулиці Покровській планується забудова 2 житлових комплексів. Обидва Житлові комплекси будуть розташовані біля перехрестя вул. Покровська – проспект Незалежності та розраховані на проживання 3300 осіб та 500 осіб відповідно що зображено на рисунку 2.3.

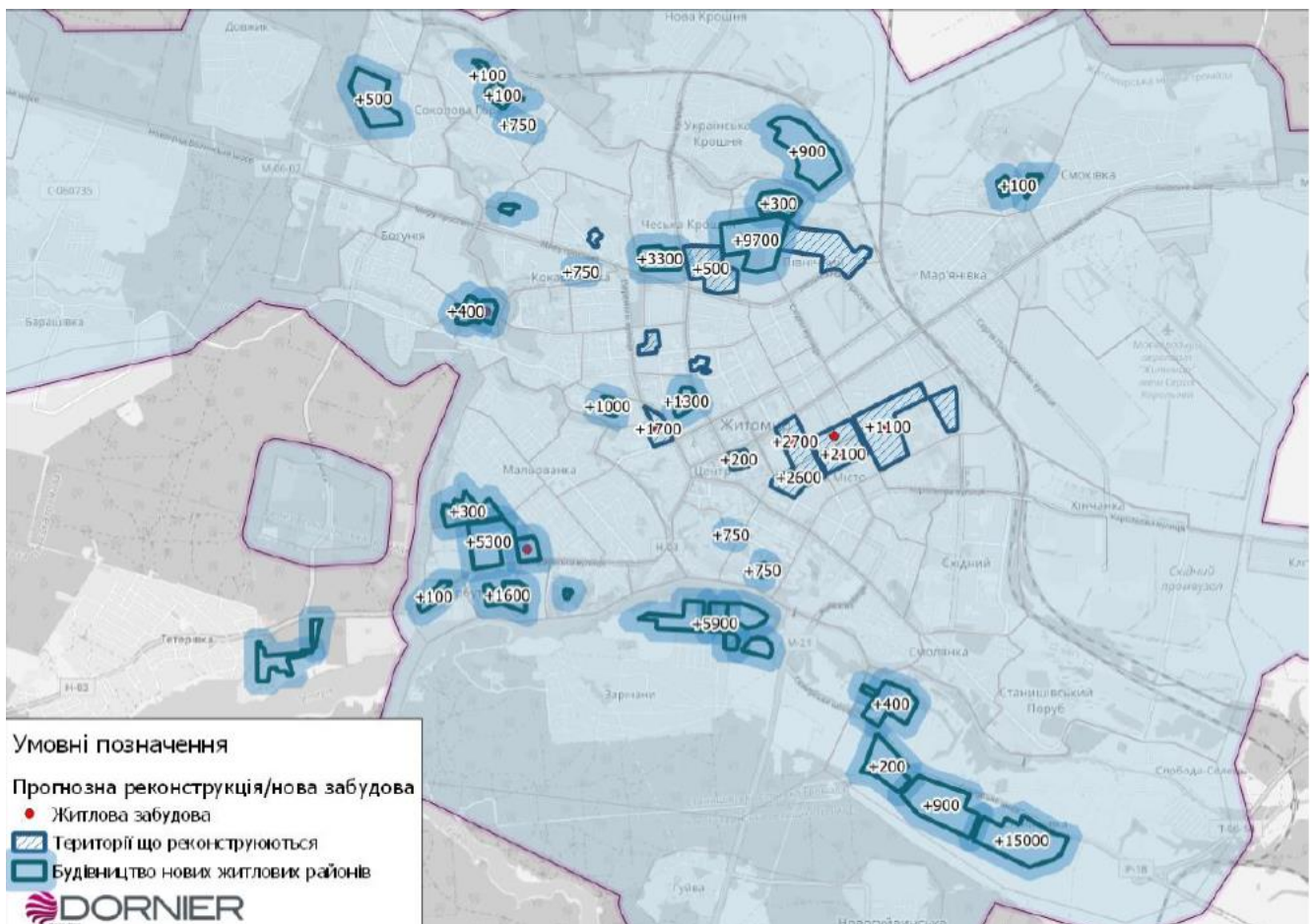


Рисунок. 2.3. Прогноз нового будівництва (житлової забудови) у м. Житомирі до 2035 року [3]

Також вулицю Покровську активно використовують для логістики по місту. На вулиці Гранітній що примикає до вулиці Покровської розташований Вантажний термінал Нової пошти.

Враховуючи це слід відзначити що прилеглий до вулиці Покровської прості буде стабільно розвиватись що збільшить навантаження на вулицю.

2.2 Опис існуючої схеми дорожнього руху по вулиці Покровській

Вулиця Покровська починається з перехрестя з вулицею Київською (рисунок 2.4), має 4 смуги руху, по дві в кожен напрям, при цьому проїжджа частина має ширину 12 метрів що зумовлено стислими умовами через проходження вулиці через історичний центр міста.

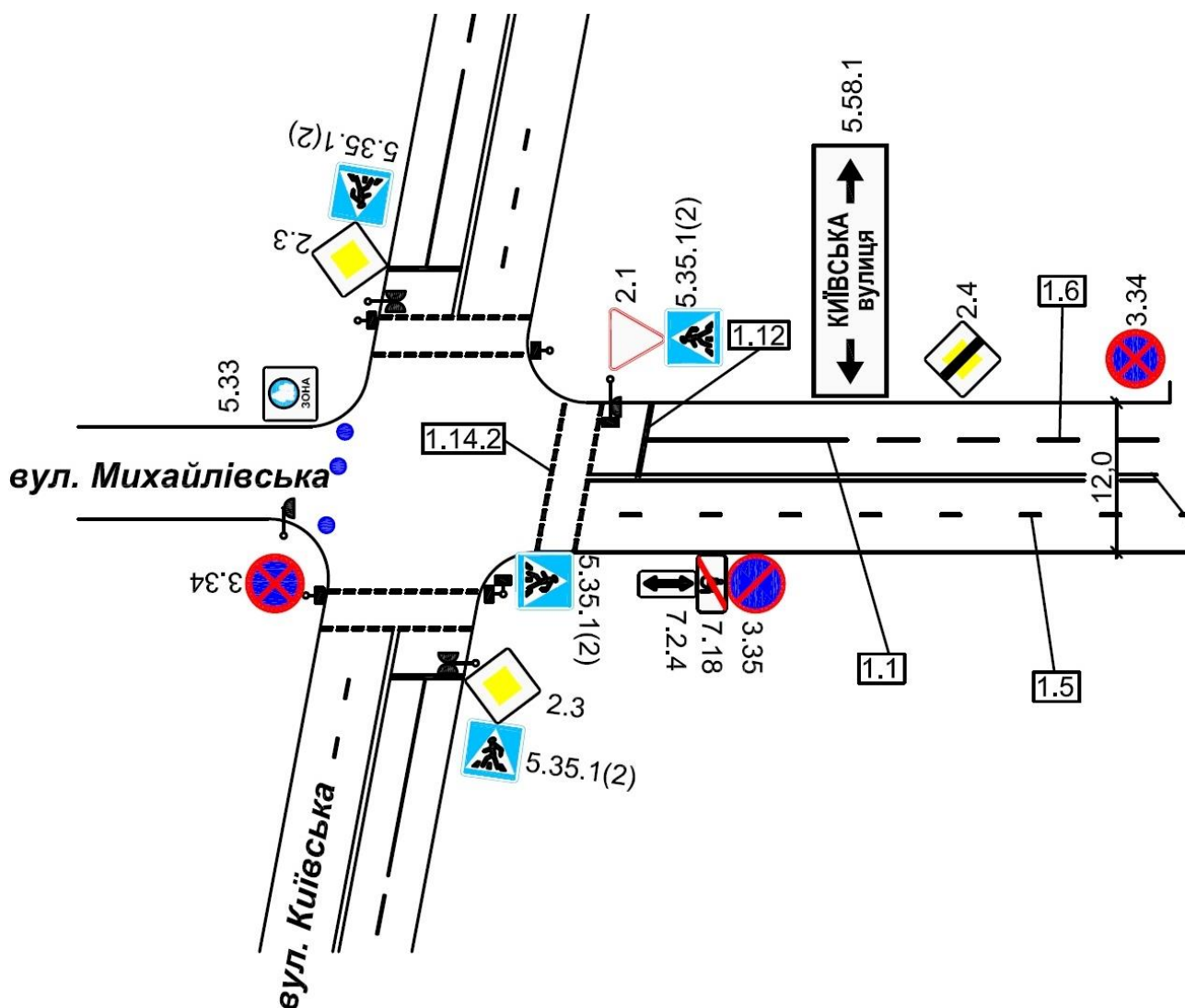


Рисунок. 2.4. Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Київська – вул. Покровська

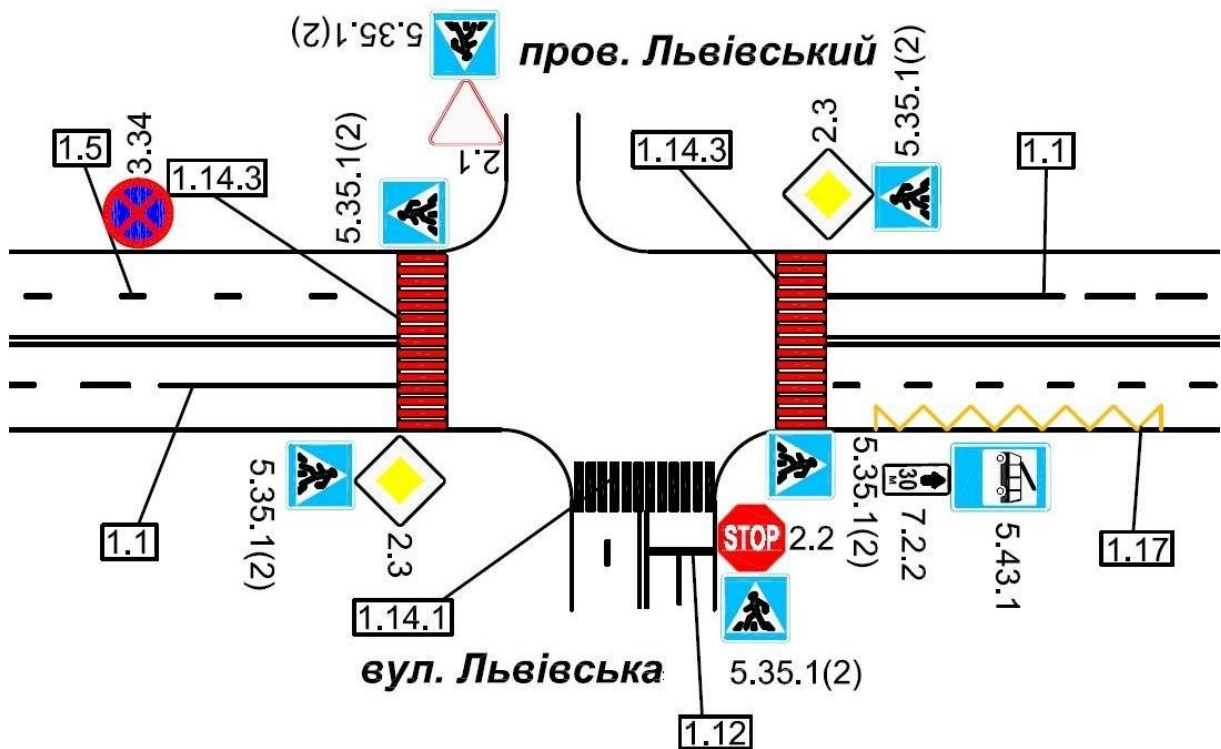


Рисунок. 2.5. Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Львівська – вул. Покровська

Далі вулиці Покровській розташовано нерегульоване перехрестя з вулицею Львівською (рисунок 2.5). Після цього перехрестя проїжджа частина розширюється до 13,2 метрів.

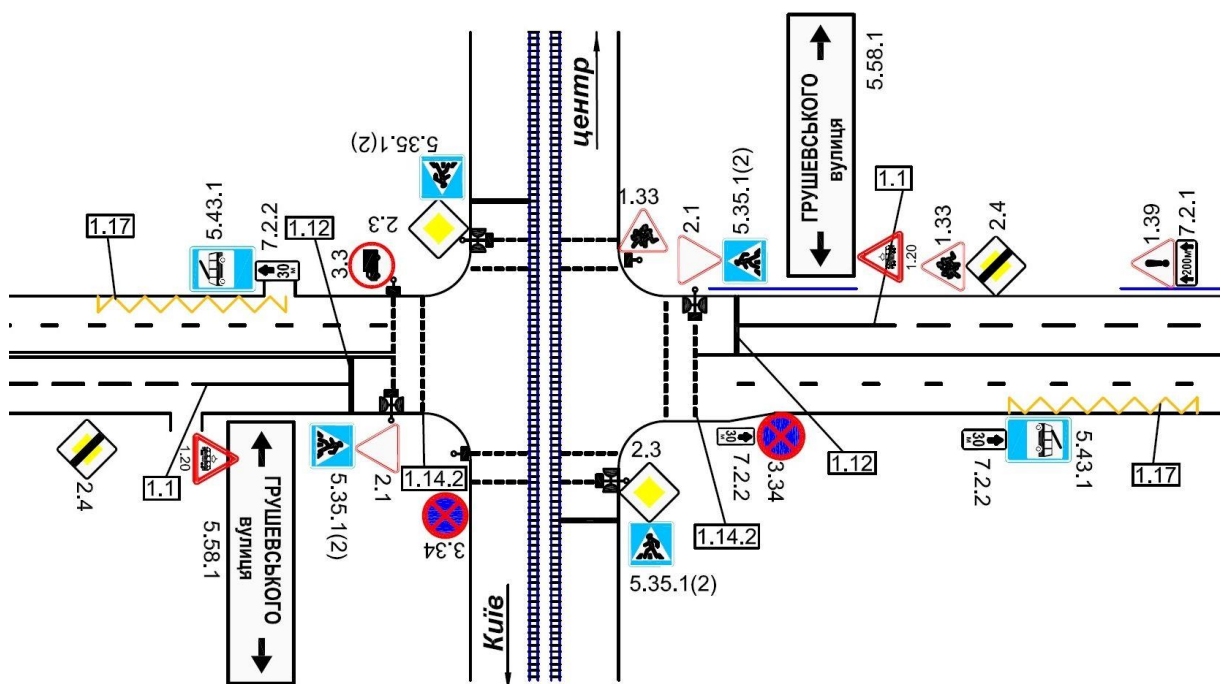


Рисунок. 2.6. Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Грушевського – вул. Покровська

Наступним є регульоване перехрестя з вулицею Грушевського (рисунок 2.6) по яким йдуть трамвайні колії. Після цього перехрестя по вулиці дозволяється рух вантажного транспорту а проїжджа частина навпаки звужується до 12,2 метрів і залишається такої ширини до перехрестя з вулицею Домбровського.

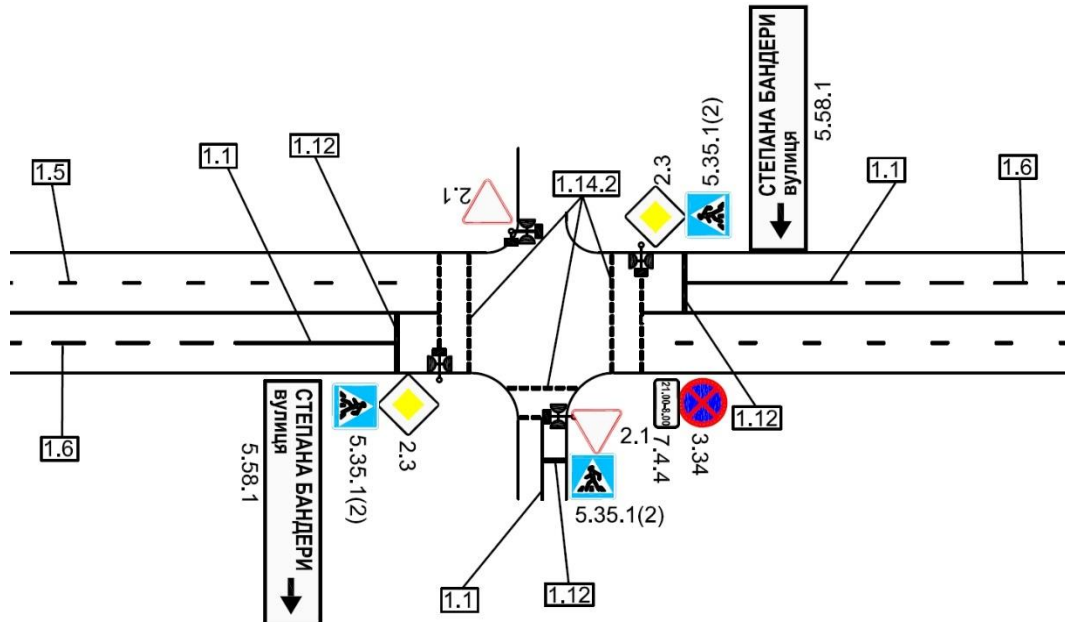


Рисунок. 2.7. Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Степана Бандери – вул. Покровська

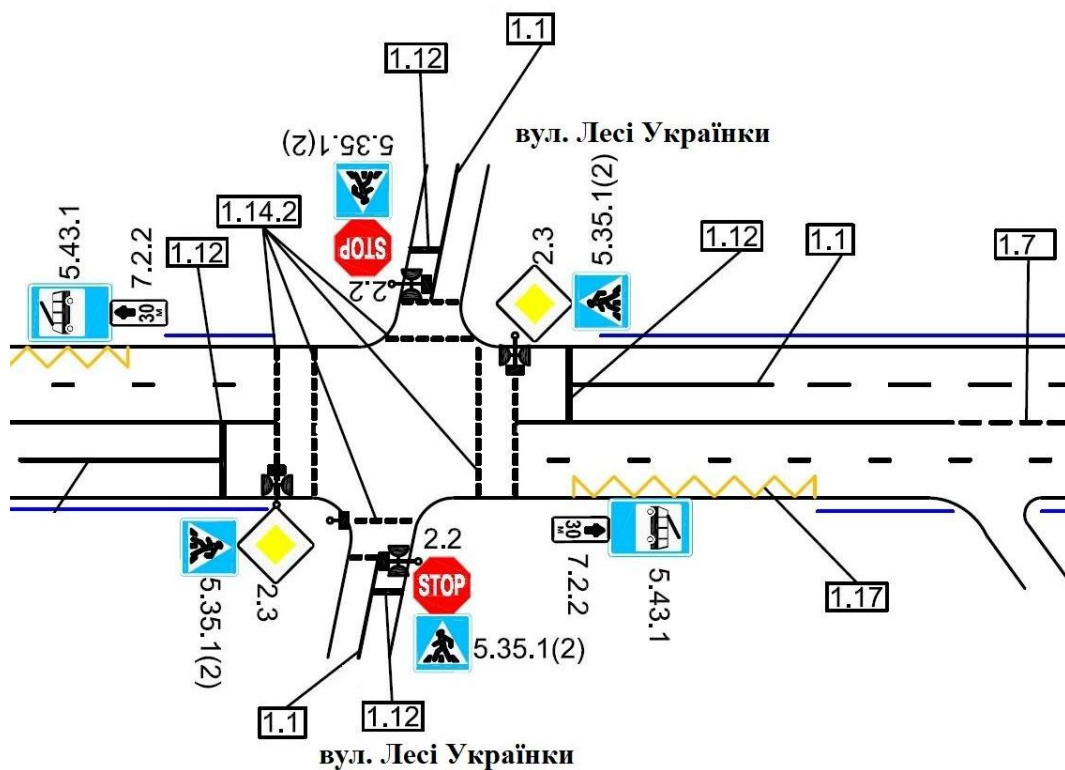


Рисунок. 2.8. Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Лесі Українки – вул. Покровська

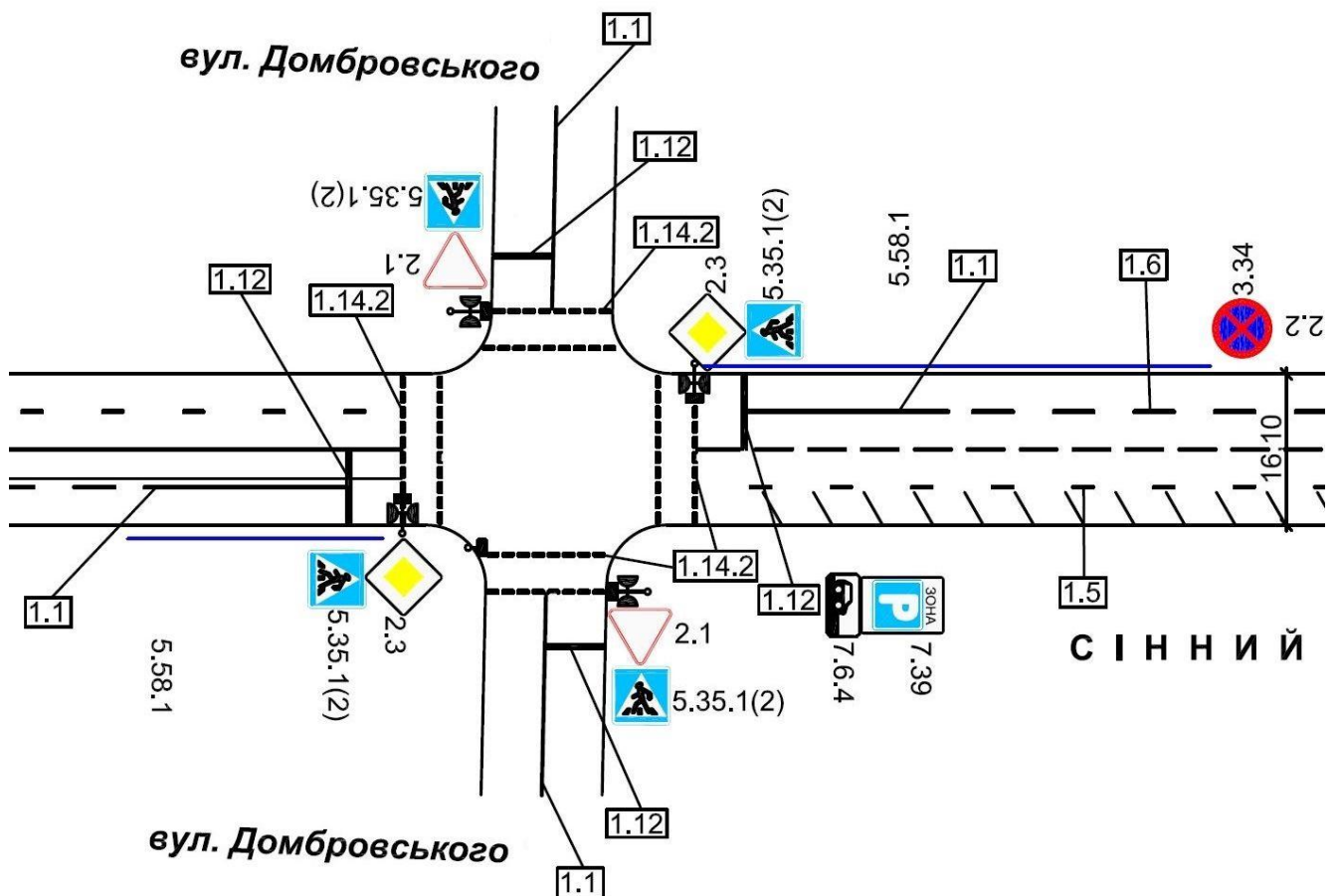


Рисунок. 2.9. Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Домбровського – вул. Покровська

Перехрестя вулиці Покровської з вулицею Домбровського є складним через розташування біля нього Сінного ринку (рисунок 2.9). Після перехрестя ширина проїжджої частини збільшується до 16,1 метра. Однак також через облаштування зони паркування в сторону Крошні проїжджа частина має лише одну смугу руху.

До перехрестя з вулицею Миколи Сціборського проїжджа частина звужується до 12,1 метру. Така ж ширина проїжджої частини зберігається до перехрестя з проспектом Незалежності. Це зумовлено розташуванням по обом сторонам вулиці Покровської старої низькоповерхової забудови.

Перехрестя з проспектом Незалежності є більш розвинутим. Зі сторони центру по вулиці Покровській заборонений поворот ліворуч. Зі сторони Крошні вулиця Покровська має розширення до 3 смуг руху та загальна ширина проїжджої частини сягає 15,1 метру, також облаштована додаткова секція світлофора для повороту наліво. Далі вона звужується до 14,2 метрів.

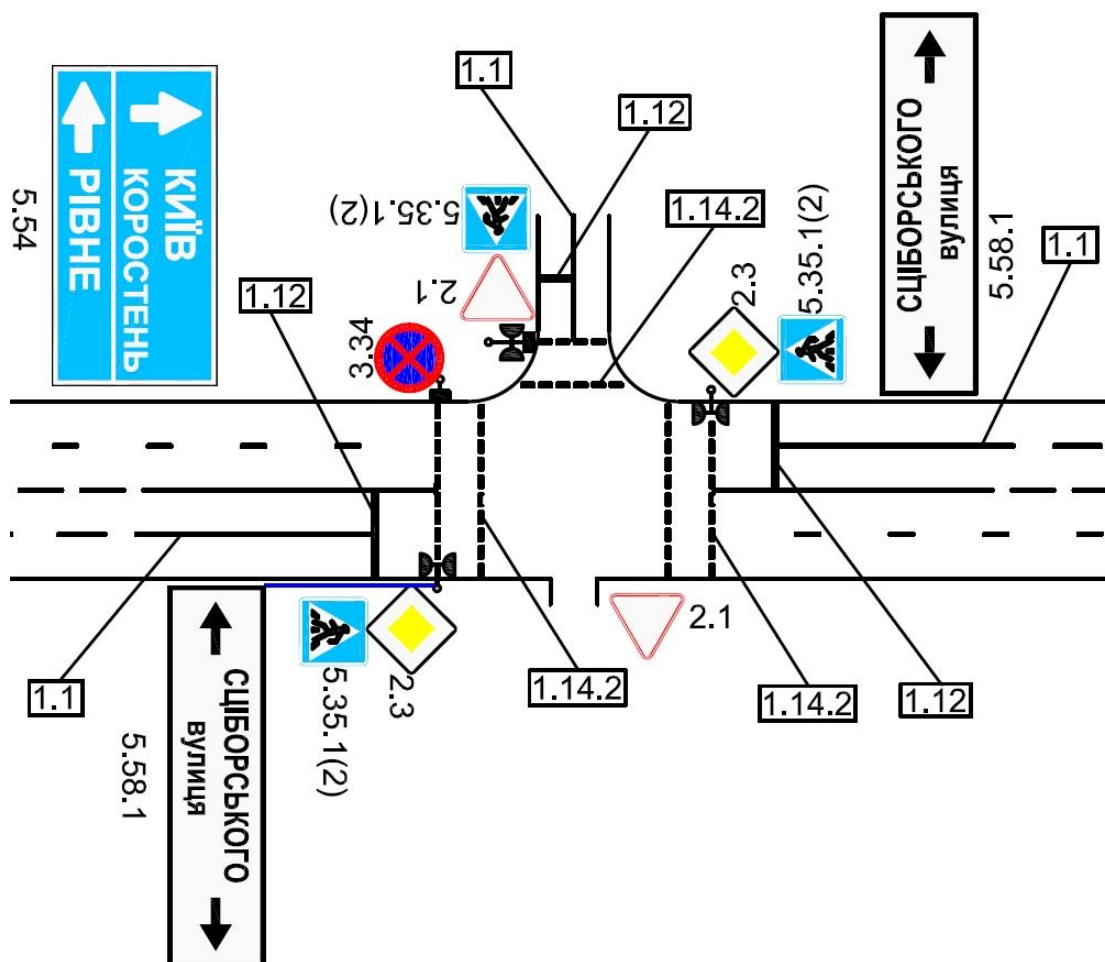


Рисунок. 2.10. Схема організації дорожнього руху на перехресті вул. Миколи
Сціборського – вул. Покровська

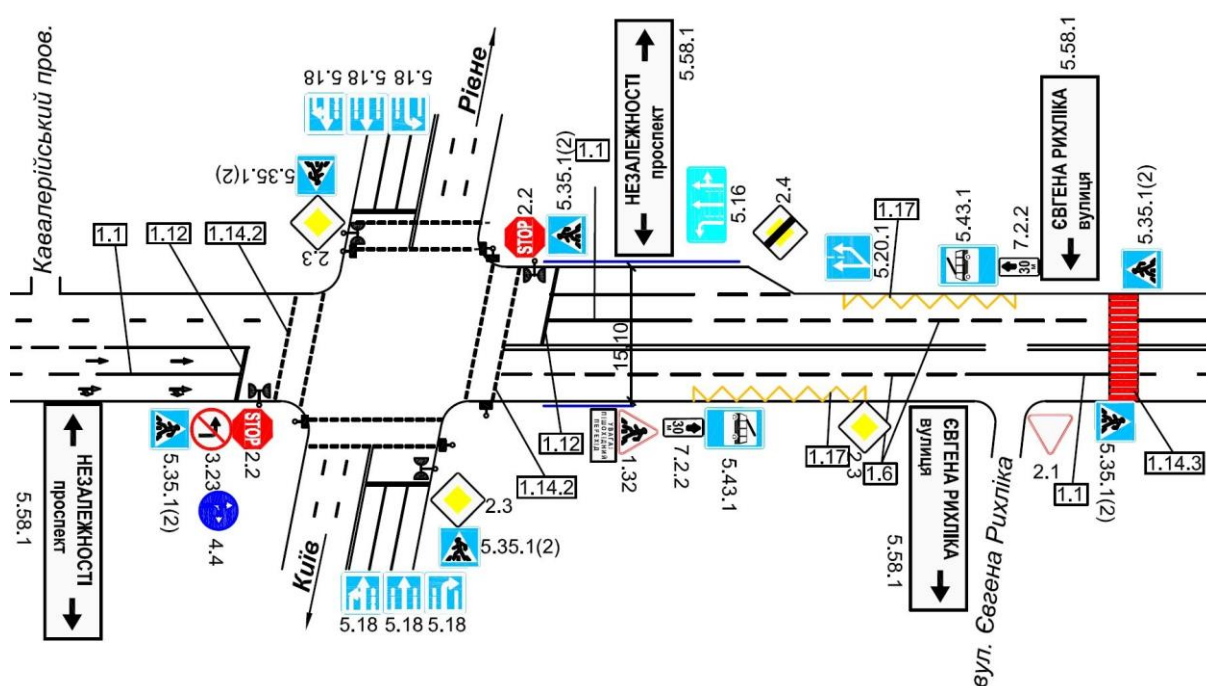


Рисунок. 2.11. Схема організації дорожнього руху на перехресті проспект
Незалежності – вул. Покровська

Біля зупинки «Стоматологічна Поліклініка» ширина проїжджої частини вулиці Покровська збільшується до 17,2 метрів. Також ця зупинка є однією з зупинок з найбільшим пасажирообігом по вулиці Покровській. Далі ширина проїжджої частини збільшується до 22 метрів і складає 6 смуг руху. На перехресті з вулицею Северина Наливайка ускладнень з рухом ТП не спостерігалось. Далі до перехрестя з вулицею Гранітна ширина проїжджої частини вулиці Покровська зменшується до 16,6 метрів і для руху доступно 4 смуги.

2.3 Обрахунок інтенсивності руху громадського транспорту та пасажиропотоку по вулиці Покровській

Транспортна рухливість - характеристика рухливості населення, що є середня кількість поїздок на транспорті, що припадає на рік на одного жителя.

Розрізняють мережну транспортну рухливість, яка враховує кількість повних поїздок від початкового пункту до пункту призначення незалежно від кількості пересадок і видів транспорту, і маршрутну транспортну рухливість, де за цілу поїздку приймається поїздка у транспортному засобі одного маршруту, а поїздка з однією пересадкою враховується як дві поїздки. Маршрутна транспортна рухливість обчислюється простіше, зазвичай виходячи з проданих квитків, і у статистичних даних зазвичай фігурує саме вона [6].

На рухливість населення впливають різні чинники:

- рівень життя та добробут населення;
- транспортна забезпеченість території;
- розміри та планування території;
- чисельність населення;
- розташування центрів докладання праці та місць відпочинку;
- соціально-психологічні чинники.

Транспортна рухливість населення залежить від величини розглянутої території, чисельності населення, планування та розвиненості транспортних систем. Зростання цієї величини може бути пов'язане з покращенням роботи громадського транспорту, зростанням добробуту та культурного рівня населення,

збільшенням чисельності населення та зростанням території міста, концентрацією місць роботи та відпочинку.

Кількісною характеристикою структури пересування по мережі є матриця кореспонденцій, елементами якої є обсяги пересування (автомобілів або пасажирів на годину) між кожною парою умовних районів. Все різноманіття пересувань, яке здійснюється в мережі, розбивається на різні групи пересувань за такими критеріями:

- за різницею з метою пересування;
- за різницею у виборі способів пересування;
- за відмінностями у перевагах при виборі шляхів пересування.

Серед груп пересування з різними цілями найбільш важливими та численними є

- пересування від місць проживання до місць праці та назад (так звані робочі кореспонденції);
- пересування від місць проживання до місць культурно-побутового обслуговування та назад;
- пересування, що здійснюються між місцями праці (ділові поїздки);
- пересування, що здійснюються між об'єктами культурно-побутового обслуговування.

Для кожної групи пересування розраховується своя матриця міжрайонних кореспонденцій. Вхідною інформацією до моделі розрахунку кореспонденцій є загальні обсяги прибуття та відправлення у кожному районі ПЗ. Оцінка обсягу прибуття і відправлень з різних груп пов'язані з просторовим розміщенням створюючих потік об'єктів і рухливістю населення, тобто. Середньою кількістю поїздок, що здійснюються з тією чи іншою метою. Ця оцінка будується на основі наявних демографічних та соціально-економічних даних та результатів обстежень і в основному є базою для математичного моделювання.

Під різними способами пересування розуміють, наприклад, пересування пішки з використанням громадського транспорту або особистого автомобіля. З погляду методики розрахунку сенс розподілу на способи пересування такий:

обраний спосіб пересування не змінюється на етапі розподілу кореспонденцій через мережу. Процедура вибору користувачем шляху пересування розбивається цим на два етапи: вибір способу пересування (модальний вибір) і вибір конкретного шляху (шляхів) пересування, здійснюваний з урахуванням деякого критерію оцінки шляхів (критеріальний вибір). Модальний вибір реалізується на стадії розрахунку кореспонденцій, критеріальний вибір реалізується на стадії розподілу кореспонденцій через мережу.

До найбільш поширених моделей розрахунку кореспонденцій відносяться гравітаційні моделі, ентропійні моделі, моделі конкуруючих можливостей та деякі інші.

Для обрахунку інтенсивності руху громадського транспорту та пасажиропотоку обрано силуетний метод. Силуетний метод дослідження пасажиропотоків базується на отриманні інформації водієм або обліковцями на зупиночних пунктах зі значним пасажирообігом шляхом візуальної оцінки ступеня наповнення салону транспортного засобу пасажирями. Досліджується наповненість салонів на основі збору даних обліковців «силуетним» способом, які фіксують цей показник на зупинках та оцінюють його за наступною бальною шкалою:

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

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

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

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

Для проведення дослідження пасажиропотоків та транспортного потоку розроблено наступний план:

- обрано підрахункову групу;
- визначено точки спостереження;
- складено план маршрутів, згідно з яким досліджувалися пасажиропотоки;
- розроблено таблиці для занесення даних дослідження;
- складено графік проведення дослідження;

Таблиця 2.1 - Зведення даних дослідження пасажиропотоків

№	Номер маршруту	Модель маршрутки	Бали	Час
1	126	Рута-25	2	17.00
2	25	Рута-22	5	17.01
...	...	...	...	...

Нижче в таблицях вказані моделі автобусів та тролейбусів для запису їх в бланк дослідження.

В таблиці приведені моделі тролейбусів: (На час дослідження на лінії працювали лише АКСМ-321)

Марка тролейбуса	К-сть місць для сидіння	Загальна кількість місць
АКСМ-321	26	115

В таблиці приведені моделі маршрутних транспортних засобів:

Марка маршрутки	Кількість місць для сидіння	Загальна кількість місць
I-VAN	27	40
ATAMAN A092	23	54
Богдан A093	26	51
Рута 20	17	20
Рута 22	17	22
Рута 25	20	25
Рута 25 нова	20	26
Volvo 7900	35	83
Solaris Urbino III 12 LE	40	100
Volvo 7BR	42	81

Пунктом спостереження було обрано перехрестя вул. Покровська – вул. Домбровського.

Проведення досліджень було скориговано ситуацією з наявною енергетичною кризою внаслідок пошкодження електромережі міста.

Час проведення досліджень обраний з міркувань пікових навантажень на мережу пасажирського транспорту вранці 7:00 – 11:00, ввечері 16:00 – 19:00. Результати обрахунку наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Результати обрахунку інтенсивності руху громадського транспорту та пасажиропотоку

Період дослідження	Ранок	Вечір
Інтенсивність руху громадського транспорту (од./год.)	47	45
Середній пасажиропотік (пас. /год.)	1311	1127

Порівнюючи результати інтенсивності руху громадського транспорту та пасажиропотоку значення по вулиці Покровській з вимогами інтенсивності транспортного руху при організації відокремлених смуг для пасажирського транспорту (табл. 1.3) можемо дійти висновку що вона відповідає вимогам виділення крайньої правої смуги у напрямку руху ТП.

Висновки до другого розділу

Вулиця Покровська є магістральною вулицею міста Житомир. Вулиця поєднує центр міста з житловим мікрорайоном, промисловою зоною. По вулиці Покровській розташований ринок Сінний.

Ширина проїжджої частини вулиці Покровська поступово збільшується при переході від історичного центру міста до мікрорайону Крошня. Також частково проїжджа частина має по 6 смуг руху.

В результаті дослідження силуетним методом визначена інтенсивності руху громадського транспорту в 47 одиниць на годину в ранкові години пік та 45 одиниць на годину в вечірні години пік, відповідно середній пасажиропотік склав 1311 пасажирів за годину в ранкові години пік та 1127 пасажирів за годину в вечірні години пік.

За результатами дослідження силуетним методом для підвищення ефективності роботи автобусів на маршруті помічено що хоч і використовуються автобуси великої місткості однак в годину пік ступінь їх наповненості складає від 100 % до 80 % тому рекомендується збільшити кількість рухомого складу на автобусних маршрутах 4 та 10.

Враховуючи тенденції збільшення в майбутньому кількості автомобілів на 1000 людей в місті Житомир та обрання населенням місця проживання за межами міста прогнозується збільшення потоку транспортних засобів на магістральних вулицях міста. З іншої сторони враховуючи досвід більш розвинених країн пріоритетним напрямком є зосередження на збереженні серед населення пріоритету користування громадським транспортом та розвиток велотранспорту.

Провівши аналіз розвитку міста до 2035 року було визначено що в межах житлового мікрорайону Крошня планується забудова новими житловими комплексами. Також планується розширення промислових та логістичних зон по вулиці Гранітній та інших прилеглих до вулиці Покровській зон та територій.

Згідно вимог інтенсивності транспортного руху при організації відокремлених смуг для пасажирського транспорту (табл. 1.3) можемо дійти

висновку що вона відповідає вимогам виділення крайньої правої смуги у напрямку руху ТП.

РОЗДІЛ 3. РЕОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПО ВУЛИЦІ ПОКРОВСЬКІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ СПОЛУЧЕННЯ

3.1 Обрахунок швидкості сполучення з існуючою схемою дорожнього руху по вулиці Покровській

Техніко-експлуатаційні показники (ТЕП) – це система взаємопов'язаних первинних і розрахункових показників, що характеризують можливе і фактичне використання транспортного засобу в існуючих умовах експлуатації. Значення первинних ТЕП встановлюються безпосередньо за даними обліку роботи автомобілів на лінії. Значення розрахункових ТЕП встановлюється за допомогою математичних дій над первинними і іншими розрахунковими ТЕП.

До основних первинних ТЕП відносяться:

- обсяг перевезень пасажирів Q , пас.;
- пробіг рухомого складу L , км;
- час роботи на лінії T , год.

До основних розрахункових ТЕП відносяться:

- пасажирообіг (транспортна робота) P , пас.-км;
- продуктивність пасажирського транспортного засобу U в пас./год і W в пас.-км/год.

Виділяють також ТЕП, що характеризують роботу окремого транспортного засобу по маршруту, і ТЕП, що оцінюють ефективність використання парку рухомого складу в цілому.

Час в наряді T_n – це час, який проходить транспортний засіб з моменту виїзду рухомого складу з підприємства до моменту його повернення назад в парк, за вирахуванням часу обідньої перерви. У час в наряді враховуються простой транспортного засобу на проміжних зупинних пунктах, а також тривалість короточасного відпочинку на кінцевих зупинних пунктах.

Час в наряді залежить від тривалості робочого дня водія, режиму роботи транспортного підприємства, числа змін. Час в наряді складається з часу роботи рухомого складу на маршруті за день (зміну) і часу, що витрачається на нульовий пробіг

$$T_H = T_M + T_O \quad (3.1)$$

де T_M – час роботи на маршруті, год;

T_O – час на нульовий пробіг, год.

Час роботи на маршруті T_M за день (зміну) – це час руху і час простою на проміжних і кінцевих зупинних пунктах

$$T_M = T_p + T_{зп} \quad (3.2)$$

$$T_{зп} = T_{тз} + T_{пз} \quad (3.3)$$

де T_p – час руху, год;

$T_{зп}$ – час простою на зупинних пунктах, год;

$T_{тз}$ – час простою на кінцевих зупинних пунктах, год;

$T_{пз}$ – час простою на проміжних зупинних пунктах, год.

Час виконання одного рейсу на маршруті t_m розраховується як сума витрат часу руху і простою на проміжних зупинних пунктах при проходженні транспортного засобу в одному напрямі по маршруту

$$t_m = t_p + t_{пз} \quad (3.4)$$

де t_p – час руху по маршруту в одному напрямі, год;

$t_{пз}$ – час простою на проміжних зупинних пунктах при русі по маршруту в одному напрямі, год.

Час оборотного рейсу $t_{об}$ – це час руху в прямому і зворотному напрямках та час простою на проміжних і кінцевих зупинних пунктах в дорозі проходження

$$t_{об} = t_{пр} + t_{зв} + t_{зп} \quad (3.5)$$

де $t_{пр}$ і $t_{зв}$ – відповідно час руху в прямому і зворотному напрямках, год.

Кількість рейсів, що виконується за день (за зміну), за умови, що прямий і зворотний напрямки маршруту збігаються

$$n_p = \frac{T_M}{t_m} = \frac{T_M}{\frac{l_M}{V_m} + t_{пз}} \quad (3.6)$$

Продуктивний пробіг здійснюється при роботі транспортного засобу по маршруту і визначається кількістю виконаних перевізних циклів (рейсів) і

протяжністю маршруту. Тому продуктивний пробіг по маршруту за певний період (день, зміну) може бути розрахований

$$L_M = l_M + n_p \quad (3.7)$$

де L_M – продуктивний пробіг з пасажиром за день (зміну), км;

l_M – протяжність маршруту в одному напрямі, км;

n_p – кількість рейсів за день (зміну).

Пасажиروобіг є основним розрахунковим ТЕР, який визначається як добуток числа перевезених пасажирів на дальність поїздки кожного.

Коли відома відстань поїздки кожного пасажирів, то пасажирообіг розраховується за формулою

$$P = \sum_{i=1}^n Q_i * l_{eni} \quad (3.8)$$

де Q_i – кількість пасажирів, перевезених на відстань l_{eni} .

Якщо відомий продуктивний пробіг з пасажиром, то пасажирообіг в цьому випадку розраховується за формулою

$$P = Q * l_M \quad (3.9)$$

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

Середні швидкості руху рухомого складу. Розрізняють технічну швидкість, швидкість повідомлення і експлуатаційну швидкість.

Технічна швидкість V_m – це середня швидкість руху по маршруту без урахування простоїв на проміжних і кінцевих зупинних пунктах. При її розрахунку під час руху враховуються всі короткочасні зупинки, пов'язані з регулюванням руху (зупинки на перехрестях, переїздах і так далі)

$$V_m = \frac{l_M}{t_p} \quad (3.10)$$

Швидкість сполучення V_c – це середня швидкість доставки пасажирів. При її розрахунку враховуються також простой на зупинках для посадки і висадки пасажирів

$$V_c = \frac{l_M}{t_p + t_z} \quad (3.11)$$

Експлуатаційна швидкість V_e – це умовна середня швидкість руху транспортного засобу за час його роботи на маршруті. Для одного обороту транспортного засобу на маршруті, за умови однакової довжини маршруту в обох напрямках, експлуатаційна швидкість може бути розрахована через час обороту:

$$V_e = \frac{2 * l_M}{t_{об}} \quad (3.12)$$

Для обрахунку швидкості сполучення виконувались табличне обстеження пасажиропотоків на автобусних маршрутах №4 та №10 а також тролейбусному маршруті №4.

Табличний метод обстеження пасажиропотоків на маршрутах, при якому обліковець знаходиться в салоні транспортного засобу, в рамках поставленої мети дослідження є більш прийнятним для реалізації, ніж варіант цього ж методу, при якому обліковці знаходяться на ЗП уздовж маршруту.

По-перше, це дозволяє максимально скоротити кількість задіяних обліковців. По-друге, спрощує процедуру обробки отриманих даних. По-третє, запропонований спосіб проведення табличного обстеження дозволяє попередньо підготовленим обліковцям не тільки визначити місткості ЗП, а й охарактеризувати умови функціонування маршруту: тривалість простою на проміжних і кінцевих ЗП, наявність відмов у посадці, рівень концентрації пільгового і платного контингенту по трасі маршруту.

Таблиця 3.1 – Кількість рейсів вибіркового обстежень

Номер маршруту	Кількість обстежених рейсів, од.	
	прямий напрям	зворотній напрям
Автобусний маршрут №4	4	4
Автобусний маршрут №10	3	4
Тролейбусний маршрут №4	4	4

Отримані дані пасажирообміну служать основою для визначення рейсових пасажиропотоків на перегонах, які дозволяють визначити коливання попиту по годинах доби, попередньо сформувати інформацію про найбільш завантажені ділянки ММ і локалізувати місця пересадок.

Отримані дані пасажиропотоків дозволяють визначити тенденцію коливань обсягів перевезень і сформувати попередню думку про можливі пересадки на мережі. Дана інформація позитивно вплине на можливе обрання ЗП на яких додатково є потреба облаштування карману для зупинки громадського транспорту.

Обрахувавши результати обстеження пасажиропотоків табличним методом отримано графіки наповненості салону та переміщення пасажирів.

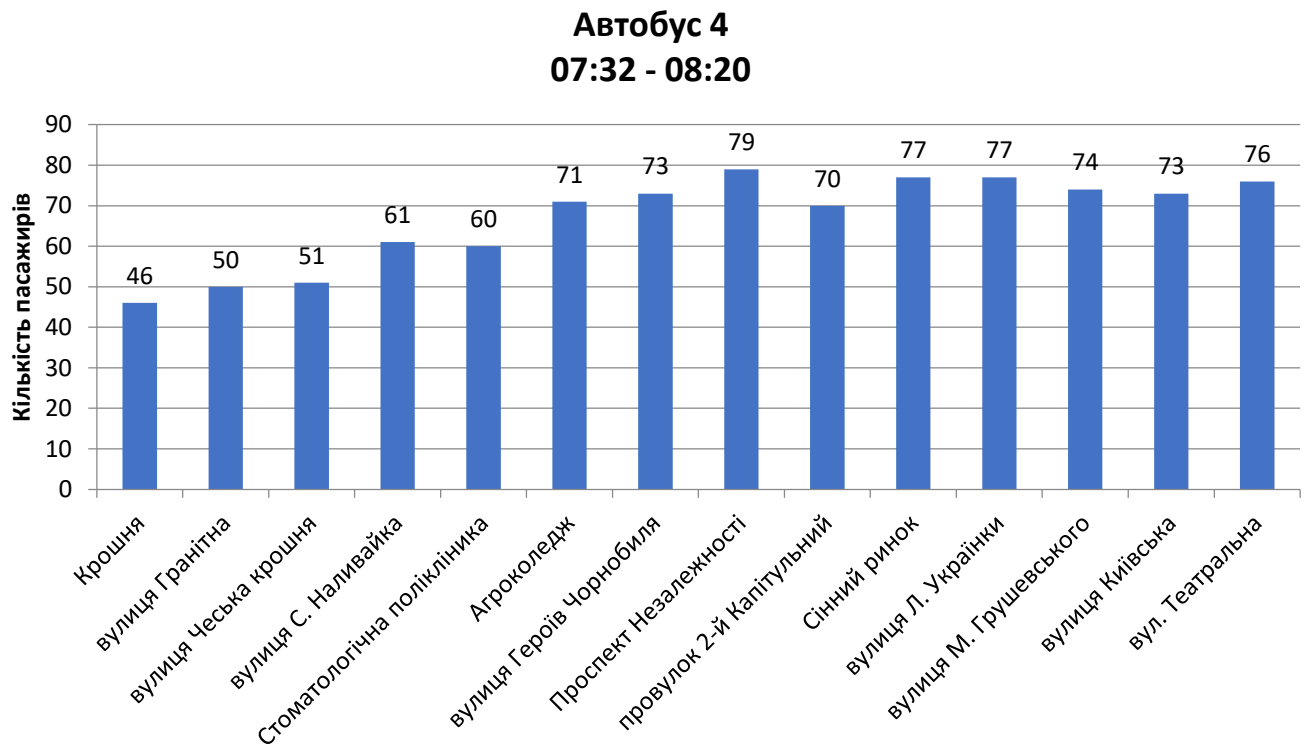


Рисунок. 3.1. Наповненість салону автобуса №4 в ранковий час пік

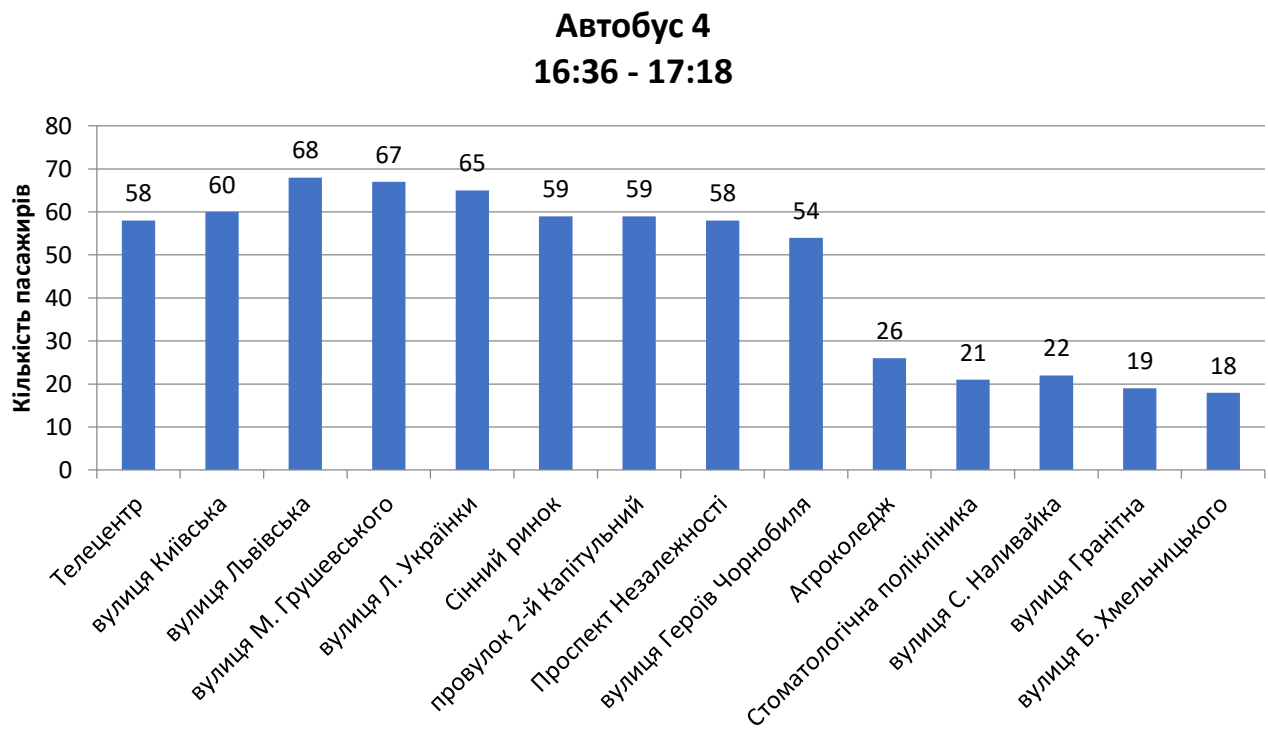


Рисунок. 3.2. Наповненість салону автобуса №4 в вечірній час пік

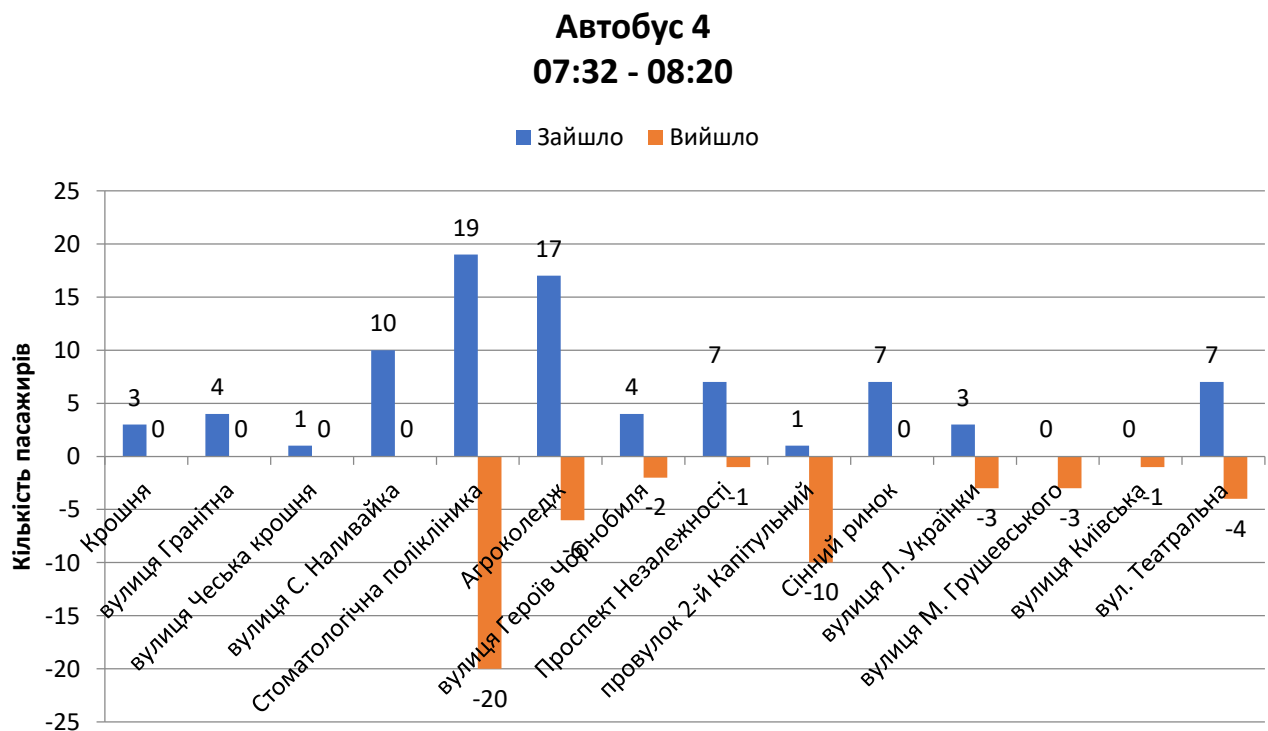


Рисунок. 3.3. Переміщення пасажирів автобуса №4 в ранковий час пік

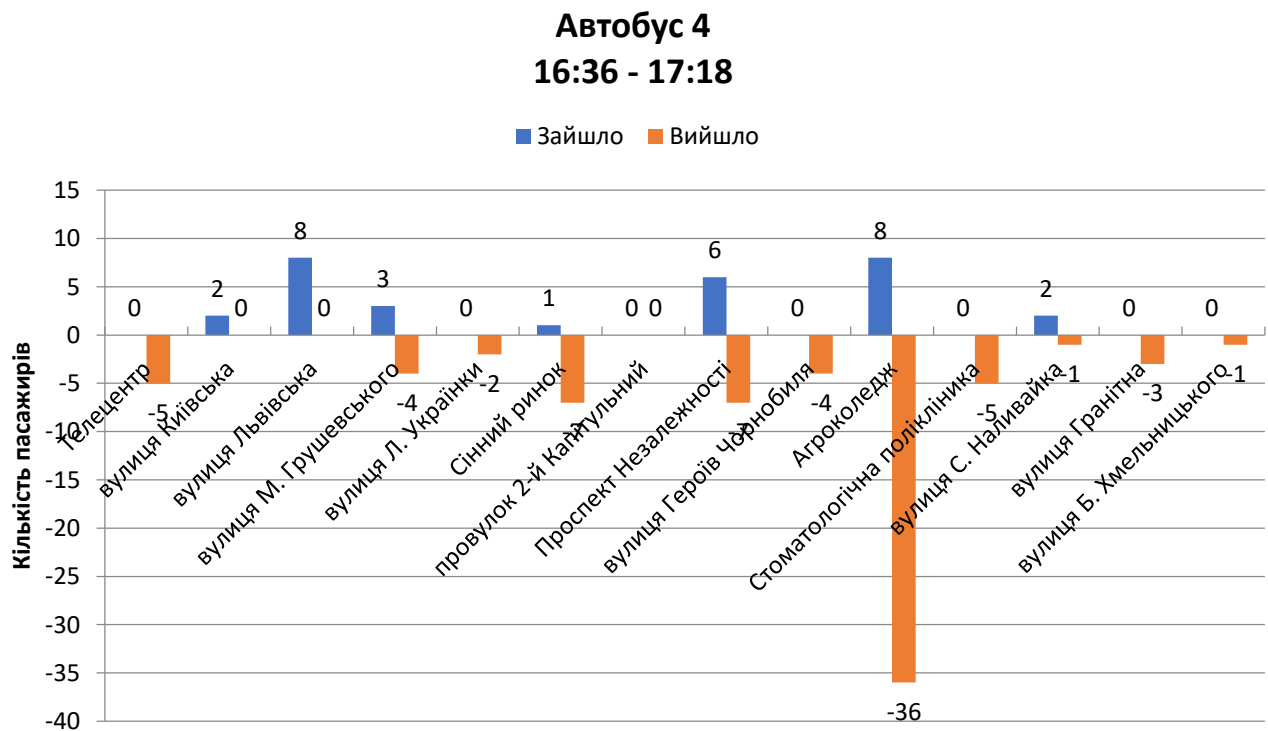


Рисунок. 3.4. Переміщення пасажирів автобуса №4 в ранковий час пік

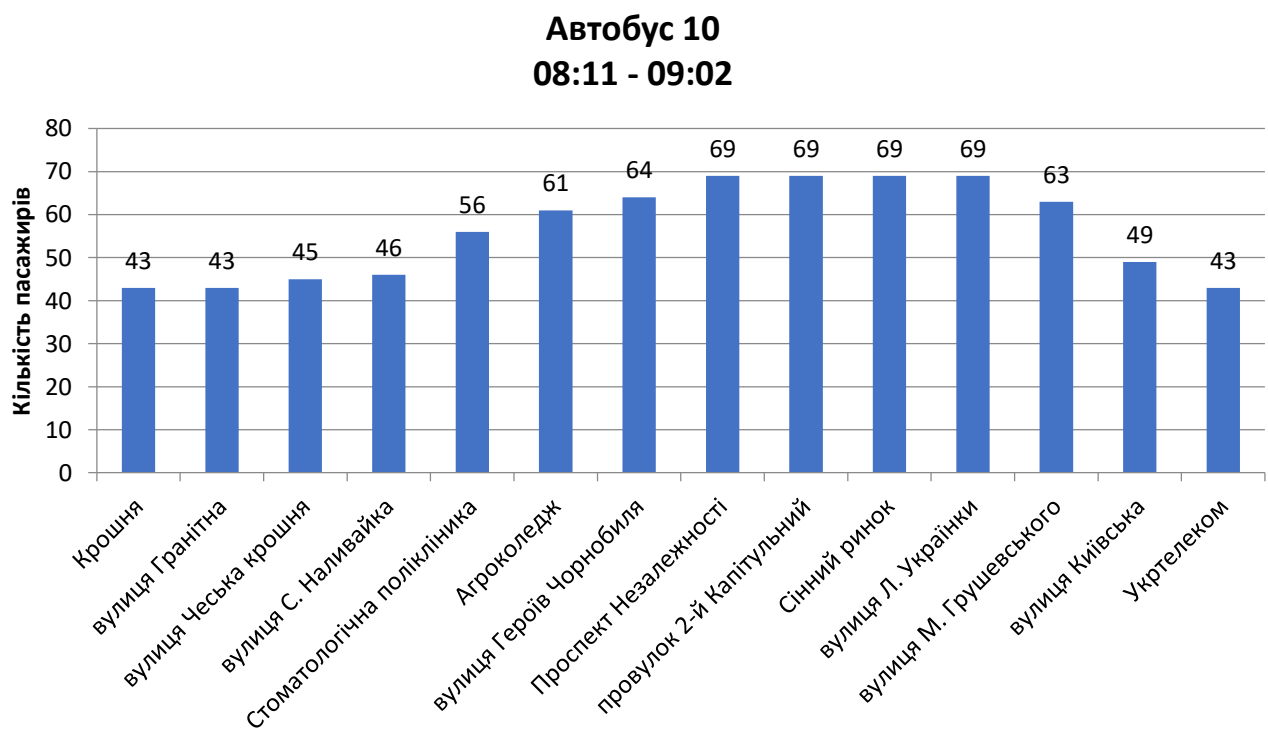


Рисунок. 3.5. Наповненість салону автобуса №10 в ранковий час пік

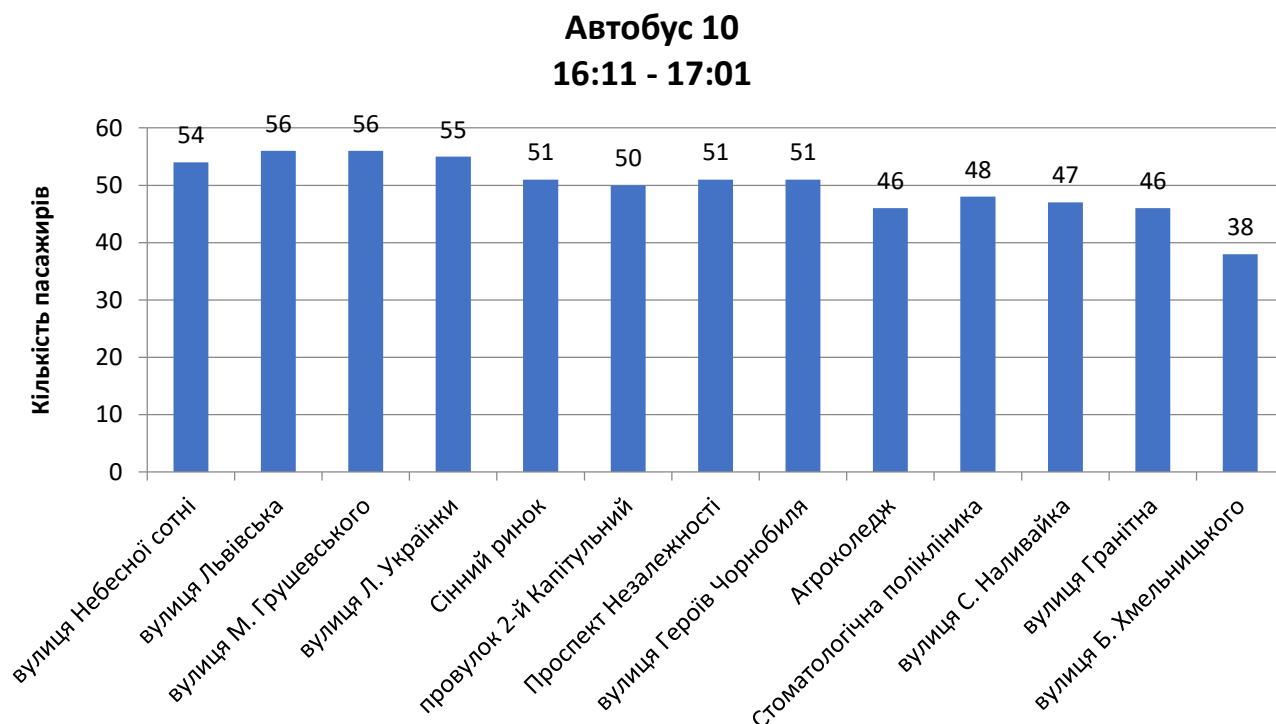


Рисунок. 3.6. Наповненість салону автобуса №10 в вечірній час пік

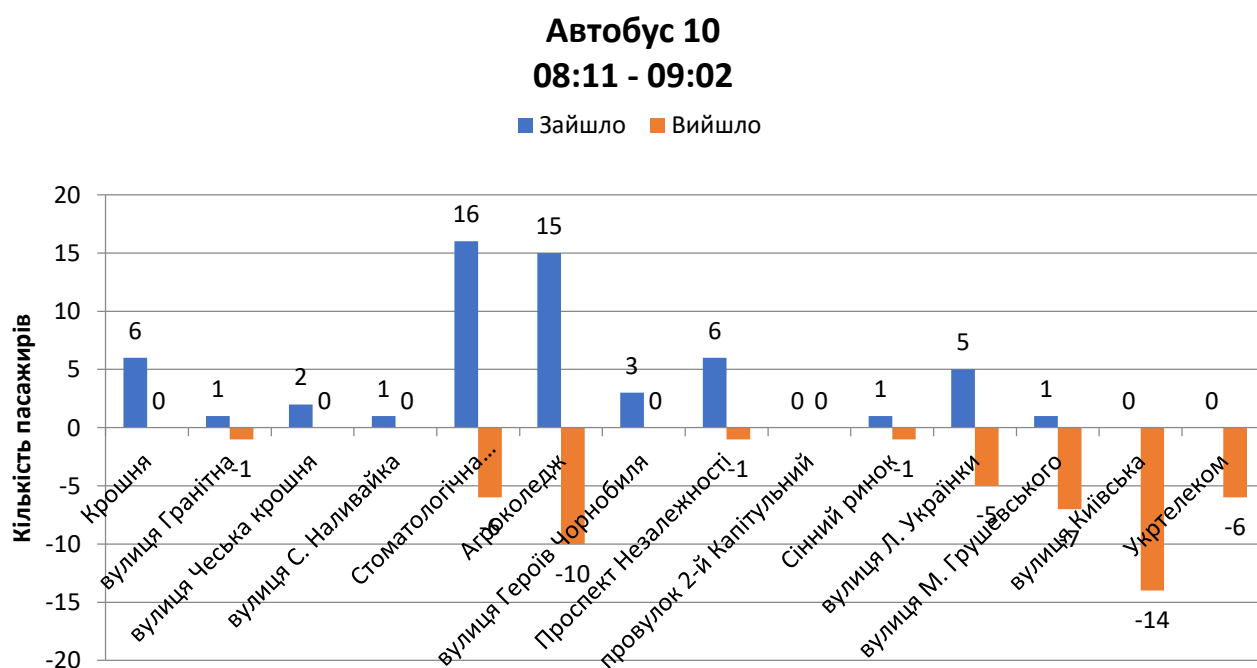


Рисунок. 3.7. Переміщення пасажирів автобуса №10 в ранковий час пік

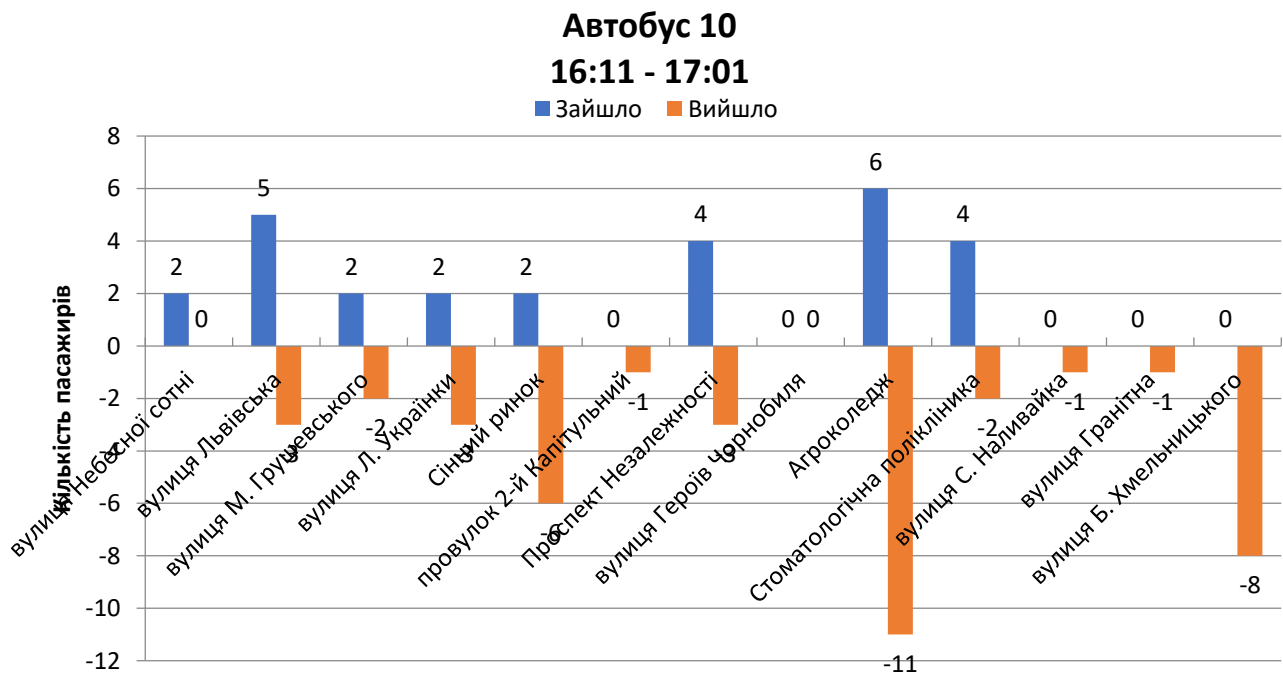


Рисунок. 3.8. Переміщення пасажирів автобуса №10 в ранковий час пік

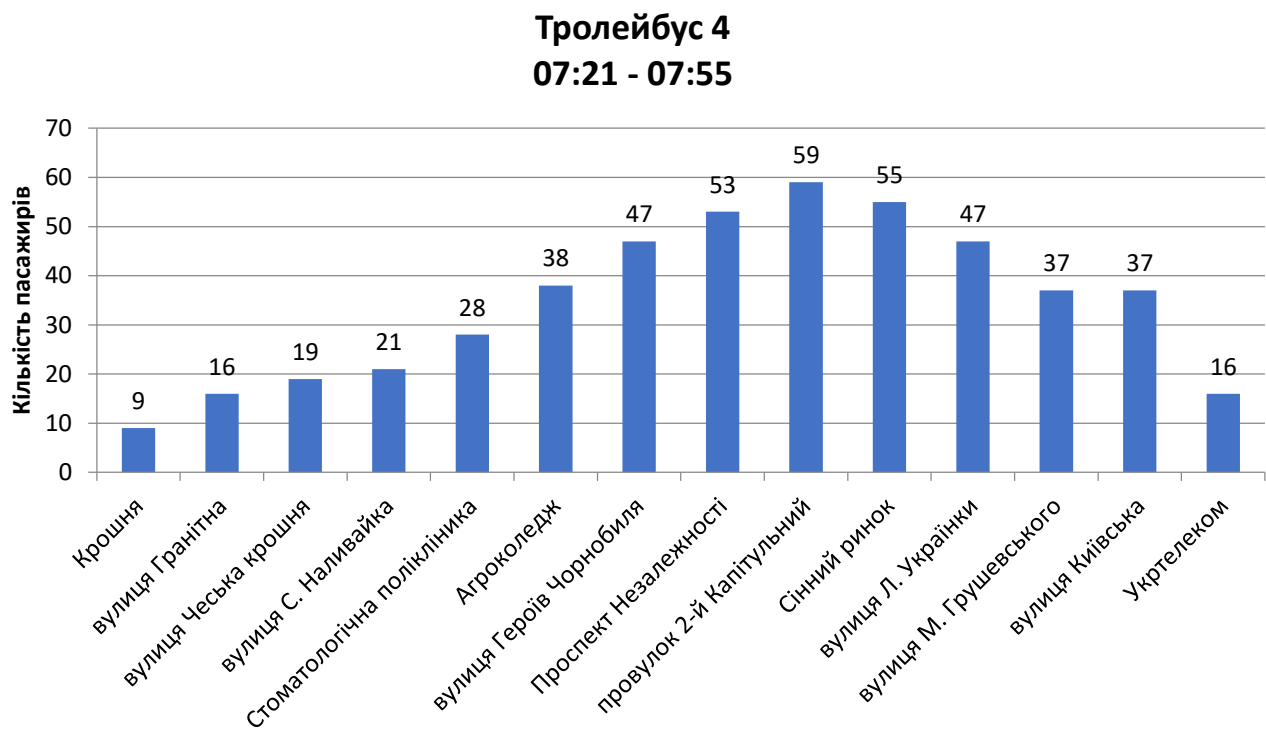


Рисунок. 3.10. Наповненість салону тролейбуса №4 в ранковий час пік

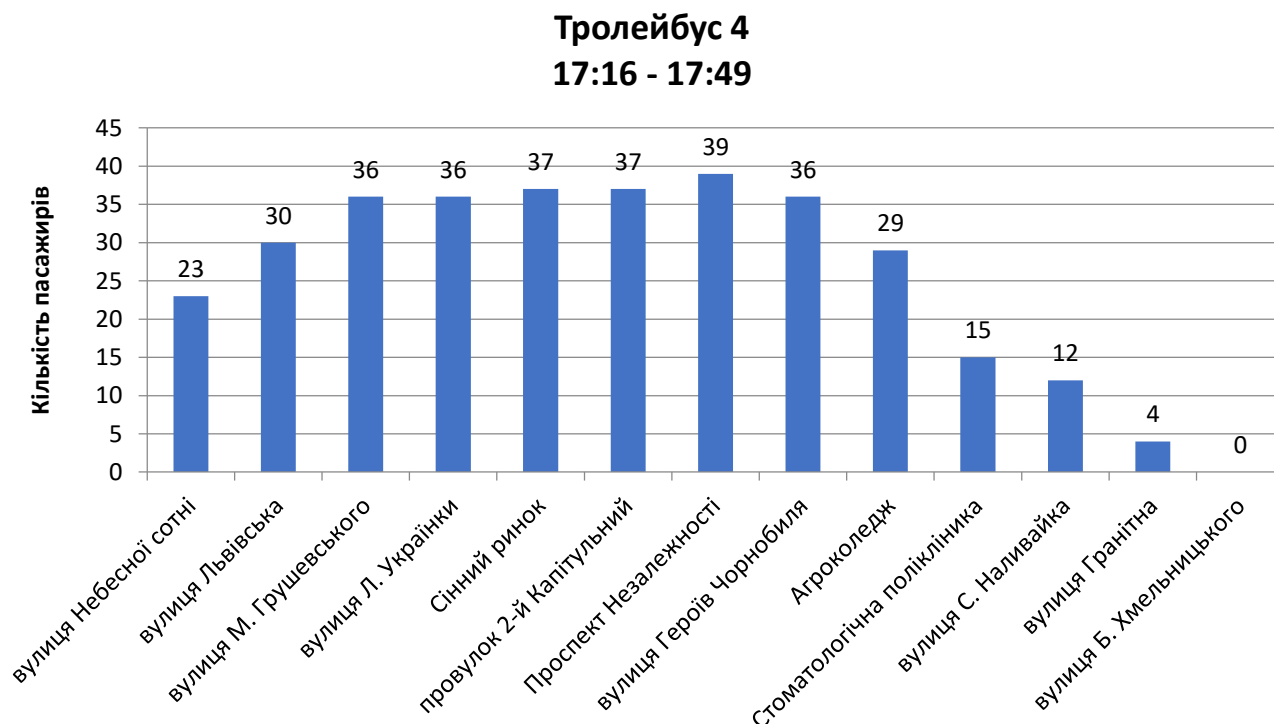


Рисунок. 3.10. Наповненість салону тролейбуса №4 в вечірній час пік

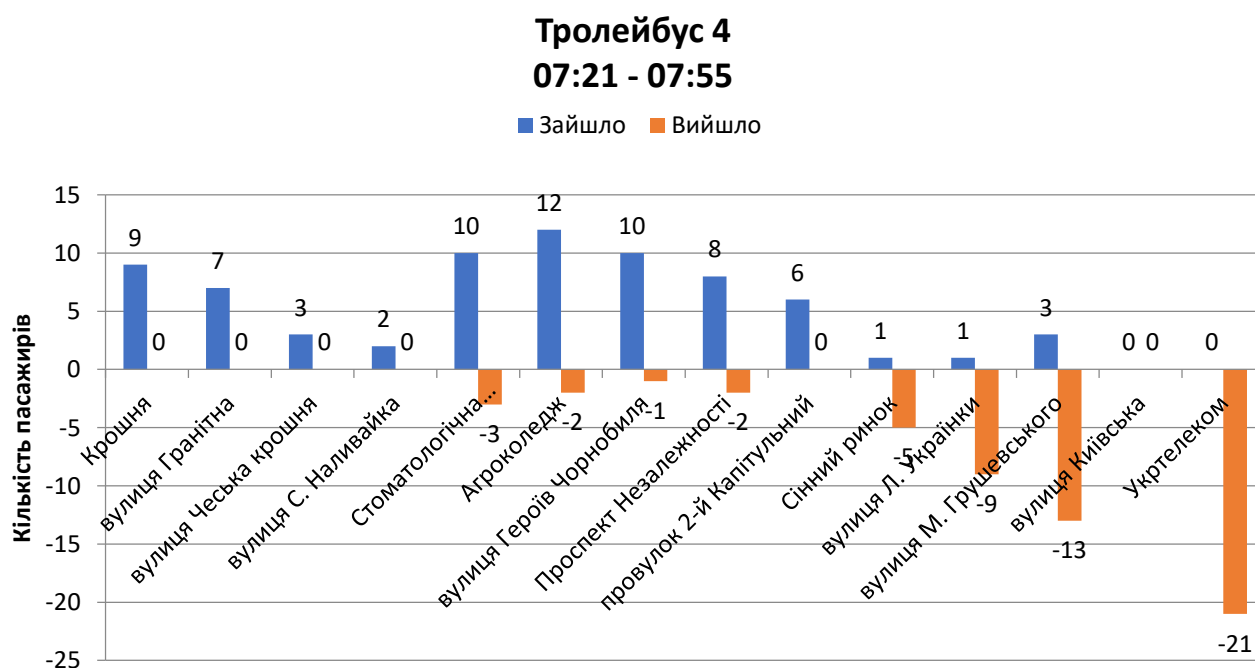


Рисунок. 3.11. Переміщення пасажирів тролейбуса №4 в ранковий час пік

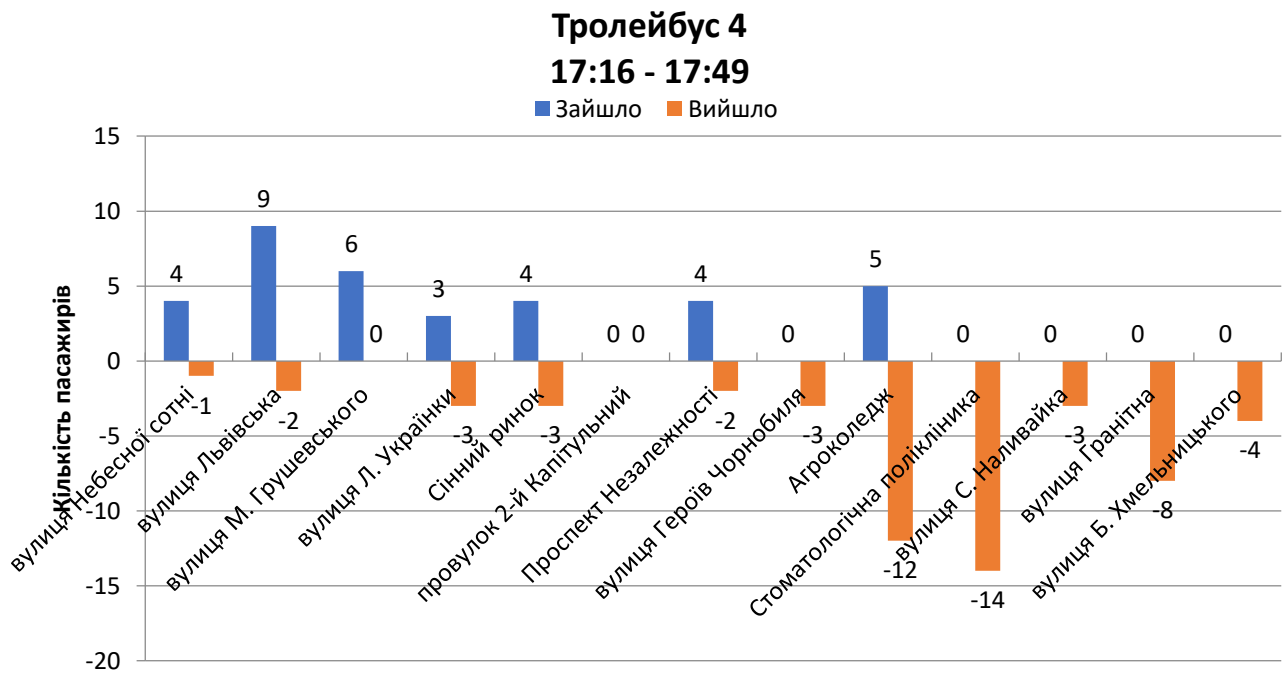


Рисунок. 3.12. Переміщення пасажирів тролейбуса №4 в вечірній час пік

Як видно з графіків в години пік найбільший пасажирообіг відбувається на зупинках Агроколедж, Стоматологічна поліклініка та Сінний ринок.

За результатами досліджень табличним методом розрахована швидкість сполучення за маршрутами яка відображена на таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Середня швидкість сполучення за маршрутами

Номер маршруту	Середня швидкість сполучення, км./год.	
	в напрямку центра міста	в напрямку від центра міста
Автобусний маршрут №4	13,63	16,68
Автобусний маршрут №10	15,56	18,98
Тролейбусний маршрут №4	15,14	17,67

Варто відмітити що швидкість сполучення відрізняється за напрямками руху. Так в напрямку центра міста швидкість сполучення по вул. Покровській приблизно на 3 кілометри на годину менша ніж в напрямку від центра міста. Також видно що швидкість сполучення за видом транспорту загалом не відрізняється, є гіпотеза що це пов'язано з малими відстанями між ЗП по вул. Покровській.

Також була обраховано середній пасажирообіг за маршрутами який вказаний в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Середній пасажирообіг за маршрутами

Номер маршруту	Середня пасажирообіг, пасажирів·км.	
	в напрямку центра міста	в напрямку від центра міста
Автобусний маршрут №4	123,71	96,97
Автобусний маршрут №10	134,06	108,57
Тролейбусний маршрут №4	86,57	75,09

Аналізуючи пасажирообіг за маршрутами можна відмітити що автобус більш популярний засіб транспорту ніж тролейбус.

Відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2018. Планування і забудова територій середня швидкість сполучення для автобусу та тролейбуса повинно бути в межах 18-20 кілометрів на годину (табл. 3.3). Відповідно швидкість сполучення в напрямку від центра міста відповідає цим вимогам, а швидкість сполучення в напрямку центра міста не відповідає вимогам ДБН.

Таблиця 3.3. Орієнтовна провізна спроможність [2]

Вид транспорту	Максимальна частота руху, пар поїздів в годину "пік" або одиниць рухомого складу	Кількість вагонів у потязі	Орієнтовна провізна спроможність, тис. пас. в годину "пік"	Середня швидкість сполучення, км/год.
Автобус звичайний	Визначається умова ми орг. дор. руху	1	3-5	18-20
Автобус-експрес		1	До 10	25-30
Тролейбус	40	1	3,5-4,7	18-20
Трамвай	30	1-2	6,0-12,0	15-20
Трамвай швидкісний	30	1-2	10,0-20,0	25-30
Метрополітен	40	5-6	20-45	40-45
Швидкісний поза вуличний рейковий транспорт (мініметро, наземне легке метро)	14-30	4-6	15,0-30,0	25-35
Примісько-міська залізниця (2-х – 4-х колійна)	14-28	10-12	30,0-50,0	45-50
Монорейковий транспорт	14	3-5	10-30	60-70

В підсумку існуюча схема організації дорожнього руху не задовольняє а також сповільнює рух громадського транспорту по вулиці Покровській що є недопустимим в розрізі Плану сталої міської мобільності м. Житомир.

3.2 Варіанти організації виділеної смуги для громадського транспорту по вулиці Покровській

Для зменшення навантаження на ВДМ пропонується розширити вулицю Покровську від перехрестя з вулицею Михайла Грушевського до перехрестя з проспектом Незалежності до 5 смуг руху з відокремленням ВСП для громадського транспорту а також використанням середньої смуги руху для створення додаткової смуги для каналізування на перехресті транспортного потоку що здійснює на перехресті поворот наліво.

Від перехрестя з проспектом Незалежності пропонується розширення вулиці Покровської до 6 смуг руху з відокремленням ВСП для громадського транспорту.

Обраховані поперечні профілі вулиці Покровської зображені на рисунках 3.13 та 3.14.

Відповідно до ДБН Б.2.3-5-2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» ширина смуги руху для магістральної вулиці визначена в 3 метри (2 на рисунках 3.13 та 3.14), також відповідно до вимог з обох боків проїзної частини магістральних вулиць потрібно влаштовувати укріплені смуги шириною 0,5 метри (3 на рисунках 3.13 та 3.14).

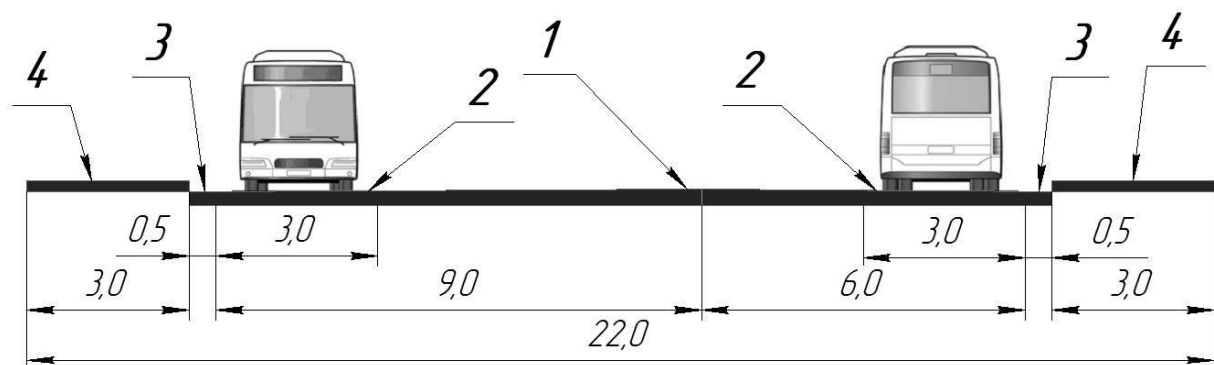


Рисунок. 3.13. Поперечний профіль вулиці Покровської на 5 смуг руху

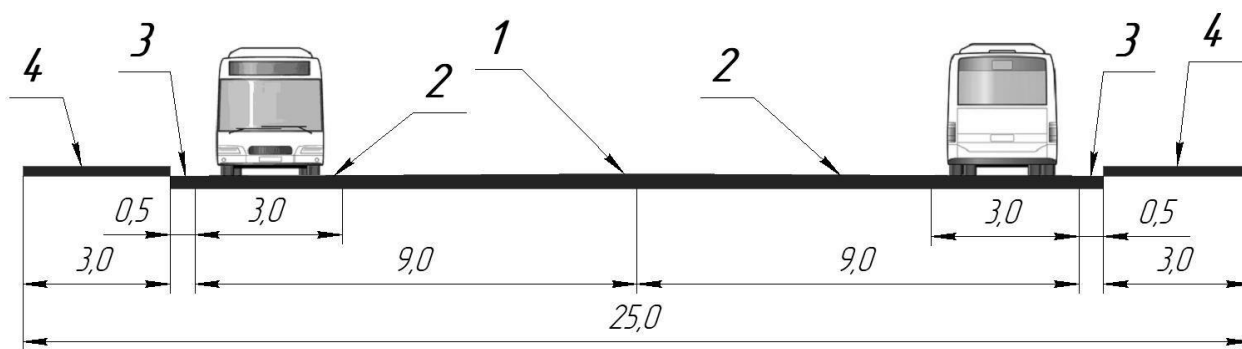


Рисунок. 3.14. Поперечний профіль вулиці Покровської на 6 смуг руху
 1 – проїзна частина, 2 – відокремлена смуга руху для громадського транспорту,
 3 – укріплена смуга, 4 – пішохідна зона тротуару.

Також були внесені зміни в схеми організації дорожнього руху на перехрестях вул. Михайла Грушевського – вул. Покровська та Проспект Незалежності - вул. Покровська які зображено на рисунках 3.15 та 3.16.

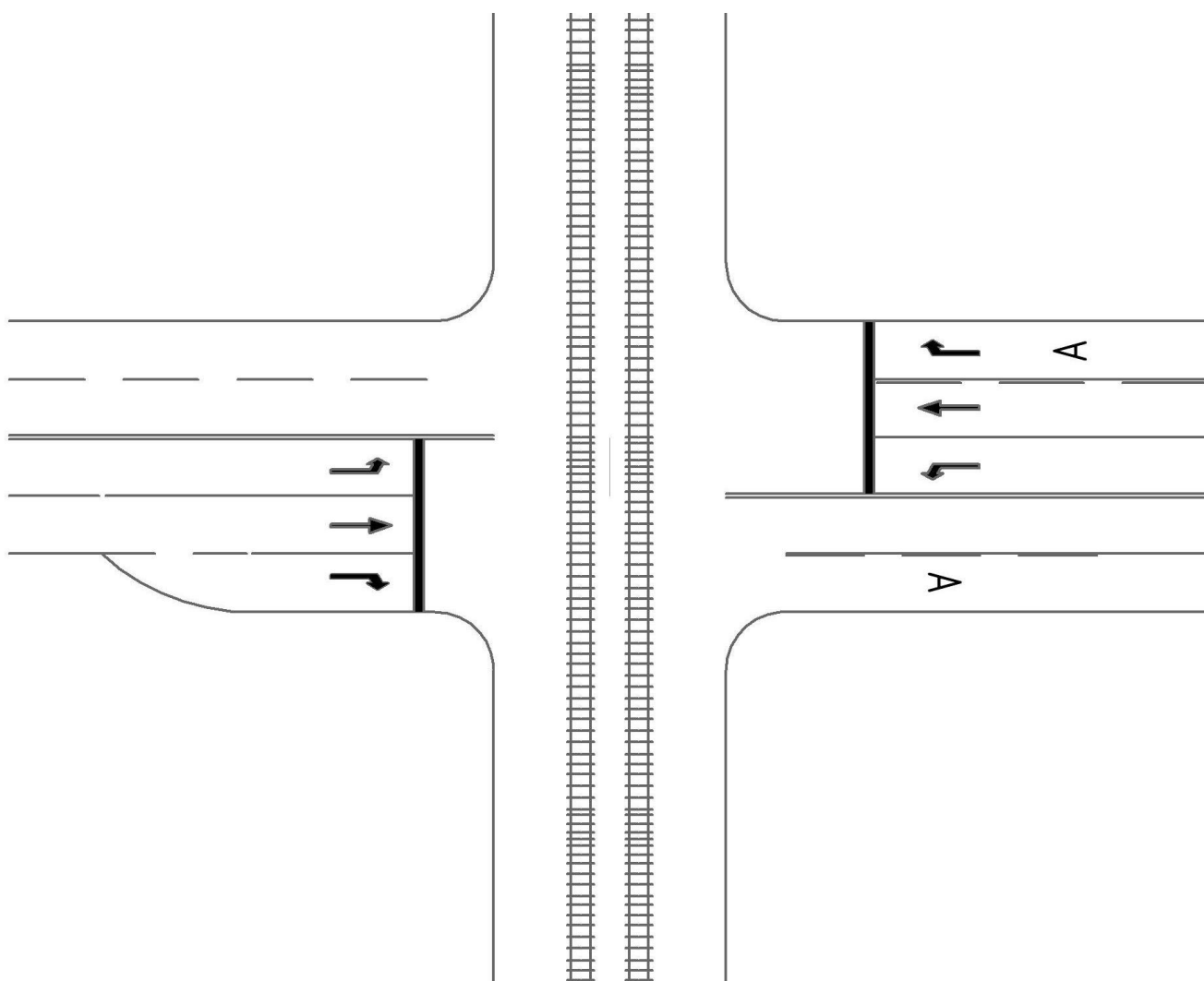


Рисунок. 3.15. Зміна в схеми організації дорожнього руху на перехресті вул.
 Михайла Грушевського – вул. Покровська

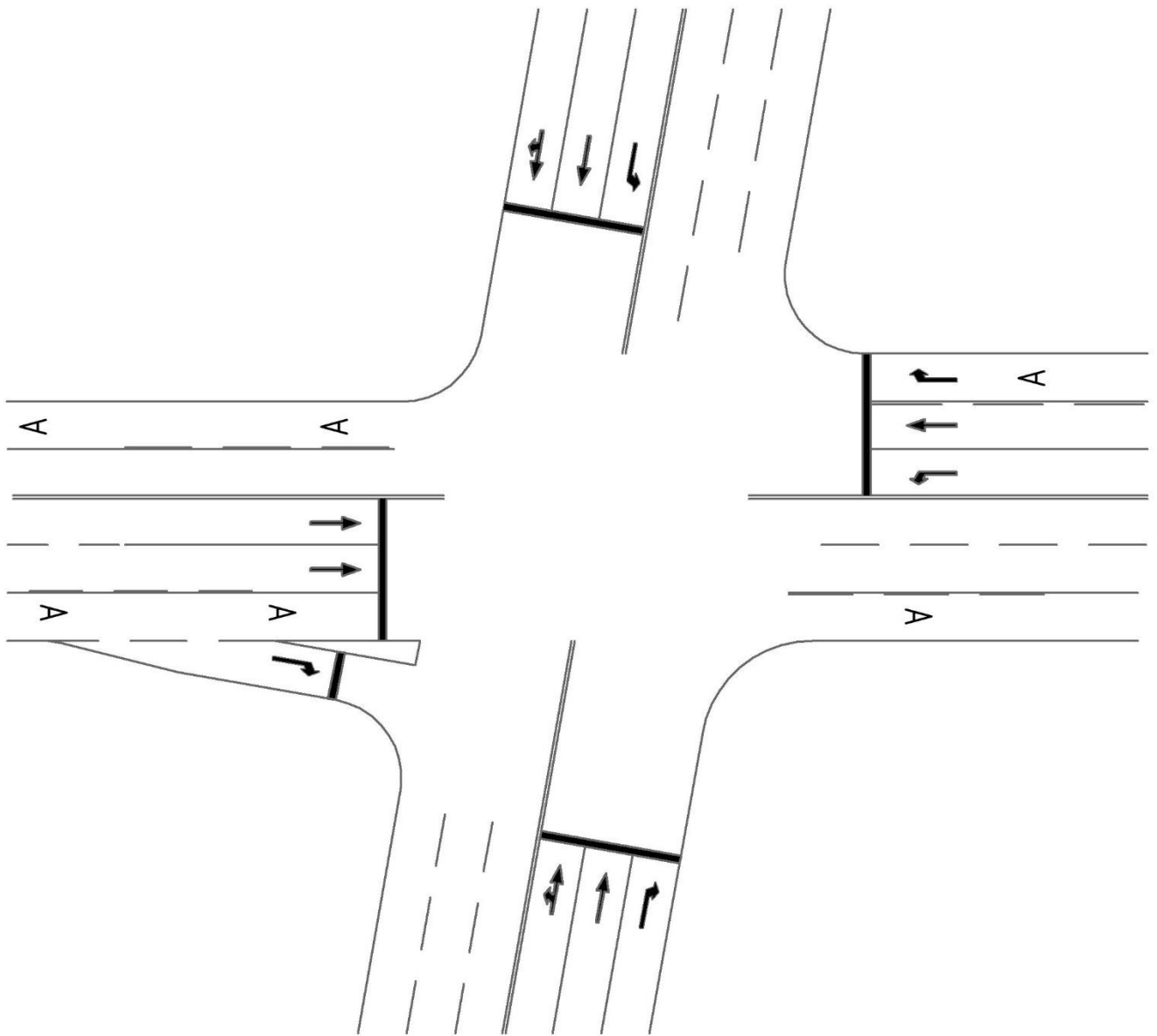


Рисунок. 3.16. Зміна в схеми організації дорожнього руху на перехресті Проспект Незалежності - вул. Покровська

3.3 Прогнозування швидкості сполучення з організацією виділеної смуги для міського транспорту по вулиці Покровській

За сценаріями Плану сталої міської мобільності м. Житомир до 2030 року швидкість сполучення при переміщенні громадським транспортом при базовому сценарії повинна становити 20,36 кілометрів на годину, за сценарієм проведення суттєвих змін в інфраструктурі місто до 28,9 кілометрів на годину.

Базуючись на досвід інших країн наприклад реалізація в місті Лондон в 1995 - 2003 роках проекту пріоритетного руху міського пасажирського

транспорту вдалось досягти збільшення швидкості сполучення на 10% та збільшити популярність автобусних перевезень на 21% [11].

У Ванкувері (Канада) в результаті виділення спеціальних смуг на основних маршрутах проходження міського пасажирського транспорту час руху маршрутом скоротився на 3 - 10 хвилин в години «пік» і на 10 - 12 хвилин – в інший час, швидкість сполучення збільшилася на 23 - 29 %, популярність автобусів зросла 25 - 30 % [12].

У Хіросімі (Японія) в результаті впровадження близько 128 км пріоритетних автобусних смуг швидкість сполучення автобусів збільшилася до 20 км/год, для порівняння до впровадження швидкість дорівнювала 12 км/год [13].

Однак одразу отримати результат від впровадження відокремлених смуг руху для громадського транспорту. Для цього потрібно провести оцінку змін в швидкості руху та провести відповідне коригування графіків руху. Адекватні результати змін швидкості сполучення можливо буде дослідити через 3 роки після впровадження змін.

Висновки до третього розділу

Існуюча схема організації дорожнього руху не задовольняє а також сповільнює рух громадського транспорту по вулиці Покровській що є недопустимим в розрізі Плану сталої міської мобільності м. Житомир.

Середня швидкість сполучення за маршрутами які досліджувались по вулиці Покровська склала 13,63-15,56 кілометрів на годину в напрямку центра міста та 16,68-18,98 кілометрів на годину в напрямку від центра міста.

Надані рекомендації з реорганізації вулично-дорожньої мережі по вулиці Покровській та схеми організації дорожнього руху на перехрестях.

За сценаріями Плану сталої міської мобільності м. Житомир до 2030 року швидкість сполучення при переміщені громадським транспортом при базовому сценарії повинна становити 20,36 кілометрів на годину, за сценарієм проведення суттєвих змін в інфраструктурі місто до 28,9 кілометрів на годину. Тому якщо потрібно вийти на результат за хоч базовим сценарієм то треба діяти вже зараз.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Визначено що основними недоліками міст України є:

- мала питома щільність магістральних вулиць та недостатня розвиненість мережі місцевих вулиць;
- низька пропускна спроможність вулиць та перехресть;
- суміщений рух громадського пасажирського транспорту, особливо трамваїв у середині проїжджої частини, легкового, вантажного та транспорту спеціального призначення.

Вулично-дорожня мережа міста Житомир вже починає не витримувати кількість індивідуального транспорту що пересувається в години пік, однак існує тенденція щодо подальшого збільшення автомобілізації населення України. Це спонукає проводити реорганізацію вулично-дорожньої мережі з пріоритетом під громадський транспорт.

Визначені критерії для організації відокремлених смуг для руху пасажирського транспорту.

В результаті дослідження силуетним методом визначена інтенсивності руху громадського транспорту в 47 одиниць на годину в ранкові години пік та 45 одиниць на годину в вечірні години пік, відповідно середній пасажиропотік склав 1311 пасажирів за годину в ранкові години пік та 1127 пасажирів за годину в вечірні години пік.

Середня швидкість сполучення за маршрутами які досліджувались по вулиці Покровській склала 13,63-15,56 кілометрів на годину в напрямку центра міста та 16,68-18,98 кілометрів на годину в напрямку від центра міста.

Надані рекомендації з реорганізації вулично-дорожньої мережі по вулиці Покровській та схеми організації дорожнього руху на перехрестях.

Перелік використаних джерел

1. ДБН Б.2.3-5-2018. Вулиці та дороги населених пунктів. Чинний від 01.09.2018. Київ : Мінрегіон України, 2018. 54 с. https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3199686959802877315?doc_type=2
2. ДБН Б.2.2-12:2018. Планування і забудова територій. Чинний від 01.09.2019. Київ : Мінрегіон України, 2018. 175 с.
3. План сталої міської мобільності м. Житомир. <https://ztrada.gov.ua/?pages=8685>
4. <https://tsn.ua/auto/news/ukrayina/stalo-vidomo-skilki-avtomobiliv-nalichuyetsya-v-ukrayini-na-1000-osib-hto-ye-liderami-1749733.html>
5. Поліщук В. П. Транспортне планування міст. К. : Знання України, 2014 . 371 с.
6. Розумний транспорт і логістика для міст : навчальний посібник / [авт. колектив: О.О. Лобашов, М.В. Ольхова, А.С. Галкін та ін.] – Житомир : «Житомирська політехніка», 2021 – 609 с.
7. Seo Y.U., Jang H., Park J.H. A Study on Setting-Up a Methodology and Criterion of Exclusive Bus Lane in Urban Area. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, 2005, pp. 339-341.
8. Корецька С. О., Познаховський В. А. Аналіз виробничо-економічної діяльності автотранспортного підприємства: Навч. посіб. - Рівне : НУВГП. 2013. - 158 с.
9. Lester S. East London Transit. Transportation research, London, GB, July 2001, pp. 40-42.
10. PIARC: priority for public transport and other high occupancy vehicles (HOV) on urban roads. Reference: 10.07.B Routes/ Roads special issue II-1995, pp. 1 – 51.
11. Lester S. East London Transit. Transportation research, London, GB, July 2001, pp. 40-42.
12. Gow H.W. Transit Priority: Putting Buses First. Ottawa, Ontario, 2002, pp. 7-9.

13. Seo Y.U., Jang H., Park J.H. A Study on Setting-Up a Methodology and Criterion of Exclusive Bus Lane in Urban Area. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 5, 2005, pp. 339-341.