

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет-механіко технологічний**

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

транспортних технологій та

(назва кафедри)

засобів у АПК _____

Савченко Л.А.

(підпис)

(ПІБ)

«_____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Організація і моделювання вулиці Ольжича міста Києва»

Спеціальність 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)» (код і назва)

Гарант освітньої програми

К. Т. Н., доцент _____

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Опалко В.Г.

(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

доктор філософії _____

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Нагорний Т.В.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Могильний В.О.

(ПІБ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

транспортних технологій та засобів у АПК

_____ Савченко Л. А.

(науковий ступінь, вчене звання) _____ (підпис)

_____ (ПІБ)

« _____ » _____ 2026

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Могильному Віктору Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(код і назва)

Тема випускної бакалаврської роботи «Організація і моделювання вулиці
Ольжича міста Києва»

затверджена наказом ректора НУБіП України від

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускної бакалаврської роботи:

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Виконати натурні обстеження геометричних параметрів вулиці
Ольжича, а також структури й інтенсивності транспортно-пішохідних
потоків у пікові періоди.
2. Побудувати детальну цифрову векторну схему наявного стану
досліджувальної ділянки в середовищі САПР IndorDraw.

3. Розробити пакет інженерно-проектних рішень щодо оптимізації геометрії проїзної частини, впорядкування паркування, інтеграції велосмуг та дислокації нових ТЗОДР.
4. Розробити та відкалібрувати мікроскопічну імітаційну модель ділянки вулиці Ольжича в програмному комплексі PTV Vissim відповідно до реальних вихідних даних.
5. Провести порівняльний сценарний аналіз транспортно-експлуатаційних показників функціонування мережі для наявного та проектного варіантів реорганізації руху.

Дата видачі завдання «1» вересня 2025 р.

Керівник випускної бакалаврської роботи _____
(підпис)

Нагорний Т.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

Могильний В.О.
(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота на тему «Організація і моделювання вулиці Ольжича міста Києва» присвячена дослідженню просторово-часових параметрів функціонування транспортно-пішохідних потоків і розробці інженерних заходів щодо підвищення безпеки та пропускної здатності міської вулично-дорожньої мережі.

Мета роботи – оптимізація організації дорожнього руху на вулиці Ольжича в Шевченківському районі міста Києва на основі зміни містобудівної парадигми від автомобілецентризму до принципів сталої міської мобільності.

У роботі використано такі інженерно-наукові методи дослідження: системний аналіз кібернетичної макросистеми ВАДС, натурні польові обстеження (методи «ключових точок», «плаваючого автомобіля» та інструменти відеофіксації), математичний розрахунок затримок за двочленною моделлю Ф. Вебстера, аналітичне оцінювання потоку насичення за теорією транспортних потоків, графічне моделювання в САПР IndorDraw, а також комп'ютерне імітаційне мікромоделювання в середовищі PTV Vissim на базі психофізичного алгоритму Відемана.

У першому розділі сформовано науково-методологічну базу дослідження ОБДР, визначено закономірності функціонування транспортних потоків у межах системи «Водій – Автомобіль – Дорога – Середовище» та узагальнено світовий досвід впровадження концепцій Vision Zero, New Urbanism і заспокоєння руху

Другий розділ містить містопланувальну характеристику вулиці Ольжича та результати польових обстежень, якими виявлено інфраструктурні деструкції (знос розмітки понад 50%, недотримання норм безбар'єрності) та зафіксовано дестабілізуючий вплив хаотичного паркування в умовах пікової інтенсивності руху 1671 н.а./год. Також у цьому розділі в середовищі САПР IndorDraw розроблено комплексну проєктну схему ОДР, яка реалізує принцип «дорожньої дієти» шляхом звуження автомобільних смуг до нормативних 3,0–

3,25 м (згідно з ДБН В.2.3-5:2018), інтеграції відокремленої велосмуги шириною 1,5 м та впорядкування паркування.

Третій розділ присвячено цифровому імітаційному мікромоделюванню в середовищі PTV Vissim. Побудовано та відкалібровано «цифровий двійник» ділянки вулиці Ольжича, а також виконано порівняльний сценарний аналіз, який підтвердив високу точність симуляції, оскільки проєктні показники затримок практично збіглися з аналітичними розрахунками за моделлю Вебстера. Отримані результати підтвердили мінімізацію локальної емісії шкідливих речовин приватним автотранспортом та підвищення загальної безпеки руху в межах житлової забудови.

Робота має безпосереднє практичне значення, оскільки її результати дозволяють підвищити мультимодальну провізну здатність артерії, забезпечити залучення до велоруху від 300 до 400 людей на годину, а розроблені рішення повністю відповідають оперативним цілям «Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року».

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ: СВІТОВИЙ ДОСВІД, ТЕОРЕТИЧНІ РОЗРОБКИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	11
1.1. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЯК ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	11
1.2. ОСТАННІ ТЕОРЕТИЧНІ І ПРИКЛАДНІ РОЗРОБКИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ.....	16
1.3. МЕТОДОЛОГІЯ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	22
Висновки до розділу 1	27
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ СХЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА НА ОСНОВІ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	28
2.1. ГЕОГРАФІЧНА ТА МІСТОПЛАНУВАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.....	28
2.2. ПОЛЬОВЕ ОБСТЕЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.....	30
2.3. РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ СХЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.....	32
Висновок до розділу 2	35
РОЗДІЛ 3. ІМІТАЦІЙНЕ ТА ТРАНСПОРТНЕ МІКРОМОДЕЛЮВАННЯ НАЯВНОГО ТА ПРОЄКТНОГО СТАНІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА	37
3.1. ЗБІР ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ІМІТАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТНОГО МІКРОМОДЕЛЮВАННЯ.....	37
3.2. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ НАЯВНОГО СТАНУ ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.....	42
3.3. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ ПРОЄКТНОГО СТАНУ ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.....	46
3.4. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ НАЯВНОГО ТА ПРОЄКТНОГО СТАНІВ ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.....	50
Висновок до 3 розділу	53
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	57

ДОДАТКИ.....	59
--------------	----

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний розвиток транспортної системи Києва характеризується надмірним зростанням кількості автомобілів, що значно перевищує темпи оновлення та пристосування вулично-дорожньої мережі. Така невідповідність призводить до швидкого перевантаження основних магістралей міста і створює надмірне навантаження на другорядні вулиці. Особливо гостро це відчувається на магістральних вулицях районного рівня, які змушені одночасно обслуговувати великий потік громадського транспорту, приватних автомобілів і забезпечувати внутрішньоквартальні зв'язки у житлових масивах.

У межах житлового масиву Сирець у Шевченківському районі Києва вулиця Ольжича виконує важливу роль транспортно-розподільчого коридору. Вона не лише забезпечує внутрішньоквартальні зв'язки, але й слугує транзитним маршрутом для місцевого трафіку, забезпечуючи підвезення пасажирів до станції метро «Дорогожичі» та доступ до об'єктів соціальної інфраструктури — Державного архіву міста, навчальних закладів, медичних установ і торгових точок. Існуюча транспортна ситуація на вулиці Ольжича потребує кардинального переосмислення традиційних підходів до організації простору, щоб збалансувати інтереси всіх учасників руху: водіїв приватних автомобілів, операторів громадського транспорту, пішоходів (включно з маломобільними групами населення) та користувачів мікромобільності.

Обґрунтування необхідності змін. Наразі організація дорожнього руху на досліджуваній ділянці не відповідає сучасним стандартам безпеки та принципам "Нульової смертності" (Vision Zero). Це зумовлено великою кількістю небезпечних перетинів та відсутністю чіткого зонування вулиці. Основні проблеми на вулиці Ольжича — це хаотичне паркування, яке звужує проїжджу частину, змушує машини перебудовуватися та обмежує видимість на переходах і виїздах. Додаткові недоліки — погана розмітка та невідповідність дорожніх знаків сучасним умовам руху.

Для покращення ситуації необхідно ретельно розрахувати та перевірити

зміни в організації вулиці. Використання сучасних програм для проєктування (САПР IndorDraw) та моделювання (PTV VISSIM) дозволяє детально проаналізувати та перевірити запропоновані рішення ще на етапі розробки. Це допоможе уникнути помилок, оцінити вплив нових елементів (наприклад, велосмуг чи зупинок громадського транспорту) на рух та забезпечити відповідність нормам.

Методологічний апарат.

Об'єкт дослідження: процеси функціонування та взаємодії транспортних, пасажирських, велосипедних та пішохідних потоків на вулиці Ольжича у Шевченківському районі міста Києва.

Предмет дослідження: інженерні методи, технології та засоби вдосконалення організації та підвищення безпеки дорожнього руху із застосуванням сучасних систем автоматизованого проєктування та мікроскопічного імітаційного моделювання транспортних систем.

Мета роботи: підвищення безпеки, екологічності та ефективності дорожнього руху на вулиці Ольжича шляхом розробки та обґрунтування комплексної схеми організації дорожнього руху з інтеграцією велосипедної інфраструктури на основі цифрового імітаційного моделювання та сценарного аналізу транспортних ситуацій.

Наукова новизна дослідження полягає у комплексному підході до реорганізації та гуманізації головної вулиці районного значення в умовах щільної історичної забудови. Цей підхід заснований на спільному застосуванні автоматизованого проєктування (ТЗОДР) та транспортного мікромоделювання для оцінки мультимодальної пропускної спроможності вулиці при одночасному впровадженні велосипедної інфраструктури та усуненні хаотичного паркування.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблена комплексна схема організації дорожнього руху та геометричні рішення реорганізації проїзної частини вулиці Ольжича орієнтовані на практичне впровадження комунальними підприємствами міста Києва (зокрема КП «Центр організації

дорожнього руху») з метою реалізації оперативних цілей «Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року» [4]. Створена в рамках роботи верифікована імітаційна модель у середовищі PTV VISSIM може слугувати інтерактивною основою для подальшого моніторингу, аудиту безпеки та оперативного керування транспортною ситуацією в межах житлового масиву Сирець.

РОЗДІЛ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ: СВІТОВИЙ ДОСВІД, ТЕОРЕТИЧНІ РОЗРОБКИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЯК ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.

Організація та безпека дорожнього руху (ОБДР) є ключовим компонентом транспортних технологій, що вивчає закономірності функціонування транспортних і пішохідних потоків у межах вулично-дорожньої мережі (ВМД). Метою дисципліни є створення інженерних та управлінських рішень, які забезпечують максимальну ефективність перевезень при мінімізації ризиків для життя і здоров'я людей.

У сучасній урбаністиці місто розглядається як складна відкрита система, де транспортна підсистема є її «кровоносною мережею».

Дослідження ОБДР проводиться на трьох рівнях:

1. Макрорівень: місто в системі розселення та агломерації (взаємодія з приміськими зонами).
2. Мезорівень: місто як самодостатній об'єкт (транспортний комплекс міста в цілому).
3. Мікрорівень: окремі ділянки, вулиці та перехрестя (аналіз конкретних точок конфлікту).

У сучасній сфері транспортних технологій, дисципліна, що займається організацією та безпекою дорожнього руху (ОБДР), давно вийшла за рамки простих правил дорожнього руху, знаків та розмітки. Сьогодні це комплексна, багатогранна інженерна галузь, яка досліджує закономірності формування транспортних та пішохідних потоків і прагне оптимізувати їх взаємодію.

Ключовим елементом вивчення цієї дисципліни є взаємодія системи "Водій – Автомобіль – Дорога – Середовище" (ВАДС). Будь-які порушення в цій системі призводять до зниження ефективності транспортних процесів

(наприклад — затори та затримки) або дорожньо-транспортних пригод (ДТП). З точки зору логістики та транспортної інженерії, безпека та пропускна здатність дорожньої мережі є критично важливими факторами, що безпосередньо впливають на прибутковість перевезень пасажирів та вантажів. Ефективне функціонування транспортних шляхів та вузлів неможливе без науково обґрунтованих схем організації руху.

Найбільші труднощі в організації руху виникають на перехрестях, які є «вузькими місцями». Світлофорне регулювання (СФР) дозволяє по черговому пропускати конфліктуючі потоки, що суттєво підвищує безпеку.

Для проектування режиму роботи світлофора використовують два критичні показники:

- Інтенсивність руху (N): кількість транспортних засобів (ТЗ), що проїжджають через переріз дороги за одиницю часу.
- Потік насичення (S): максимальна інтенсивність роз'їзду черги ТЗ на дозвільний сигнал.

Традиційно тривалість світлофорного циклу розраховується за формулою Вебстера, яка базується на мінімізації затримок ТЗ:

$$T_c = \frac{1,5L+5}{1-\sum y_i} \quad (1.1)$$

де L — сумарний втрачений час за цикл, — сума фазових коефіцієнтів.

Оскільки транспортний потік складається з різних типів машин, у розрахунках використовують коефіцієнти зведення до умовного легкового автомобіля ($K_{зв}$). Сучасні дослідження доводять, що технічний стан транспортного засобу (зношеність двигуна) прямо впливає на динаміку роз'їзду черги. Наприклад, автобуси зі значним пробігом мають на 26% нижчу розгінну швидкість, що збільшує затримки на перехрестях.

Безпека руху визначається не лише роботою світлофорів, а й якістю інженерного облаштування.

- Рівність дорожнього покриття: Незадовільний стан покриття (вибоїни, виступи рейок) знижує швидкість проїзду перехресть у 3 рази. Це призводить до нагромадження черг, які не встигають розсмоктатися за одну фазу, навіть якщо її тривалість розрахована за нормативами.

- Екологічний та акустичний аспект: Транспорт є головним забруднювачем міського повітря (до 84% викидів у великих містах, як Київ) та основним джерелом шуму. ОБДР спрямована на зменшення кількості зупинок («старт-стоп» режимів), що дозволяє знизити викиди шкідливих речовин та рівень шуму, який у центрах міст часто перевищує 85-100 фонів.

Сучасний етап розвитку транспортних технологій характеризується переходом від «автомобілецентризму» до людиноцентризму.

Досвід Львова та Києва показує ефективність створення виділених смуг для громадського транспорту. У години пік кількість пасажирів у громадському транспорті на магістральних вулицях утричі перевищує кількість осіб у приватних авто, що займають значно більше дорожнього простору.



Рисунок 1.1. Смуга руху для маршрутних транспортних засобів та велосипедистів.

Також зараз впроваджуються додавання велосмуг на автомобільні ділянки. Велосипед стає повноцінним видом міського транспорту. Критеріями якісної веломережі є:

1. Зв'язність: відсутність розривів між ділянками.

2. Безпека: відокремлення від моторизованого трафіку на швидкісних ділянках.

3. Прямолінійність: мінімізація зайвих об'їздів.

Особлива увага приділяється організації руху на кільцевих розв'язках, де безпека велосипедистів залежить від радіусу кільця та чіткості розмітки.



Рисунок 1.2. Велосмуга суміжна з проїзною частиною вулиці.

Джерело: GreenWay.ua

Для розробки ефективних схем організації руху використовують широкий спектр методів:

- Метод польових обстежень: фіксація параметрів потоків безпосередньо на місцевості.
- Імітаційне моделювання (PTV VISSIM): створення віртуальних моделей перехресть для тестування різних сценаріїв без ризику для реального руху.
- Експертні методи (SWOT -аналіз): використовуються при стратегічному плануванні розвитку транспортної системи міста.

Сьогодні предмет ОБДР тісно пов'язаний з телематикою та інформаційними технологіями. Традиційні методи управління дорожнім рухом поступово замінюються автоматизованими системи керування дорожнім рухом (АСКДР) та інтелектуальними транспортними системами (ІТС).

Інтелектуальні транспортні системи використовують дані, що надходять у реальному часі від камер, радарів, GPS-трекерів та самих транспортних засобів для:

- Адаптивного управління світлофорами: Фази світлофорів змінюються залежно від реальної кількості транспортних засобів у черзі.
- Динамічної маршрутизації потоків: Перенаправлення транспорту для уникнення заторів.
- Прогнозування аварійних ситуацій: Використання алгоритмів машинного навчання для передбачення потенційних небезпек.

При розробці проєктів модернізації вулично-дорожньої мережі (наприклад — реконструкція площ біля вокзалів або транспортних розв'язок) обов'язково проводиться макро та мікро моделювання за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (такого як PTV Vissim). Це дозволяє оцінити ефективність запропонованих рішень ще до їх фактичного впровадження.

Сучасне планування вулично-дорожньої мережі неможливе без використання потужних інструментів моделювання та аналізу даних. Програмне забезпечення, таке як PTV Vissim або навіть більш спеціалізовані інструменти для аналізу великих даних, дозволяє інженерам створювати цифрові двійники реальних транспортних систем. Це дає можливість:

- Тестувати різні сценарії: Перед фізичним впровадженням будь-яких змін (наприклад, будівництво нової розв'язки, зміна організації руху на перехресті, впровадження нових правил паркування) можна змоделювати їх вплив на транспортні потоки, час у дорозі, рівень викидів та безпеку.
- Оптимізувати параметри: Моделювання дозволяє знайти оптимальні значення для таких параметрів, як тривалість фаз світлофорів, довжина смуг для повороту, розташування зупинок громадського транспорту.
- Прогнозувати наслідки: Аналіз даних з датчиків, камер та GPS-трекерів дозволяє виявляти "вузькі місця" в мережі, прогнозувати виникнення заторів та планувати превентивні заходи.

- Оцінювати ефективність інвестицій: Моделювання допомагає обґрунтувати необхідність інвестицій у модернізацію транспортної інфраструктури, показуючи очікуваний економічний та соціальний ефект.

1.2. ОСТАННІ ТЕОРЕТИЧНІ І ПРИКЛАДНІ РОЗРОБКИ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ.

Сучасний етап розвитку транспортних технологій та організації дорожнього руху переживає кардинальні зміни. Від домінуючої в другій половині XX століття моделі, орієнтованої на автомобілі, відбувається перехід до людиноцентричного підходу та принципів сталого розвитку. Це відображається у зміщенні наукових досліджень з питань збільшення пропускної здатності доріг на пріоритети безпеки, комфорту пішоходів та екологічної стійкості міського середовища [13].

У світовій практиці теорія організації руху активно розвивається під впливом ідей "Нового урбанізму". Цей напрям, представлений у працях Т. Хааса [9], спрямований на створення компактних, зручних для пішоходів громад, де транспортна система органічно вписується в міську структуру, а не розділяє її. Ще в 1964 році П. Ріттер [11] заклав основи розуміння конфлікту між пішоходами та автомобілями, наголошуючи на необхідності просторового розмежування транспортних потоків для збереження соціальної функції вулиць.

Однією з найвпливовіших прикладних розробок останнього десятиліття є концепція Vision Zero (нульова терпимість до смертності на дорогах). Її теоретична основа полягає в усвідомленні неминучості людських помилок та необхідності проектування дорожньої інфраструктури таким чином, щоб ці помилки не призводили до трагічних наслідків. Це передбачає впровадження заходів "заспокоєння руху", таких як звуження смуг, створення островців безпеки та піднятих пішохідних переходів.

На макрорівні дослідження світових транспортних систем все частіше базуються на Планах сталої міської мобільності (SUMP). Теоретична новизна SUMP полягає у відході від пасивного прогнозування транспортного попиту ("передбачити і забезпечити") до активного управління ним шляхом розвитку громадського транспорту, велосипедного руху та мікромобільності.

Технічний аспект організації руху в Україні та світі зосереджений на вдосконаленні алгоритмів світлофорного регулювання. Теоретичні розробки Є. Формальчика та І. Могили [7] підкреслюють, що традиційні методи розрахунків за Вебстером (спрямовані на мінімізацію затримок транспортних засобів) потребують адаптації до сучасних реалій.

Серед ключових прикладних розробок у цій сфері виділяються:

- Адаптивне керування: Використання датчиків транспорту для динамічного коригування тривалості фаз світлофорів. В Україні такі системи є пріоритетом "Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року" [4], яка передбачає розвиток автоматизованих систем керування дорожнім рухом (АСКДР).
- Оцінка затримок з урахуванням технічного стану: Останні дослідження демонструють, що на швидкість проїзду перехресть впливає не лише геометрія дороги, а й технічний стан автопарку, особливо громадського транспорту. Застарілі автобуси мають на 26% нижчу швидкість розгону, що необхідно враховувати в математичних моделях транспортних потоків.
- Вплив стану дорожнього покриття: Теоретично обґрунтовано, що незадовільна рівність покриття або наявність вибоїн суттєво впливає на динаміку руху транспортних засобів. Це може призводити до збільшення затримок, зниження пропускної здатності та підвищення ризику дорожньо-транспортних пригод. Тому при проектуванні та оптимізації роботи світлофорних об'єктів необхідно враховувати не тільки інтенсивність руху, але й якість дорожнього покриття.

Крім того, актуальними залишаються дослідження щодо впливу інтелектуальних транспортних систем (ІТС) на ефективність управління

дорожнім рухом. Це включає в себе розробку нових алгоритмів для прогнозування транспортних потоків, оптимізації маршрутів громадського транспорту, а також створення систем інформування водіїв про дорожню обстановку в реальному часі. В Україні активно впроваджуються елементи ІТС, зокрема, системи моніторингу трафіку та управління світлофорами, що сприяє підвищенню безпеки та зменшенню заторів.

На глобальному рівні спостерігається зростання інтересу до цифрових платформ для управління мобільністю. Ці платформи об'єднують різні види транспорту, дозволяючи користувачам планувати свої поїздки, бронювати квитки та оплачувати послуги в одному місці. Це сприяє розвитку мультимодальних перевезень та зменшенню залежності від особистого автомобіля.

Важливим напрямком досліджень є також вплив нових видів мобільності, таких як електросамокати, моноколеса та інші засоби індивідуальної мобільності (СІМ), на організацію дорожнього руху. Необхідно розробляти відповідні правила та інфраструктурні рішення для безпечного співіснування цих засобів з іншими учасниками дорожнього руху.

У контексті сталого розвитку, значна увага приділяється екологічним аспектам транспортних систем. Це включає в себе стимулювання використання електротранспорту, розвиток інфраструктури для зарядки електромобілів, а також впровадження заходів для зменшення викидів шкідливих речовин від транспортних засобів.

Українські науковці та практики активно долучаються до цих глобальних трендів, адаптуючи їх до національних реалій та розробляючи власні інноваційні рішення для покращення транспортної системи країни.

Наприклад, в Україні активно досліджуються можливості використання штучного інтелекту (ШІ) для оптимізації транспортних потоків. Це включає розробку систем прогнозування заторів на основі аналізу великих обсягів даних, а також створення "розумних" світлофорів, які можуть адаптуватися до мінливої дорожньої ситуації в реальному часі. Такі розробки спрямовані на

підвищення ефективності використання існуючої дорожньої інфраструктури та зменшення часу в дорозі для всіх учасників руху.

Крім того, в Україні зростає увага до розвитку велосипедної інфраструктури та безпеки пішоходів. Це відображається у впровадженні нових стандартів проєктування велосмуг, пішохідних зон та безпечних переходів. Теоретичні дослідження в цій галузі зосереджені на вивченні поведінки пішоходів та велосипедистів, а також на розробці методів, що сприяють їхній безпеці та комфорту в міському середовищі.

На міжнародному рівні активно розвиваються платформи для спільного використання автомобілів (каршерінг) та мікромобільності (електросамокати, велосипеди). Ці сервіси не тільки зменшують кількість приватних автомобілів на дорогах, але й пропонують гнучкі та екологічні альтернативи для пересування містом. Дослідження в цій сфері спрямовані на вивчення впливу цих нових форм мобільності на транспортну систему, а також на розробку регуляторних механізмів для їх безпечного та ефективного використання.

Важливим напрямком є також інтеграція різних видів транспорту в єдину систему. Це означає створення зручних пересадочних вузлів, розвиток мультимодальних маршрутів та впровадження єдиних систем оплати проїзду. Така інтеграція сприяє зменшенню залежності від особистого автомобіля та робить громадський транспорт більш привабливим для широкого кола користувачів.

У контексті сталого розвитку, українські науковці та практики також активно працюють над зниженням впливу транспорту на довкілля. Це включає дослідження щодо стимулювання використання електротранспорту, розвитку інфраструктури для зарядки електромобілів, а також впровадження заходів для зменшення викидів шкідливих речовин від транспортних засобів.

Загалом, сучасний етап розвитку транспортних технологій та організації дорожнього руху характеризується комплексним підходом, що поєднує в собі інноваційні технічні рішення, теоретичні розробки та соціально-екологічні пріоритети. Україна активно долучається до цих глобальних трендів,

прагнучи створити безпечну, комфортну та сталу транспортну систему для своїх громадян.

В контексті глобальних трендів, українські науковці та практики активно працюють над впровадженням інтелектуальних транспортних систем (ІТС), які дозволяють оптимізувати рух транспорту, зменшити затори та підвищити безпеку. Це включає розробку та впровадження систем моніторингу трафіку, автоматизованих систем керування дорожнім рухом (АСКДР), а також систем інформування водіїв про дорожню обстановку в реальному часі.

Особлива увага приділяється розвитку громадського транспорту як ключового елементу сталої міської мобільності. Це передбачає не тільки оновлення рухомого складу, але й оптимізацію маршрутної мережі, впровадження систем пріоритету для громадського транспорту на перехрестях та створення комфортних умов для пасажирів. Дослідження в цій галузі спрямовані на підвищення привабливості громадського транспорту та зменшення залежності від приватних автомобілів.

Активно досліджуються можливості використання великих даних (Big Data) та штучного інтелекту (ШІ) для аналізу транспортних потоків, прогнозування заторів та оптимізації роботи транспортної системи. Це дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення щодо розвитку інфраструктури та управління рухом.

На міжнародному рівні зростає інтерес до концепції "міста 15 хвилин", яка передбачає створення міського середовища, де всі необхідні послуги та робочі місця знаходяться в межах 15-хвилинної пішої або велосипедної доступності. Це сприяє зменшенню потреби в автомобільному транспорті та підвищенню якості життя мешканців.

В Україні також спостерігається зростання уваги до безпеки дорожнього руху, зокрема, до захисту вразливих учасників дорожнього руху – пішоходів, велосипедистів, дітей та людей похилого віку. Це вимагає впровадження

комплексних заходів, спрямованих на зменшення кількості ДТП та їх наслідків.

Важливим напрямком є також розвиток інфраструктури для електромобілів, що включає створення мережі зарядних станцій та стимулювання використання електротранспорту. Це сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин та покращенню екологічної ситуації в містах.

Українські науковці та практики активно долучаються до міжнародних дослідницьких проєктів та програм, що дозволяє обмінюватися досвідом та впроваджувати передові світові практики в Україні. Це сприяє поступовому переходу до більш безпечної, ефективної та екологічної транспортної системи.

Крім того, в Україні активно досліджуються можливості впровадження систем автоматичного керування транспортними засобами (автономний транспорт). Хоча це технологія майбутнього, вже зараз ведуться роботи з адаптації законодавства, розробки стандартів безпеки та вивчення впливу автономного транспорту на існуючу дорожню інфраструктуру та організацію руху. Це включає аналіз потенційних переваг, таких як зменшення людського фактору в ДТП, підвищення ефективності використання дорожньої мережі, а також викликів, пов'язаних з безпекою, кіберзахистом та етичними аспектами.

На глобальному рівні спостерігається зростання інтересу до циркулярної економіки в транспортному секторі. Це означає перехід від лінійних моделей виробництва та споживання до більш замкнених циклів, що включає переробку та повторне використання матеріалів, продовження терміну служби транспортних засобів та розвиток сервісів спільного використання. В Україні це може знайти відображення у стимулюванні використання відновлюваних джерел енергії для транспорту, розвитку інфраструктури для ремонту та модернізації транспортних засобів, а також у створенні платформ для обміну та спільного використання транспортних засобів.

Також важливим напрямком є розвиток цифрових платформ для управління мобільністю (Mobility as a Service - MaaS). Ці платформи інтегрують різні види транспорту, дозволяючи користувачам планувати, бронювати та оплачувати свої поїздки в одному місці. Це сприяє розвитку мультимодальних перевезень, зменшенню залежності від особистого автомобіля та підвищенню зручності для користувачів. В Україні це може бути реалізовано через створення національних або регіональних MaaS-платформ, що об'єднують громадський транспорт, сервіси каршерінгу, велопрокату та інші види мобільності.

Нарешті, в контексті сталого розвитку, українські науковці та практики активно працюють над зниженням впливу транспорту на довкілля. Це включає дослідження щодо стимулювання використання електротранспорту, розвитку інфраструктури для зарядки електромобілів, а також впровадження заходів для зменшення викидів шкідливих речовин від транспортних засобів. Крім того, важливим є розвиток "зеленої" логістики, що передбачає оптимізацію маршрутів доставки, використання екологічно чистих видів транспорту та зменшення обсягів відходів.

Загалом, сучасний етап розвитку транспортних технологій та організації дорожнього руху характеризується комплексним підходом, що поєднує в собі інноваційні технічні рішення, теоретичні розробки та соціально-екологічні пріоритети. Україна активно долучається до цих глобальних трендів, прагнучи створити безпечну, комфортну та сталу транспортну систему для своїх громадян.

1.3. МЕТОДОЛОГІЯ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ.

Обґрунтування методологічного апарату є критично важливим для забезпечення достовірності результатів дослідження транспортних систем. Методологія даного дослідження базується на системному підході, де об'єкт (вулично-дорожня мережа або окреме перехрестя) розглядається як складна

динамічна система, що функціонує в умовах стохастичного впливу зовнішніх чинників.

У сфері планування транспорту та організації дорожнього руху (ОДР) дослідження спираються на системний підхід. Це означає, що місто та його транспортна система розглядаються як єдине ціле, де всі елементи взаємопов'язані як всередині, так і з зовнішнім середовищем. Теоретичною основою для цього є як класичні знання з транспортної науки, так і сучасні ідеї щодо сталого розвитку міст.

Сучасні дослідження міст використовують багаторівневий методологічний підхід:

- Загальнонауковий рівень: застосовується системний аналіз.
- Конкретно-науковий рівень: використовуються специфічні методи транспортної інженерії.

Системний підхід дозволяє розглядати транспортну систему як взаємодію чотирьох ключових компонентів: "людина – автомобіль – дорога – середовище" (ЛАДС). Зміна будь-якого з цих елементів неминуче впливає на інші.

У процесі досліджень застосовуються такі загальні наукові методи:

- Аналіз та синтез: Дозволяють детально вивчати окремі частини вулично-дорожньої мережі (ВДМ), а потім об'єднувати їх для створення загальної моделі міської мобільності.
- Індукція та дедукція: Використовуються для переходу від вивчення конкретних проблемних ділянок до розуміння загальноміських транспортних викликів.
- Порівняльний аналіз: Застосовується для зіставлення національних стандартів (ДБН, ДСТУ) з міжнародними нормами (HCM, ISO).

Для будь-якого практичного дослідження в галузі ОДР критично важливими є якісні вихідні дані. Методика передбачає комбінування як традиційних, так і сучасних способів збору інформації.

1. Польові дослідження (натурні обстеження):

Ці дослідження включають безпосереднє спостереження та підрахунок транспортних засобів (ТЗ) на ключових перехрестях та ділянках дороги, особливо в години пік. Для цього використовуються такі методи:

- Метод "ключових точок": Фіксується кількість автомобілів, що рухаються в різних напрямках.
- Метод "плаваючого автомобіля": Дозволяє визначити середню швидкість руху транспортного потоку та виявити місця затримок.
- Відеофіксація: Використання стаціонарних або мобільних камер для запису руху. Отримані відеоматеріали обробляються в офісі, що зменшує вплив людського фактора.

2. Автоматизований збір даних:

У наш час активно впроваджуються методи дистанційного спостереження та інтелектуальні транспортні системи (ІТС).

- GPS-трекери: Дані з GPS-трекерів громадського транспорту та приватних автомобілів дозволяють створювати "теплові карти" завантаженості мережі в реальному часі.
- Аналіз великих даних (Big Data): Аналіз великих обсягів інформації від мобільних операторів є перспективним для визначення пасажиропотоків між різними районами міста (матриці кореспонденцій).



Рисунок 1.3. Польове дослідження: вимірювання ширини проїжджої частини.

Для всебічного аналізу вулично-дорожньої мережі застосовується методика, що оцінює рівень благоустрою та відповідність принципам універсального дизайну.

Важливим етапом є аудит безпеки доріг. Це передбачає перевірку наявності елементів, що забезпечують безбар'єрний простір. До таких елементів належать: понижені бордюри, тактильна плитка для людей з вадами зору та острівці безпеки. Методика оцінки охоплює ці та інші аспекти, що впливають на безпеку та зручність користування дорожньою інфраструктурою для всіх категорій населення.

У сфері мікромобільності для оцінки зручності для велосипедистів застосовується показник "рівня сервісу". Аналіз безпеки велосипедної інфраструктури на перехрестях зосереджується на виявленні потенційних конфліктів між рухом велосипедистів та автомобілів, що здійснюють повороти.

Цифрове моделювання відіграє ключову роль у дослідницькому процесі, дозволяючи прогнозувати наслідки запропонованих рішень.

- **Макроскопічне моделювання (PTV Visum):** Цей підхід використовується для аналізу загальної транспортної мережі міста. Він дозволяє розрахувати обсяги попиту на перевезення та розподілити транспортні потоки за найкоротшими маршрутами. Моделі цього рівня базуються на гравітаційних принципах, де ймовірність поїздки залежить від привабливості пунктів призначення та витрат часу/відстані між ними.
- **Мікроскопічне моделювання (PTV Vissim):** Це високоточний інструмент для детального вивчення окремих перехресть або вузлів. Кожен транспортний засіб розглядається як окремий об'єкт, що рухається за психофізичною моделлю Відемана. Таке моделювання дозволяє отримати такі показники, як довжина черг, середній час очікування, кількість зупинок та обсяг шкідливих викидів.

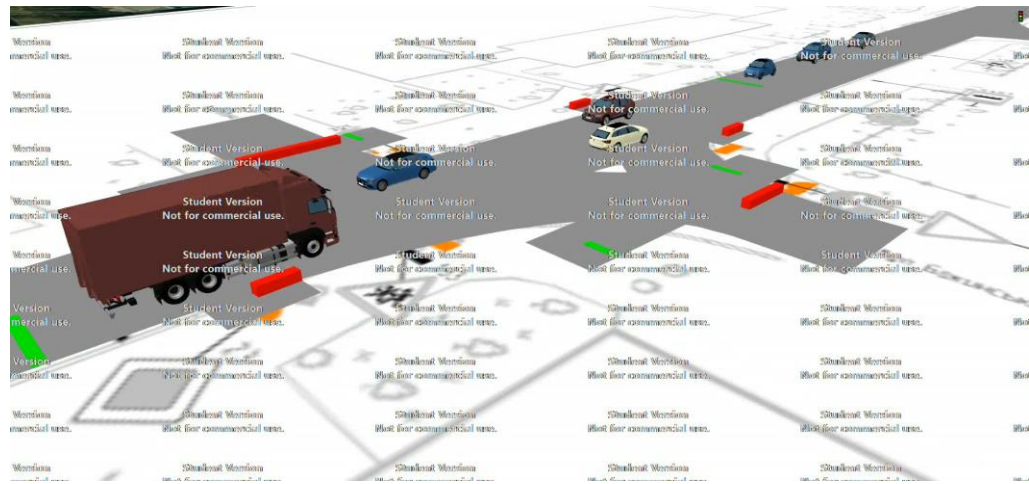


Рисунок 1.4. Транспортна схема мікроскопічного моделювання в PTV Vissim.

Транспортні дослідження не можуть бути повними без урахування соціальних аспектів та просторової структури міста.

- SWOT-аналіз: Цей метод застосовується для виявлення сильних і слабких сторін існуючої системи організації дорожнього руху, а також для оцінки можливостей та загроз, пов'язаних із впровадженням змін. Для стратегічного планування також використовується PEST-аналіз, що враховує політичні, економічні, соціальні та технологічні фактори.

- Картографічні методи та ГІС-аналіз:
 - Побудова ізохрон: Визначення часу, необхідного для досягнення певних об'єктів пішки, на велосипеді або громадським транспортом.
 - Ментальне картування: Метод опитування мешканців для виявлення ділянок міста, які вони суб'єктивно вважають "небезпечними" або "незручними".

Партисипативні методи (опитування, інтерв'ю): Ці методи залучають громадськість до процесу прийняття рішень, що є стандартною практикою для Планів сталої міської мобільності.

Організація руху не є лише інженерним завданням. Методологія включає соціально-урбаністичні методи, описані у працях Є. Маруняк (2023) [8] та О. Кононенко (2024) [6]:

- SWOT-аналіз: визначення сильних і слабких сторін існуючої транспортної схеми.
- Партисипативні методи: анкетування мешканців та проведення публічних обговорень для виявлення прихованих проблем (наприклад, суб'єктивного відчуття небезпеки на переході).
- Аналіз відповідності стратегічним цілям: перевірка, чи відповідає запропоноване рішення «Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року» [4], зокрема показникам екологічності та Smart City.

Висновки до розділу 1

У першому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи закладено теоретичні основи для розробки інженерних рішень з організації дорожнього руху у містах. Досліджено світовий досвід транспортного проектування, що дозволило обґрунтувати системний підхід до ОДР, розглядаючи рух транспорту та пішоходів як випадковий процес у рамках системи "ВАДС". Доведено, що оптимізація цієї системи на локальному рівні є ключовим фактором підвищення пропускної здатності та безпеки вулиць. Систематизовано методи управління світлофорами, враховуючи вплив стану автомобілів та дорожнього покриття на ефективність руху. Обґрунтовано перехід від пріоритету автомобілів до концепцій сталої міської мобільності. Підтверджено ефективність методів заспокоєння руху та просторового розділення потоків шляхом інтеграції виділених смуг для громадського транспорту та безпечної інфраструктури для індивідуального транспорту. Розроблено методику поєднання польових досліджень з комп'ютерним моделюванням у програмі PTV Vissim, що дозволяє перевіряти ефективність рішень перед їх впровадженням. Цей методологічний інструментарій відповідає цілям розвитку екологічного транспорту та систем Smart City, визначеним у "Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року" [4], і є основою для подальших досліджень.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ СХЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА НА ОСНОВІ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. ГЕОГРАФІЧНА ТА МІСТОПЛАНУВАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.

Вулиця Ольжича розташована в Шевченківському районі Києва, в межах житлового масиву Сирець. Вона починається від великої транспортної магістралі — Вулиці Олени Теліги — і веде вглиб житлового району. Спочатку вулиця проходить через зону щільної багатоповерхової забудови, потім переходить на ділянки зі складним рельєфом, а в кінці переважає приватний сектор. [1]

З точки зору міського планування та транспортної системи, ця вулиця відіграє важливу роль у міській інфраструктурі, яка розподіляє транспортні потоки:

- Транспортна функція: Пряме примикання до вулиці Олени Теліги, що забезпечує швидкий виїзд на одну із найважливіших магістралей міста з високою пропускною здатністю.
- Громадський транспорт: Через вулицю та прилеглі розв'язки проходить інтенсивний потік міського транспорту. Тут проходять тролейбуси та автобусні маршрути.
- Метро та міська електричка: біля вулиці в пішій доступності знаходиться станція метро «Дорогожичі», також неподалік знаходиться станція метро «Сирець» та зупинка міської електрички.

Район має розвинену соціально-побутову інфраструктуру. Безпосередньо на вулиці та в її радіусі розташовані дитяча поліклініка, супермаркети, поштові відділення, кафе та аптека. Для комфортного життя поряд розташовані кілька шкіл, ліцей, дитячі садки, а також спортивний комплекс «Сирець». Довкола багато зелених насаджень, скверів та зон відпочинку.

Згідно з аналізом використання простору, досліджувана територія характеризується поєднанням житлових та громадських будівель.

Житлова забудова: Переважну частину території займають п'ятиповерхові будинки радянської епохи, збудовані у 1960-х роках. Така щільність забудови призводить до значної кількості мешканців та, як наслідок, до дефіциту паркувальних місць, що часто призводить до паркування автомобілів на проїжджій частині.

Комерційна діяльність: Перші поверхи будівель, що виходять на вулицю, активно переобладнуються під магазини та заклади сфери послуг. Це спричиняє часті короткочасні зупинки автомобілів та створює потенційні конфлікти між пішоходами та транспортними засобами.

Основним транспортним вузлом на цій ділянці дороги є перехрестя з вулицею Олени Теліги, що служить ключовою розв'язкою транспортних потоків, яка визначає загальну динаміку руху на всіх прилеглих ділянках. Ця вулиця є частиною київського магістрального кільця, що характеризується високою інтенсивністю руху. Широка проїжджа частина та щільний потік громадського та вантажного транспорту роблять її стратегічно важливою артерією. Особливості руху на в'їзд/виїзд з вулиці Ольжича:

- **В'їзд на Ольжича з Олени Теліги:** Водії, що повертають праворуч з вулиці Олени Теліги на Ольжича, часто зберігають високу швидкість. Це призводить до різкого переходу від швидкісного руху на магістралі до умов вузької вулиці, що вимагає від водіїв миттєвої адаптації до нової дорожньої ситуації.
- **Виїзд з Ольжича на Олени Теліги:** При виїзді з вулиці Ольжича на Олени Теліги водіям необхідно влитися в інтенсивний потік. Це часто призводить до накопичення транспорту, особливо в години пік, що може спричиняти затори.

Близькість зупинок тролейбусів та маршрутних таксі на вулиці Олени Теліги біля перехрестя ускладнює маневрування. Це також призводить до

значного пішохідного руху людей по вулиці Ольжича, які прямують до автобусних зупинок або станції метро «Дорогожичі».

2.2. ПОЛЬОВЕ ОБСТЕЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.

Польові дослідження є важливим етапом транспортного аналізу, дозволяючи підтвердити теоретичні моделі та зібрати актуальні дані про стан вулично-дорожньої мережі. Методологія дослідження заснована на системному підході, описаному в керівництві О. Кононенка та О. Гнатюка (2024) [6], та включає перевірку інженерного обладнання, вимірювання інтенсивності транспортних потоків та аналіз конфліктних точок.

Дослідження проводились на ділянці вулиці Ольжича від перехрестя з вулицею Максима Берлінського до примикання до магістралі загальноміського значення вулиці Олени Теліги. Особлива увага була приділена піковому періоду навантаження (07:30–08:30).

Для збору інформації застосовувалися наступні підходи:

- Візуальна оцінка та облік: Було зафіксовано стан дорожнього покриття, наявність та функціональність засобів регулювання руху (дорожніх знаків, розмітки, світлофорів).
- Ручний підрахунок інтенсивності: На ключових ділянках у годину пік (з 7:30 до 8:30) проводився ручний підрахунок транспортних засобів для визначення їх складу та напрямку руху.
- Аналіз потенційно небезпечних ситуацій: Було зафіксовано місця, де траєкторії руху транспортних засобів та пішоходів перетинаються, згідно з методикою забезпечення безпеки дорожнього руху.

На ділянці, що вивчається, вулиця Ольжича має капітальне дорожнє покриття з асфальтобетонним шаром. Ширина проїжджої частини в середньому має близько 9м по всій довжині ділянки. Проте, як зазначають Т.

Литвиненко та ін. (2022) [5], ефективна ширина смуг часто обмежена поганим станом водовідведення та дефектами покриття у бордюру.

Під час обстеження було виявлено:

- Дорожні знаки: Переважно встановлені знаки, що визначають пріоритет (зокрема, знак 2.1 "Дати дорогу" на виїздах з прилеглих територій) та знаки пішохідних переходів (серія 5.38.1/2) [2]. Однак, безпосередньо перед пішохідним переходом спостерігається нестача знаків, що обмежують швидкість (3.29 "Обмеження максимальної швидкості" [2]).
- Дорожня розмітка: Горизонтальна розмітка, виконана фарбою (лінії 1.1 та 1.5) [2], має значні ознаки зносу (більше 50%), особливо в місцях інтенсивного гальмування перед перехрестям з вулицею Олени Теліги. Розмітка пішохідного переходу ("зебра", 1.14.1) [2] потребує оновлення із застосуванням холодного пластику для покращення зчеплення.
- Світлофорне регулювання: Світлофорний об'єкт на перехресті вулиць Ольжича та Олени Теліги працює за фіксованим циклом. Заміри показали, що це призводить до значних затримок для транспортних засобів, які повертають ліворуч з вулиці Ольжича.

Інтенсивність руху: Вранці, під час години пік, більшість автомобілів (до 850 одиниць на годину на одну смугу) рухаються в напрямку вулиці Олени Теліги. Це пов'язано з тим, що багато людей їдуть на роботу до центральних ділових районів.

Склад транспортного потоку: Найбільше на дорозі легкових автомобілів (65–70%). Громадський транспорт (автобуси, тролейбуси) становить близько 12% від загального потоку. Хоча їх частка невелика, вони суттєво впливають на пропускну здатність дороги через свої розміри та часті зупинки. Вантажівки, переважно ті, що доставляють товари, займають до 5% потоку.

Під час обстеження пішохідної інфраструктури було виявлено низку серйозних проблем, які знижують безпеку руху для всіх учасників:

- Перешкоди для пішоходів: На пішохідних переходах, особливо на перехресті з вулицею М. Берлинського, як зазначається у дослідженнях Т.

Литвиненко (2022) [5], висота бордюрів подекуди перевищує 15 см. Це не відповідає сучасним вимогам до зручного та доступного міського середовища і створює труднощі для людей з обмеженими можливостями.

- Відсутність велоінфраструктури: На даній ділянці дороги відсутні спеціально облаштовані доріжки для велосипедистів. Через це велосипедисти змушені або рухатися разом з автомобілями на високій швидкості, або їздити тротуарами, що створює небезпечні ситуації та конфлікти з пішоходами.

Вимірювання за допомогою спеціального обладнання підтвердили, що ширина проїзної частини на різних ділянках дороги відрізняється.

Ширина смуг руху варіюється від 3,9 до 4,5 метрів.

2.3. РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ СХЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.

Для створення науково обґрунтованої схеми організації дорожнього руху (ОДР) на вулиці Ольжича було застосовано спеціалізоване програмне забезпечення IndorDraw.

- Створення схеми наявного стану: Спочатку було створено схему, що відображає реальне розташування дорожніх знаків, розмітки та інженерних споруд, спираючись на дані польових досліджень.

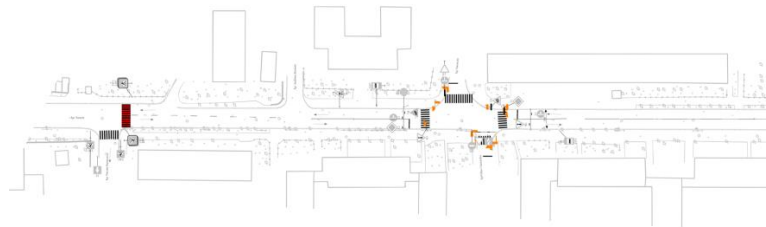


Рисунок 2.1. Загальний план наявного стану.

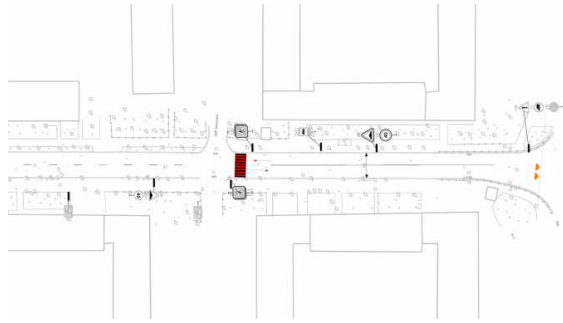


Рисунок 2.2. Виїзд на магістральну вулицю Олени Теліги з вулиці Ольжича.

- Розробка нової схеми: На основі аналізу було сформовано проєктну модель ОДР, яка включає зміни в організації паркування, додавання велоінфраструктури та оптимізацію напрямків руху.

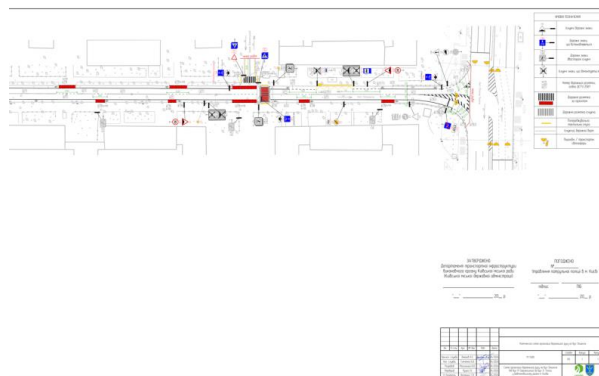


Рисунок 2.3. Виїзд на магістральну вулицю Олени Теліги з вулиці Ольжича в проєктному стані.

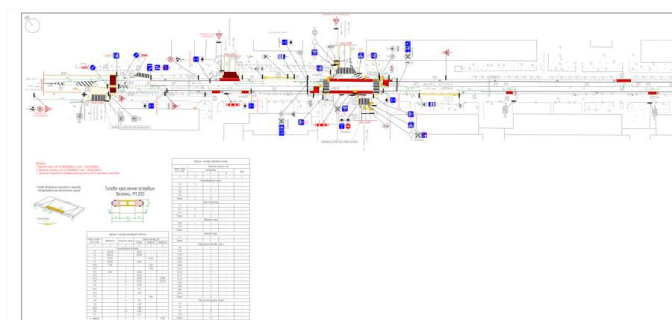


Рисунок 2.4. Відрізок вулиці Ольжича від перехрестя з вулицею Максима Берлінського в напрямку вулиці Олени Теліги.

Запропонована комплексна схема передбачає значне оновлення дорожньої розмітки, встановлення нових дорожніх знаків та велосмуги з метою покращення організації руху та підвищення безпеки.



Рисунок 2.5. Вигляд вулиці після модернізації.

Нова дорожня розмітка (згідно з ДСТУ 2587:2021) [2]:

- 1.1 (вузька суцільна лінія): Для поділу транспортних потоків протилежних напрямків та позначення межі смуг руху, де перестроювання заборонено (зокрема на підходах до перехресть).
- 1.5 (переривчаста лінія): Для поділу смуг руху на ділянках з дозволеним маневруванням.
- 1.12 (стоп-лінія): Для позначення місця зупинки ТЗ на вимогу сигналу світлофора або знака 2.2.
- 1.14.1 («зебра»): Покращення видимості пішохідних переходів, особливо поблизу Державного архіву.
- 1.18 (напрямні стрілки): Для чіткої вказівки дозволених напрямків руху по смугах на підході до вул. Олени Теліги.
- 1.22 (символ велосипеда): Для позначення виділених велосипедних смуг.
- 1.10.1 (заборона стоянки): Впровадження в зонах, де припарковані авто створюють затори.

Нові дорожні знаки (згідно з ДСТУ 4100:2021) [3]:

- 2.1 (Дати дороги): На виїздах з прилеглих територій та вул. М. Берлинського.
- 3.34 (Зупинку заборонено): Разом з табличками зони дії для ліквідації хаотичного паркування.
- 5.58 (Велосипедна смуга): Позначення новоствореної веломережі.
- 5.16 (Напрямки руху по смугах): Встановлення над проїзною частиною для завчасного інформування водіїв.
- 5.38.1 (Місце для стоянки): Для позначення зон упорядкованого паралельного паркування.
- 5.7.1/2 (Виїзд на дорогу з одностороннім рухом): На примиканнях другорядних вулиць.

Використання програми IndorDraw дозволило точно змодельовати траєкторії руху та внести наступні зміни:

- Розділення транспортних потоків: За допомогою нової розмітки 1.18 на перехресті з вулицею Олени Теліги вдалося чітко розділити транспортні потоки, що повертають праворуч до станції метро «Дорогожичі», від тих, що рухаються прямо.

Захист пішоходів: На широких ділянках дороги були облаштовані «острівці безпеки» (за допомогою розмітки 1.1) [2]. Це дозволяє пішоходам перетинати проїзну частину за менший час, що відповідає принципам безбар'єрності, викладеним у посібнику Т. Литвиненка (2022) [5].

Висновок до розділу 2

У цьому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи було проведено дослідження вулиці Ольжича, яка є ключовою магістраллю районного значення та розподільчим коридором житлового масиву Сирець, що веде до станції метро "Дорогожичі". На основі натурних обстежень та аналізу виявлено значні недоліки в організації дорожнього руху (ОДР), зокрема: хаотичне паркування, зношену дорожню розмітку та проблеми з пішохідною

інфраструктурою. Ці недоліки суперечать чинним нормам (ДБН В.2.3-5:2018, посібник Т. Литвиненка [5], ДСТУ 2587:2021) [2]. Висока інтенсивність руху в годину пік (1671 н.а./год) свідчить про неефективність існуючої системи світлофорного регулювання. Для вирішення цих проблем розроблено проєктну модель в САПР IndorDraw, яка передбачає оптимізацію автомобільних смуг та створення виділених велосмуг, відповідно до принципів сталого урбанізму. Запропоновані зміни відповідають вимогам безпеки (Vision Zero) та стратегічним цілям розвитку Києва, створюючи основу для подальшого моделювання.

РОЗДІЛ 3. ІМІТАЦІЙНЕ ТА ТРАНСПОРТНЕ МІКРОМОДЕЛЮВАННЯ НАЯВНОГО ТА ПРОЄКТНОГО СТАНІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА

3.1. ЗБІР ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ІМІТАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТНОГО МІКРОМОДЕЛЮВАННЯ.

Для отримання надійних та точних результатів при моделюванні транспортних потоків за допомогою PTV VISSIM надзвичайно важлива якість вхідних даних. Відповідно до підходу, запропонованого О. Кононенком та О. Гнатюком (2024) [6], процес збору інформації для аналізу міського транспорту повинен поєднувати аналітичну роботу з документами (вивчення схем, паспортів вулиць) та безпосередні спостереження на місці (польові дослідження). Останні дозволяють зафіксувати реальну поведінку транспортних потоків у певні проміжки часу.

Основною метою збору даних було визначення показників інтенсивності руху на ключових ділянках вулиці Ольжича. Ці дані необхідні для подальшого налаштування імітаційної моделі. Для проведення обстежень використовувався метод ручного візуального підрахунку. Як зазначають Ю. Полянський та співавтори (2022) [13], цей метод залишається найбільш доступним та точним для аналізу окремих перехресть, де важливо враховувати специфіку маневрів та склад транспортного потоку.

Вимірювання проводилися в ранковий час пікового навантаження. Це дозволяє змодельовати найскладніший сценарій функціонування транспортної мережі.

Програма обстеження включала два контрольні зрізи:

1. Вузол 1: Перехрестя вул. Ольжича – вул. Олени Теліги (період 07:30-08:00)
2. Вузол 2: Перехрестя вул. Ольжича – вул. Родини Глаголевих – вул. Бакинського.

Під час обстеження, що проводилося з 07:30 до 08:00 на ділянці примикання вулиці Ольжича до вулиці Олени Теліги, було виявлено стабільний попит на транспортні послуги, спрямовані в бік Малої Окружної дороги. У цей період спостерігається значна кількість поїздок, пов'язаних з щоденним переміщенням мешканців (маятникова міграція).

Збір даних включав фіксацію наступних показників:

- Склад транспортного потоку: Розподіл транспортних засобів за категоріями: легкові автомобілі, легкі вантажівки, важкі вантажівки та громадський транспорт (автобуси, тролейбуси).
- Напрямки руху: Облік руху прямо по вулиці Ольжича та виконання поворотів на вулицю Олени Теліги, з особливою увагою до інтенсивності правого повороту.

Таблиця 3.1

Склад транспортного потоку на перехресті вулиць Ольжича та Олени Теліги (за польовими обстеженнями)

Вид ТЗ	Напрямок					
	A-B	B-A	A-C	C-A	C-B	B-C
1	2	3	4	5	6	7
Легкові	367	251	97	64	103	124
Мотоцикли/мопеди	29	13	39	24	12	2
Вантажні до 3,5т.	44	28	0	3	14	32
Вантажні від 3,5т. до 8т.	17	3	0	1	0	6
Вантажні понад 8т., в т.ч. з причіпом	4	1	0	0	0	0
Автобуси малої/середньої місткості	19	14	6	8	13	2

1	2	3	4	5	6	7
Автобуси/тролейбуси великої місткості	9	6	0	0	0	0
Автобуси/тролейбуси надвеликої місткості	1	1	0	0	0	0



Рисунок 3.1. Перетин вулиць Ольжича та Олени Теліги з напрямками потоків.

Згідно з теоретичними положеннями Є. Форнальчика та І. Могили (2018) [7], отримані 30-хвилинні дані для імітаційного моделювання повинні бути перераховані до годинних значень ($N_{\text{год}}$). При цьому необхідно враховувати коефіцієнт нерівномірності руху протягом пікової години.

На другому етапі дослідження (з 8:00 до 8:30) було детально вивчено перехрестя з вулицею Родини Глаголевих. Цей часовий проміжок відзначається найвищою інтенсивністю руху, оскільки люди прямують до шкіл, університетів та робочих місць.

Таблиця 3.2

Склад транспортного потоку на перехресті вулиць Ольжича, Родини
Глаголевих, Бакинська(за польовими обстеженнями)

Вид ТЗ	Напрямок								
	A-B	B-A	A-D	D-A	B-D	D-B	C-A	C-D	C-B
Легкові	81	119	36	41	11	8	16	0	8
Мотоцикли/мопеди	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Вантажні до 3,5т.	5	13	0	0	0	0	0	0	0
Вантажні від 3,5т. до 8т.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Вантажні понад 8т., в т.ч. з причіпом	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобуси малої/середньої місткості	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Автобуси/тролейбуси великої місткості	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобуси/тролейбуси надвеликої місткості	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Велосипеди/легкий персональний транспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0

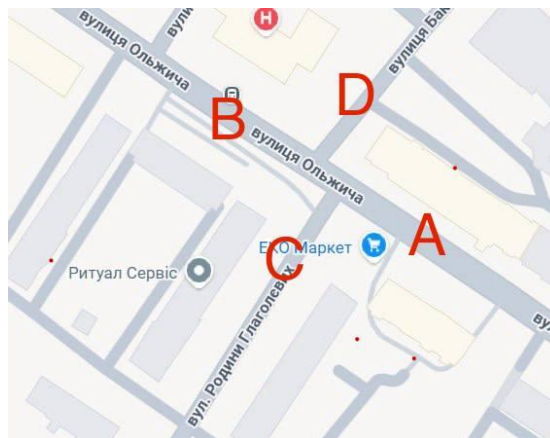


Рисунок 3.1. Перетин вулиць Ольжича, Родини Глаголевих, Бакинська з напрямками потоків.

Як зазначалося в аудиті Т. Литвиненка (2022) [5], це перехрестя вирізняється значним пішохідним трафіком. Це, у свою чергу, впливає на

пропускну здатність автомобільних смуг, особливо під час виконання поворотів.

Для побудови детальної моделі (мікромодельовання) крім інформації про транспортні потоки (динамічні дані) були зібрані також статичні характеристики вуличної мережі:

- Кількість смуг руху та їхня ширина.
- Наявність чи відсутність та розміри спеціальних зон (кишень) для зупинки громадського транспорту.
- Тривалість фаз світлофорного регулювання на перехрестях, де встановлено світлофори.

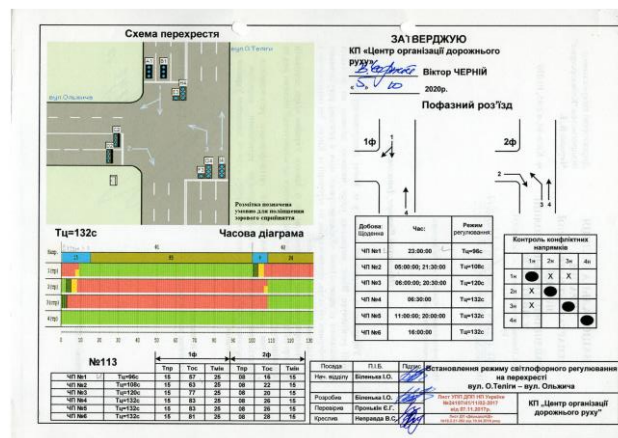


Рисунок 3.2. Часова діаграма перемикавання світлофорів на перехресті вулиць Ольжича – О. Теліги.

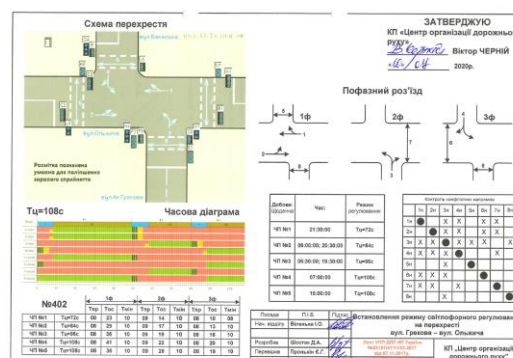


Рисунок 3.3. Часова діаграма перемикавання світлофорів на перехресті вулиць Ольжича - Родини Глаголевих - Бакинська.

3.2. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ НАЯВНОГО СТАНУ ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.

Для глибокого вивчення динаміки руху на вулиці Ольжича було обрано програмний комплекс PTV Vissim. Цей вибір обґрунтований тим, що, згідно з підходом Є. Форнальчика та І. Могили (2018) [7], мікроскопічне моделювання є найефективнішим методом для відтворення випадкової природи транспортних потоків. Воно базується на психофізичній моделі взаємодії транспортних засобів. Такий підхід дозволяє не просто отримати усереднені показники затримок, а й детально проаналізувати взаємодію кожного окремого автомобіля з елементами дорожньої інфраструктури, світлофорними об'єктами та іншими учасниками руху.

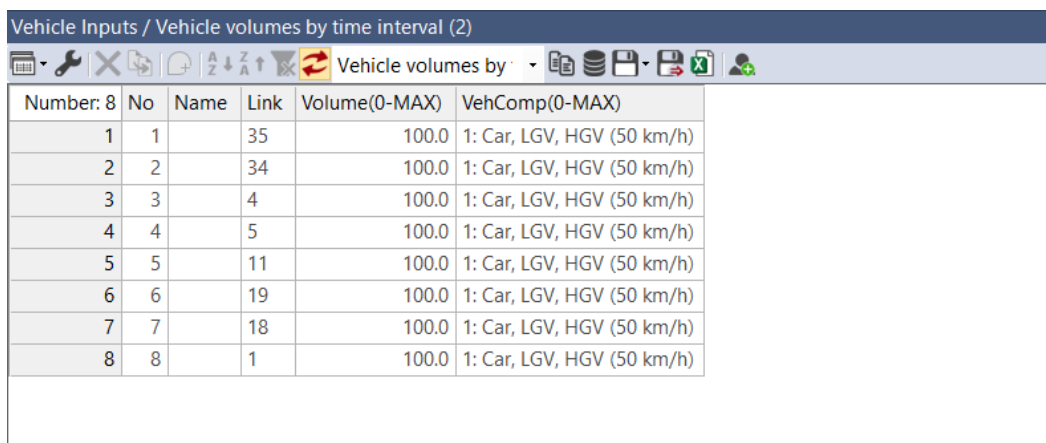
Першим кроком у створенні моделі стало завантаження проєктної підоснови, яка була попередньо розроблена в програмі IndorDraw. Використання векторної підкладки забезпечило високу точність геометричних параметрів моделі, що є ключовим для коректного функціонування PTV VISSIM.

Процес побудови мережі включав наступні етапи:

- Відтворення дорожньої мережі: Було точно відтворено кількість смуг руху, їхню ширину та радіуси заокруглень на перехрестях з вулицями Олени Теліги та Родини Глаголевих.
- Зупиночні пункти громадського транспорту: На основі даних з IndorDraw було точно позиціоновано місця зупинок автобусів та тролейбусів.
- Масштабування: Завдяки імпорту даних з IndorDraw, модель має реальний масштаб, що дозволяє програмі точно розраховувати час подорожі та безпечні дистанції між транспортними засобами.

На створену мережеву модель були нанесені дані, отримані в результаті польових вимірювань.

- Інтенсивність руху: У модель були введені розраховані показники інтенсивності руху для періоду ранкового піку (7:30–8:30). Дані вводилися окремо для кожного в'їзду в модель.
- Склад потоку транспорту та робота громадського транспорту: Сформовано маршрути автобусів і тролейбусів. Для кожної зупинки задано час стоянки, який розраховується відповідно до методики Ю. Полянського (2022) залежно від інтенсивності посадки та висадки пасажирів. Це дало змогу моделі реалістично відтворювати затримки, що виникають через автобуси, які стоять на зупинках і уповільнюють рух у правій смузі.
- Маршрутизація: Для кожного вузла мережі були визначені фіксовані маршрути, враховуючи відсотковий розподіл транспортних потоків за напрямками (рух прямо, поворот праворуч, поворот ліворуч).



Number: 8	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1		35	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
2	2		34	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
3	3		4	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
4	4		5	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
5	5		11	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
6	6		19	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
7	7		18	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
8	8		1	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)

Рисунок 3.4. Вікно налаштування складу транспортного потоку та розподілу швидкостей в PTV Vissim.

Особливу увагу при створенні моделі наявного стану було приділено налаштуванню світлофорних об'єктів.

- Створення контролерів: У внутрішньому редакторі VISSIM було створено світлофорні контролери для кожного регульованого вузла.
- Часові діаграми: Для кожного напрямку руху було введено реальні часові параметри світлофорних фаз: тривалість червоного, проміжного (жовтого) та зеленого сигналів.

- Пофазне розмежування: Було точно відтворено логіку перемикання фаз, що діє на вулиці Ольжича, враховуючи час «все-червоне» для безпечного завершення маневрів, що відповідає вимогам ДСТУ та принципам, викладеним у роботах Форнальчика (2018) [7].

Оскільки вулиця Ольжича характеризується щільним пішохідним трафіком до станції метро, у модель було додано:

- Пішохідні потоки: Введення пішоходів на переходах для створення реалістичних затримок при правому повороті автомобілів.
- Зони конфліктів: Налаштування пріоритетів на нерегульованих ділянках та в місцях перетину потоків. Це дозволило моделі імітувати реальні затори, які виникають на підходах до вул. Олени Теліги.

За результатами моделювання та аналізу даних про продуктивність мережі, було визначено ключові показники ефективності для досліджуваної ділянки вулиці Ольжича. Транспортна модель виявила такі особливості існуючого стану:

- Середня швидкість руху: 18,88 км/год. Це низьке значення для вулиці такого рівня вказує на значне перевантаження та часті зупинки на перехрестях.



Рисунок 3.5. Графік середньої швидкості наявного стану потоку в PTV Vissim.

- Середня затримка на ТЗ: Зросла на 6,9% (з 34,15 до 36,52 с).

Причиною цього є збільшення конфліктних точок при повороті праворуч через велосипедну смугу.

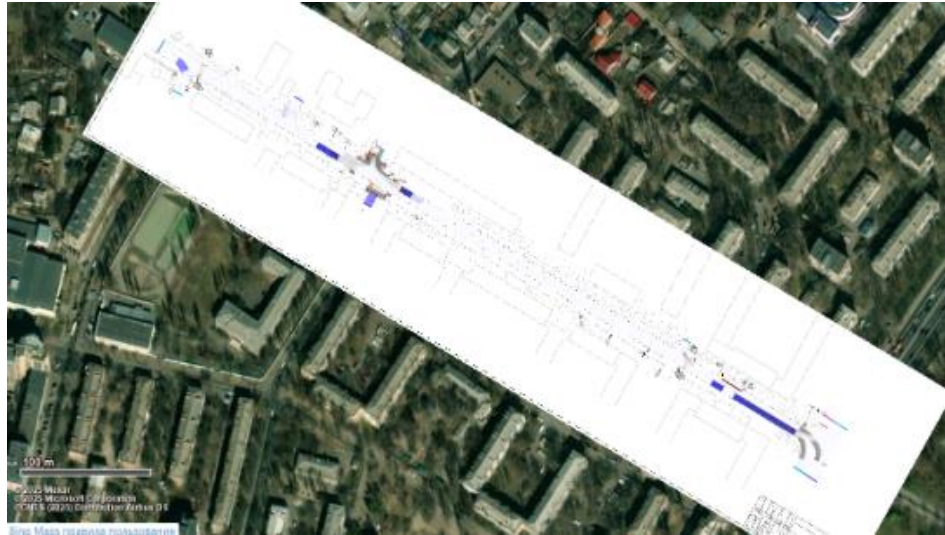


Рисунок 3.6. Графік середньої затримки транспортних засобів наявного стану в PTV Vissim.

- Середня кількість зупинок: Збільшення індексу з 0,64 до 0,76 свідчить про незначне погіршення плавності транспортного потоку, зумовлене взаємодією різних видів транспорту.



Рисунок 3.7. Графік середньої кількості зупинок наявного стану в PTV Vissim.

3.3. РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ ПРОЄКТНОГО СТАНУ ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.

На основі плану вулиці, створеного в IndorDraw, ми внесли наступні зміни до комп'ютерної моделі дорожньої мережі:

- Зміна розмірів смуг руху: Ширина автомобільних смуг була зменшена до стандартних 3.0–3.25 метрів. Це дозволило виділити простір для велосипедних смуг шириною 1.5 метра.
- Додавання велосипедного трафіку: У модель було додано категорію транспортних засобів "Велосипед". Для них були налаштовані відповідні динамічні характеристики та правила руху на перехрестях.

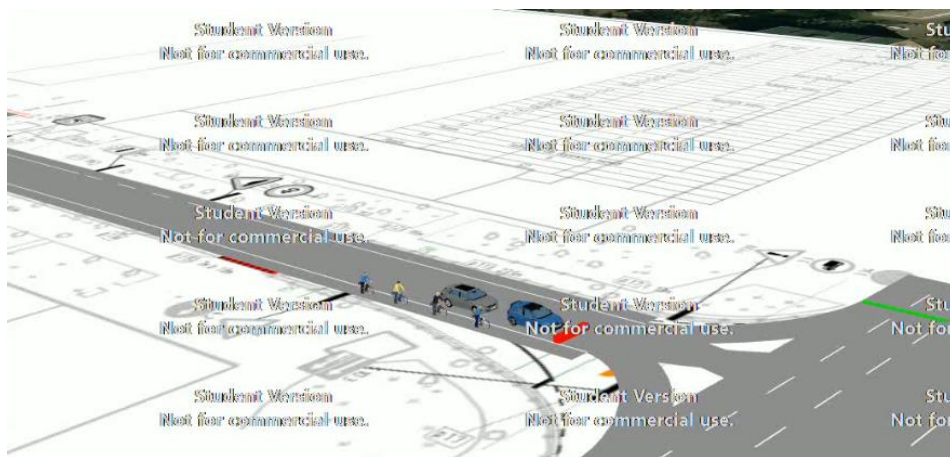


Рисунок 3.8. Візуалізація велосипедного потоку у проєктній моделі PTV Vissim.

- Налаштування зон перетину: Були оновлені налаштування пріоритетів на поворотах, де автомобілі та велосипедисти можуть перетинатися. Це безпосередньо впливає на час затримки.

Імітаційне моделювання показало, як запропонована інфраструктура впливає на загальний рух транспортних засобів (ТЗ). Порівняння ключових показників між проєктним та наявним станом виявило наступні зміни:

- Середня швидкість: Зафіксовано зменшення середньої швидкості руху на 6,7% відносно поточного показника (18,88 км/год). Це досягнуто

шляхом звуження проїзної частини, що, відповідно до принципів концепції Vision Zero, сприяє підвищенню безпеки дорожнього руху.



Рисунок 3.9. Графік середньої швидкості проєктного стану потоку в PTV Vissim.

- Середня затримка на ТЗ: Зросла на 6,9% (з 34,15 до 36,52 с). Причиною цього є збільшення конфліктних точок при повороті праворуч через велосипедну смугу.



Рисунок 3.10. Графік середньої затримки транспортних засобів проєктного стану в PTV Vissim.

- Середня кількість зупинок: . Збільшення індексу з 0,64 до 0,76 свідчить про незначне погіршення плавності транспортного потоку, зумовлене взаємодією різних видів транспорту.



Рисунок 3.11. Графік середньої кількості зупинок проєктного стану в PTV Vissim.

Для підтвердження результатів моделювання було проведено теоретичний розрахунок зміни максимальної пропускної здатності (S) правої смуги руху, яка тепер використовується також для велосипедного руху. Згідно з методикою Формальчика та Могили (2018) [7], максимальна пропускна здатність коригується з урахуванням ширини смуги (K_w) та присутності велосипедистів (K_b):

$$S = S_0 \times K_w \times K_b \times K_R \times K_{grad} \quad (3.1)$$

де:

- S_0 – базова максимальна пропускна здатність (1800 транспортних одиниць на годину).
- K_w – коефіцієнт, що враховує звуження смуги до 3.0 м (приблизно 0.91).
- K_b – коефіцієнт, що враховує наявність велосипедної смуги та інтенсивність велосипедного руху (від 0.95 до 0.98).
- K_R – коефіцієнт впливу радіусу повороту (1,00)
- K_{grad} – коефіцієнт поздовжнього похилу (1,02)

Приклад розрахунку:

1. Розрахунок проєктного потоку насичення ($S_{\text{проєкт}}$): Використовуємо формулу коригування базового потоку. Якщо в наявному стані $S \approx 1700$ н.а./год., то в проєктному стані за рахунок звуження смуг та конфлікту з велосипедами:

$$S_{\text{проєкт}} = 1800 \times 0,91 \times 0,96 \times 1,00 \times 1,02 \approx 1604 \text{ н.а./год.}$$

Таке зниження потоку насичення на 10,1% безпосередньо пояснює зростання середньої затримки в імітаційній моделі до 36,52 с.

Проєктний потік насичення знизився на ~9% порівняно з ідеальними умовами, що підтверджує логіку моделі PTV VISSIM.

2. Розрахунок зміни ступеня завантаження (x):

При стабільному загальному потоці трафіку $N = 1671$ н.а./год (розподіленому між усіма смугами), коефіцієнт завантаження для проєктної смуги збільшується.

$$x = \frac{N_{\text{смуги}}}{S_{\text{проєкт}}} \quad (3.2)$$

Збільшення x веде до зростання затримок згідно з формулою Вебстера:

$$d = \frac{C \times (1 - \alpha)^2}{2 \times (1 - \alpha \times x)} + \frac{x^2}{2 \times N \times (1 - x)} \quad (3.3)$$

де:

- C – тривалість світлофорного циклу, яка згідно з натурними дослідженнями становить 90 с;
- g – тривалість ефективного дозвільного (зеленого) сигналу для досліджуваного напрямку, що становить 35 с;
- α – частка зеленого часу в циклі ($\alpha = \frac{g}{C} = \frac{35}{90} = 0,389$)
- $S_{\text{проєкт}}$ – проєктний потік насичення на одну смугу (1604 н.а./год.)
- N – реальна інтенсивність руху на одну смугу ($\frac{1671}{2} = 835,5$)
- x – ступінь завантаження на смуги руху:

$$x = \frac{N}{S_{\text{проект}}} = \frac{835,5}{1604} = 0,521$$

Покрокове розв'язання рівняння:

1. Розрахунок першого члена (регульована затримка від циклу світлофора):

$$d_1 = \frac{90 \times (1 - 0,389)^2}{2 \times (1 - 0,389 \times 0,521)} = \frac{33,57}{1,594} = 21,06 \text{ с}$$

2. Розрахунок другого члена (додаткова затримка від випадкового прибуття авто):

$$d_2 = \frac{0,521^2}{2 \times (1 - 0,389 \times 0,521)} = \frac{0,271}{0,222} = 1,22 \text{ с}$$

3. Визначення сумарної теоретичної затримки(d_{theor}):

$$d_{theor} = d_1 + d_2 = 21,06 + 1,22 = 22,28 \text{ с}$$

Незважаючи на невелике сповільнення руху автомобілів, запропоноване рішення сприяє сталому розвитку мобільності (Maruniak & Lisovskyi, 2023) завдяки наступним перевагам:

- Підвищення безпеки: Зниження швидкості безпосередньо зменшує тяжкість наслідків дорожньо-транспортних пригод.
- Збільшення пропускної здатності: Хоча кількість автомобілів за годину може трохи зменшитися, загальна кількість людей, які перетинають перехрестя (включаючи велосипедистів), зростає.
- Екологічний вплив: Створення велосмуг заохочує використання екологічно чистого транспорту, що відповідає київській ініціативі «Зелений курс».

3.4. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ НАЯВНОГО ТА ПРОЄКТНОГО СТАНІВ ВУЛИЦІ ОЛЬЖИЧА.

На завершальному етапі дослідження проводиться комплексне порівняння даних, зібраних під час польових вимірювань, теоретичних

розрахунків та симуляцій у програмі PTV VISSIM. Згідно з науковими принципами, викладеними О. Кононенко та О. Гнатюком (2024) [6], оцінка ефективності змін у містобудуванні та транспортній системі має бути всебічною. Вона повинна враховувати не лише потреби автомобільного транспорту, але й безпеку пішоходів та велосипедистів, а також сприяти розвитку екологічно чистих видів пересування.

Для порівняння було розглянуто два варіанти функціонування вулиці Ольжича (ділянка від вул. М. Берлінського до вул. О. Теліги) під час ранкового години пік (з 07:30 до 08:30):

- Поточний стан: Вулиця з широкими смугами для автомобілів, неорганізованим паркуванням та повною відсутністю велоінфраструктури.
- Проектний стан: Реорганізований простір (розроблений у IndorDraw), що включає велосмуги (шириною 1,5 м), звужені до нормативних 3,0 м автомобільні смуги, скасоване паркування під кутом та впровадження нових дорожніх знаків (3.34, 4.14, 5.16) і розмітки (1.1, 1.18, 1.22).

Узагальнені статистичні дані, згенеровані модулем оцінки мережі програми PTV VISSIM, зафіксували чітку зміну в поведінці автомобільного потоку після реалізації проектних рішень.

- Середня швидкість руху: У наявному стані цей показник становив 18,88 км/год, що вже свідчило про перевантаження вузлів. У проектному стані середня швидкість дещо знизилася — до 17,62 км/год (падіння на 6,7%). З інженерної точки зору це зниження є проявом ефекту «заспокоєння руху», описаного в теоретичних працях П. Ріттера [11] (1964). Звуження смуг до 3,0 м зменшує динамічний коридор та змушує водіїв рухатися з вищою концентрацією уваги, стабілізуючи швидкісний режим у безпечних межах житлового району.
- Середня затримка на один ТЗ: Показник зріс із 34,15 с до 36,52 с (збільшення на 6,9%). Це цілком закономірний результат, який підтверджується і нашими аналітичними розрахунками за формулою Вебстера. Через зменшення проектного потоку насичення однієї смуги до

1604 н.а./год (внаслідок звуження габариту та виникнення зон конфлікту з велосипедами при правому повороті), ступінь завантаження смуги зріс до 0,521, що математично продовжує час очікування в черзі.

- Середня кількість зупинок: Демонструє незначне зростання з 0,64 до 0,76 на один транспортний засіб, що пов'язано з необхідністю пропускати велосипедистів перед виконанням маневрів на перехрестях.

Таблиця 3.3

Порівняльний аналіз показників ефективності функціонування перехрестя для наявного та проєктного станів.

Показник ефективності трафіку	Наявний стан	Проєктний стан	Абсолютна зміна	Відносна зміна, %
Середня швидкість, км/год	18,88	17,62	-1.26	-6.70%
Середня затримка на один ТЗ, км/год	34,15	36,52	2.37	6.90%
Середня кількість зупинок, од.	0,64	0,76	0.12	18.70%

Традиційний підхід, що зосереджується виключно на автомобілях, розглядав би збільшення часу в дорозі на 2,37 секунди як негативний результат. Однак, згідно з сучасними концепціями гуманізації міст та робочих просторів, розробленими Т. Хаасом (2008) [9] та Б. Річардсом (2001) [10], це незначне уповільнення є цілком виправданим.

За методикою Ю. Полянського (2022), справжня ефективність вулиці визначається не кількістю автомобілів, а кількістю перевезених людей. Створення велосмуг шириною 1,5 метра відкриває новий простір для мобільності. Ці велосмуги, за прогнозами, зможуть додатково пропускати від 300 до 400 пасажирів на годину, які раніше уникали цієї вулиці через побоювання потрапити в дорожньо-транспортну пригоду. Таким чином, загальна пропускна здатність вулиці Ольжича зросла, незважаючи на невелике сповільнення руху приватних автомобілів.

Аналіз проєктних рішень, розроблених у програмі IndorDraw, за критеріями С. Клименка та Т. Нагорного (2023) [13], свідчить про суттєве підвищення безпеки на вулиці:

- Організація руху: Нова дорожня розмітка 1.18 (напрямні стрілки) та знаки 5.16 ефективно спрямовують транспортні потоки перед перехрестям з вулицею Олени Теліги, зменшуючи ризик конфліктів через неправильний вибір смуги руху.
- Доступність: Встановлення понижених бордюрів та тактильної плитки на зупинках громадського транспорту (PT Stops), що відповідає нормам благоустрою за Т. Литвиненко (2022) [5], забезпечує зручний доступ для людей з обмеженими можливостями.
- Зменшення ризику ДТП: Зниження середньої швидкості руху з 18,88 до 17,62 км/год, відповідно до загальноприйнятих принципів безпеки дорожнього руху, зменшує кінетичну енергію потенційних зіткнень. Це, в свою чергу, мінімізує ймовірність отримання серйозних травм пішоходами та велосипедистами.

Висновок до 3 розділу

У третьому розділі кваліфікаційної роботи було проведено дослідження вулиці Ольжича за допомогою цифрового моделювання в програмі PTV VISSIM. Порівняно поточний стан організації руху з запропонованим проєктом. На основі даних про інтенсивність руху, зібраних за методикою О. Кононенка та О. Гнатюка [6], було змодельовано базовий сценарій наявного стану та проаналізовано накопичення затримок за допомогою формули Вебстера. Розроблена в IndorDraw схема "дорожньої дієти" показала свою ефективність завдяки симуляції відкаліброваної моделі вулиці. Дослідження, проведене за критеріями С. Клименка та Т. Нагорного [13], виявило, що виділені велосипедні смуги та організація руху згідно з ДСТУ 4100:2021 [3] значно зменшили ризик аварійних ситуацій між автомобілями та

велосипедистами. Порівняльний аналіз сценаріїв показав, що, незважаючи на незначні зміни в швидкості автомобілів, загальна пропускна здатність вулиці зросла завдяки розвитку велосипедного руху та покращенню роботи громадського транспорту, що відповідає концепції благоустрою Т. Литвиненко [5]. Результати моделювання підтвердили екологічну та інфраструктурну доцільність проєкту, що узгоджується зі стратегією розвитку Києва до 2025 року щодо створення екологічно сталого міського простору [4].

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розв'язано практичну задачу з оптимізації транспортного простору магістральної вулиці районного значення — вулиці Ольжича в Шевченківському районі міста Києва на основі зміни містобудівної парадигми від автомобілецентризму до принципів сталої міської мобільності.

Польовими обстеженнями зафіксовано критичні деструкції елементів вулично-дорожньої мережі: знос горизонтальної розмітки понад 50%, недотримання нормативної видимості знаків та незадовільний стан пішохідної інфраструктури для маломобільних груп населення.

Ручний облік трафіка в ранкову годину пік (07:30–08:30) зафіксував сумарний попит на підході до регульованого вузла «вул. Ольжича — вул. Олени Теліги» на рівні 1671 н.а./год. При цьому математичний розрахунок за теоретичною формулою Вебстера визначив середню тривалість затримки одного транспортного засобу на позначці 22,28 с.

У програмному середовищі САПР IndorDraw розроблено комплексну проєктну схему ОДР, яка реалізує інженерний принцип «дорожньої дієти». Основні смуги руху звужено до нормативних 3,0–3,25 м відповідно до вимог ДБН В.2.3-5:2018, а за рахунок вивільненого простору інтегровано відокремлену велосипедну смугу одностороннього руху шириною 1,5 м з обох сторін. Для експериментальної верифікації рішень у програмному комплексі PTV Vissim побудовано мікроскопічну імітаційну модель ділянки на базі психофізичного алгоритму поведінки водіїв Відемана. Порівняльний сценарний аналіз підтвердив адекватність налаштування симуляції, оскільки проєктні показники затримок практично збіглися з аналітичними розрахунками.

Головним системним досягненням роботи є підвищення мультимодальної провізної здатності артерії. Створення безпечних велосмуг дозволяє залучити до сталого переміщення від 300 до 400 людей на годину, а оптимізація зупинкових пунктів громадського транспорту мінімізує логістичні

втрати часу пасажирів. Запропонований проєкт забезпечує виражений екологічний ефект завдяки зниженню локальної емісії шкідливих речовин та повністю відповідає оперативним цілям «Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року» щодо розбудови екологічно сталого міського простору за безпековим принципом Vision Zero.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.3-5:2018. Вулиці та дороги населених пунктів. — [Чинний від 2018-09-01]. — К. : Мінрегіон України, 2018. — 114 с. — (Державні будівельні норми України).
2. ДСТУ 2587:2021. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. — [Чинний від 2021-12-01]. — К. : ДП «УкрНДНЦ», 2021. — 65 с. — (Національний стандарт України).
3. ДСТУ 4100:2021 [3]. Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. — [Чинний від 2021-11-01]. — К. : ДП «УкрНДНЦ», 2021. — 124 с. — (Національний стандарт України).
4. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року (нова редакція). Затверджена рішенням Київської міської ради від 15 грудня 2011 року № 824/7060 (у редакції рішення Київської міської ради від 15 листопада 2016 року № 411/1415). — К. : КМДА, 2017. — 143 с.
5. Благоустрій автомобільних доріг та вулиць : навч. посіб. / Т. Литвиненко, С. Солодкий, І. Ткаченко, Л. Гасенко, В. Івасенко, Ю. Сідун ; за ред. Т. Литвиненко. — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2022. — 264 с.
6. Кононенко О., Гнатюк О. Методи урбаністичних досліджень : навч. посіб. для здобувачів освіти за освітньо-професійною програмою «Урбаністика та міське планування». — Київ : Видавець Кравченко Я.О., 2024. — 145 с.
7. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах : монографія / Є. Ю. Форнальчик, І. А. Могила, В. Е. Трушевський, В. В. Гілевич ; за заг. ред. проф. Є. Ю. Форнальчика. — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. — 238 с.
8. Ukrainian Cities: The Sustainable Development on the Eve of Full-Scale Russian Aggression : Monograph / Edited by Eugenia Maruniak and Sergyi Lisovskyi. — Kyiv : Institute of Geography NAS of Ukraine, 2023. — 232 p.

9. Haas T. *New Urbanism and Beyond: Designing Cities for the Future* / Tigran Haas. — New York : Rizzoli International Publications, 2008. — 256 p.
 10. Richards B. *Future Transport in Cities* / Brian Richards. — London ; New York : Spon Press, 2001. — 160 p.
 11. Ritter P. *Planning for Man and Motor* / Paul Ritter. — Oxford ; New York : Pergamon Press, 1964. — 412 p.
 12. Клименко С. В., Нагорний Т. В. Досвід організації велосипедного руху на розв'язках в одному рівні в населених пунктах України // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП). Серія: Технічні науки. — 2023. — Вип. 2 (102). — С. 353–364. — DOI: <https://doi.org/10.31713/vt2202329>.
 13. Полянський Ю., Карпишин М., Артимович П. Стала міська мобільність як чинник трансформації міського простору Львова // Економічна та соціальна географія. — Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2022. — Вип. 88. — С. 40–47. — DOI: <https://doi.org/10.17721/2413-7154.2022.88.40-47>.
- IV. Документація спеціалізованого програмного забезпечення (методична база)
14. IndorDraw User Manual. Система автоматизованого проєктування та креслення інженерних мереж і ТЗОДР. Технічна документація. — IndorSoft, 2024. (Використано для побудови схем наявного та проєкту станів).
 15. PTV VISSIM User Manual. Microscopic Traffic Flow Simulation Software. — Karlsruhe, Germany : PTV Group, 2023. (Використано для налаштування Conflict Areas, PT Stops, Signal Heads та аналізу Network Performance).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А



Рисунок 1.1. Смуга руху для маршрутних транспортних засобів та велосипедистів.

ДОДАТОК Б



Рисунок 1.2. Велосмуга суміжна з проїзною частиною вулиці.

Джерело: GreenWay.ua

ДОДАТОК В

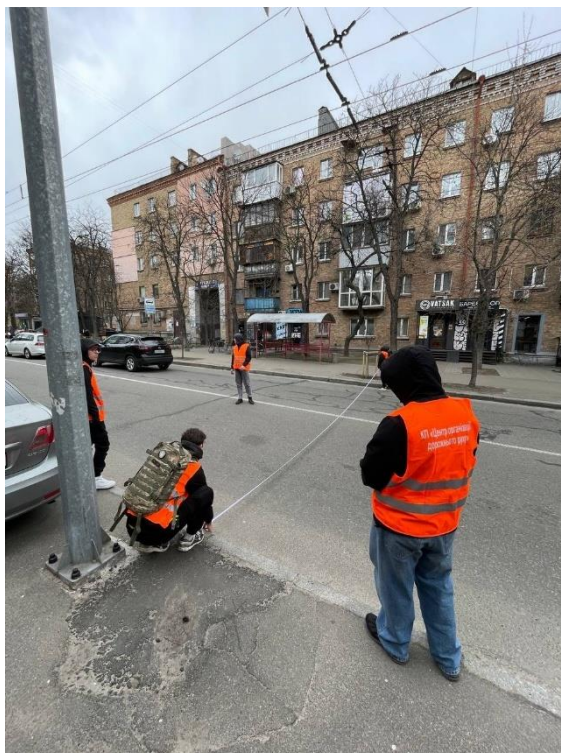


Рисунок 1.3. Полеове дослідження: вимірювання ширини проїжджої частини.

ДОДАТОК Г

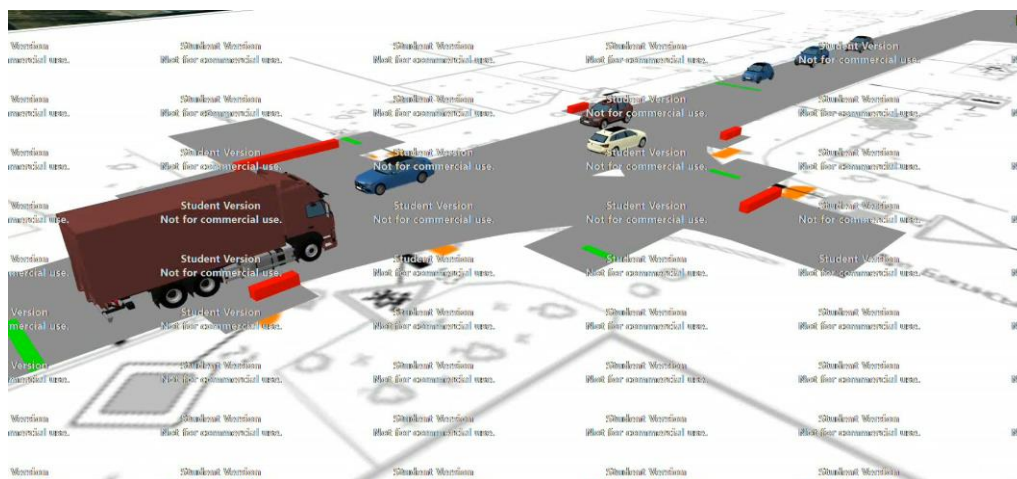


Рисунок 1.4. Транспортна схема мікроскопічного моделювання в PTV Vissim.

ДОДАТОК Г

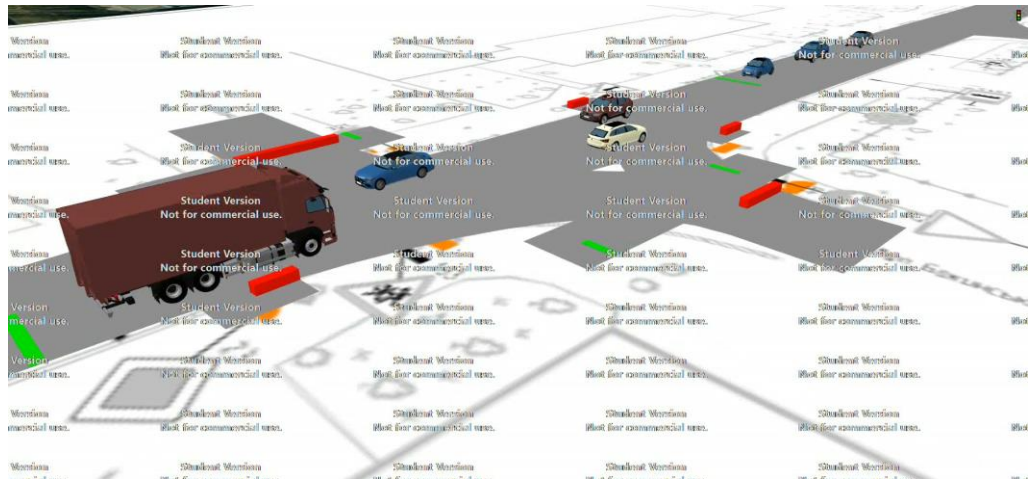


Рисунок 1.4. Транспортна схема мікроскопічного моделювання в PTV Vissim.

ДОДАТОК Д

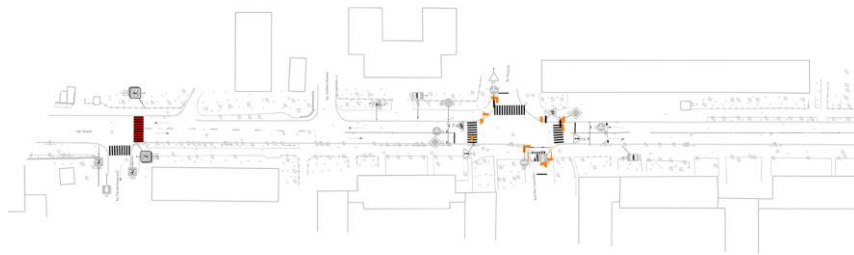


Рисунок 2.1. Загальний план наявного стану.

ДОДАТОК Е

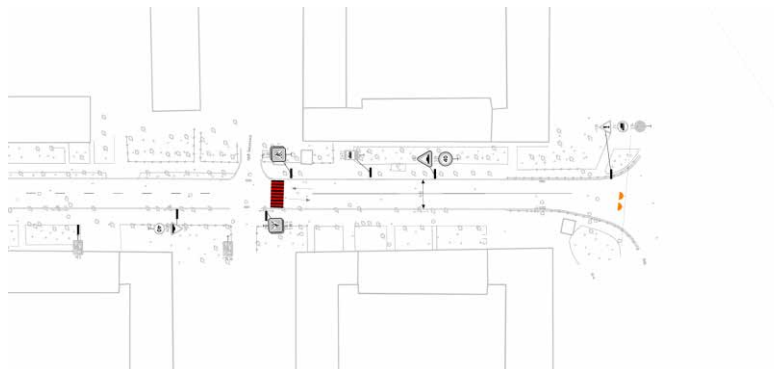


Рисунок 2.2. Виїзд на магістральну вулицю Олени Теліги з вулиці Ольжича.

ДОДАТОК Є

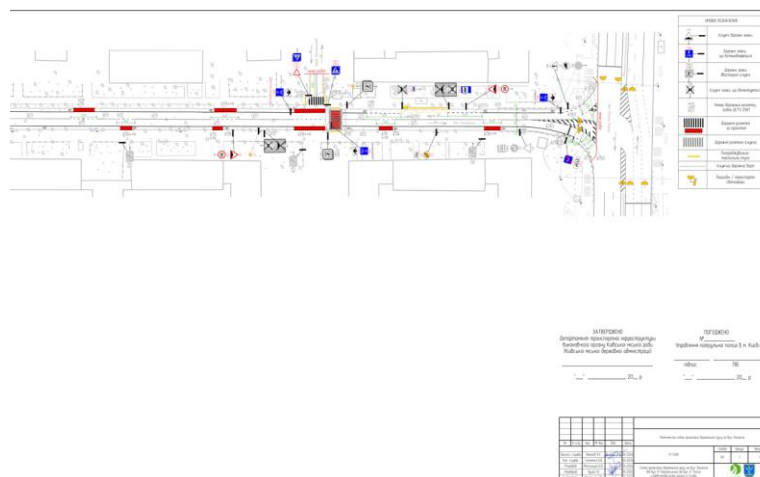


Рисунок 2.3. Виїзд на магістральну вулицю Олени Теліги з вулиці Ольжича в проєктному стані.

ДОДАТОК Ж

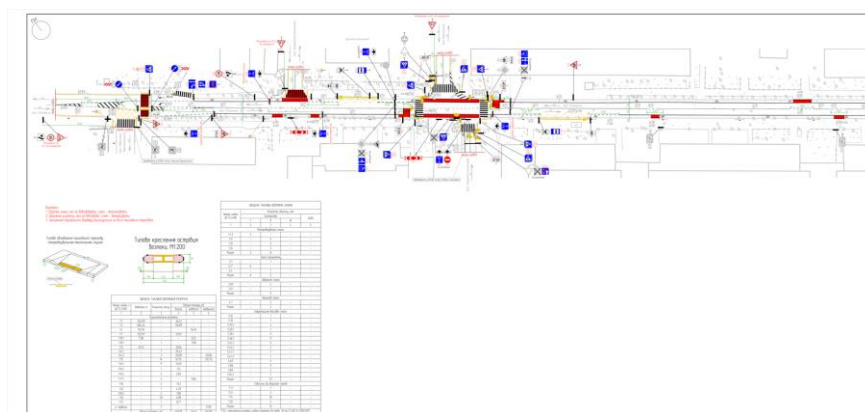


Рисунок 2.4. Відрізок вулиці Ольжича від перехрестя з вулицею Максима Берлінського в напрямку вулиці Олени Теліги.

ДОДАТОК З



Рисунок 2.5. Вигляд вулиці після модернізації.

ДОДАТОК И

Таблиця 3.1

Склад транспортного потоку на перехресті вулиць Ольжича та Олени Теліги (за польовими обстеженнями)

Вид ТЗ	Напрямок					
	А-В	В-А	А-С	С-А	С-В	В-С
Легкові	367	251	97	64	103	124
Мотоцикли/мопеди	29	13	39	24	12	2
Вантажні до 3,5т.	44	28	0	3	14	32
Вантажні від 3,5т. до 8т.	17	3	0	1	0	6
Вантажні понад 8т., в т.ч. з причіпом	4	1	0	0	0	0
Автобуси малої/середньої місткості	19	14	6	8	13	2
Автобуси/тролейбуси великої місткості	9	6	0	0	0	0
Автобуси/тролейбуси надвеликої місткості	1	1	0	0	0	0

ДОДАТОК І



Рисунок 3.1. Перетин вулиць Ольжича та Олени Теліги з напрямками потоків.

ДОДАТОК І

Таблиця 3.2

Склад транспортного потоку на перехресті вулиць Ольжича, Родини
Глаголевих, Бакинська(за польовими обстеженнями)

Вид ТЗ	Напрямок								
	A-B	B-A	A-D	D-A	B-D	D-B	C-A	C-D	C-B
Легкові	81	119	36	41	11	8	16	0	8
Мотоцикли/мопеди	2	1	0	0	0	0	0	0	0
Вантажні до 3,5т.	5	13	0	0	0	0	0	0	0
Вантажні від 3,5т. до 8т.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Вантажні понад 8т., в т.ч. з причіпом	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобуси малої/середньої місткості	3	3	0	0	0	0	0	0	0
Автобуси/тролейбуси великої місткості	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобуси/тролейбуси надвеликої місткості	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Велосипеди/легкий персональний транспорт	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ДОДАТОК Й

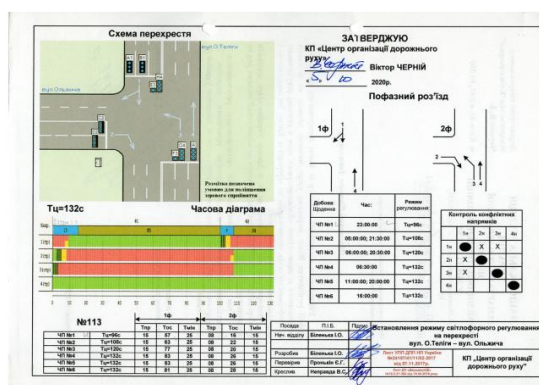


Рисунок 3.2. Часова діаграма перемикання світлофорів на перехресті вулиць
Ольжича – О. Теліги.

ДОДАТОК К

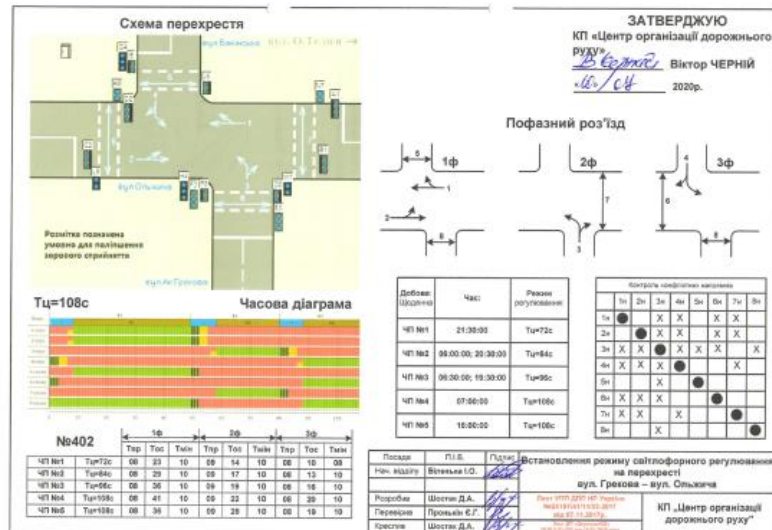


Рисунок 3.3. Часова діаграма перемикання світлофорів на перехресті вулиць Ольжича - Родини Глаголевих - Бакинська.

ДОДАТОК Л

Vehicle Inputs / Vehicle volumes by time interval (2)					
Vehicle volumes by					
Number: 8	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1		35	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
2	2		34	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
3	3		4	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
4	4		5	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
5	5		11	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
6	6		19	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
7	7		18	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)
8	8		1	100.0	1: Car, LGV, HGV (50 km/h)

Рисунок 3.4. Вікно налаштування складу транспортного потоку та розподілу швидкостей в PTV Vissim.

ДОДАТОК М



Рисунок 3.5. Графік середньої швидкості наявного стану потоку в PTV Vissim.

ДОДАТОК Н

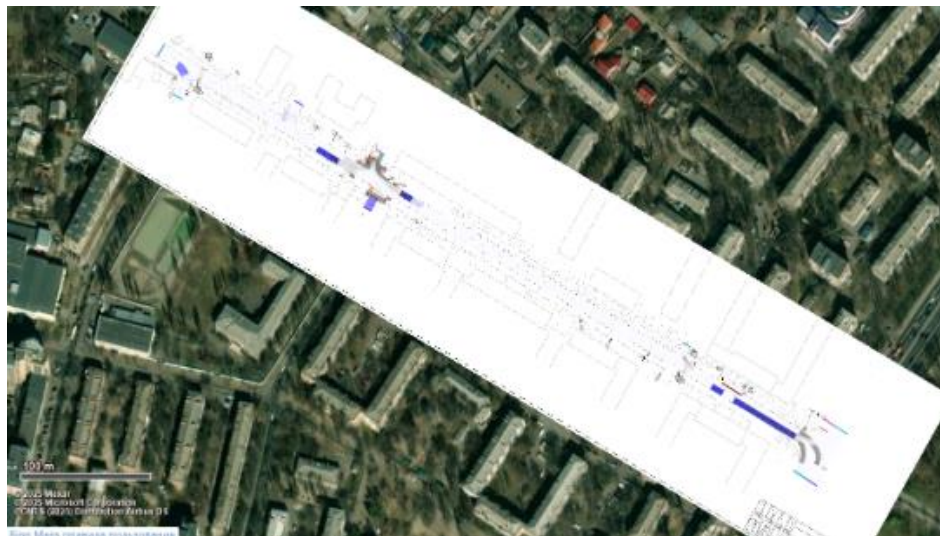


Рисунок 3.6. Графік середньої затримки транспортних засобів наявного стану в PTV Vissim.

ДОДАТОК О



Рисунок 3.7. Графік середньої кількості зупинок наявного стану в PTV Vissim.

ДОДАТОК П

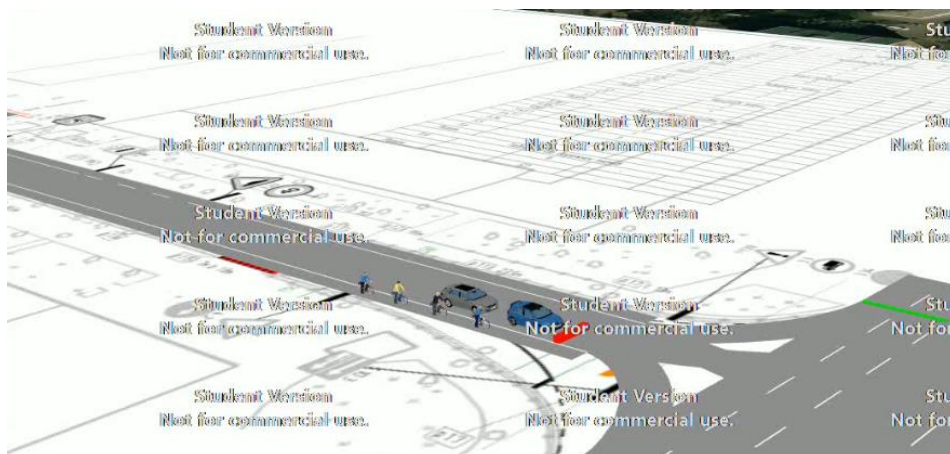


Рисунок 3.8. Візуалізація велосипедного потоку у проектній моделі PTV Vissim.

ДОДАТОК Р



Рисунок 3.9. Графік середньої швидкості проєктного стану потоку в PTV Vissim.

ДОДАТОК С



Рисунок 3.10. Графік середньої затримки транспортних засобів проєктного стану в PTV Vissim.

ДОДАТОК Т

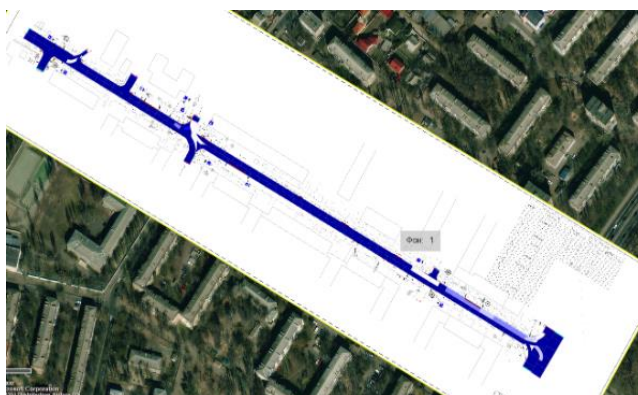


Рисунок 3.11. Графік середньої кількості зупинок проєктного стану в PTV Vissim.

ДОДАТОК У

Таблиця 3.3

Порівняльний аналіз показників ефективності функціонування
перехрестя для наявного та проєктного станів

Показник ефективності трафіку	Наявний стан	Проєктний стан	Абсолютна зміна	Відносна зміна, %
Середня швидкість, км/год	18,88	17,62	-1.26	-6.70%
Середня затримка на один ТЗ, км/год	34,15	36,52	2.37	6.90%
Середня кількість зупинок, од.	0,64	0,76	0.12	18.70%