

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

освітнього ступеня

магістр

Галузь знань 27 – «Транспорт»

Спеціальність 275 «Транспортні технології»

на тему:

**«Вдосконалення організацій дорожнього руху на перехресті проспекту
Незалежності та вулиці Покровська в місті Житомир з урахуванням
велосипедного транспорту»**

Студентка групи ТРТ-4м

Діана РОМАНЬКО

Науковий керівник

к.т.н., Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Робота прийнята до захисту

Завідувач кафедри

к.т.н., Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Житомир 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки

Кафедра автомобілів та транспортних технологій

Освітній ступінь «магістр»

Галузь знань 27 «Транспорт»

Спеціальність 275 – «Транспортні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

к.т.н. Володимир
Шумляківський

« 20 » 12 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

до магістерської роботи освітнього ступеня магістр

Романько Діана Вадимівна

1.Тема роботи: «Вдосконалення організацій дорожнього руху на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровська в місті Житомир з урахуванням велосипедного транспорту».

Затверджена наказом вищого навчального закладу від «20» жовтня 2023 року
№430-с

Керівник роботи: к.т.н. Шумляківський В.П.

2. Строк подання студентом завершеної роботи: 07.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: нормативно-правові документи, довідникова література, літературні та інтернет джерела, результати комп'ютерного моделювання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз сучасного стану велосипедного транспорту в містах України, дослідження дорожнього руху на перехресті проспекту Незалежності з вулицею Покровська, розробка пропозицій щодо покращення безпеки руху, загальний аналіз результатів проекту.

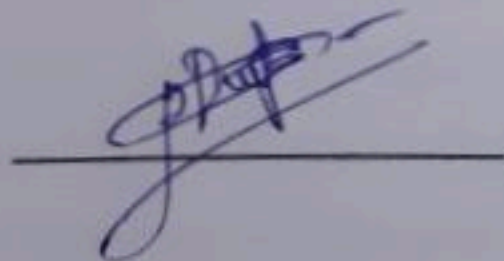
5. Пояснювально - роздавальний матеріал (презентація) – 12 слайдів.

Дата видачі завдання « 23 » вересня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

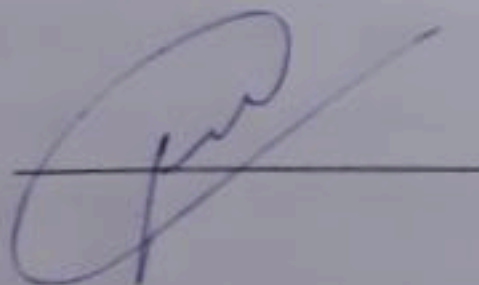
№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Отримання теми роботи	23.09.2023	Виконано
2.	Вихідні дані до роботи	01.10.2023	Виконано
3.	Розділ 1. Огляд літератури за темою	12.10.2023	Виконано
4.	Розділ 2. Дослідження дорожнього руху на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровська	28.10.2023	Виконано
5.	Розділ 3. Розробка пропозицій щодо покращення безпеки руху	12.11.2023	Виконано
6.	Розділ 4. Загальний аналіз результатів проекту	29.11.2023	Виконано
7.	Оформлення роботи та презентації	04.12.2023	Виконано
8.	Захист	19.12.2023	

Студент



Романько Д.В.

Керівник роботи



к.т.н., Шумляківський В.П.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури. Повний обсяг роботи складає 68 сторінок, у тому числі 32 рисунка. Список використаної літератури налічує 23 найменування та розміщений на 67 сторінці.

У магістерській роботі на тему: «Вдосконалення організацій дорожнього руху на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровська в місті Житомир з урахуванням велосипедного транспорту» присвячена дослідженню та вирішенню питань, пов'язаних із безпекою руху транспорту та велосипедистів на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровська в місті Житомир.

Ця робота зосереджена на розробці стратегій для поліпшення дорожнього руху на важливому перехресті в місті Житомирі – перетин проспекту Незалежності та вулиці Покровської. Особлива увага приділяється інтеграції велосипедного транспорту, що є важливим аспектом сучасного підходу до розвитку сталої міської мобільності. Аналізується поточний стан дорожньої інфраструктури, включаючи проблеми заторів, безпеки та доступності для різних видів транспорту.

У роботі пропонуються методи для оптимізації руху, такі як впровадження сучасних систем управління трафіком, зміни в організації дорожнього руху, створення спеціалізованих велосипедних смуг та поліпшення пішохідної інфраструктури. Також враховуються питання екологічної стійкості та соціальної включеності, з метою створення безпечного та ефективного дорожнього середовища для всіх учасників руху.

У першому розділі роботи проведено докладний аналіз існуючої дорожньо-транспортної ситуації, включаючи розгляд існуючих велосипедних інфраструктурних рішень та ідентифікацію факторів, які впливають на безпеку велосипедного руху.

Другий розділ присвячений проведенню дослідження самого перехрестя проспекту Незалежності - вул. Покровська. Здійснено аналіз транспортних потоків, враховуючи специфіку руху велосипедистів на даному відрізку.

У третьому розділі використовується метод мікромоделювання з використанням програмного забезпечення PTV Vissim для детального вивчення та аналізу руху транспорту на перехресті. Розроблені конкретні рекомендації та заходи щодо вдосконалення організації дорожнього руху в районі вказаного перехрестя, включаючи важливі аспекти безпеки велосипедистів.

Четвертий розділ магістерської кваліфікаційної роботи присвячений аналізу існуючих проблем безпеки на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської у місті Житомир. Визначено ключові аспекти, такі як конфлікти між пішоходами, велосипедистами та автотранспортом, затримки та відсутність відповідної інфраструктури. Представлено проект організації дорожнього руху, який включає в себе рекомендації для поліпшення безпеки та оптимізації транспортного потоку, такі як введення велосипедних доріжок, регулювання світлофорами та зменшення радіусів поворотів.

Робота призначена для вдосконалення умов велосипедного руху в місті та може слугувати основою для подальших інженерних рішень та покращення безпеки велосипедистів на дорогах Житомира.

Ключові слова: організація дорожнього руху, безпека на дорозі, безпека велосипедного руху, велоінфраструктура, перехрестя, транспортне моделювання, мікромоделювання, транспортні потоки.

ABSTRACT

The master's thesis titled "Improvement of Road Traffic at the Intersection of Nezalezhnosti Avenue and Pokrovska Street in Zhytomyr Considering Bicycle Transport" is dedicated to researching and addressing issues related to the safety of vehicle and bicycle traffic at a specific intersection in the city of Zhytomyr. This work focuses on developing strategies for improving road traffic at the important intersection of Nezalezhnosti Avenue and Pokrovska Street in Zhytomyr. Special attention is given to the integration of bicycle transport, an important aspect of modern urban planning. The current state of the road infrastructure is analyzed, including congestion problems, safety, and accessibility for different types of transport.

The thesis proposes specific methods for traffic optimization, such as the implementation of modern traffic management systems, changes in traffic organization, the creation of specialized bicycle lanes, and the improvement of pedestrian infrastructure. Issues of ecological sustainability and social inclusiveness are also considered, aiming to create a safe and effective road environment for all participants.

The first chapter of the thesis provides a detailed analysis of the existing road and transport situation, including a review of existing bicycle infrastructure solutions and identifying factors that affect the safety of bicycle traffic.

The second chapter is dedicated to researching the intersection of Nezalezhnosti Avenue and Pokrovska Street itself, analyzing traffic flows, considering the specifics of bicycle movement in this section.

In the third chapter, the method of micro-simulation using PTV Vissim software is employed for a detailed study and analysis of traffic at the intersection. Specific recommendations and measures for improving traffic organization in the area of the intersection are developed, including important aspects of bicycle safety.

The fourth chapter of the master's thesis is devoted to analyzing existing safety problems at the intersection of Nezalezhnosti Avenue and Pokrovska Street in Zhytomyr. Key aspects are identified, such as conflicts between pedestrians, cyclists, and motor vehicles, delays, and the lack of appropriate infrastructure. A traffic organization project is presented, including recommendations for improving safety and optimizing traffic flow, such as introducing bicycle paths, traffic light regulation, and reducing turn radii.

The work is intended to improve conditions for bicycle traffic in the city and can serve as a basis for further engineering solutions and improving the safety of cyclists on Zhytomyr's roads.

Keywords: bicycle traffic safety, bicycle infrastructure, intersection, traffic modeling, micro-simulation, traffic flows, traffic organization, road safety.

Зміст

Перелік умовних скорочень	10
Вступ.....	11
Розділ 1 Огляд літератури за темою.....	14
1.1 Значення безпеки руху на перехрестях для велосипедистів	18
1.2 Проблеми безпеки велосипедистів на перехрестях.....	21
Висновки до розділу 1	23
Розділ 2 Дослідження дорожнього руху на перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська	24
2.1 Опис збору та аналізу статистичних даних.....	26
2.2 Оцінка існуючих методів безпеки на перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська	29
2.3 Аналіз поточного стану безпеки руху велосипедного транспорту на перехресті проспекту Незалежності - вул. Покровська в місті Житомир....	36
Висновки до розділу 2	39
Розділ 3 Розробка пропозицій щодо покращення безпеки руху автомобільного та велосипедного транспорту на перехресті за допомогою програми PTV VISSIM	40
3.1 Підготовка вихідних даних для побудови базової моделі.....	42
3.2 Мікромодельовання дорожнього руху на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської в програмі PTV VISSIM.....	43
3.3 Моделювання руху на регульованому перехресті	49
Висновки до розділу 3	63
Розділ 4 Загальний аналіз результатів проекту.....	64
4.1 Висновки з аналізу безпеки руху велосипедистів, пішоходів та автомобілів на перехресті.....	64
4.2 Рекомендації для покращення безпеки на перехресті.....	64
Висновки до розділу 4	65
Загальні висновки.....	66
Список використаних джерел:	67

Перелік умовних скорочень

ДТП – дорожньо-транспортна пригода

ТЗ – транспортний засіб

ЄС – Європейського Союзу

ОДР – організація дорожнього руху

СФР – світлофорного регулювання

ПДР – правила дорожнього руху

ВДМ – вулично-дорожна мережа

Вступ

Актуальність теми. У сучасному місті, де інтенсивність транспортного руху постійно зростає, питання безпеки дорожнього руху стає найважливішим аспектом міського планування та інфраструктурного розвитку. Однією з ключових складових цього питання є забезпечення безпеки для всіх учасників дорожнього руху, зокрема велосипедистів, пішоходів та автомобілів, які здійснюють лівий поворот.

Ця магістерська робота присвячена аналізу та покращенню безпеки руху на перехресті проспекту Незалежності - Покровська в місті Житомир. Обране перехрестя є не лише важливим транспортним вузлом, але й місцем, де найчастіше трапляються дорожньо-транспортні пригоди з участю велосипедистів, пішоходів та автомобілів, що здійснюють лівий поворот.

Проблеми безпеки на даному перехресті породжуються різними факторами, такими як інтенсивний потік транспорту, нестача безпечних інфраструктурних рішень для велосипедистів та недостатній контроль над рухом автомобілів, які здійснюють лівий поворот.

Мета даного дослідження полягає в комплексному аналізі сучасного стану безпеки руху на вказаному перехресті та розробці заходів для покращення цієї ситуації. Дослідження охоплює безпеку велосипедистів, пішоходів та водіїв, зокрема тих, що виконують лівий поворот, враховуючи вплив різних фаз світлофорів на даному перехресті.

Отримані результати та рекомендації мають за мету сприяти подальшому вдосконаленню безпеки дорожнього руху на обраному перехресті та можуть служити зразком для аналізу і вдосконалення інших міських транспортних вузлів.

Ця робота є актуальною та важливою в контексті прагнення до створення безпечного та комфортного середовища для всіх учасників дорожнього руху у сучасних містах.

Мета і завдання роботи. Метою даної дипломної роботи є комплексний аналіз та покращення безпеки руху на перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська в місті Житомир. Завдання включають в себе аналіз факторів, що впливають на безпеку, вивчення статистики ДТП та розробку конкретних заходів для покращення ситуації. Для досягнення мети роботи вирішуються такі завдання:

Аналіз безпеки автомобілів, що здійснюють лівий поворот:

- визначення основних факторів ризику та можливих конфліктних ситуацій для автомобілів, які здійснюють лівий поворот.
- розгляд існуючих інфраструктурних обмежень та їхнього впливу на безпеку цієї категорії транспортних засобів.

Аналіз безпеки руху велосипедистів:

- оцінка основних ризиків та проблем, які стосуються безпеки велосипедистів на обраному перехресті.
- вивчення структурних та не структурних факторів, які впливають на безпеку цієї категорії учасників дорожнього руху.

Аналіз статистики ДТП:

- збір та аналіз історії дорожньо-транспортних пригод на обраному перехресті.
- визначення типових сценаріїв та основних причин ДТП, що стосуються велосипедистів, пішоходів та автомобілів, які здійснюють лівий поворот.

Об'єктом роботи є організація дорожнього руху на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровська в місті Житомир.

Предметом роботи є вплив засобів організацій дорожнього руху на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровська в місті Житомир на покращення безпеки руху велосипедистів, пішоходів та автомобілів.

Методи дослідження. Для досягнення поставлених завдань використовуватимуться різні методи дослідження, включаючи аналіз статистики ДТП, моделювання руху в програмі PTV Vissim.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати мають практичне значення для міських влад та планувальників, які зможуть використовувати рекомендації роботи для вдосконалення інфраструктури та регулювання руху на перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ

Значне збільшення кількості транспортних засобів, зокрема автомобілів, на вулицях та дорогах нашої країни протягом останнього десятиліття призвело до виникнення ряду проблем у сфері організації дорожнього руху. Ці проблеми особливо відчутні у містах з історичною забудовою та радіально-кільцевою схемою дорожнього руху. Збільшення кількості автотранспорту при необхідності збереження існуючих геометрично-планувальних параметрів призвело до утворення транспортних заторів і затримок, особливо перед регульованими перехрестями.

Зростання рівня автомобілізації призвело до появи багатьох швидкісних автомобілів, але разом з ними в транспортних потоках зустрічаються і транспортні засоби з низькими показниками тягової та гальмової динамічності, такі як маршрутні автобуси та вантажні автомобілі комунальних служб, які обслуговують будівельні майданчики. Це призводить до додаткових труднощів у дорожньому русі.

Актуальність транспортної проблеми залежить від розмірів міста. Це викликано двома причинами. По-перше, зі збільшенням розмірів міста збільшується густота населення, а по-друге, збільшується площа міста та зростає довжина міських транспортних маршрутів. Обидві ці причини призводять до одного наслідку: збільшення кількості автомобілів у місті, для яких потрібна більша площа для паркування та густа мережа вулиць з високою пропускною спроможністю [21]. У діяльності з ОДР найуразливішими є перехрестя, тому виникла потреба регулювання руху по них, спочатку відповідним жестами регулювальників, а потім світлофорами. Відомо, що перший світлофор (винахід інженера Джона Найта) встановлено у Лондоні ще у 1868 році. Звичайно, управління ним було ручним з використанням лише стрілок, які переміщалися у відповідне положення. Вони були червоного (заборонного) і зеленого (дозвільного) кольорів. Електричний світлофор з'явився уперше у США (авторства інженера Лестера

Вайра) з двома сигналами – червоним і зеленим. У 1914, а згодом у 8 1920 роках розпочали виготовляти і встановлювати у великих містах Клівленд, Нью-Йорк, Детройт триколірні світлофори [22]. Ефективність координованого регулювання досягається при відстані між перехрестями до 700 метрів, оскільки збільшення відстані призводить до розпаду потоку транспортних засобів до чергового перехрестя [23]. На основі аналізу вітчизняного та закордонного досвіду, інженерна діяльність з організації дорожнього руху може бути представлена в вигляді п'яти укрупнених блоків(Рис. 1.1) [14].



Рис. 1.1 Схема діяльності в ОДР

Оскільки транспортні потоки на регульованих перехрестях рухаються зі змінними інтенсивностями, а їх пропускна здатність залишається постійною, затримки перед ними також варіюються і, в окремих випадках, можуть призводити до утворення заторів на вулицях та дорогах міст. У зв'язку з цим важливо вивчати такі аспекти:

- Враховувати не лише склад транспортних потоків, що постійно змінюється, та зводити його до легкових автомобілів, але також оцінювати ймовірність наявності у них транспортних засобів, таких як вантажівки та автобуси, скутери та велопипедисти, які можуть зменшувати інтенсивність руху. Існуючі коефіцієнти зведення не враховують ймовірнісний характер наявності різних транспортних засобів у потоці.

- У групі вантажних транспортних засобів та автобусів не всі мають однаковий технічний стан. Поява цих транспортних засобів перед перехрестям, особливо важлива перед стоп-лінією, де вони першими рушають на зелений світлофор, також має ймовірнісний характер.
- Інтенсивність руху на перехресті залежить від типу та якості дорожнього покриття та його особливостей в околицях. Ці характеристики не є постійними і можуть суттєво впливати на інтенсивність руху в окремих випадках.

За результатами досліджень [15] відомо, що черги транспортних засобів виникають з таких причин: 43% – через високу інтенсивність транспортного потоку; 29% – режим роботи світлофornoї сигналізації; 22% – висока щільність перехресть; 6% – облаштування зупиночних пунктів громадського транспорту поблизу перехресть.

Пропускна спроможність автомобільних доріг є одним з найважливіших показників, що характеризують умови та режими руху транспортних потоків. Найчастіше величину фактичної пропускної спроможності визначають на основі спостережень за рухом реального транспортного потоку. Основними характеристиками режимів руху транспортних потоків є такі статистичні показники, як швидкість руху, інтервал між наступними автомобілями, щільність транспортного потоку [19].

Роботи Вебстера, Міллера, Ньюелла і Брілона, а також інші вчені вивчають тривалість транспортних затримок перед регульованими перехрестями. Ці дослідження розглядають перехрестя з рухом транспортних засобів в одному напрямку та моделі систем масового обслуговування з обмеженою чергою. Сучасні формули для розрахунку транспортних затримок розроблені американськими вченими і використовуються в інструкціях щодо визначення пропускної здатності доріг, але їх застосування для вітчизняних регульованих перехресть може бути недостатнім для врахування реальних потреб[11].

Найбільш популярними методами управління рухом на перехрестях є управління рухом транспортних і пішохідних потоків за допомогою знаків, дорожньої розмітки, напрямних пристроїв, а також світлофорного регулювання (СФР). Впровадження СФР ліквідує більшість конфліктних точок, але призводить до зростання транспортної затримки. Таким чином, введення СФР не завжди виправдане і залежить, насамперед, від величин інтенсивності потоків, що конфліктують, а також ступеню їх конфлікту[16].

Найбільш відповідальними вузлами вулично-дорожньої мережі є перехрестя доріг із світлофорним регулюванням. Ефективність роботи всієї транспортної системи в цілому залежить від якості їх функціонування. Незважаючи на те, що основними оцінюваними характеристиками роботи регульованого перехрестя є затримки, довжина черг, кількість зупинок транспортних засобів (ТЗ), в нашій країні досі відсутній єдиний нормативно-правовий документ, який регулює їх розрахунок[18].

Окремою проблемою є забезпечення безпеки руху, тому що з кожним роком статистика по дорожньо-транспортним пригодам не покращується (Рис. 1.1).



Рис. 1.2 Статистика ДТП

Дослідження в США 1985 року показало, що близько 34 % серйозних ДТП мали супутні чинники, пов'язані з дорогою або її оточенням. Більшість цих зіткнень також стосувалася людського фактора. Дорожній або екологічний чинники або були відзначені як ті, що вносять значний внесок в обставини аварії, або не давали можливості на виправлення. У цих обставинах звинувачують саме водія, а не дорогу; ті, хто повідомляє про зіткнення, мають звичку нехтувати людськими чинниками, такими як тонкощі проєктування та технічного обслуговування, які водій міг не спостерігати або недостатньо зрівноважити. Дослідження визначили, що ретельне проєктування та технічне обслуговування, з добре спроектованими перехрестями, дорожніми покриттями, пристроями контролю видимості та руху, можуть привести до значного зменшення частоти зіткнень. Окремі дороги також мають різні характеристики у разі зіткнень. В Європі зараз є випробування EuroRAP, які вказують на те, наскільки «самозрозуміла» та «вибачає все», певна дорога й її узбіччя, у разі великої ДТП. У Великій Британії, наприклад, дослідження виявили, що інвестиції в інфраструктурну програму дорожньої безпеки, можуть привести до зменшення на $\frac{1}{3}$, кількості смертей на дорогах, заощадивши до 6 мільярдів фунтів на рік. Консорціум із 13 основних зацікавлених сторін у галузі безпеки дорожнього руху, утворив Компанію проєктування безпечних доріг, яка закликає уряд Сполученого Королівства зробити проєктування безпечних доріг, національним транспортним пріоритетом [12].

1.1 Значення безпеки руху на перехрестях для велосипедистів

Кожного року у містах України спостерігається збільшення кількості велосипедистів, як вказують розрахунки громадських організацій та соціологічні дослідження. Особливий приріст велосипедистів відзначився навесні 2020 року, коли в Україні введено карантин через коронавірусну пандемію. Ця тенденція відповідає глобальній тенденції, де люди переходять

на велосипеди через припинення роботи громадського транспорту або з метою уникнення контактів. Однак існуюча велосипедна інфраструктура не відповідає постійно зростаючому попиту.

Станом на жовтень 2020 року лише кілька міст в Україні мають обширні мережі велосипедної інфраструктури, а деякі міста мають лише обмежені велодоріжки. Приміські, міжміські та міжсільські веломаршрути відсутні. Багато міст розробили концепції велосипедної інфраструктури, але їх реалізація не відбулася повністю.

Велосипедний транспорт є ключовим компонентом сталої мобільності, оскільки він екологічно чистий, економічно вигідний та сприяє покращенню здоров'я населення та безпеці дорожнього руху. Розвиток велотранспорту відзначається також у національній транспортній стратегії України до 2030 року. Мікромобільність, така як велосипеди та електросамокати, стає все популярнішою завдяки свободі пересування та ефективності їхньої інфраструктури. Їхнє використання сприяє зменшенню заторів, знижує викиди та підтримує розвиток малих та середніх підприємств. Враховуючи екологічні вигоди велотранспорту, Україна зосереджується на розвитку відповідної інфраструктури при будівництві та ремонті вулиць. Однак важливо забезпечити не лише наявність, але й зв'язність веломаршрутів для зручних та повних поїздок. Важливим аспектом є також розвиток громадського транспорту, який забезпечить доступність мобільності для різних груп населення.

Використання екологічно чистих видів транспорту велике значення для вирішення проблем забруднення повітря та кліматичних змін. Такі ініціативи не лише сприяють охороні навколишнього середовища, а й покращують якість життя містян.

Згідно статистичних даних забруднення повітря щорічно вбиває близько 3-3,5 мільйонів чоловік, більше ніж малярія, ВІЛ і грип разом узяті. Так фахівці різних країн світу знайшли рішення цієї проблеми в переході від автомобільного транспорту до велосипедного і вже бачать незаперечне

поліпшення якості життя в таких містах. Адже велосипед екологічно чистий, корисний для здоров'я, розвантажує місто від потоку машин, займає невеликий простір і, що дуже важливо, робить місто більш динамічним, доброзичливим і привабливим, як для жителів міста, так і для гостей і туристів. Дослідження підтверджують, що щоденні поїздки на велосипеді на короткі відстані призводять до значних економій пального та зменшення викидів CO₂. Велосипедисти також сприяють зменшенню рівня шкідливих викидів, які становлять основну частку забруднюючих речовин. На рівні шумового забруднення велосипедисти генерують значно менше, покращуючи якість життя в місті [1].

Роботодавці великих велосипедних міст підтверджують вищу працездатність людей, які кожен день обирають велосипед, порівняно з тими, хто використовує автомобіль. Використання велотранспорту також сприяє економії: велосипедисти приносять значний річний дохід, особливо у галузі охорони здоров'я.

В країнах, де велосипедна культура розвинена, велосипед став важливим засобом пересування для різних соціальних груп. Країни, такі як Нідерланди, Данія, Франція, Китай, Японія, Великобританія та Німеччина, визнані лідерами в розвитку велосипедної інфраструктури та підтримці велосипедистів. Ці країни вживають заходів для підвищення безпеки велосипедистів, покращення інфраструктури та стимулювання використання велосипедів в різних містських областях.

Безпека велосипедного руху в перехрестях є невід'ємною частиною сталої мобільності та здорового способу життя у містах. Незважаючи на рост популярності велосипедів та їх внесок у покращення якості життя, безліч велосипедистів стикаються з серйозними проблемами безпеки, особливо при перетині перехресть.

Однією з основних проблем є відсутність належної велоінфраструктури. Багато міст не мають відокремлених велосипедних доріжок чи ярмарки, а перехрести іноді не обладнані безпечними переходами

для велосипедистів. Це ставить під загрозу безпеку руху, оскільки велосипедистам доводиться конкурувати з автомобільним потоком за обмежений простір на дорозі.

Додатковою проблемою є відсутність освіти та свідомості серед водіїв і велосипедистів. Нерідко, водії не розуміють, як правильно взаємодіяти з велосипедистами на перехрестях, і це призводить до непорозумінь та аварій. Для покращення безпеки велосипедного руху в перехрестях необхідно враховувати цю транспортну групу при проектуванні інфраструктури, створювати безпечні велодоріжки та переходи, а також проводити інформаційні кампанії для підвищення обізнаності всіх учасників дорожнього руху. Тільки в такий спосіб можна забезпечити ефективну і безпечну взаємодію велосипедистів і автомобілістів на перехрестях та зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод, в яких потрапляють велосипедисти.

1.2 Проблеми безпеки велосипедистів на перехрестях

У світі, де міста стрімко розвиваються і велосипеди стають невід'ємною частиною щоденного життя, питання безпеки велосипедистів на перехрестях набуває особливого значення. Однією з ключових проблем у цьому контексті є низька видимість велосипедистів у порівнянні з автомобільним потоком.

У розвинених велосипедних містах успішно впроваджується концепція окремих велосипедних доріжок, які не лише виключають, а й мінімізують взаємодію велосипедистів із загальним транспортним потоком. Це стає важливим кроком у напрямку забезпечення безпеки під час руху велосипедів на міських дорогах.

Найбільше небезпеки для велосипедистів трапляється на перехрестях, де їхня видимість стає особливо обмеженою, особливо при поворотах. Ця ситуація особливо загострюється, коли велосипедисти опиняються в сліпих

зонах великовантажних транспортних засобів з напівпричепами та причепами через їх великий радіус повороту та значну сліпу зону.

Для ефективного розв'язання цієї проблеми необхідно не лише розвивати велосипедну інфраструктуру, але і активно працювати над забезпеченням помітності велосипедистів. Це може бути досягнуто за допомогою різноманітних заходів, таких як встановлення ліхтарів-стробоскопів, які привертають увагу водіїв автомобільного транспорту навіть на великій відстані.

Проектування безпечних перехресть та розвиток ініціатив для підвищення усвідомленості серед учасників дорожнього руху є також важливими аспектами у створенні безпечного середовища для велосипедистів. Шлях до безпечного велосипедного руху на перехрестях вимагає комплексного підходу, об'єднуючи інфраструктурні рішення та освітні заходи, щоб забезпечити кожному велосипедистові максимальний рівень безпеки на міських дорогах.

Безпека велосипедного руху в перехрестях визначається низкою чинників, які включають наявність відповідної велоінфраструктури та правильну поведінку учасників дорожнього руху. Необхідно враховувати, що розвинені країни та міста, такі як країни Європейського Союзу (ЄС), вже успішно впроваджують різноманітні заходи для покращення безпеки велосипедного руху. Однією з ключових проблем, які часто виникають, є відсутність належних велосипедних доріжок чи ярмарок. Країни ЄС, такі як Данія та Нідерланди, вже довгий час інвестують у створення спеціальних велодоріжок та безпечних переходів для велосипедистів. Наприклад, у Копенгагені ідею "зеленої хвилі" для велосипедистів впроваджено, щоб забезпечити безперервний рух велосипедистів під час ранкової та вечірньої годин-піку. Інші країни, такі як Німеччина та Франція, також активно розвивають велосипедну інфраструктуру для забезпечення безпеки учасників руху.

Освіта та підвищення свідомості водіїв і велосипедистів також грають важливу роль у забезпеченні безпеки на дорогах. Кампанії у ЄС, які вивчають правила взаємодії на перехрестях, акцентують увагу на важливості розуміння обох сторін. Наприклад, у Данії встановлено світлодіодні лампи, що попереджають водіїв про наближення велосипедистів, зменшуючи ризик непорозумінь та аварій. Нажаль, в Україні проблеми безпеки велосипедного руху залишаються актуальними. Відсутність відокремлених велосипедних доріжок і недостатньо розвинена інфраструктура призводять до того, що велосипедисти теж часто мають обмежені можливості безпечного руху, особливо на перехрестях. Для впровадження організаційних і регульованих заходів перш за все необхідні дані інтенсивності руху, складу транспортного потоку, параметри ВДМ[17].

Висновки до Розділу 1

Загальна проблема з розширенням транспортного потоку, особливо на регульованих перехрестях, створює небезпечні ситуації на дорогах та призводить до утворення заторів. Існуючі методи регулювання руху часто не враховують реальних умов, що потребує більш ефективного підходу для забезпечення безпеки та покращення руху на дорогах.

Збільшення кількості велосипедистів в містах України відзначається кожного року. Незважаючи на це, існуюча велосипедна інфраструктура не відповідає попиту. Невелика кількість міст має обширні мережі велосипедних доріжок, а реалізація концепцій велоінфраструктури залишається неповною. Важливо розвивати інфраструктуру та підтримувати екологічно чисті види транспорту для покращення якості життя та забезпечення сталої мобільності.

РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ПРОСПЕКТУ НЕЗАЛЕЖНОСТІ – вул. ПОКРОВСЬКА

Транспортне дослідження - це сукупність видів діяльності, за допомогою яких збирається інформація про дорожній або інший вид транспорту. Його метою є одержання вихідних даних для планування, проектування і модернізації доріг та споруд, а також для проекту покращення експлуатаційних режимів на існуючих транспортних мережах з урахуванням безпеки, неперервності, зручності, економічності руху та його наслідків для довкілля [3].

В нашій роботі буде проводитися дослідження дорожнього руху на проспекті Незалежності – вул. Покровська.

За проведеними спостереженнями виявлені проблеми:

- порушення правил безпеки дорожнього руху в конфліктних зонах перехрестя;
- порушення правил безпеки дорожнього руху в конфліктних зонах перехрестя для велосипедистів;
- затримки руху транспорту в години «пік»;
- ускладнення руху громадського транспорту, недотримання графіків;
- погіршення екологічної ситуації транспортного вузла, а саме, високий рівень загазованості та шуму.

Дослідження проводилося візуальним методом за допомогою стаціонарних камер відеоспостереження системи «Безпечне місто». Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку». В основі такого методу закладений принцип визначення середньорічної добової інтенсивності і складу руху транспортного потоку за результатами обліку, проведеного в будь-який час, день, тиждень, місяць з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

При наявності поправочних коефіцієнтів, які враховують нерівномірність розподілу інтенсивності руху протягом доби, за днями

тижня, тижня місяця, місяця року на даній автомобільній дорозі вибіркового обліку руху проводять в будь-який час, день, місяць, але не менше 1 години. При визначенні інтенсивності руху (складу транспортного потоку) необхідно заповнити бланк обліку транспортних засобів (рис.2.1) – назву дороги, місцезнаходження обліковця (км+м), дату, день тижня, час початку спостереження.

пр ДСТУ

Д.5 Форма відомості інтенсивності руху на перегонах

Роки	Рух вантажних автомобілів				Рух пасажирських автомобілів			Загальна інтенсивність руху	Інтенсивність руху, приведена до легкового автомобіля
	Інтенсивність руху	у тому числі (вантажопідйомність)			легкові	автобуси	усього		
		Легкі (до 2,5 т)	Середні (2,5 – 5,0 т)	Важкі (понад 5,0 т)					

Рис. 2.1 Бланк обліку транспортних засобів [4]

Після завершення підрахунку слід зафіксувати час та тривалість вимірювань. Під час стаціонарних підрахунків рахують транспортні засоби, що рухаються як вперед, так і назад. Для зручності обліку використовують умовні знаки, такі як крапки та риси «закритого конверту», кожен з яких представляє 10 автомобілів (приклад наведено на рисунку 2.2).

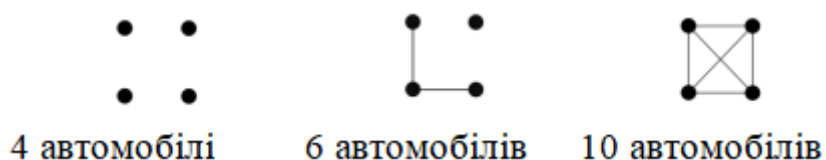


Рис. 2.2 Умовні позначення для підрахунку інтенсивності руху

Примітка: ● або ┆ відповідають 1 автомобілю (або 10 автомобілів при великій інтенсивності).

Для мережі автомобільних доріг державного значення візуальні обліки руху мають тривати не менше 2-х годин (120 хв). Після завершення спостереження підраховують загальну кількість автомобілів за весь період спостереження [5].

На основі результатів дослідження отримано наступну інформацію:

- Здійснено оцінку реальної ситуації дорожнього руху на визначеному перехресті та проведено розрахунки інтенсивності в години максимального навантаження.
- Визначено розподіл транспортних потоків за категоріями транспортних засобів, включаючи велосипеди, за відповідними напрямками руху.
- Визначено режими роботи світлосигнальних пристроїв протягом дня.

Алгоритм подальших досліджень включає наступні кроки:

- Створення імітації реального руху в програмному забезпеченні PTV Vissim.
- Внесення змін до існуючої моделі та розгляд альтернативних варіантів дорожнього руху, зокрема урахування велосипедного руху.
- Аналіз отриманих досліджень.

2.1 Опис збору та аналізу статистичних даних

Для створення імітації транспортного потоку необхідно мати детальні дані щодо руху транспортних засобів у конкретному регіоні. У даному випадку використовується система «Безпечне місто», яка включає в себе камери відеоспостереження (Рис. 2.3).

Описаний алгоритм підрахунку транспортних засобів надає деталізацію процесу збору даних. Для цього необхідно визначити скільки транспортних засобів рухаються у 11-ти напрямках (рух прямо, направо, наліво у чотирьох

напрямок). Варіантів руху 11, а не 12 через те, що заборонений поворот наліво з вулиці Покровської на проспект Незалежності у напрямку Богунії.

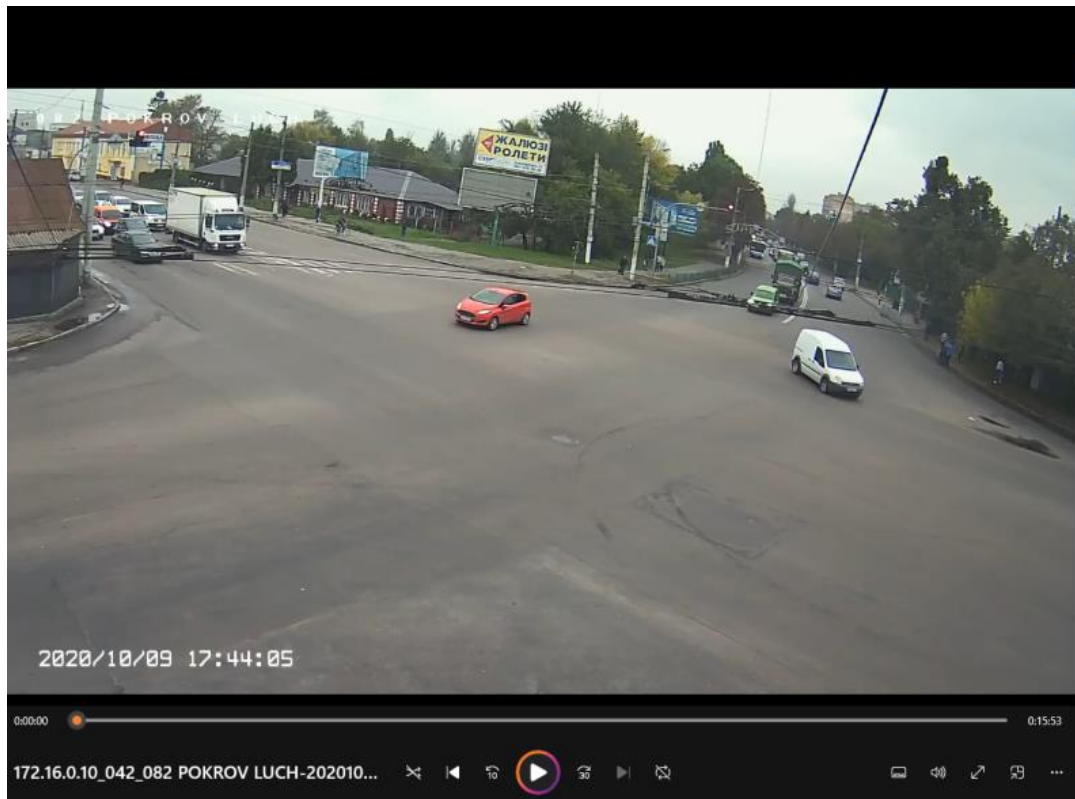


Рис. 2.3 Система «Безпечне місто»

Спочатку обирається період часу, який відповідає годинам-піку або звичайним годинам. Це може бути важливо для отримання реалістичних даних про транспортний потік, оскільки в різні години доби він може змінюватися.

Далі цей період часу розбивається на короткі інтервали, наприклад, по 20 хвилин. Такий підхід дозволяє отримати деталізовану інформацію про транспортний потік в різні частини години.

Важливим етапом є вибір конкретного напрямку, для якого проводиться підрахунок. Для кожного напрямку (рис. 2.4) визначається кількість транспортних засобів, що рухались у даному напрямку протягом одиниці часу (наприклад, на одній камері відеоспостереження).

Отримані дані вносяться до таблиці (Рис. 2.5), яка ілюструє кількість транспортних засобів за кожний проміжок часу та напрямок руху. Ця таблиця є базовим елементом для подальших обчислень і аналізу транспортного потоку.

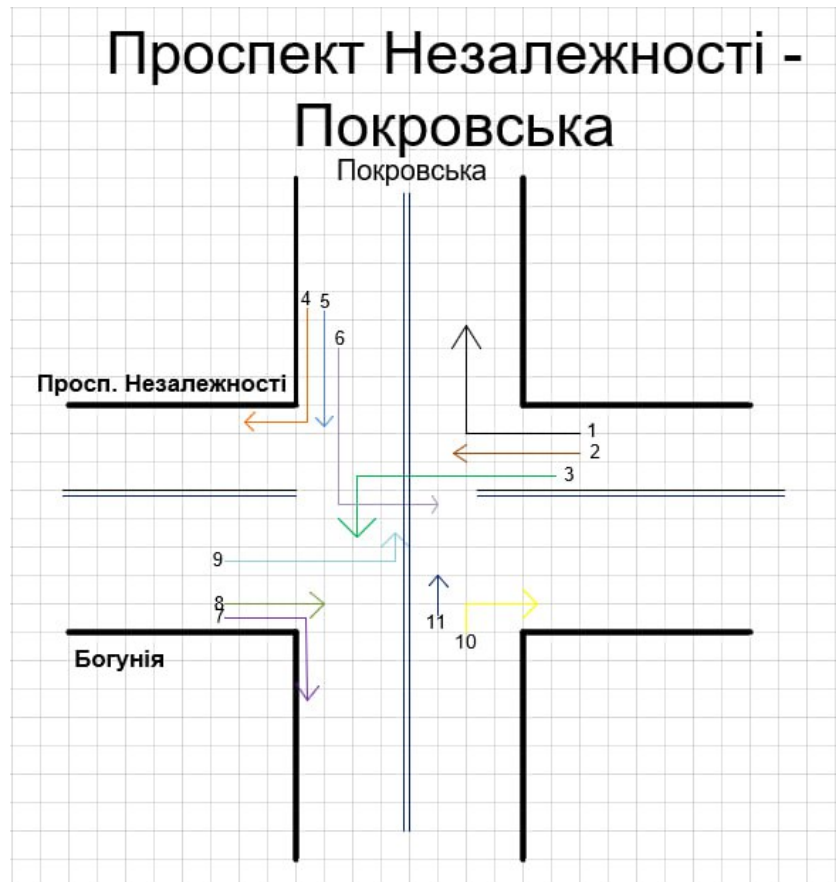


Рис. 2.4 Схема потоків на перехресті

Напрямки	Інтенсивність руху	Рух пасажирських авто	Рух вантажних авто	Громадський транспорт	Велосипедний транспорт
1	496	347	74	51	24
2	744	520	113	74	37
3	248	175	37	24	12
4	207	144	31	22	10
5	621	434	93	62	31
6	414	289	64	41	20
7	193	137	28	19	9
8	290	203	45	29	14
9	95	66	14	11	4
10	548	383	84	54	27
11	274	191	41	29	13

Рис. 2.5 Таблиця фіксації транспортних потоків

Після заповнення таблиці можна переносити ці дані у спеціальне програмне забезпечення, яке використовує ці дані для створення імітації транспортного потоку. Такий підхід дозволяє отримати реалістичну модель руху транспорту в конкретному регіоні і враховувати різноманітні фактори, такі як пікові години та зміни напрямків руху.

2.2 Оцінка існуючих методів безпеки на перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська

Оцінка існуючих методів безпеки на перехресті проспекту Незалежності – Покровська має важливе значення для інженерних розробок, планування та дослідження впливу модернізації устаткування і геометрії вулиць на безпеку дорожнього руху. Процес аналізу та вдосконалення регульованого перехрестя враховує різні аспекти, такі як стратегія світлофорного регулювання, пропускна спроможність вулично-дорожньої мережі та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, такого як забруднення повітря та транспортний шум.

На першому етапі, інженери здійснюють аналіз та дослідження існуючих методів безпеки на перехресті. Це включає в себе оцінку різних варіантів удосконалень, спрямованих на покращення роботи перехрестя. Дані про вплив різних стратегій на роботу перехрестя дозволяють визначити оптимальний варіант для підвищення безпеки та ефективності руху.

Для інженерів-транспортників важливо мати доступ до даних, таких як оцінка впливу різних варіантів удосконалень, допомога у визначенні права пріоритетного руху та оптимізація витрат на удосконалення. Координація процесу планування та використання програм аналізу світлофорної сигналізації стають ключовими етапами у прийнятті обґрунтованих рішень для поліпшення безпеки та руху на перехресті.

Результати досліджень методів безпеки та їх адаптація на конкретному перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська можуть служити основою для розробки рекомендацій та покращень. Важливо враховувати економічні аспекти, адже виправдання капіталовкладень у покращення перехрестя передбачає прибуток, перевищуючий затрати. Це вимагає ретельного аналізу та планування для забезпечення ефективного та безпечного руху на даному перехресті у місті.

Змінні, що використовуються для опису та аналізу роботи перехрестя проспекту Незалежності – вул. Покровська, мають стратегічне значення для розробок інженерів та планування міського транспорту. Розглянемо основні параметри та етапи системного планування для покращення умов руху на цьому перехресті.

Рівень обслуговування:

- визначається ступінь задоволення потреб транспортних засобів та пішоходів;
- оцінка ефективності світлофорного регулювання та пропускної спроможності.

Відношення інтенсивності руху до пропускної спроможності:

- аналіз того, наскільки завантажений перехрестя та його можливості в обслуговуванні потоку транспорту.

Рівні потоків насичення:

- визначення максимальної інтенсивності руху за годину та ідентифікація точок насичення.

Затримка:

- вивчення часу очікування для транспортних засобів перед світлофором.
- підрахунок величин затримок для різних напрямків руху.

Максимальна інтенсивність руху за годину:

- визначення пікового транспортного навантаження на перехресті.

Інтервали руху:

- аналіз тривалості інтервалів між рухом транспортних засобів та їх взаємодії.

Процес системного планування включає такі етапи:

1. Визначення проблеми:

- виявлення основних проблем, таких як затори, безпека, неефективне регулювання.

2. Аналіз існуючих умов руху:

- врахування геометрії перехрестя, експлуатаційних умов і рівня безпеки.

3. Оцінка майбутніх умов руху:

- прогнозування збільшення транспортного потоку та потреб у майбутніх поїздах.

4. Визначення обмежень:

- врахування обмежень, таких як вартість відведення додаткової дорожньої смуги.

Процес загального планування служить для визначення найбільш вигідних та ефективних рішень, враховуючи не тільки технічні аспекти, але й економічну доцільність. Результати цього планування можуть слугувати основою для подальших інженерних розробок та модернізацій перехрестя проспекту Незалежності – вул. Покровська з метою підвищення безпеки та оптимізації транспортного руху [6].

Безпека руху на перехрестях залежить від способу організації руху. На перехрестях із світлофорним регулюванням мають перевагу два види дорожньо-транспортних пригод: наїзд на автомобіль, що різко зупинився та зіткнення з автомобілем, що рухався на заборонений сигнал світлофору. На безпеку руху має вплив також кут перетину. Одна з причин цього – зміна видимості з місця водія залежно від положення автомобілів на перетині. Найбільш важка ситуація на частині поверхні перехрестя, що розміщена справа від водія. На безпеку руху має вплив і планування перетину. При радіусах закруглення менше 10 м автомобілі виходять за межі відведеної їм

смуги на проїжджій частині та створюють завади на інших смугах руху. На перетинаннях, де конфліктні точки розміщуються на відстані 10-15 м одна від одної, число ДТП в 2-2,5 разів менше, ніж на перетинаннях з тісним розміщенням. Найбільшу небезпеку для руху складають повороти ліворуч, особливо з другорядної дороги. На їх долю приходить більше ніж 40% від усіх ДТП на перетинаннях [7].

При аналізі руху було запропоновано розділити між собою потоки автомобільного транспорту, велосипедистів та пішоходів. По проспекту Незалежності усі потоки рухаються окремо, а по вулиці Покровській велосипедистів об'єднали з громадським транспортом. Таке рішення було вмотивоване бажанням відділити велосипеди від автомобільного транспорту і від пішоходів через відсутність інфраструктури. По вулиці Покровській прийшлося робити об'єднання велосипедів і громадського транспорту через малу ширину проїжджої частини та меншу інтенсивність громадського транспорту у порівнянні з приватним.

На сьогоднішній момент ситуація на перехресті проспекту Незалежності і вулиці Покровської в Житомирі стає все більш напруженою і критичною через регулярні дорожньо-транспортні пригоди з серйозними наслідками. Цей ряд інцидентів свідчить про необхідність ретельного аналізу та прийняття дієвих заходів для покращення безпеки та ефективності руху на даному перехресті. Розглянемо деякі з них.

У пригодах, що відбулися на цьому перехресті, зафіксовані зіткнення легкового автомобіля та мотоцикла, а також Mercedes, який врізався в маршрутку. Відеозапис з камер відеоспостереження (рис. 2.6) дозволяє відобразити моменти цих інцидентів, які ще раз підкреслюють проблематичний характер цього перехрестя.



Рис 2.6 ДТП на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської за участю легкового автомобіля та мотоцикла [10]

В іншому випадку на перехресті вул. Покровської та проспекту Незалежності Mercedes врізався в маршрутку. ДТП трапилося на перехресті вулиць Покровська та проспект Незалежності. Зі слів очевидців, Mercedes рухався по Покровській в бік Богунії, як раз на перехресті на червоне світло. Автомобіль марки Lanos, здійснював поворот на ліво з напрямку Богунії в сторону Покровської. В результаті Lanos рухався на зелений, Mercedes на червоний. Mercedes намагався уникнути зіткнення з Lanos, маневрував, але не впорався з керуванням і здійснив зіткнення з припаркованим обабіч маршрутним транспортним засобом. В результаті Mercedes та маршрутний засіб отримали механічні пошкодження. На щастя, в результаті цього інциденту потерпілих не було. (рис 2.7- 2.8)



Рис 2.7 ДТП на перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська
за участю маршрутки та легкового автомобіля [11]

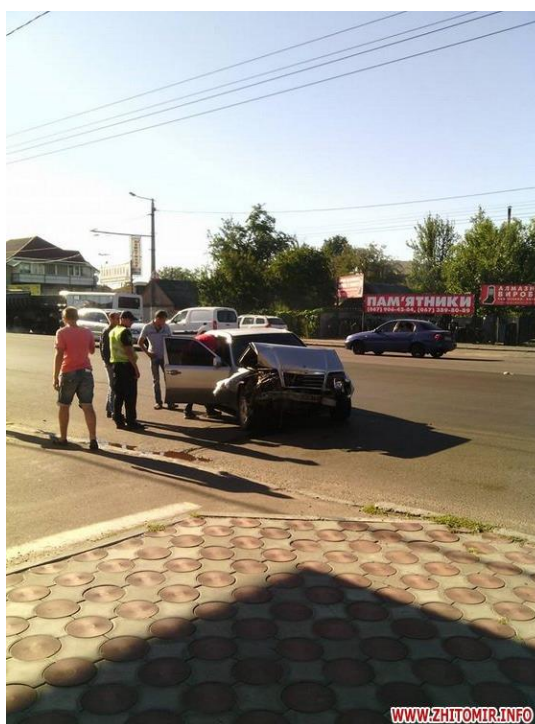


Рис 2.8 ДТП на перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська
за участю маршрутки та легкового автомобіля [11]

Частіше за все, відсутність велосипедної інфраструктури призводить до того, що велосипедисти змушені користуватися загальною дорогою, де вони стають учасниками дорожньо-транспортних пригод. Водії транспортних засобів, не завжди зосереджені на велосипедистах, а це може призвести до небезпечних ситуацій. Прикладом такої ситуації є ДТП на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської в місті Житомир.

Дорожньо-транспортна пригода за участю велосипедиста та позашляховика (рис. 2.9). На кадрах з камери відеоспостереження системи «Безпечне місто» видно, що велосипедист рухався по вул. Покровська. В той час позашляховик перетинав проспект Незалежності. Жінка на велосипеді подається на велике перехрестя на жовте світло. Проте водій Land Rover теж порушив правила, оскільки рухався по смузі, де дозволено тільки рух праворуч. Ймовірно, водій автомобіля поспішав, побачивши рух маршрутки, також розпочав рух, не помітивши велосипедистку за маршруткою [2].

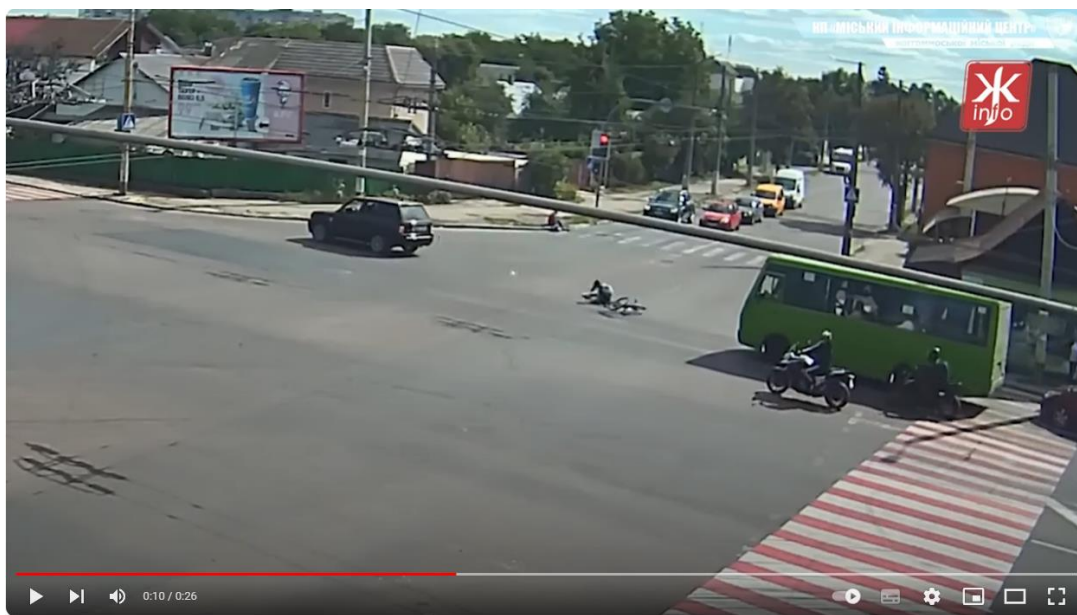


Рис. 2.9 – ДТП на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської

Загалом, ця серія пригод на перехресті вул. Покровської та проспекту Незалежності викликає серйозні питання стосовно безпеки дорожнього руху

та необхідності прийняття конкретних заходів для поліпшення ситуації. Враховуючи розглянуті інциденти, можливо розглядати впровадження нових технологій безпеки, перегляду схем руху та збільшення контролю за виконанням правил дорожнього руху для забезпечення безпеки всіх учасників.

2.3 Аналіз поточного стану безпеки руху велосипедного транспорту на перехресті проспекту Незалежності - вул. Покровська в місті Житомир

Актуальний огляд стану безпеки руху велосипедного транспорту на перехресті проспекту Незалежності - вул. Покровська є невід'ємною складовою комплексного аналізу дорожнього руху в місті Житомир. Це важливе завдання, оскільки безпека велосипедистів не лише забезпечує їхнє комфортне пересування, але і визначає рівень розвитку інфраструктури та загальної міської безпеки.

Розглядаючи безпеку велосипедистів на даному перехресті, важливо підкреслити її прямий вплив на розвиток міста. Житомир, як сучасний та прогресивний населений пункт, повинен активно сприяти використанню екологічно чистого транспорту, зокрема велосипедів.

Аналіз безпеки велосипедного руху на перехресті проспекту Незалежності - вул. Покровська в місті Житомир виявляється важливим кроком для подальшого розвитку міської інфраструктури та забезпечення безпеки учасників дорожнього руху. Оцінка різних аспектів використання велосипедів у місті розкриває потенціал покращення не лише безпеки велосипедистів, але й загального благополуччя мешканців.

Враховуючи вплив на здоров'я, статистика свідчить, що велосипедисти рідше захворюють та живуть триваліше. Особливо це актуально для офісних працівників та студентів, де велосипед може стати ефективним засобом фізичної активності та профілактики проблем, пов'язаних із сидячим способом життя.

Розширення вибору транспорту в місті, зокрема використання велосипедів, сприятиме покращенню міської транспортної системи. Забезпечення безпечної велоінфраструктури важливе для того, щоб велосипед став реалістичним та зручним вибором для щоденних поїздок, дозволяючи мешканцям обирати найбільш ефективний та екологічно чистий транспорт.

Крім того, розвиток велоінфраструктури має потенціал зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод, сприяючи взаєморозумінню між водіями та велосипедистами. Це може визначити нові стандарти для безпеки дорожнього руху та створити сприятливі умови для використання велосипеда у міському середовищі.

Зниження забруднення повітря та зменшення шумового фону також можливе завдяки переходу на велосипед як альтернативний транспортний засіб. Очікується, що цей крок сприятиме створенню більш здорового та екологічно чистого міського середовища.

Узагальнюючи, аналіз безпеки велосипедного руху на перехресті проспекту Незалежності - вул. Покровська в Житомирі не лише визначає проблеми, але й надає можливості для впровадження ефективних заходів, спрямованих на поліпшення безпеки, здоров'я та якості життя мешканців міста [8].

Тож повернемося до нашого головного завдання безпеки на проспекті Незалежності та вулиці Покровській. Зазначене перехрестя визначається як вузлова точка міського транспортного потоку, де взаємодія різних видів транспорту створює високий рівень складності та потенційних ризиків для учасників руху. Однією з ключових проблем безпеки велосипедистів є відсутність відокремлених велосипедних доріжок або спеціально відведених смуг для їхнього руху.

На перехресті проспекту Незалежності - вул. Покровська в Житомирі існують конкретні ситуації та проблеми, які впливають на безпеку велосипедистів. У години пік, коли транспортний потік щільний,

велосипедистам ускладнено рух через дорогу, оскільки вони часто встають у конфліктну ситуацію з автомобілями, борючись за місце на дорозі. Такі ситуації можуть створювати ризики для безпеки велосипедистів.

Потенційні конфлікти з пішоходами також визначаються як одна з проблем. Наявність пішохідних переходів без належної організації може призводити до ситуацій, коли велосипедистам потрібно уважно спостерігати за пішоходами, щоб уникнути конфліктів та забезпечити безпечний рух на перехресті.

Поганий стан освітлення на перехресті у темний час доби або при поганій видимості є ще однією проблемою. Це може збільшувати ризик дорожньо-транспортних пригод та ускладнювати видимість велосипедистів для інших учасників руху.

Наявність островців безпеки для пішоходів на перехресті також є важливим аспектом безпеки. Ці островці сприяють безпечнішому переходу вулиці для пішоходів та можуть допомагати в управлінні рухом на перехресті. Однак, важливо враховувати їх ефективність для велосипедистів і розглядати можливість адаптації інфраструктури таким чином, щоб забезпечити безпеку всім учасникам руху.

Відсутність альтернативних шляхів та об'єктів інфраструктури для велосипедистів ускладнює їхнє безпечне пересування. Відсутність спеціально відведених маршрутів та об'єктів, які сприяють комфортному руху велосипедистів, може ускладнювати пошук безпечних маршрутів для велосипедистів.

Систематичний моніторинг руху та анкетування велосипедистів можуть стати ефективними інструментами для збору даних та визначення ключових аспектів удосконалення безпеки на перехресті. Регулярні обстеження перехрестя, фіксація порушень правил руху та здійснення опитувань допоможуть враховувати думки та пропозиції велосипедистів, сприяючи розробці конкретних рекомендацій для поліпшення безпеки велосипедного руху на даному перехресті.

Висновки до розділу 2

Дослідження дорожнього руху на проспекті Незалежності – вул. Покровська в Житомирі надало глибокий інсайт у проблеми, які стикаються учасники дорожнього руху на даному перехресті. Застосування візуальних методів, таких як відеоспостереження та квадрокоптер, дозволило отримати значущі дані, які виявляють порушення правил безпеки, затримки руху та екологічні питання. Використання системи "Безпечне місто" та детального алгоритму підрахунку транспортних засобів сприяє створенню реалістичної імітації транспортного потоку, враховуючи різноманітні параметри та години руху.

Системний аналіз існуючих методів безпеки на перехресті є важливою передумовою для подальших інженерних розробок та модернізації. Вивчення стратегії світлофорного регулювання, адаптація нових технологій безпеки та економічна доцільність стають ключовими аспектами прийняття обґрунтованих рішень та впровадження заходів для поліпшення умов руху та зниження ризику дорожньо-транспортних пригод.

Аналіз безпеки велосипедного руху на перехресті дозволяє виділити важливі аспекти для поліпшення інфраструктури та безпеки велосипедистів. Зрозуміння потенціалу покращення здоров'я, транспортної системи та загального благополуччя підкреслює необхідність розробки конкретних рекомендацій та заходів для створення безпечного та комфортного середовища для велосипедистів у місті.

Узагальнюючи, ці дослідження формують основу для комплексного підходу до вирішення проблем безпеки на перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська в Житомирі. Отримані дані та аналіз відкривають перспективи для реалізації конкретних заходів інженерного та організаційного характеру для забезпечення безпеки та ефективності дорожнього руху на цьому перехресті.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТА ВЕЛОСИПЕДНОГО ТРАНСПОРТУ НА ПЕРЕХРЕСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ PTV Vissim

Для ефективної розробки пропозицій з покращення безпеки руху автомобільного та велосипедного транспорту вибрано програму PTV Vissim. Щоб систематично та успішно вирішувати завдання, пов'язані з транспортною безпекою, критичним є визначення проблем, що виникають на дорогах. Для цього проводиться аналіз статистики аварій та нещасних випадків, що дозволяє зрозуміти основні тенденції та фактори ризику.

Далі, використання програми PTV Vissim для створення моделі транспортного потоку дозволяє врахувати різноманітні аспекти руху на дорозі. Велика перевага полягає в можливості врахування як автомобільного, так і велосипедного руху, різних швидкостей та потоків транспорту. Це дозволяє отримати високодеталізовану модель, яка точно відображає реальні умови на дорогах.

Аналіз імітованих сценаріїв в PTV Vissim дозволяє ідентифікувати потенційні точки ризику та конфліктів між автомобільним і велосипедним рухом. Такий підхід допомагає виявити найбільш критичні місця та ситуації, що потребують уваги та втручання для покращення безпеки.

Використання PTV Vissim стає ключовим етапом у процесі аналізу та розробки пропозицій, оскільки ця програма надає інструменти для реалістичного моделювання та ефективного вирішення завдань, пов'язаних із безпекою руху на дорогах.

PTV Vissim – це програма для моделювання та симуляції транспортного руху, що відіграє важливу роль у вдосконаленні безпеки на дорогах та оптимізації транспортних систем. Обрання цієї програми для розробки пропозицій щодо покращення безпеки автомобільного та велосипедного руху є обґрунтованим кількома чинниками.

Висока точність симуляції робить PTV Vissim ефективним інструментом для аналізу та прогнозування безпеки руху. Програма дозволяє

деталізовано моделювати транспортний потік, включаючи різні умови руху, типи доріг та взаємодію різних видів транспорту.

PTV Vissim має широкий функціонал для моделювання різних аспектів транспортної інфраструктури, таких як світлофори, перехрестя та рух на вулицях. Це дозволяє враховувати різні чинники, які впливають на безпеку руху.

У країнах Європейського союзу PTV Vissim виявив себе як невід'ємний інструмент для розробки та реалізації проєктів, що спрямовані на поліпшення безпеки руху та оптимізацію транспортних систем. Результати його застосування вражають своєю ефективністю і впливом на транспортні системи.

Наприклад, в місті Копенгаген (Данія) PTV Vissim використовувався для моделювання та оптимізації транспортних потоків, особливо на перехрестях та важливих вулицях. Результати цього проєкту включали в себе зменшення часу очікування на світлофорі, покращення руху велосипедистів та пішоходів, а також зменшення інтенсивності транспортних заторів.

У Берліні (Німеччина) PTV Vissim використовувався для розробки планів розвитку транспортної інфраструктури з огляду на покращення безпеки дорожнього руху. Аналіз потоків транспорту та симуляція різних сценаріїв допомогли визначити оптимальні рішення щодо розташування світлофорів, встановлення зон для велосипедистів та пішоходів, а також оптимізацію руху автомобілів.

У Швеції PTV Vissim використовувався для вивчення впливу різних стратегій регулювання руху на безпеку на дорогах. Аналіз сценаріїв дозволив знайти ефективні методи реагування на різні дорожні ситуації та мінімізувати ризики аварій.

Ці приклади демонструють, що PTV Vissim успішно використовується для досягнення конкретних результатів у сфері безпеки руху та оптимізації транспортних систем у різних країнах Європейського союзу.

Також слід відзначити широкий обсяг документованої ефективності PTV Vissim, яка підтверджується значною кількістю наукових публікацій та досліджень, використовуючи програму для вирішення завдань у сфері транспортної безпеки. Обираючи PTV Vissim, ви отримуєте інструмент, який не тільки широко використовується в Європейському союзі, але і здатний ефективно вирішувати завдання, пов'язані з покращенням безпеки на дорогах.

3.1 Підготовка вихідних даних для побудови базової моделі

Поточна ситуація з транспортними потоками на перехресті, яка базується на пофазовому керуванні транспортними потоками, безперечно призвела до підвищення безпеки дорожнього руху порівняно з попередньою організацією. Спостерігається зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод, що свідчить про успішну реалізацію нової системи.

Однак ця перехідна фаза також супроводжується рядом ускладнень. Напрямки з виконання лівих поворотів з проспекту Незалежності на вул. Покровську залишаються аварійно небезпечними. Помітно збільшилися затримки руху автомобілів на під'їзді до перехрестя з вулиці Покровської в сторону міста, досягаючи тривалості в 10-15 хвилин у години «пік». Це викликає негативний вплив на екологічні показники транспортного вузла, збільшуючи викиди шкідливих речовин від 200 до 650 відсотків, залежно від класу екологічності автомобілів та стилю керування водіїв.

Особлива проблема виникає з погіршенням екологічної ситуації внаслідок частих зупинок та прискорень, які негативно впливають на якість повітря в транспортному вузлі. Крім того, збільшення частки вантажних автомобілів у складі транспортного потоку впливає на загальну екологічну обстановку, враховуючи, що вони становлять 10% від усього транспортного потоку.

Для отримання об'єктивних даних щодо інтенсивності руху використовувалась система відеоспостереження "Безпечне місто" (рис 3.1). Отримана інформація відображає транспортні потоки в 11 напрямках (рис 2.4), класифіковані за типами транспортних засобів та ранковими/вечірніми годинами-пік. Ці дані становлять основу для подальшого імітаційного моделювання.

Враховуючи вищезазначені виклики, важливо продовжувати моніторинг та дослідження для розробки стратегій вдосконалення транспортної системи з метою досягнення балансу між безпекою, ефективністю та екологічністю [4].



Рис.3.1 Вигляд з камери відеоспостереження системи «Безпечне місто»

3.2 Мікромоделювання дорожнього руху на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської в програмі PTV VISSIM

Після успішного збору даних про рух на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської, наступним кроком є використання програмного забезпечення PTV Vissim для моделювання руху. Цей процес розпочинається із створення дорожнього полотна, яке відображає топографію

перехрестя та розміщення дорожніх знаків, світлофорів та інших елементів інфраструктури (див. рис. 3.2).

Створення дорожнього полотна є ключовим етапом у впровадженні точної та реалістичної моделі руху. Це дозволяє враховувати геометричні особливості доріг, розташування перехрестя та дозволяє точно відтворити конфігурацію транспортного вузла.

Застосування PTV Vissim дозволяє імітувати рух різних видів транспорту на перехресті, враховуючи різні сценарії руху, світлофорні цикли та взаємодії між учасниками дорожнього руху. Це важливий інструмент для аналізу ефективності та безпеки перехрестя та дозволяє здійснювати віртуальні експерименти для вдосконалення транспортної інфраструктури та регулювання руху.

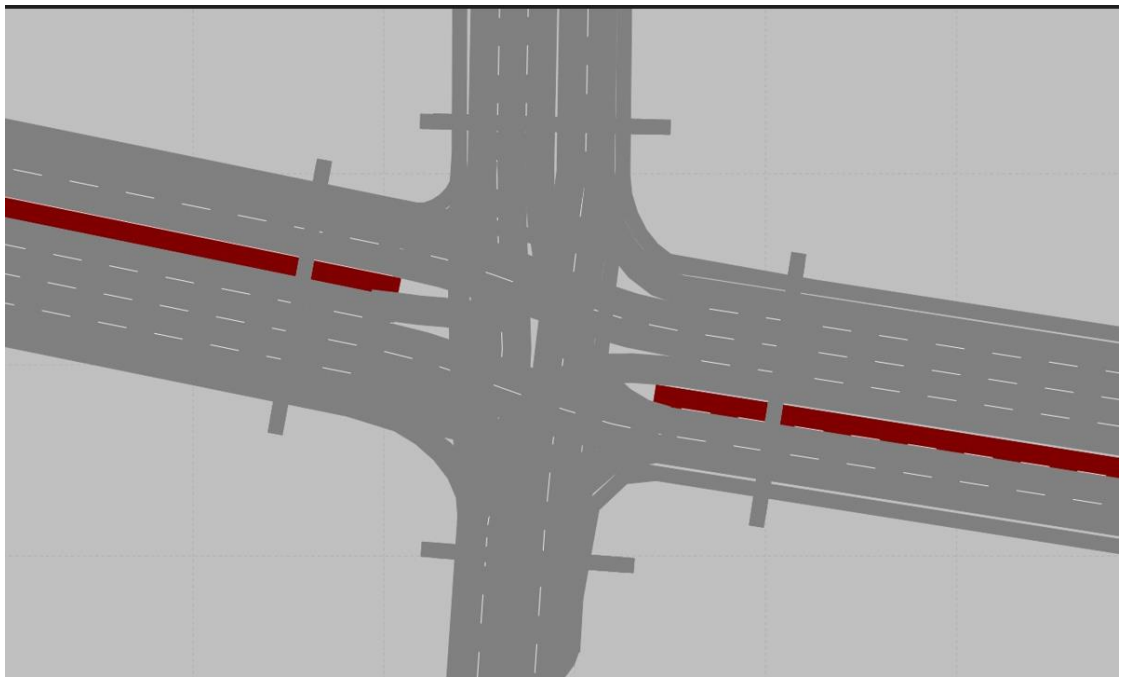


Рис. 3.2 Створення дорожнього полотна

Завершивши створення дорожнього полотна, наступним етапом є деталізація моделі шляхом визначення конфліктних зон для транспорту (див. рис. 3.3). Це включає у себе точне визначення та налагодження місць, де

можливі конфлікти між рухом різних видів транспорту, таких як перехрестя та місця можливих зіткнень.

Визначення конфліктних зон є ключовим кроком для точного моделювання динаміки руху на перехресті. Це означає врахування місць, де транспортні потоки перетинаються, розгалужуються або об'єднуються. Також це враховує всі можливі точки конфлікту для пішоходів та велосипедистів.

Пропописування конфліктних зон в моделі є важливим етапом для віртуального аналізу та вдосконалення безпеки та ефективності перехрестя. Це дозволяє виявляти потенційно небезпечні сценарії та розробляти заходи для їх уникнення. Такий підхід сприяє створенню реалістичних умов дорожнього руху та дозволяє працювати над оптимізацією транспортного вузла для максимальної безпеки та комфорту всіх учасників руху.

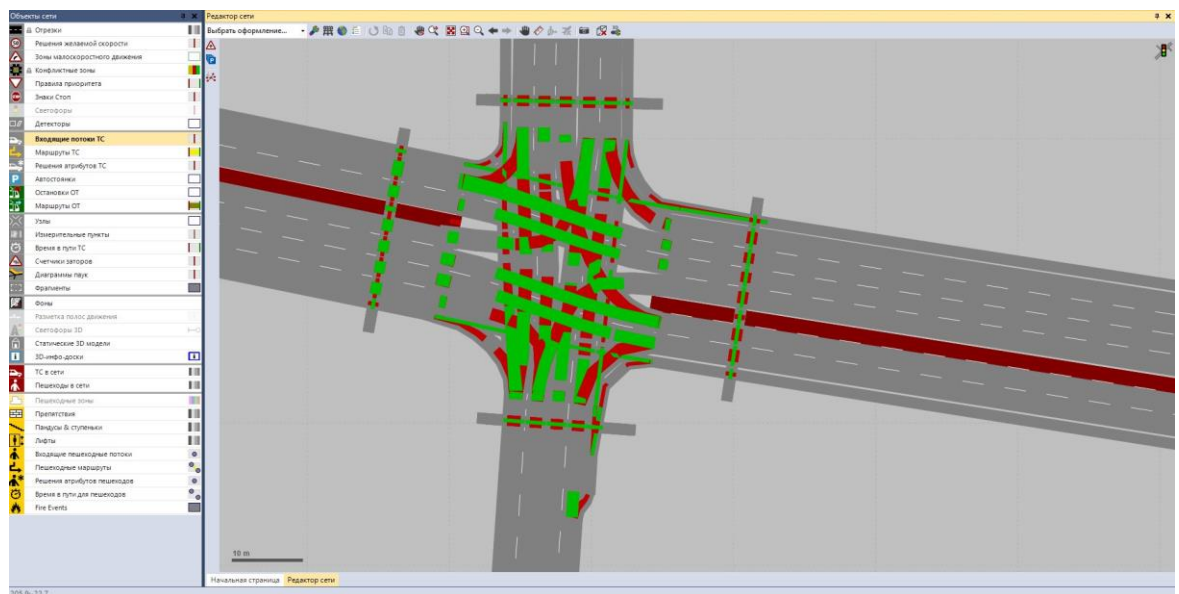


Рис. 3.3 Конфліктні зони

Після визначення конфліктних зон на дорожньому полотні, наступним кроком у процесі моделювання є прописання світлосигнальних установок. Режими сигналів беруться із Рисунку 3.4, який відображає актуальні світлосигнальні цикли та фази для перехрестя.

Процес прописування світлосигнальних установок включає в себе детальне визначення та синхронізацію фаз світлофорів, щоб забезпечити оптимальний рух транспортних потоків та пішоходів. Застосування вірних режимів сигналів є важливим для віртуального моделювання реальних умов руху.

Коли режими світлосигнальних установок успішно прописані, їх можна додати до імітаційного середовища. Це створює можливість відтворювати в деталях реальні умови руху на перехресті та аналізувати взаємодію різних транспортних потоків.

Завершивши цей етап, модель готова для задавання вхідних потоків транспорту. Це включає в себе визначення інтенсивності, типів транспортних засобів та розподілу руху за різними напрямками. Задання вхідних потоків є ключовим етапом для визначення реалістичності та точності моделі, що служить основою для подальшого вивчення та вдосконалення транспортного вузла.

Число: 17	№	Имя	Тип	ВрЦикла	ВрЦиклаПерем	ФайлСнаб1
1	1	P1	Фиксированное время	0	☐	vissig.config
2	2	P2	Фиксированное время	0	☐	vissig.config
3	3	P3	Фиксированное время	0	☐	vissig.config
4	4	P3+	Фиксированное время	0	☐	vissig.config
5	5	P4	Фиксированное время	0	☐	vissig.config

Рис. 3.4 Світлосигнальні установки

Після отримання результатів визначення транспортного навантаження на перехресті, наступним кроком є їхнє підсумовування та конвертація в формат "одиниць транспорту за годину". Цей процес включає в себе аналіз та синтез отриманих значень для кожного напрямку руху та кожного виду транспорту, що є важливим для створення повноцінної та реалістичної моделі руху.

Під час цього етапу враховуються різноманітні параметри, такі як типи транспортних засобів, інтенсивність руху за різними годинами доби та

урахування факторів, що впливають на рух. Після підсумовування цієї інформації вони перетворюються в одиниці транспорту за годину, що дозволяє легше порівнювати та аналізувати рівень навантаження на перехресті.

Застосування формату "одиниць транспорту за годину" робить отримані дані більш узгодженими та зручними для вивчення, що допомагає в подальших етапах розробки та вдосконалення транспортної інфраструктури.

Число	№	Вид	Середн.	Напр(0)	Состав(Г/Потоки(0))
1	1	4	1000.0	1: машина	
2	2	4	1000.0	2: грузов	
3	3	4	500.0	3: автобус	
4	6	8	600.0	1: машина	
5	7	8	1000.0	2: грузов	
6	8	8	500.0	3: автобус	
7	11	1	750.0	1: машина	
8	12	1	1500.0	2: грузов	
9	13	1	500.0	3: автобус	
10	16	5	400.0	1: машина	
11	17	5	1000.0	2: грузов	
12	18	5	500.0	3: автобус	
13	21	8	1000.0	6: вел	
14	22	8	1000.0	7: вел	
15	23	11	1000.0	6: вел	
16	24	11	1000.0	7: вел	
17	25	10	1000.0	6: вел	
18	26	10	1000.0	7: вел	
19	27	13	1000.0	6: вел	
20	28	13	1000.0	7: вел	

Число	Продолж	ВидВр	Напр	Состав(Г/Потоки	ТипНапр
1		0-MAX	1000.0	1: машина	Стохастический

Рис.3.5 Вхідні потоки

Після визначення транспортного навантаження та конвертації його у формат "одиниць транспорту за годину", наступним етапом моделювання є додавання маршрутів транспортних засобів відповідно до Рисунку 3.5. Це включає в себе визначення та мапування шляхів руху для різних типів транспорту, враховуючи різні напрямки та перехрестя.

Після додавання маршрутів, наступним етапом є задавання учасників дорожнього руху, яке відображається на Рисунку 3.6. Цей крок включає в себе індивідуальне визначення характеристик кожного учасника руху, таких як тип транспортного засобу, швидкість руху, точки в'їзду та виїзду на перехресті, та інші релевантні параметри.

Завершивши ці етапи, модель дозволяє точно відтворити реальні умови дорожнього руху, де різні види транспорту слідує своїм визначеним маршрутом та взаємодіють із іншими учасниками руху відповідно до встановлених правил та обмежень.

Число: 7	№	Имя
1	1	машина
2	2	вантажний
3	3	автобус
4	4	пішохід чоловік
5	5	пішохід жінка
6	6	велосипедист
7	7	велвелосипедистка

Рис. 3.6 Учасники дорожнього руху

Завершивши задання маршрутів та параметрів учасників дорожнього руху, переходимо до запуску імітації (див. Рисунок 3.7). Цей крок є кульмінацією моделювання, де вся попередньо введена інформація стає основою для віртуального відтворення реальних умов руху на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської.

Під час імітації кожен учасник руху слідує своїм визначеним маршрутом, дотримуючись установлених правил та реагуючи на зміни у русі інших транспортних засобів та пішоходів. Це дозволяє аналізувати взаємодію між учасниками руху, виявляти можливі точки конфлікту та оцінювати ефективність дорожнього вузла.

Запуск імітації важливий для перевірки правильності розробленої моделі та отримання вірних результатів щодо динаміки руху на перехресті. Результати імітації використовуються для подальшого аналізу та прийняття рішень щодо вдосконалення транспортного вузла та покращення умов дорожнього руху.

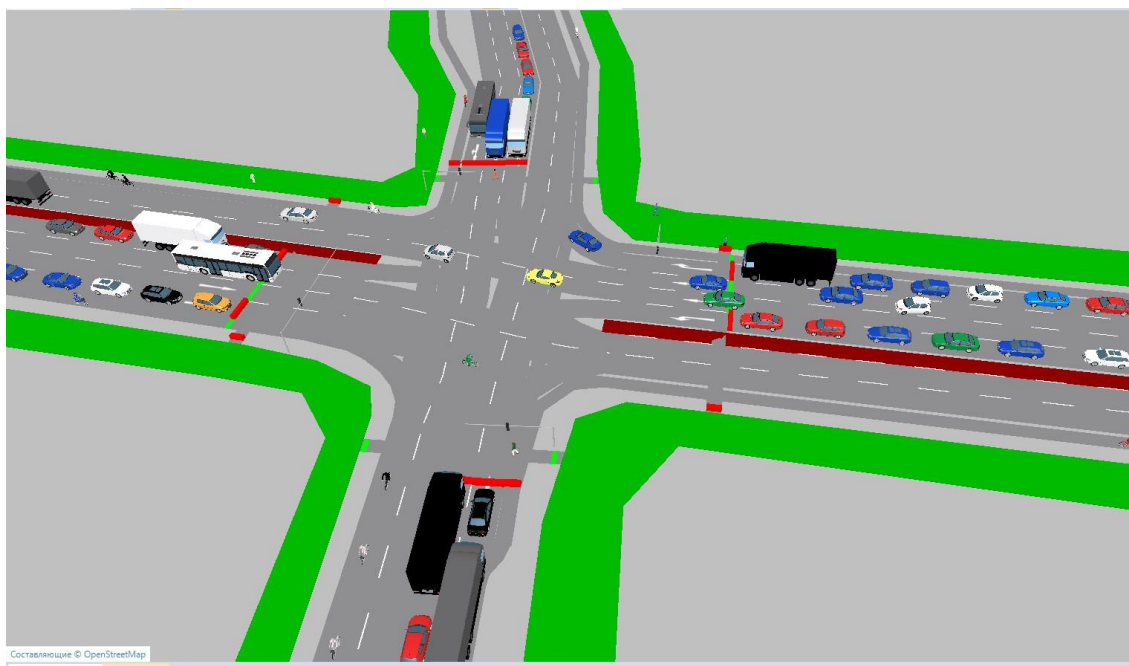


Рис. 3.7 Модель руху

3.3 Моделювання руху на регульованому перехресті

При визначенні режимів світлофорного регулювання прийнято користуватися значеннями завантаження пересічення рухом, тобто співвідношенням реальної інтенсивності руху на підходах до пересічення з пропускною здатністю пересічення. В даному випадку слід мати на увазі, що пропускна здатність, яка забезпечується на перегоні, відрізняється від пропускної здатності на пересіченні. Це пояснюється тим, що на пересіченні автомобільні транспортні засоби (ТЗ), в загальному випадку, повинні зупинитися, а потім їхати на зелений сигнал світлофора [20].

Для точного моделювання руху на регульованому перехресті, ключово встановити параметри світлосигнальних установок. Огляд цих параметрів був показаний у пункті 3.2, що визначило загальні принципи їхньої роботи.

Розглянемо покроковий процес додавання та налаштування світлосигнальних об'єктів для подальшого використання у моделюванні. Починаємо з відкриття налаштувань світлосигнальних установок (див. Рисунок 3.8), де ми встановлюємо параметри кожного світлофорного об'єкту,

включаючи фази світлосигнальних циклів, тривалість кожної фази та послідовність їхньої роботи.

Цей етап відіграє ключову роль у точному відтворенні реальних умов руху на перехресті. Налаштування світлосигнальних установок відображає реальні умови руху та дозволяє правильно симулювати різні сценарії руху транспорту в різні часи доби.

Число: 17	№	Имя	Тип	ВрЦикла	ВрЦиклаПерем	ФайлСнаб1
1	1	P1	Фиксированное время	0	☐	vissig.config
2	2	P2	Фиксированное время	0	☐	vissig.config
3	3	P3	Фиксированное время	0	☐	vissig.config
4	4	P3+	Фиксированное время	0	☐	vissig.config
5	5	P4	Фиксированное время	0	☐	vissig.config

Рис. 3.8 Вікно налаштування світлосигнальних пристроїв

Завершивши встановлення параметрів світлосигнальних установок, переходимо до інструменту для створення та налаштування сигнальних груп, який ілюстровано на Рисунку 3.9. Цей етап є ключовим для подальшого визначення взаємодії транспортних потоків на перехресті.

Використовуючи цей інструмент, ми можемо групувати світлосигнальні об'єкти за їхніми функціональними характеристиками, такими як напрямок руху, вид транспорту та інші параметри. Налаштування сигнальних груп дозволяє визначати оптимальні режими для кожного конкретного випадку та регулювати часові інтервали між світлофорними фазами.

Цей інструмент є важливим елементом, оскільки він надає можливість враховувати різноманітні сценарії руху транспорту та ефективно керувати світлосигнальним циклом для забезпечення оптимальної безпеки та ефективності регульованого перехрестя.

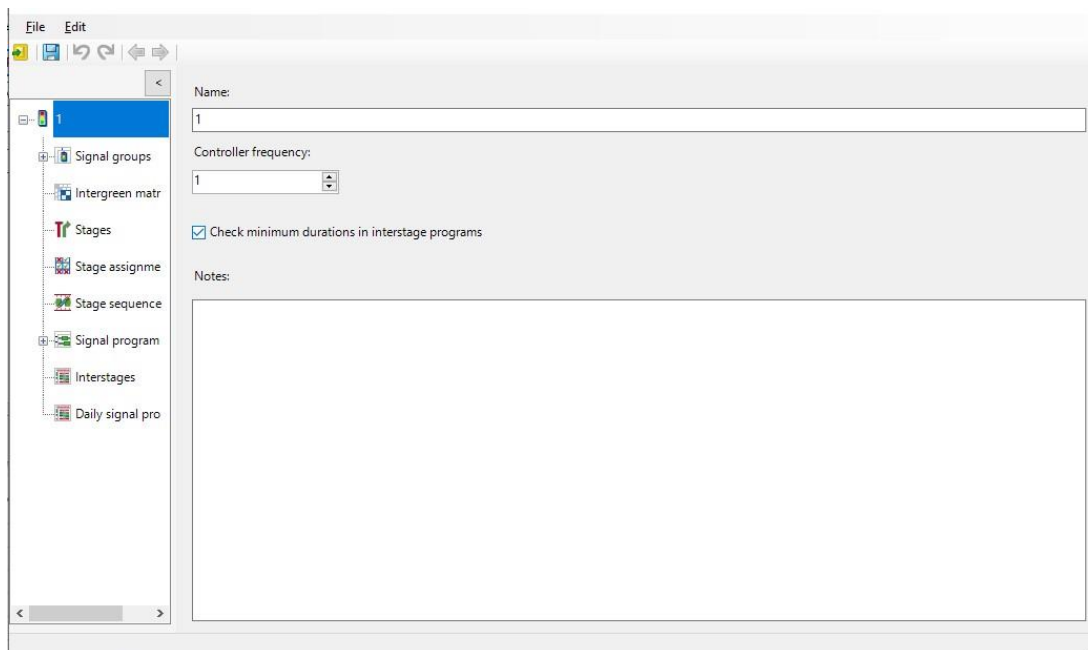


Рис. 3.9 Інструмент створення сигнальної групи

Після визначення параметрів світлосигнальних установок та створення сигнальних груп, наступний крок — прописати назву сигнальної групи та перейти до створення груп сигналів для різних напрямків та категорій учасників руху, як це проілюстровано на Рисунку 3.10.

Вказуючи назву сигнальної групи, ми здійснюємо ідентифікацію та організацію світлосигнальних об'єктів, які входять до цієї групи. Наступним етапом є створення конкретних груп сигналів для кожного напрямку руху та кожної категорії учасників руху, враховуючи їхні особливості та правила руху.

Цей процес гарантує, що світлосигнальна система перехрестя ефективно керує рухом транспорту, забезпечуючи безпеку та оптимальну пропускну спроможність відповідно до конкретних потреб та умов даного перехрестя.

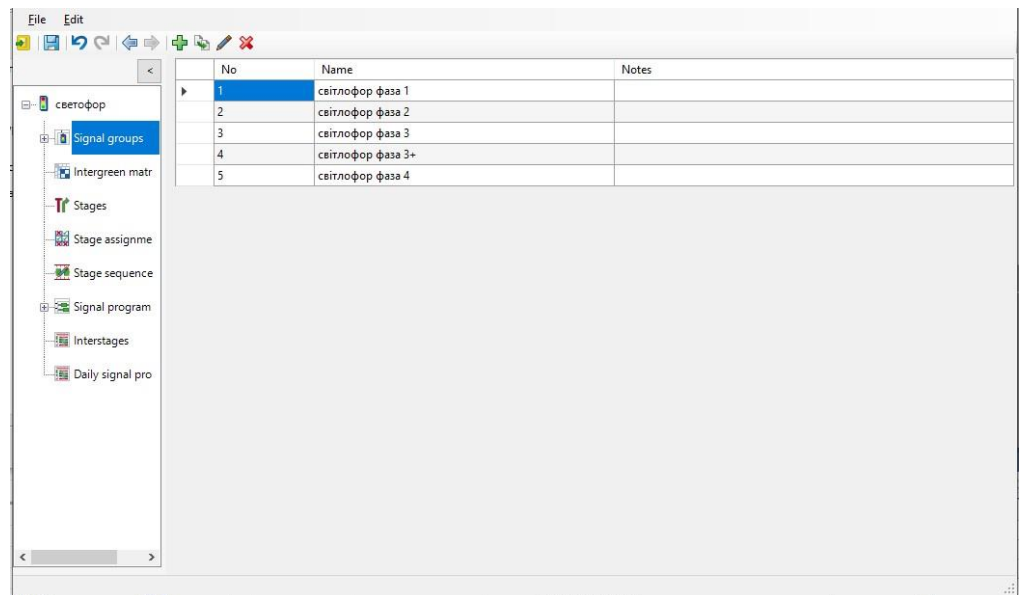


Рис. 3.10 Налаштування груп сигналів

При налаштуванні груп сигналів ми звертаємо увагу на вибір оптимальних кольорів, на яких повинна працювати світлосигнальна система (ССУ), як це ілюстровано на Рисунку 3.11.

Вибір кольорів має стратегічне значення, оскільки кожен колір виконує свою функцію в системі світлосигналів. Наприклад, червоний колір сигналізує про зупинку, зелений — про можливість руху, а жовтий може попереджати про наближення до зміни сигналу.

Ефективний вибір кольорів сприяє ясному та зрозумілому сприйняттю інформації учасниками руху, сприяє безпеці та уникненню непорозумінь на дорозі. Окрім того, він може враховувати специфіку місцевих умов та особливостей транспортного вузла.

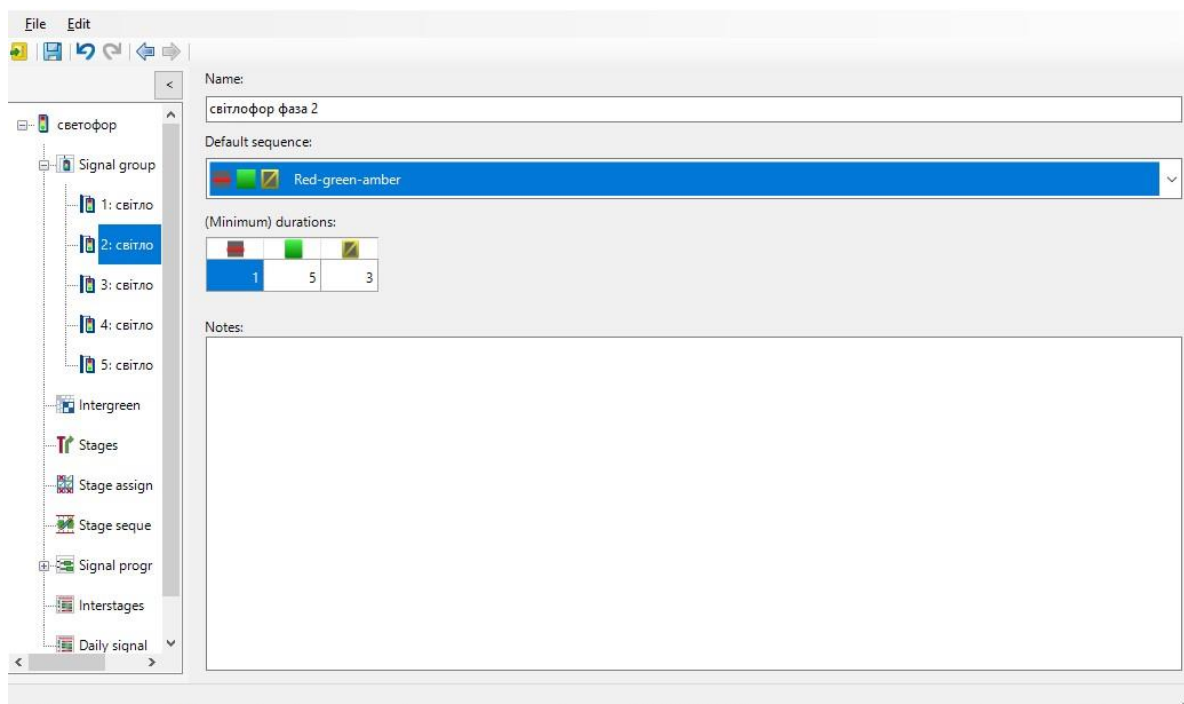


Рис. 3.11 Кольори груп сигналів ССУ

Після вибору кольорів для різних сигнальних груп, наступним етапом є задання часових циклів роботи світлофора. Значення для цих циклів ми визначаємо на основі наших спостережень за реальною картиною дорожнього руху, яка відображена на Рисунку 3.12.

Часові цикли грають важливу роль у регулюванні руху на перехресті, дозволяючи ефективно взаємодіяти різним категоріям учасників руху та оптимізувати пропускні можливості. Вони визначають тривалість кожної фази світлофорного циклу, забезпечуючи безпеку та оптимальну пропускну здатність перехрестя. Точне визначення цих циклів є важливим етапом у створенні ефективної та безпечної системи світлосигнального регулювання.

No	Name	Intergreens	Cycle time	Offset	Switch point
1	Signal program 1		120	0	0

Рис. 3.12 Налаштування довжини циклу ССУ

Завершивши визначення часових циклів для світлофора, наступним етапом є налаштування цих циклів Системи Світлосигнального Управління (ССУ) та їх взаєморегулювання для різних напрямків руху та класів учасників дорожнього руху, як це відображено на Рисунку 3.13.

Це важливий крок, оскільки ефективне взаємодіюче регулювання циклів дозволяє оптимізувати рух транспорту в різних напрямках та забезпечити рівномірність пропуску учасників руху. Врахування різних класів транспортних засобів та їхніх характеристик руху допомагає забезпечити ефективне та безпечне функціонування світлосигнальної системи на перехресті.

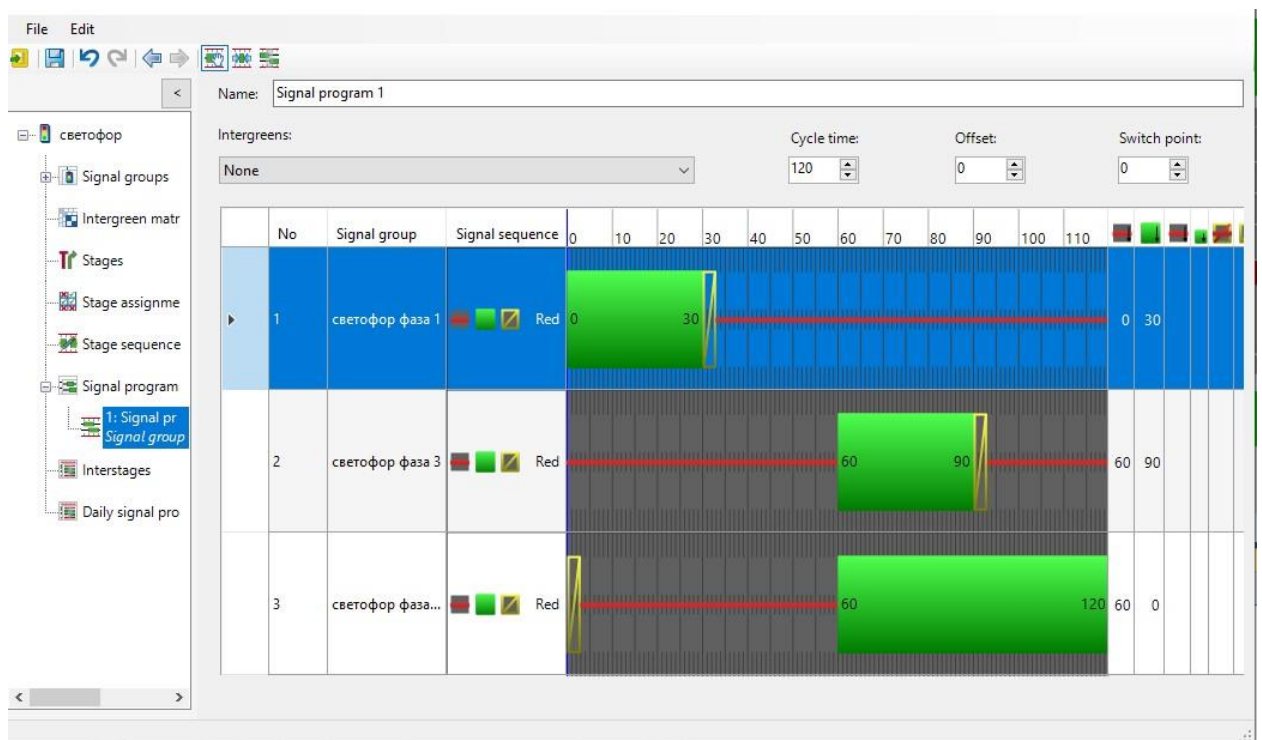


Рис. 3.13 Налаштування часу та черговості сигналів ССУ

Закінчивши налаштування Системи Світлосигнального Управління (ССУ), ми можемо включати її в нашу модель для потрібних нам напрямків руху, як це показано на Рисунках 3.14-3.15.

Цей етап є ключовим у процесі імітаційного моделювання, оскільки введення ССУ визначає реальне вплив світлофора на рух транспортних потоків та учасників дорожнього руху на перехресті. Додавання цієї інформації у модель дозволяє точніше відтворити реальні умови та взаємодії на перехресті, враховуючи всі налаштування, здійснені для оптимізації безпеки та ефективності дорожнього руху.

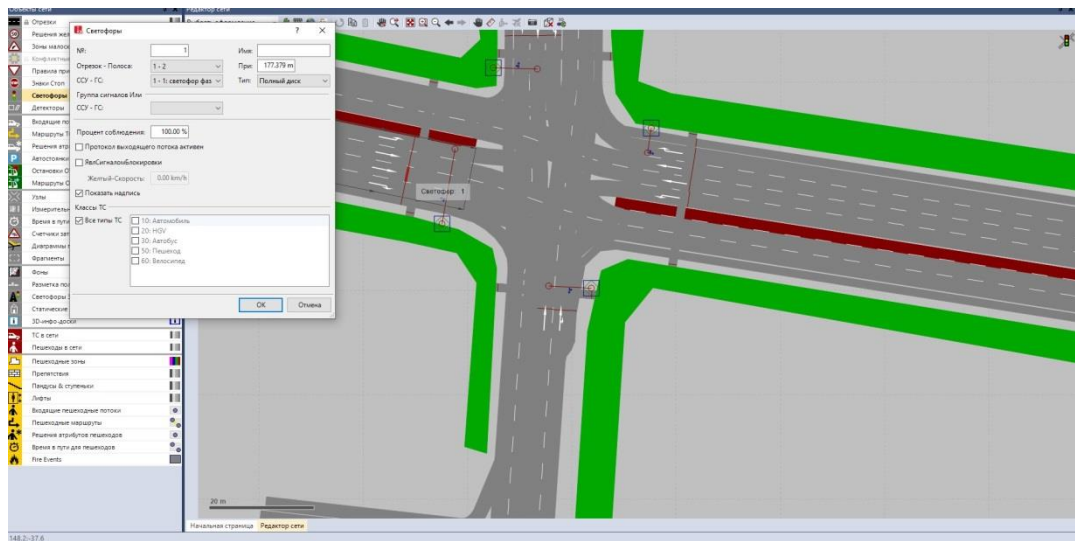


Рис. 3.14 Приклад вибору групи сигналів для конкретного напрямку руху

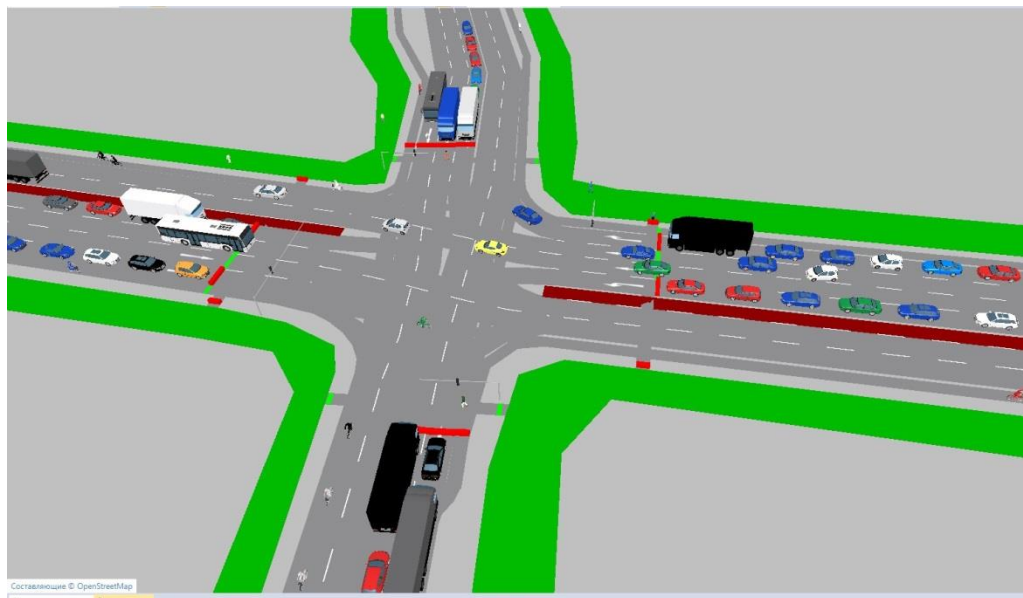


Рис. 3.15 Готова модель з функціонуючими ССУ

Завершили налаштування Системи Світлосигнального Управління (ССУ).

Цей етап є критичним для впровадження розробленої моделі в реальні умови та дозволяє забезпечити оптимальне функціонування світлофора на перехресті. Готова модель із врахуванням налаштувань ССУ є потужним інструментом для прогнозування руху транспортних потоків, оцінки безпеки дорожнього руху та визначення ефективних заходів для оптимізації дорожньої інфраструктури.

3.4 Безпека на перехресті та моделювання пішохідного і велосипедного руху

У зв'язку зі зростанням популярності велосипедного та пішохідного руху у всьому світі виникає важливе питання створення відповідної інфраструктури у містах. На жаль, наразі велика частина міст має низький рівень розвитку велосипедної інфраструктури, що змушує учасників руху переміщуватися у спільному потоці з автомобільним транспортом, при цьому стикаючись із ризиками, пов'язаними з маневруванням та проїздом перехресть.

Схожа ситуація виникає із пішим рухом, де низька якість тротуарів та відсутність поваги з боку водіїв автомобілів призводять до значної кількості дорожньо-транспортних пригод, в яких постраждали велосипедисти та пішоходи.

Особливо гостро це питання стоїть при проходженні перехресть, які виступають ключовими точками перетину маршрутів різних учасників дорожнього руху, утворюючи тим самим велику кількість конфліктних зон (див. Рис. 3.3).

Саме тому для поліпшення безпеки при проходженні перехресть був розроблений проект організації дорожнього руху з розведенням потоків

транспорту з метою зменшення кількості конфліктних зон між різними учасниками дорожнього руху (див. Рис. 3.16).

У рамках цього проекту передбачено створення додаткових тротуарів та велосипедних доріжок, які будуть відокремлені від автомобільних шляхів, забезпечуючи безпечний рух для пішоходів та велосипедистів. Також передбачено заходи щодо збільшення об'єму зелених зон та облаштування спеціальних місць для відпочинку та відновлення екологічного балансу.

Цей інтегрований підхід має на меті не лише покращити безпеку на дорогах, але й створити комфортне та екологічно чисте міське середовище для усіх його мешканців.

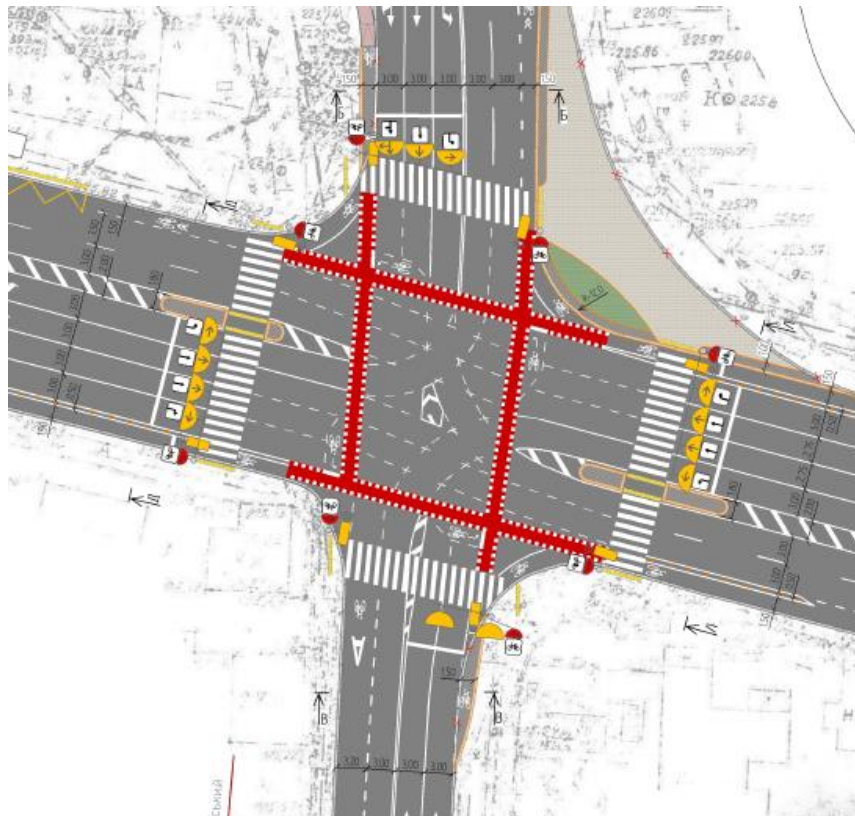


Рис. 3.16 План ОДР на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської

У рамках даного проекту було розроблено алгоритм організації руху на перехресті, враховуючи особливості цього транспортного вузла. З метою забезпечення безпеки та ефективності руху велосипедного транспорту йому

відведена окрема смуга руху. Ця смуга перетинається з автомобільним транспортом лише на вулиці Покровській, де ширина дорожнього полотна обмежена, що обумовлено недостатньою просторовою широтою.

Додаткове розмежування руху здійснюється за допомогою світлофорних об'єктів, які не лише фізично унеможливають взаємодію автомобільного та велосипедного транспорту, але й ефективно відокремлюють небезпечний лівий поворот (див. Рис. 3.17).

Цей підхід враховує як просторові обмеження, так і безпекові аспекти, забезпечуючи плавний та безпечний перехід велосипедистів через перехрестя. Додатково впроваджені заходи контролю світлофорних систем сприяють відсутності конфліктів між різними видами транспорту.

Це вдосконалення дорожнього руху сприяє покращенню безпеки всіх учасників, зменшенню ризиків та оптимізації транспортного потоку в даному місцевості. Такий підхід не лише розв'язує конкретні проблеми перехрестя, а й покликаний служити прикладом для ефективного організованого руху у містах загалом.

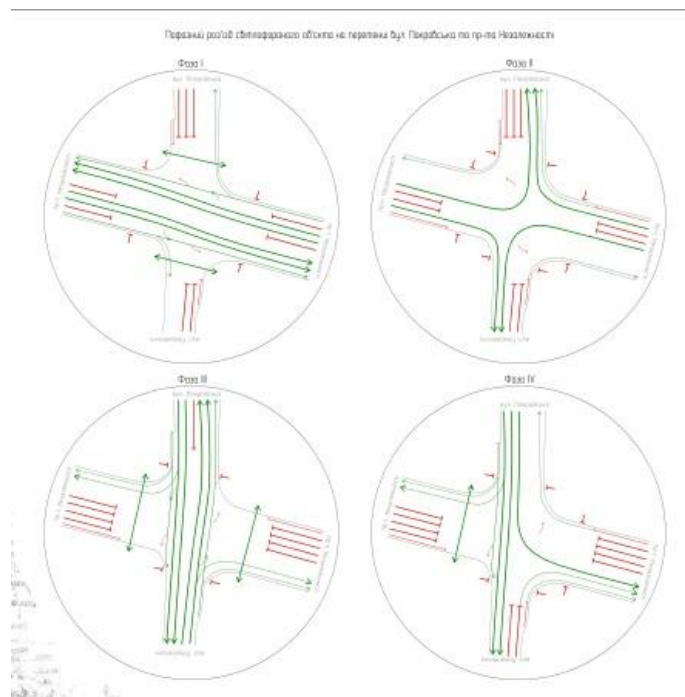


Рис. 3.17 Розмежування видів транспорту за допомогою світлофорних об'єктів

Необхідним етапом у процесі розробки моделі є дотримання геометричних особливостей рухових смуг. У контексті цього проекту виникла необхідність у врахуванні ширини дорожнього полотна та невеликих радіусів поворотів (див. Рис. 3.18).

Запропоновано прийняти оптимальну ширину дорожнього полотна з урахуванням специфіки місцевості та планування дорожньої інфраструктури. Це дозволить забезпечити зручні умови для руху усіх видів транспорту, включаючи велосипедистів, автомобілі та пішоходів.

Доцільно також ретельно розглянути вибір невеликих радіусів поворотів, щоб оптимізувати транспортний потік та забезпечити безпечний та плавний рух на перехрестях. Це може включати в себе впровадження технічних рішень, таких як додаткові зони розгортання або правильне планування кутів поворотів.

Ці аспекти геометричної конфігурації доріг та перехресть є ключовими для створення безпечної та функціональної транспортної інфраструктури. Збалансоване врахування цих факторів сприятиме ефективному та безпечному взаємодії всіх учасників дорожнього руху, а також покращить загальний комфорт міського середовища.

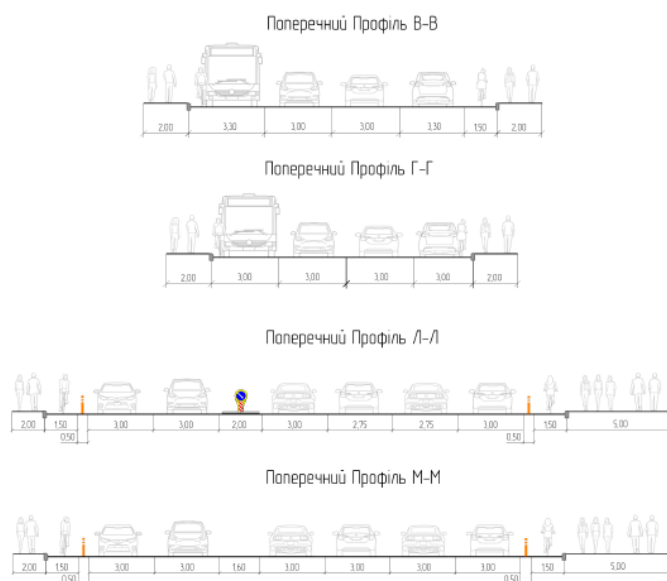


Рис. 3.18 Профіль смуг руху

Зниження радіусів поворотів має обґрунтування в потребі обов'язкового зниження швидкості для забезпечення безпечного проходження повороту. На поворотах з великим радіусом автомобілі зазвичай набирають високу швидкість, що створює менш безпечні умови для пішоходів на переходах через високі швидкості руху транспортних засобів та обмежений час для оцінки ситуації.

Внаслідок такої реорганізації дорожнього руху очікується зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод, в яких бере участь автомобільний та велосипедний транспорт. Крім того, ця ініціатива призведе до розвантаження транспортного вузла завдяки більш організованому русі на перехресті.

У змінах, внесених в організацію дорожнього руху, пішохідний рух залишається практично незмінним, основні зміни стосуються автомобільного і велосипедного транспорту. Це забезпечує стабільність для пішоходів та дозволяє їм користуватися зручними переходами з мінімальними змінами в порівнянні з існуючою системою.

Для введення пішохідного руху у модель необхідно врахувати та визначити зони пішохідного руху (див. Рис. 3.19). Це дозволить врахувати потреби пішоходів та забезпечити їм безпечний та комфортний перехід через дорогу в умовах нової організації дорожнього руху.



Рис. 3.19 Зони пішохідного руху

На аналогії з введенням автомобільного та велосипедного транспорту у модель, тепер додаються вхідні потоки та маршрути для пішоходів (див. Рис. 3.20). Це означає визначення оптимальних траєкторій та зон для безпечного та зручного пересування пішоходів в обраному транспортному вузлі.

З урахуванням пішохідних потоків в проєкті передбачено ретельне планування пішохідних переходів та визначення їхніх оптимальних місць розташування. Це сприятиме створенню безпечних та зручних умов для пішоходів та дозволить їм безперешкодно перетинати транспортний вузол.

Додавання пішохідних маршрутів у модель сприяє повноті та комплексності планування дорожнього руху в даній місцевості. Врахування потреб та безпеки всіх видів учасників руху, включаючи пішоходів, є важливим кроком у створенні більш безпечного та функціонального транспортного середовища в даному регіоні.

Ці інтеграції дозволяють моделі більш точно відтворювати реальні умови руху та взаємодії усіх учасників дорожнього руху, що служить ключовим аспектом в плануванні та оптимізації транспортних систем.

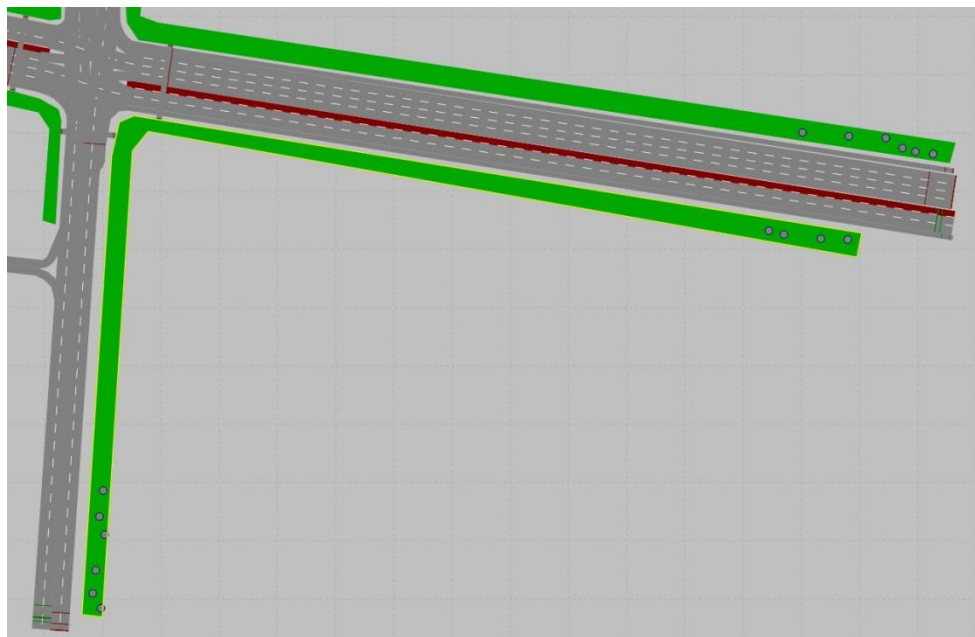


Рис. 3.20 Маршрути руху пішоходів у моделі

Після успішного введення вхідних потоків та маршрутів для різних видів транспорту, наступним етапом залишається лише включення в модель пішохідних переходів (див. Рис. 3.21), які обладнані світлофорними об'єктами. Ця ініціатива має на меті забезпечення безпечного та організованого руху пішоходів через транспортний вузол.

Додавання пішохідних переходів передбачає ретельний аналіз та визначення оптимальних місць для їх розташування. Світлофорні об'єкти будуть надавати необхідні сигнали та вказівки для безпечного переходу через дорогу.

У контексті пішохідних переходів, також важливо задати пріоритети руху у конфліктних зонах, де перетинаються різні види транспорту. Це сприятиме уникненню можливих конфліктів та забезпечить гармонійний рух усіх учасників дорожнього руху.

Ці останні кроки у впровадженні пішохідних переходів дозволяють створити повноцінну транспортну модель, яка враховує всі основні аспекти руху в даному транспортному вузлі. Такий комплексний підхід є важливим для забезпечення безпеки та ефективності дорожнього руху в міському середовищі.

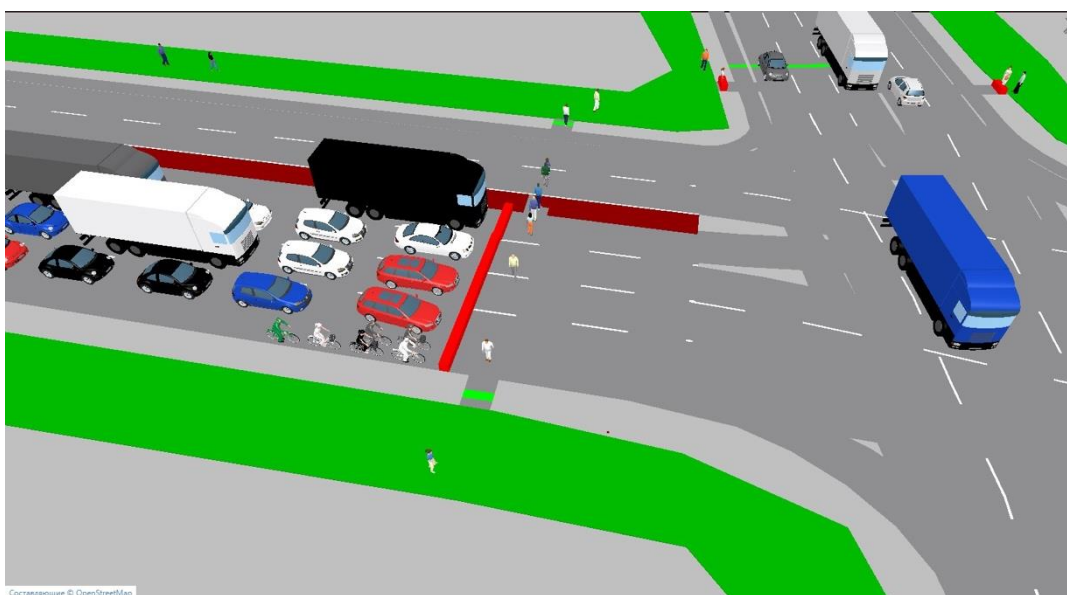


Рис. 3.21 Завершена модель організації руху на перехресті

На поточному етапі можна вважати, що модель успішно завершена. Цей важливий момент включає в себе впровадження всіх компонентів та параметрів, необхідних для реалістичного відтворення дорожнього руху в обраному транспортному вузлі. Всі вхідні потоки, маршрути та зони безпеки були ретельно розглянуті та враховані.

Важливо зазначити, що завершення моделювання не означає завершення процесу вдосконалення та оптимізації. Модель може використовуватися як інструмент для подальших досліджень, аналізу різних сценаріїв та вдосконалення транспортних стратегій.

Додатково, можна розглядати можливість розширення моделі або додавання нових елементів, що враховуватимуть зміни в умовах дорожнього руху та вимоги міського планування. Такий підхід сприяє сталому розвитку моделі та її адаптації до змінних умов.

Отже, завершення моделі є лише відміткою на шляху до подальших досліджень та вдосконалень, спрямованих на створення безпечніших, ефективніших та більш стало-розвинених транспортних систем у містах.

Висновки до Розділу 3

Узагальнюючи, розроблений проект організації дорожнього руху визначає важливі аспекти для покращення безпеки та ефективності перехрестя. Інтеграція велосипедних та пішохідних шляхів, розділення транспортних потоків за допомогою світлофорів та врахування геометричних особливостей руху створюють умови для збалансованого та безпечного руху у міському середовищі. Проект враховує інтегрований підхід до розвитку інфраструктури, що сприяє створенню комфортного та екологічно чистого міста для всіх його мешканців.

РОЗДІЛ 4 ЗАГАЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРОЕКТУ

4.1 Висновки з аналізу безпеки руху велосипедистів, пішоходів та автомобілів на перехресті

Після аналізу дорожньо-транспортних пригод на перехресті проспекту Незалежності та вулиці Покровської виявлено кілька критичних проблем. Нерідко сталося зіткнення пішоходів та велосипедистів з автотранспортом, особливо при повороті направо, коли існує ризик сліпих зон автомобілів. Також виявлено значні затримки під час проходження перехрестя та відсутність інфраструктури для велосипедистів. Окрім цього, була відзначена необхідність оптимізації дорожнього руху.

На основі цих висновків був розроблений проект організації дорожнього руху, спрямований на вирішення безпекових питань та оптимізацію транспортного потоку. Цей проект містить низку заходів, спрямованих на підвищення безпеки, включаючи заходи щодо уникнення конфліктів із вантажним транспортом та зменшення часу очікування на перехресті. Крім того, план передбачає створення відповідної велосипедної інфраструктури, що допоможе покращити умови для руху велосипедистів та пішоходів на даному перехресті.

4.2 Рекомендації для покращення безпеки на перехресті

У цьому дослідженні був представлений проект перехрестя проспекту Незалежності та вулиці Покровської, включаючи ряд пропозицій для покращення організації дорожнього руху. Серед запропонованих ініціатив:

1. Впровадження фаз світлофора. Рекомендується визначити фази світлофора, які виключають можливість перетину різних видів транспорту одночасно. Це дозволить уникнути конфліктів та підвищить загальний рівень безпеки на перехресті.

2. Зменшення радіусів поворотів. Запропоновано зменшити радіуси поворотів для здійснення примусового зниження швидкості транспортних засобів. Це сприятиме безпечнішому проходженню поворотів та вирішенню проблеми високої швидкості на великих радіусах.
 3. Розділення потоків руху. Пропонується розділити потоки транспорту, визначивши окремі смуги для руху прямо та виконання поворотів. Це сприятиме ефективнішому управлінню транспортним потоком та уникненню конфліктів між різними напрямками руху.
 4. Введення велосипедних доріжок. Запропоновано врахувати окремі велосипедні доріжки, які не перетинаються з автомобільними смугами. Ці заходи забезпечують безпечний та комфортний рух велосипедистів, відокремлюючи їх від автомобільного транспорту.
- Ці ініціативи спрямовані на покращення безпеки, ефективності та комфорту всіх учасників дорожнього руху на даному перехресті.

Висновки до Розділу 4

Висновки з аналізу та розробленого проекту для перехрестя проспекту Незалежності та вулиці Покровської вказують на необхідність негайних заходів для поліпшення безпеки та ефективності дорожнього руху. Впровадження велосипедних доріжок, фаз світлофора, зменшення радіусів поворотів і розділення потоків руху спрямовані на зменшення конфліктів та оптимізацію транспортного потоку, що в цілому підвищить безпеку та комфорт учасників руху на даному перехресті.

Загальні висновки

В результаті дослідження безпеки руху на перехресті проспекту Незалежності – вул. Покровська в місті Житомир було проведено комплексний аналіз, охоплюючи такі аспекти як безпека лівих поворотів автомобілів, безпека велосипедистів та статистика дорожньо-транспортних пригод (ДТП).

У результаті аналізу безпеки автомобілів, здійснюючих лівий поворот, виявлено фактори ризику, такі як недотримання правил дорожнього руху, виїзд на перехрестя на заборонний сигнал світлофора, ненадання пріоритету велосипедному транспорту та пішоходам, недостатня видимість у велосипедистів і пішоходів у темну пору доби, відсутність відповідної інфраструктури.

Дослідження безпеки руху велосипедистів підтвердило необхідність покращення інфраструктури, включаючи створення велосипедних доріжок та введення додаткових засобів безпеки. Необхідно акцентувати увагу на дотриманні ПДР як велосипедистами, так і автомобільним транспортом. Одним із шляхів підвищення видимості велосипедистів є використання світлоповертальних жилетів, габаритних ліхтарів (маячків).

Статистичний аналіз ДТП надав важливу інформацію про тенденції та частоту аварій, що дозволило визначити пріоритетні напрямки для подальших заходів з покращення безпеки на даному перехресті, такі як розвиток інфраструктури для велосипедного транспорту та пішоходів, розведення транспортних потоків по напрямкам, зменшення кількості конфліктних зон між пішоходами, автомобільним транспортом та велосипедистами, розробка нових алгоритмів світлофорного регулювання.

В цілому, робота виконала поставлені завдання, і висновки та рекомендації можуть слугувати основою для подальших заходів щодо підвищення рівня безпеки дорожнього руху на вказаному перехресті в місті Житомир.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/12/19.pdf>
2. https://www.zhitomir.info/news_209566.htmlhttps://studfile.net/preview/5170756/page:2/
3. Організація та регулювання дорожнього руху : підручник / за заг. ред. В. П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. - К.: Знання України, 2011. - 467 с.
4. <http://www.tk307.in.ua/wp-content/uploads/2018/03/proekt-DSTU-po-Intensivnosti-ruhu.pdf>
5. <https://repository.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/fe373630-954e-4951-9b6d-1141b61be7e8/content>
6. <https://eprints.kname.edu.ua/24412/1/284-292D84D180DBCDBDBAD9ED09C.pdf>
7. <https://kmr.gov.ua/sites/default/files/3033-dodatok.pdf>
8. <https://ruporzt.com.ua/vlada/183321-u-zhitomir-na-perehrest-vul-pokrovskoyi-ta-prospektu-nezalezhnost-avtobus-zbiv-cholovka.html>
9. <https://www.youtube.com/watch?v=e2DlMmxRxws>
10. https://www.zhitomir.info/news_159240.html
11. http://diser.ntu.edu.ua/Hilevych_aref.pdf
12. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D1%8C%D0%BE-%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0#%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%94%D0
13. http://diser.ntu.edu.ua/Hilevych_dis.pdf
14. Абрамова Л.С. Аналіз методів визначення складу транспортного потоку / Л.С. Абрамова, І.С. Наглюк, Г.Г. Птиця // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2012. – № 17. – С. 35-41.

15. Fornalchyk, Y., Kernytsky, I., Hrytsun, O., & Royko, Y. (2021). Choice of the rational regimes of traffic light control for traffic and pedestrian flows. *Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 30.
16. Єресов В.І. Комплексна оцінка ефективності світлофорного регулювання на перехрестях / В.І. Єресов, О.В. Христенко // Вісник НТУ. – К., 2009. – № 19, ч. 2. – С. 72-77
17. Кір'янов О.Ф. Напрямки вирішення проблеми перевантаження транспортних вузлів ВДМ / О.Ф. Кір'янов, Г.Г. Переверзева // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. – Дніпропетровськ, 2011. – № 36. – С. 181-184.
18. Лагерева Р.Ю. Анализ алгоритмов оценки показателей функционирования регулируемых пересечений в условиях перенасыщения сети / Р.Ю. Лагерева, А.Г. Левашев // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сбор. докл. 8-ой междунар. конф. – СПб., 2008. – С. 110–117.
19. Коваленко Л.О., канд. техн. наук Анализ влияния дорожных факторов и информационных характеристик на величину пропускной способности автомобильных дорог
20. Малишев А.В. Врахування складу транспортного потоку при визначенні потоків насичення для світлофорного регулювання / А.В. Малишев, О.М. Дудніков, В.В. Нужний // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2010. – № 1(10). – С. 69-75.
21. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов: учебник для студентов вузов / Е.М. Лобанов. — М.: Транспорт, 1990. — 240 с.
22. Форнальчик Є. Ю. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах : монографія / Є. Ю. Форнальчик, І. А. Могила, В. Е. Трушевський, В. В. Гілевич ; за заг. ред Є. Ю. Форнальчи
23. Кристопчук М.Є.1 , Хітров І.О.1 , Цьонь О.П.2 , Почужевський О.Д.3
Дослідження координованого управління транспортними потоками в центральній частині міста