

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факкультет (ННІ) Механіко-технологічний

УДК

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету (Директор ННІ)
Механіко-технологічного
(назва факультету (ННІ))

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Транспортних технологій та засобів АПК
(назва кафедри)

Братішко В.В.
(підпис) (ПІБ)

Савченко Л.А.
(підпис) (ПІБ)

“ ”

2023р.

“ ”

2023р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Моделювання дорожньої мережі в центральній частині міста
Ладизин Вінницької області»

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
(код і назва)

Освітня програма Транспортні технології (та автомобільному транспорті)
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми
д.е.н.
Керівник магістерської роботи
к.т.н., доцент

Загурський О.М.
Савченко Л.А.

Виконав Плахтій О.О.

КИЇВ – 2023

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ІНН)

Механіко-технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Транспортних технологій та
засобів в АПК

С.М.Н. ДОНЕЦЬ

Савченко Л.А.

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис)

(ПБ)

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Плахтія Олександра Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»

(код і назва)

Освітня програма Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи «Моделювання дорожньої мережі в центральній
частині міста Лодіжсин Вінницької області».

затверджена наказом ректора НУБіП України від 05 вересня 2020 р. № 172 «З»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 20 листопада 2021 р.

(число, місяць, рік)

Вихідні дані до магістерської роботи

1. Загальна характеристика ТОВ «Автологістика»

2. Аналіз перевезень в умовах підприємства

3. Методика визначення економічної ефективності

4. Статті з обраної теми зі збірників наукових праць та журналів, довідники,
посібники та інтернет-ресурси.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Загальна характеристика ТОВ «Автологістика»

2. Сучасний стан теоретичних досліджень вантажних перевезень

3. Дослідження технологій перевезення легкових автомобілів автовозами

4. Безпека праці

Дата видачі завдання «01» вересня 2020 р.

Керівник магістерської роботи

Савченко Л.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Плахтія О.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. Аналіз досліджень транспортної мережі на вибраній ділянці м. Ладизин Вінницької області.....	6
1.1 Дослідження транспортної галузі України.....	6
1.2 Особливості функціонування автомобільного транспорту.....	7
1.3 Аналіз побудови або створення транспортної моделі руху.....	9
1.4 Географічне розташування та історичні відомості об'єкту дослідження.....	11
РОЗДІЛ 2. Аналіз транспортної моделі на досліджуваній ділянці.....	15
2.1 Заходи підвищення ефективності організації дорожнього руху.....	15
2.2 Ефективність заходів з організації дорожнього руху.....	16
2.3 Вибір об'єктів дослідження ВДМ м. Ладизин.....	20
2.4 Аналіз програмних забезпечень імітаційного моделювання дорожнього руху.....	28
2.5 Дослідження інтенсивності та миттєвої швидкості транспортного потоку у м. Ладизин.....	31
2.6 Розрахунок пропускної здатності та рівня завантаження.....	55
РОЗДІЛ 3. Розробка імітаційної моделі на досліджуваній ділянці.....	59
3.1 Розробка імітаційної моделі на перехресті вул. П. Кравчика та вул. Будівельників.....	59
3.2 Розробка імітаційної моделі на перехресті вул. Наконечного та вул. Будівельників.....	69
РОЗДІЛ 4. Організація охорони праці та навколишнього середовища.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Магістерська кваліфікаційна робота тема якої «Моделювання дорожньої мережі в центральній частині міста Ладжин Вінницької області».

Розрахунково-пояснювальна записка складається з 4 розділів і містить:

- 85 сторінок;
- 18 таблиць;
- 39 рисунків.

НУБІП України

Мета роботи - покращити організацію дорожнього руху та підвищити рівень безпеки вулично-дорожньої мережі (ВДМ) у місті Ладжин.

НУБІП України

Ключові слова: інтенсивність руху, перехрестя, PTV VISSIM, транспортні засоби, вулично-дорожня мережа

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУВБІП України

Актуальність роботи. Інтенсивність дорожнього руху в останні роки стрімко зростає, тому необхідно вирішувати питання, пов'язані з утриманням існуючої мережі доріг, створюючи при цьому приємні умови для всіх

НУВБІП України

учасників дорожнього руху. Одним із найефективніших способів обґрунтування проектних рішень для покращення управління дорожнім рухом – використання сучасних програм імітаційного моделювання дорожнього руху.

НУВБІП України

Мета роботи. Покращення організації дорожнього руху та підвищення рівня безпеки вулично-дорожньої мережі (ВДМ) у м. Ладижин.

НУВБІП України

Об'єкт дослідження. перехрестя доріг центральної частини м. Ладижин.

НУВБІП України

Предмет дослідження. Переобладнання вулично-дорожньої мережі, щодо поліпшення безпеки та підвищення ефективності організації дорожнього руху у м. Ладижин з використанням імітаційного моделювання.

НУВБІП України

Методи дослідження. Натурні, розрахунково-аналітичні спостереження та імітаційного моделювання із використанням PTV VISSIM.

НУВБІП України

Для досягнення поставленої мети дослідження необхідно вирішити наступні задачі:

НУВБІП України

1. Виконати аналіз структури вулично-дорожньої мережі та її елементів, а також заходів щодо підвищення ефективності організації дорожнього руху.

НУВБІП України

2. Обґрунтувати вибір елементів ВДМ м. Ладижин для подальшого дослідження.

НУВБІП України

3. Розглянути доцільність застосування до них наступних заходів ОДР: влаштування кільцевого перетину, встановлення світлофорного регулювання.

НУВБІП України

4. Розробити імітаційні моделі у середовищі PTV Vissim для обраних об'єктів.

НУВБІП України

РОЗДІЛ 1. Аналіз досліджень транспортної мережі на вибраній ділянці м. Ладизжин Вінницької області

1.1 Дослідження транспортної галузі України.

Транспортна галузь України відіграє важливу роль у розвитку економіки та забезпеченні зв'язку між різними регіонами країни. Вона включає широкий спектр видів транспорту, таких як автомобільний, залізничний, морський та повітряний.

Автомобільний транспорт є одним з найпопулярніших видів транспорту в Україні. Країна має розвинуту мережу автомобільних доріг, які з'єднують міста та населені пункти усіх регіонів. Однак, деякі дороги потребують ремонту та модернізації, оскільки стан деяких з них залишає бажати кращого [15].

Залізничний транспорт є важливою складовою транспортної системи України. Країна має розгалужену мережу залізниць, які з'єднують різні регіони і забезпечують вантажні та пасажирські перевезення. Однак, існують проблеми з шириною колій, що не дає змогу здійснювати перевезення з країнами ЄС.

Морський транспорт відіграє важливу роль у міжнародній торгівлі України через доступ до Чорного та Азовського морів. Українські морські порти обробляють значні обсяги вантажів, що сприяє розвитку економіки країни. Проте, існують проблеми з ефективністю роботи портів та необхідністю модернізації деяких інфраструктурних об'єктів. На даний час в умовах повномасштабного вторгнення росії до України не всі порти мають змогу працювати, але за допомогою західних партнерів розробили зернову транспортну угоду, яка допоможе країнам Півдня позбутися зернової кризи.

Повітряний транспорт в Україні також відіграє важливу роль у забезпеченні міжнародних зв'язків та пасажирських перевезень. Країна має кілька міжнародних аеропортів, що обслуговують регулярні польоти до різних

країн світу. Однак, зараз, аеропорти не працюють – це велика економічна криза для країни.

Україна також активно розвиває транспортну інфраструктуру, зокрема введенням швидкісних електричок та метро. Це сприяє поліпшенню мобільності населення та зменшенню транспортних заторів.

Однак, транспортна галузь України також стикається з деякими проблемами. Недостатня інвестиційна активність та недостатня увага до розвитку інфраструктури становлять виклики для подальшого розвитку транспортної галузі. Крім того, корупція та недосконалість правової бази також впливають на ефективність роботи транспортної системи [20].

Загалом, транспортна галузь України має свій потенціал та можливості для подальшого розвитку. Проте, необхідні цілеспрямовані зусилля влади та інвесторів для модернізації і покращення існуючих транспортних систем, забезпечення високої якості обслуговування та розвитку нових інфраструктурних проєктів. Я сподіваюсь, що в найближчому майбутньому Україна переможе та транспортна галузь України буде реалізовувати нові проєкти за допомогою інвестицій.

1.2 Особливості функціонування автомобільного транспорту

Особливості функціонування автомобільного транспорту включають ряд аспектів, які впливають на його ефективність, безпеку та сталість. Ось деякі з найважливіших особливостей:

- Гнучкість і мобільність: автомобільний транспорт надає можливість швидкого та гнучкого переміщення по різних маршрутах і в різних напрямках. Водії можуть вибирати оптимальні маршрути, об'їжджати перешкоди та змінювати напрямок руху в залежності від умов на дорозі та потреб [11];

- Індивідуальна мобільність: автомобілі надають свободу та незалежність в переміщенні, оскільки кожен водій може обрати власний час

виїзду, маршруту та призначення. Це особливо важливо для недоступних громадським транспортом або віддалених районів;

- **Перевезення великої кількості вантажу:** автомобільний транспорт дозволяє перевозити великі обсяги вантажів без необхідності використання додаткових перевантажувальних процесів. Вантажі можуть бути перевезені безпосередньо від джерела до пункту призначення;

- **Інфраструктура:** для функціонування автомобільного транспорту потрібна відповідна дорожня інфраструктура, включаючи дороги, мости, перехрестя, розв'язки, тунелі, місця для паркування тощо. Розвиток та підтримка цієї інфраструктури важливі для забезпечення безперервного руху транспорту;

- **Затримки та пробки:** збільшення кількості автомобілів на дорогах може спричиняти затримки та пробки, особливо у великих містах і години пік.

Це може призводити до збільшення часу пересування, затрат палива та негативного впливу на довкілля;

- **Вплив на навколишнє середовище:** використання автомобільного транспорту супроводжується викидами вихлопних газів та інших забруднюючих речовин, що можуть негативно впливати на якість повітря та довкілля;

- **Безпека:** автомобільний транспорт пов'язаний з ризиком дорожньо-транспортних пригод, що можуть призводити до травм і втрати життя. Забезпечення безпеки на дорогах є важливим аспектом функціонування автомобільного транспорту [21];

Враховуючи ці особливості, необхідно розробляти стратегії та політики, спрямовані на покращення функціонування автомобільного транспорту, включаючи розвиток інфраструктури, підтримку альтернативних видів транспорту та впровадження екологічно чистих технологій для зменшення негативного впливу на довкілля.

1.3 Аналіз побудови або створення транспортної моделі руху

Створення транспортної моделі руху є важливим етапом дослідження та аналізу транспортної системи. Цей процес передбачає побудову математичної або комп'ютерної моделі, яка відображає рух транспортних засобів і взаємодію дорожньої інфраструктури, щоб вивчити різні аспекти руху та здійснити прогнозування.

При побудові транспортної моделі руху враховуються такі фактори, як обсяги транспортного потоку, швидкість руху, пропускна здатність доріг, розташування перехресть, сигналізація, зупинки громадського транспорту, пішохідні зони та інші. Модель може включати як пасажирський, так і вантажний транспорт, з урахуванням різних видів транспортних засобів [14].

Для створення транспортної моделі руху використовуються різні методи і інструменти. Одним з них є імітаційне моделювання, яке дозволяє відтворити реальний рух транспорту на основі заданих параметрів і умов. Імітаційне моделювання залучає комп'ютерні програми, що відтворюють рух транспортних засобів у віртуальному середовищі.

Після створення транспортної моделі руху можна проводити різноманітні аналізи та симуляції для вивчення різних сценаріїв та варіантів. Наприклад, можна оцінити пропускну здатність доріг, затримки, час пересування, вплив різних змін у дорожній інфраструктурі на рух транспорту.

Створення транспортної моделі руху допомагає розуміти проблеми та виклики, що виникають у транспортній системі, та розробляти ефективні стратегії для покращення організації руху. Цей підхід дає можливість прогнозувати наслідки різних рішень і приймати обгрунтовані рішення для оптимізації транспортної інфраструктури та покращення руху транспорту.

Розглянемо етапи створення транспортної моделі руху:

1. Визначення мети та області застосування моделі: як перший крок, визначаємо для яких цілей ми створюємо транспортну модель руху. Це може

бути аналіз дорожнього руху, планування нової дороги або оцінка впливу змін у дорожній інфраструктурі [12].

2. Збір даних: потрібно зібрати необхідні дані для створення моделі, такі як обсяги транспортного потоку, швидкості руху, розташування доріг та перехресть, сигналізація, пішохідні зони та інші параметри, що впливають на рух транспорту [24].

3. Вибір методу моделювання: вибираємо метод моделювання, який найкраще відповідає вашим потребам. Це може бути математичне моделювання, імітаційне моделювання або гібридний підхід.

4. Визначення системи координат: встановлюємо систему координат, що відповідає географічному простору, який ви досліджуєте. Це дозволить коректно відобразити розташування доріг та інших об'єктів у моделі.

5. Розробка базової інфраструктури: створюємо основну структуру моделі, включаючи дороги, перехрестя, сигналізацію, пішохідні зони та інші елементи дорожньої інфраструктури.

6. Встановлення параметрів транспортних потоків: визначаємо обсяги транспортного потоку та швидкості руху для різних типів транспорту, що присутні у моделі.

7. Розміщення автомобілів і пішоходів: розміщаємо автомобілі та пішоходів на дорогах у відповідності з визначеними параметрами транспортних потоків.

8. Визначення правил руху: встановлюємо правила руху, які діють у вашій моделі, включаючи дотримання сигналів світлофорів, пріоритети руху, обмеження швидкості та інші правила.

9. Виконання моделювання: запускаємо модель і спостерігаємо за рухом транспортних засобів та пішоходів на основі встановлених параметрів та правил.

10. Збір результатів: збираємо дані про рух транспорту, затримки, швидкості, пропускну здатність та інші показники з моделі.

11. Аналіз результатів: проаналізуємо зібрані дані та визначимо ключові висновки щодо ефективності та функціонування транспортної системи.

12. Моделювання альтернативних сценаріїв: виконаємо моделювання різних сценаріїв, включаючи зміни в дорожній інфраструктурі, режимах руху, сигналізації тощо.

13. Оцінка ефективності варіантів: оцінюємо ефективність різних варіантів покращення транспортної системи на основі зібраних даних та результатів моделювання.

14. Розробка рекомендацій: розробляємо рекомендації для покращення функціонування транспортної системи, враховуючи аналіз результатів та оцінку ефективності варіантів.

15. Документація та звітність: зафіксуємо всі етапи створення транспортної моделі руху у документах та підготуйте звіт про проведені дослідження та отримані результати.

1.4 Географічне розташування та історичні відомості об'єкту дослідження

В даній магістерській роботі для дослідження обрали центральне перехрестя частини міста Ладжики, так як на даний момент мешкаю у вказаному місті.

Ладжин – це місто у Гайсинському районі Вінницької області в Україні, до 2020 року було самостійним та не належало району. Знаходиться в 110 кілометрах від обласного центру м. Вінниця. За даними на 01.01.2022 рік, населення міста становить близько 22,5 тисяч осіб. Це місто має свою багату історію, яка налічує кілька століть [3].

Перші згадки про Ладжин відносяться до XVII століття. За цей період місто було під владою різних держав і зазнавало численних перетворень. Воно було частиною Польсько-Литовської Королівської Конфедерації, Російської

імперії, Української Народної Республіки та інших політичних утворень, що впливали на його розвиток.

Ладижин також має важливе географічне розташування. Він знаходиться на південному сході Вінницької області, поблизу річки Південний Буг.

Місто має зручну транспортну доступність, оскільки проходять через нього автомобільні та залізничні шляхи, що забезпечують зв'язок з іншими населеними пунктами регіону та країни в цілому.

Ладижин також оточений живописними лісами та полями, що створює чудові умови для відпочинку та туризму.

Ладижин став важливим культурним і економічним центром Вінницької області, привертаючи увагу туристів та інвесторів.

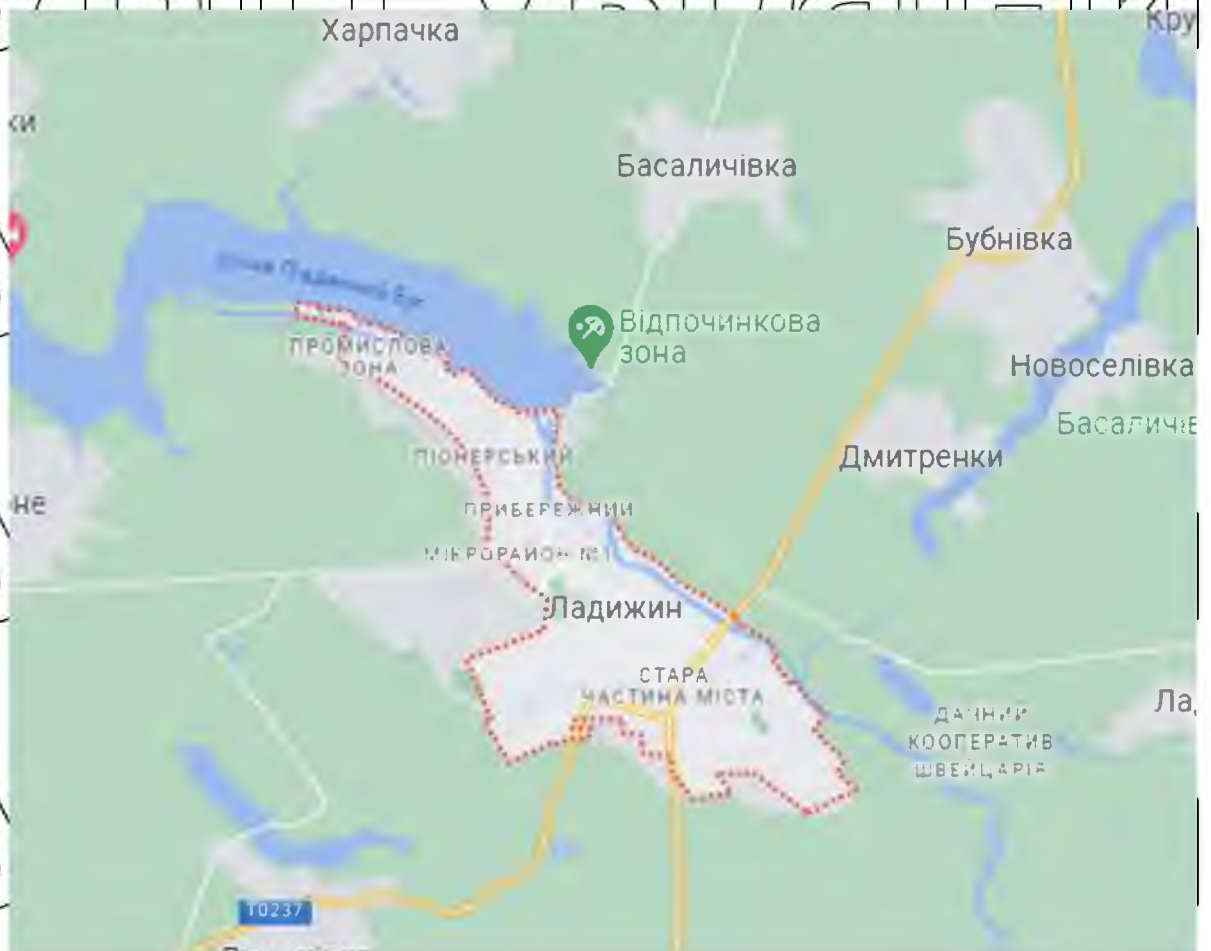


Рис. 1.1. Географічне розташування м. Ладижин на Google Maps

Мережа вулиць та доріг у Ладизині досить розвинена та дозволяє усім учасникам дорожнього руху дістатися в будь-яку частину міста. Для безпечного пересування пішоходів створені пішохідні доріжки паралельно дороги. Також на дорогах міста нанесена якісна дорожня розмітка та встановлені манекени біля пішохідних переходів навчальних закладів. У місті буде складно заблукати, так як на всіх перехрестях встановлені таблички з найменуванням та напрямком вулиць.

На центральних вулицях міста був проведений капітальний ремонт доріг з заміною дорожнього покриття та встановлення бордюрів. У місті є вулиці з пошкодженим дорожнім покриттям, на яких необхідно провести ямковий ремонт, а також вулиці з ґрунтовим покриттям, які потребують реконструкції. Влада піклується про мешканців міста та стан дороги кожного дня сучасними спеціалізованими автомобілями проводяться заходи прибирання та миття вулиць та пішохідних доріжок, а взимку прибирання снігу. Для зручності мешканців міста була побудована велосипедно-пішохідна доріжка з розміткою та знаками, яка дозволяє ладизжанам дістатися до міського пляжу на Південному Бузі.

Затори у місті бувають у години пік, коли мешканці міста добираються на роботу, зазвичай це відбувається в ранковий та вечірній час доби, а також на перетині з залізничними коліями, що зменшує ефективність транспортної мережі міста.

Розглянемо деякі пропозиції, для запобігання заторам у місті Ладизин:

- Зміна графіку роботи для промислових підприємств, щоб розвантажити транспортний потік по вулицям міста у години пік;
- Встановлення світлофорного регулювання на перевантажених перехрестях;
- Розробка програми спільного використання автомобілів, щоб зменшити кількість автомобілів на дорогах;
- Запровадження владою міста пільгових програм на купівлю велосипедів та електротранспорту, що зменшить викиди CO₂;

• Розширення деяких вулиць, для збільшення пропускної здатності та комфортності руху;
• Будівництво велосипедних доріжок для розвантаження дороги.

Отже, ці пропозиції допоможуть зменшити затори, CO2 та збільшити інтенсивність руху у місті.

Висновки до 1 розділу

У першому розділі магістерської роботи було проведено дослідження транспортної галузі України; функціонування автомобільного транспорту; проаналізовано етапи створення транспортної моделі руху; надано географічне розташування населеного пункту, а також надані кілька пропозицій, для запобігання заторам у місті.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. Аналіз транспортної моделі на досліджуваній ділянці

2.1 Заходи підвищення ефективності організації дорожнього руху

Організація дорожнього руху – це сукупність правових, технічних заходів спрямованих на забезпечення безпеки всіх учасників дорожнього руху [11].

Необхідність дослідження дорожнього руху, формування інформації про стан існуючої організації дорожнього руху і дані про інтенсивність, склад транспортних і пішохідних потоків, інша інформація про дорожній рух, надає елементи для аналізу на внесення коректив для поліпшення умов дорожнього руху.

Для підвищення ефективності дорожнього руху застосовують наступні

заходи:

- забезпечення транспортної інфраструктури для осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Цей захід надасть особам з обмеженими можливостями дістатися будь яких місць;

- впровадження сучасних технологій проектування та будівництва об'єктів дорожньо-транспортної інфраструктури з урахуванням найкращого міжнародного досвіду, в тому числі із застосуванням сучасних технологій інформаційного моделювання та/або інших технологій. Кабінет Міністрів України планує впровадити іноземні технології інформаційного моделювання, що надасть змогу проаналізувати;

- створення системи реєстрації місць концентрації дорожньо-транспортних пригод, аварійно-небезпечних ділянок та інформування учасників дорожнього руху про такі місця;

- удосконалення та збільшення кількості систем автоматичного зважування та камер фіксації швидкості [6];

- удосконалення системи страхування, що надасть населенню почуватися у місті безпечно.

2.2 Ефективність заходів з організації дорожнього руху

Оцінка ефективності заходів з організації дорожнього руху вимагає аналізу конкретних даних та показників, таких як: кількість дорожньо-транспортних пригод, кількість порушень правил дорожнього руху, швидкість руху, стан дороги, задоволеність громади тощо.

Для оцінки ефективності можна використовувати наступні критерії:

- Покращення безпеки пішоходів та велосипедистів: Заходи, спрямовані на забезпечення безпеки пішоходів та велосипедистів, можуть бути оцінені через зменшення кількості пригод та травм, які стали з цими учасниками дорожнього руху;

- Зниження кількості дорожньо-транспортних пригод. Аналіз зміни у мінімальності та тяжкості пригод може свідчити про успішність заходів з організації дорожнього руху;

- Зменшення часу затримок на дорогах: впровадження ефективних заходів може сприяти зменшенню заторів, що покращує швидкість руху та зручність для учасників дорожнього руху [17];

- Зміна швидкості руху, впровадження ефективних заходів може сприяти збільшенню швидкості на вимірювальних ділянках руху транспортних засобів;

- Зменшення порушень правил дорожнього руху. Моніторинг порушення правил дорожнього руху та відповідних штрафів може вказувати на ефективність заходів. Зниження кількості порушень може свідчити про покращення свідомості водіїв та дотримання правил;

- Зменшити негативний вплив транспортних засобів на навколишнє природне середовище насамперед у населених пунктах. При правильній організації зменшиться кількість несправних транспортних засобів та викиди CO₂;

• Поліпшити стан вулично-дорожньої мережі та дорожньої інфраструктури. При успішному впровадженні цього заходу поліпшиться стан ВДМ та дорожньої інфраструктури

Важливо досягти того, що оцінка ефективності заходів з організації дорожнього руху потребує об'єктивних даних і тривалого періоду спостереження для збирання та аналізу відповідної інформації. Проведення регулярних оцінок та моніторингу може допомогти виявити ефективність заходів та внести корективи в стратегії організації дорожнього руху для досягнення кращих результатів.

Реалізація цих заходів має здійснюватися за рахунок коштів державного дорожнього фонду, що передбачаються у Державному бюджеті України на відповідний рік для фінансового забезпечення заходів із забезпечення безпеки дорожнього руху, а також інвестицій [10].

Економічна оцінка заходів дорожнього руху включає аналіз витрат та користі від різних стратегій та ініціатив, спрямованих на вдосконалення транспортних систем. Це важливий аспект у плануванні та прийнятті рішень, що дозволяє оцінити ефективність та сталий розвиток транспортного сектору.

Деякі аспекти, які враховуються в економічній оцінці:

1. Витрати на будівництво та інфраструктуру: визначаються витрати на будівництво та покращення доріг, мостів, тротуарів, світлофорів та іншої необхідної інфраструктури. Враховуються як прямі витрати на матеріали та працю, так і операційні витрати на обслуговування та ремонт.

2. Експлуатаційні витрати: оцінка враховує витрати на щоденну експлуатацію транспортної інфраструктури, включаючи обслуговування доріг, сигнально-освітлювального обладнання, дорожнього смуги, патрулювання та технічне обслуговування.

3. Витрати на енергопостачання: економічна оцінка може включати також витрати на енергопостачання транспортних систем, зокрема паливо для транспортних засобів та електроенергію для систем освітлення та сигналізації.

4. **Оперативні витрати:** визначаються операційні витрати, пов'язані з управлінням транспортною системою, включаючи витрати на утримання світлофорів, систему контролю руху, вуличне освітлення, диспетчерські послуги та інші.

5. **Прибутковість та продуктивність:** враховуються економічні вигоди від покращення дорожнього руху, такі як підвищення швидкості, зниження затримок, покращення доступності та зручності для користувачів транспортної системи. Оцінити також можливості для розвитку торгівлі, туризму та інших галузей, які можуть залежати від ефективності транспортної системи.

6. **Оцінка впливу на бізнес:** економічна оцінка може включати аналіз впливу заходів дорожнього руху на бізнес-середовище, зокрема на логістику, постачання, ринки праці та інвестиції.

Економічна оцінка заходів дорожнього руху дозволяє прийняти обґрунтовані рішення та планувати інвестиції в транспортну інфраструктуру. Вона дозволяє оцінити вартість та використовувати різні варіанти стратегій, зокрема розробити плани оптимізації руху, впровадження нових технологій, розвитку громадського транспорту та інших заходів, спрямованих на покращення транспортної системи. Це надасть можливість оцінити витрати та вкладення від різних стратегій, а також дозволить забезпечити основу для ефективного використання ресурсів та досягнення сталого розвитку транспортної системи.

На даному етапі не менш важливим є також екологічні заходи, які мають покращити екологічні показники. Екологічна оцінка заходів дорожнього руху включає оцінку впливу різних заходів та стратегій на довкілля та забруднення навколишнього середовища. Це важливий аспект у проектуванні транспортних систем та розробці політики з метою зменшення негативного впливу транспорту на довкілля [13].

Для екологічної оцінки заходів дорожнього руху використовують різні методики та інструменти. Деякі з них включають:

1. Викиди шкідливих речовин: аналіз впливу дорожнього руху на якість повітря включає викидів вуглецю, оксидів азоту, фтору і вуглеводнів та інших шкідливих речовин. Це може включати викиди від автомобілів, дизельних двигунів, транспортних засобів громадського транспорту тощо.

2. Альтернативні джерела енергії: впровадження екологічно чистих джерел енергії, таких як електричні автомобілі або водневі паливні елементи, може значно зменшити негативний вплив дорожнього руху на довкілля. Оцінка ефективності цих альтернативних джерел енергії розширює їх вигоди та переваги.

3. Шум та вібрація: екологічна оцінка також може включати оцінку впливу шуму та вібрації від дорожнього руху на мешканців та екосистеми. Це може включати врахування рівнів шуму, викликаних транспортними засобами, та вплив на тваринний та рослинний світ.

4. Використання земельних ресурсів: оцінка може включати також вплив дорожнього руху на використання земельних ресурсів, зокрема для будівництва доріг та інфраструктури. Це може охопити втрату природних екосистем, знищення природних місць і розорення ландшафту.

5. Аналіз споживання ресурсів: дорожній рух також вимагає великої кількості ресурсів, таких як паливо, енергія та матеріали для будівництва та утримання інфраструктури. Оцінка споживання ресурсів на роботі над ефективністю використання ресурсів та знайти шляхи їх зменшення.

6. Соціальний вплив: екологічна оцінка може включати також аналіз соціального впливу дорожнього руху на місцеву спільноту. Це може включати оцінку доступності транспорту для різних груп населення, включаючи людей з обмеженими можливостями, а також вплив на якість життя, здоров'я та безпеку громадян [5].

Враховуючи результати екологічної оцінки, можна розробити та впровадити заходи для покращення екологічної стійкості транспортної системи. Це можуть бути заходи щодо підвищення енергоефективності транспортних засобів, розвитку громадського транспорту, зниження рівня

вібрації та шуму, зменшення викидів CO₂, впровадження «зелених» технологій та інших ініціатив, спрямованих на зменшення впливу дорожнього руху на навколишнє середовище. Вона ухвалить розумні рішення та розробить стратегії зменшення негативного впливу транспортних систем на довкілля та підвищення їх екологічної стійкості.

2.3 Вибір об'єктів дослідження ВДМ м. Ладижин

Розглядаючи організацію дорожнього руху, варто відзначити, що найбільші труднощі виявляються на перехрестях вулиць міста Ладижин. Ці перехрестя є «вузькими місцями» у вулично-дорожній мережі, тому саме тут виникає потреба в ефективному регулюванні транспортних та пішохідних потоків.

Перехрестя є критичними точками, де взаємодіють різні види транспорту, а також пішоходи. Швидкість обслуговування цих потоків стає вирішальним фактором для забезпечення плавного та безперервного руху. Однак, через обмежену пропускну здатність перехрестя, виникають проблеми із затримками, переповненням транспорту та пішоходів, а також зменшенням швидкості руху.

Для подолання цих труднощів важливо використовувати ефективні методи регулювання руху, такі як світлофори, дорожні знаки, розмітка та інші засоби. Оптимізація розташування та синхронізація світлофорів, врахування потоків руху за допомогою датчиків, розробка оптимальних маршрутів транспортних засобів – це лише кілька засобів, які допомагають забезпечити ефективну організацію руху на перехрестях.

Крім того, необхідно забезпечити безпечні умови для пішоходів, шляхи переходу, встановлення пішохідних світлофорів та тротуарів. Це допоможе зменшити ризик ДТП та підвищити пішохідну доступність.

Взагалі, рішення проблем, пов'язаних з організацією руху на перехрестях, потребує комплексного підходу та врахування різних факторів,

як потоки факторів транспорту, ходу, часові інтервали та інші. Ще шляхом остаточного аналізу та застосування відповідних стратегій можна досягти ефективної та безпечної організації руху на перехрестях.

Для вирішення проблем та вибору об'єктів ВДМ прийняли рішення застосувати оцінку небезпечності ділянок дороги методом підсумкового коефіцієнту аварійності. Цей аналіз дозволяє знайти найнебезпечнішу ділянку дороги за допомогою підсумкових коефіцієнтів аварійності, застосувати ключові фактори та вагомість їх впливу в контексті досліджуваних перехресть [2].

Коефіцієнти безпеки – це співвідношення кількості ДТП при тому або іншому розмірі елемента плану і профілю до кількості подій на еталонній прямій ділянці дороги з проїжджою частиною шириною 7,5 м. і з твердими широкими обочинами на прямій горизонтальній ділянці дороги. Коефіцієнти безпеки приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Коефіцієнти безпеки

Коефіцієнт	Значення		
	1	2	3
k1 (інтенсивність руху авт./добу)	0,75 (3000)	1,1 (5000-7000)	0,75 (3000)
k2 (ширина проїжджої частини, м)	1,0 (7,5)	1,0 (7,5)	1,0 (7,5)
k3 (ширина узбіччя, м)	-	-	-
k4 (поздовжній ухил, %)	0,5 (10)	-	1,0 (20)
k5 (радіус кривих в плані, м)	-	1,6 (400-600)	-
k6 (видимість дороги, м)	1,7 (300)	2,25 (200)	1,7 (300)

Продовження таблиці 2.1

k7 (довжина прямих ділянок, км)	0,7 (2,0)	0,1 (0,2)	1,0 (3,0)
k8 (перетинання в одному рівні при інтенсивності руху по головній дорозі, авт./доб.)	3 (3500-5000)	4 (5000-7000)	3 (3500-5000)
k9 (тип перетинання дороги)	3,0 (10-20)	4,0 (20)	3,0 (10-20)
k10 (видимість перетинання в одному рівні з дорогою, яка примикає, м)	1,0 (≥60)	1,0 (≥60)	1,0 (≥60)
k11 (кількість смуг руху на проїзній частині)	1,0 (2)	1,0 (2)	1,0 (2)
k12 (відстань від забудови до проїзної частини, м)	7,5	10	7,5
k13 (характеристика покриття, коефіцієнт зчеплення)	1,3 чисте, сухе	1,3 чисте, сухе	1,3 чисте, сухе
k14 (довжина населеного пункту, км)	1,7 (2)	1 (0,5)	2,2 (3)

Підсумковий коефіцієнт аварійності обчислюється за формулою 2.1, як перемноження коефіцієнтів, що враховують вплив окремих елементів траси:

$$k_{\text{підс}} = k_1 * k_2 * k_3 * \dots * k_n \quad (2.1)$$

де k_1, k_2, k_3, k_n - особисті коефіцієнти аварійності

Особисті коефіцієнти аварійності, що входять в формулу від k_1 до k_{14} , значення яких були встановлені по українським та зарубіжним статистичним даним, враховують вплив інтенсивності руху і елементів плану, повздовжнього і поперечного профілів дороги, придорожньої смуги. Серед

коэффициентів відсутній коефіцієнт, що враховує швидкість руху, оскільки її вплив побічно врахований у значеннях інших коефіцієнтів.

Визначаємо підсумковий коефіцієнт для кожної ділянки дорogi за формулою 2.1:

$$k_{\text{підс1}} = 0,75 * 1 * 0,5 * 1,7 * 0,7 * 3 * 3 * 1 * 1 * 7,5 * 1,7 * 1,3 = 66,56$$

$$k_{\text{підс2}} = 1,1 * 1 * 1,6 * 2,25 * 0,1 * 4 * 4 * 1 * 1 * 10 * 1 * 1,3 = 82,36$$

$$k_{\text{підс3}} = 0,75 * 1 * 1 * 1,7 * 1 * 3 * 3 * 1 * 1 * 7,5 * 2,2 * 1,3 = 246,13$$

Результати значень коефіцієнтів аварійності оформлюємо у вигляді лінійного графіку (рис. 2.1). Під час побудови графіків аналізують план і подовжній профіль дорogi по кожному з показників, наведених у таблиці 2.1, та враховуємо відповідний окремий коефіцієнт аварійності. Перемноження по вертикалі для кожної ділянки всіх коефіцієнтів дає значення підсумкового коефіцієнта аварійності.

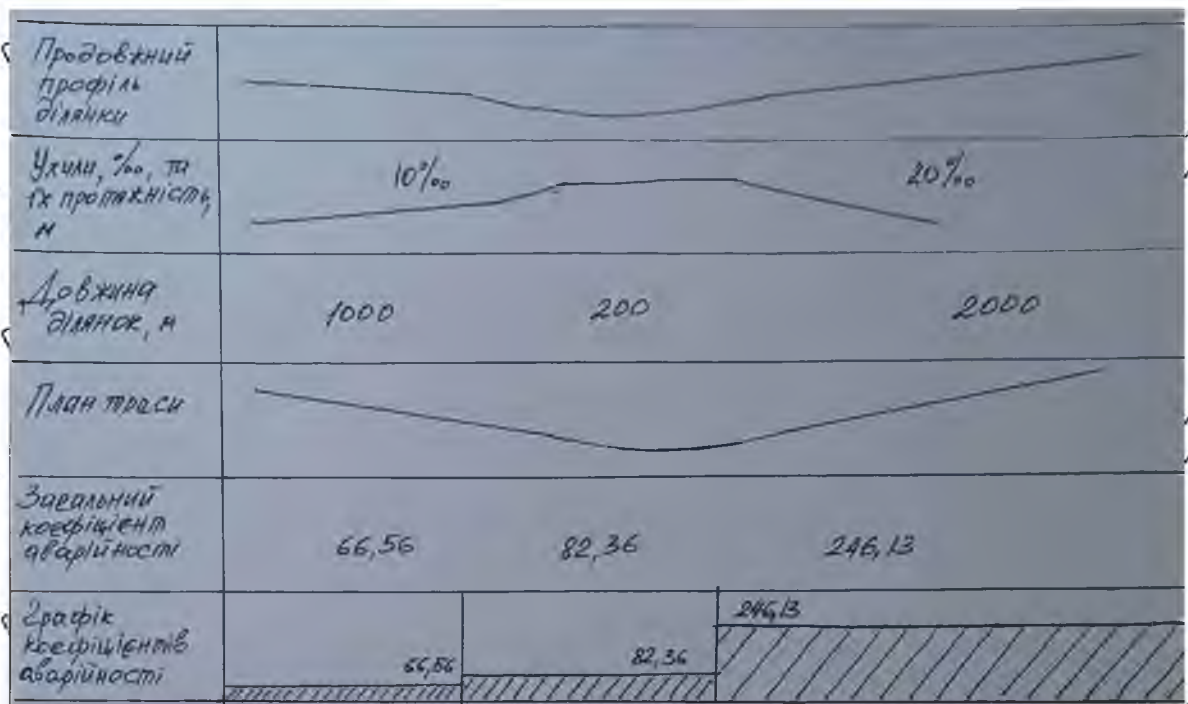


Рис. 2.1 Лінійний графік коефіцієнтів аварійності

Заходи з організації руху в залежності від значень коефіцієнтів

аварійності

Коефіцієнт
аварійності

Будівельні й експлуатаційні
заходи

Засоби з організації руху

k менший або
дорівнює 10
(безпечні
ділянки)

Укріплення з'їздів, що
примикають до дороги

Осьова розмітка проїзної
частини

$k = 11 - 21$
(мало
небезпечні
ділянки)

Будівництво тротуарів та
велосипедних доріжок у
населених пунктах

Виділення розміткою в одному
напрямку ділянок обгону.
Встановлення відповідних
дорожніх знаків. Встановлення
напрямних стовпчиків з світло
відбивними елементами на
кривих.

$k \geq 21 - 40$
(небезпечні
ділянки)

Влаштування шорсткуватих
поверхневих обробок, зрізок
видимості в плані,
каналізованих або кільцевих
перетинань.

Нанесення розмітки, яка
забороняє обгін. Встановлення
знаків обмеження швидкості та
огороження на узбіччі.

k більше за 40
(дуже
небезпечні
ділянки)

Постійний контроль
коефіцієнта зчеплення та
відновлення поверхневих
обробок. Влаштування
шумових смуг, кільцевих
перетинань.

Встановлення знаків перед
небезпечними місцями,
дзеркал, розділовальних смуг.
Нанесення розмітки та
встановлення знаків, які
забороняють стоянку
автомобілів. Встановлення
світлофорного регулювання,
камер відео фіксації.

В результаті проведення досліджень за допомогою лінійного графіку коефіцієнтів аварійності визначились з самої небезпечною ділянкою, яка знаходиться на перехресті між вул. Наконечного та вул. Будівельників.

Користуючись таблицею 2.2 визначимося з подальшими діями переобладнання перехрестя, а саме: встановлення світлофорного регулювання та знаків, нанесення розмітки.



Рис 2.2 Перехрестя вулиць Наконечного та Будівельників

При виконанні дослідження виявили ще одну дуже небезпечну ділянку дороги. Аналогічно розрахуємо коефіцієнти аварійності та будемо лінійний графік коефіцієнтів аварійності.

Таблиця 2.3

Коефіцієнти безпеки

Коефіцієнт	Значення		
	1	2	3
k1 (інтенсивність руху авт./добу)	1,0 (5000)	1,3 (7000)	0,75 (3000)
k2 (ширина проїзної частини, м)	1,0 (7,5)	1,0 (7,5)	1,0 (7,5)
k3 (ширина узбіччя, м)	-	-	-

k4 (поздовжній ухил, %)	-	-	1,0 (20)
k5 (радіус кривих в плані, м)	-	-	-
k6 (видимість дороги, м)	2,25 (200)	3,0 (100)	2,25 (200)
k7 (довжина прямих ділянок, км)	1,4 (1,5)	2,2 (0,5)	1,4 (1,5)
k8 (перетинання в одному рівні при інтенсивності руху по головній дорозі, авт./доб.)	4,0 (5000)	3,0 (4500)	4,0 (5000)
k9 (тип перетинання дороги)	1,5 (9)	3,0 (10-20)	4,0 (20)
k10 (видимість перетинання в одному рівні з дорогою, яка примикає, м)	1,0 (≥ 60)	1,1 (50)	1,65 (35)
k11 (кількість смуг руху на проїзній частині)	0,65 (4)	0,8 (4)	1,0 (2)
k12 (відстань від забудови до проїзної частини, м)	2,5	2,5	5,0
k13 (характеристика покриття, коефіцієнт зчеплення)	1,3 чисте, сухе	1,3 чисте, сухе	1,3 чисте, сухе
k14 (довжина населеного пункту, км)	0,6	0,6	0,6

Визначимо підсумковий коефіцієнт для кожної ділянки дороги за формулою 2.1:

$$k_{\text{підс}1} = 23,96$$

$$k_{\text{підс}2} = 39,75$$

$$k_{\text{підс}3} = 243,24$$

Результати значень коефіцієнтів аварійності оформлюємо у вигляді лінійного графіку (рис. 2.3.).

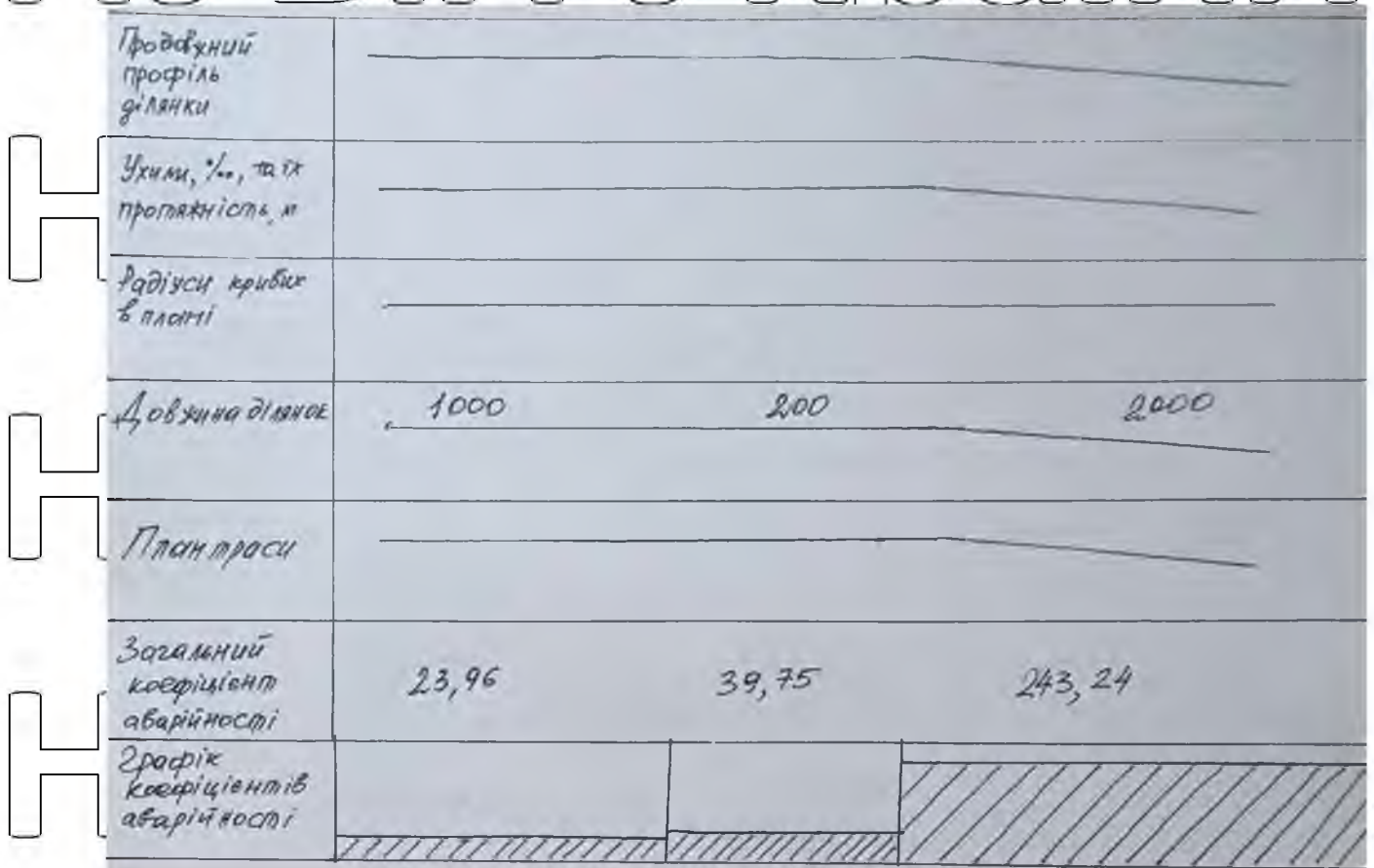


Рис. 2.3. Лінійний графік коефіцієнтів аварійності

В результаті проведення досліджень за допомогою лінійного графіку коефіцієнтів аварійності визначились з самою небезпечною ділянкою, яка знаходиться на перехресті між вул. П.Кравчика та вул. Будівельників.

Користуючись таблицею 2.2 визначимося з подальшими діями переобладнання перехрестя, а саме: переобладнання перехрестя на круговий рух, встановлення знаків та нанесення розмітки



Рис. 2.4. Перехрестя вулиць П.Кравчика та Будівельників

2.4 Аналіз програмних забезпечень імітаційного моделювання дорожнього руху

В час ІТ технологій досить швидко зростає кількість попиту програмного забезпечення та вдосконалення вже існуючого ПЗ для різних галузей, у тому числі транспортного моделювання.

Бувають математичні та імітаційні транспортні моделі. Математичне моделювання транспортних систем використовує програмне забезпечення для покращення при плануванні та керуванні транспортних систем (перехрестя, об'їзди та ін.), а саме представляє собою ряд формул, рівнянь та математичних функцій. Імітаційна модель транспортного моделювання дає змогу побачити стан транспортної системи на даний момент часу, та візуалізують транспортний потік. Імітаційна моделі надають змогу побачити та оцінити швидкість руху, час затримки на перехрестях транспортних засобів.

У світовій практиці використовується багато програм для імітації транспортного моделювання, проаналізуємо деякі з них:

• SUMO (Simulation of Urban Mobility) - це безкоштовна розповсюджувана програма для імітаційного моделювання дорожнього руху в міських умовах. SUMO моделює системи інтермодального руху, включаючи дорожні транспортні засоби, громадський транспорт і пішоходів. Вона пропонує можливості моделювання транспортних мереж, алгоритмів управління транспортним потоком, симуляції різних видів транспорту та аналізу продуктивності;

• PTV Viswalk - це програмне забезпечення для моделювання пішохідних потоків в контексті дорожнього руху, яке дозволяє аналізувати взаємодію між пішоходами та транспортними засобами, оцінювати безпеку пішоходів та продуктивність пішохідних зон;

• Corsim (Microscopic Simulation Model for Urban Traffic Corridors) - це програмне забезпечення для імітаційного моделювання дорожнього руху на ділянках доріг і міських коридорів. Програма надає можливості моделювання різних аспектів транспортного потоку, включаючи світлофорні системи, поведінку водіїв і вплив різних факторів на пропускну здатність дороги;

• PTV Evacs - це програмне забезпечення для моделювання евакуації та безпеки в разі надзвичайної ситуації, включаючи дорожнє пересування. Він призначений для аналізу евакуаційних планів, визначення оптимальних маршрутів евакуації, оцінки пропускну здатності та часу евакуації;

• Quadstone Paramics Traffic - програма для імітаційного моделювання дорожніх рухів, яка пропонує широкий набір інструментів для аналізу транспортного потоку та оптимізації дорожніх мереж. Вона дозволяє моделювати різні сценарії та оцінювати їх ефективність;

• AnyLogic - це потужна мультиагентна програмна платформа для імітаційного моделювання, яка дозволяє створювати моделі різних систем, включаючи дорожній рух, виробничі процеси, логістику, транспортні системи, міста, промисловість та багато іншого. AnyLogic пропонує універсальні інструменти для створення моделей, які можуть об'єднати в собі елементи дискретно-побутового, системно-динамічного та агентного моделювання;

• VISSIM (Verkehr In Städten - SIMulationsmodell) - програмне забезпечення для імітаційного моделювання дорожнього руху і транспортних систем. Програма широко використовується для аналізу транспортного потоку, планування дорожніх мереж і оцінки ефективності різних транспортних стратегій;

• Paramics - програмне забезпечення для імітаційного моделювання дорожнього руху, розроблене компанією SYSTRA. Програма призначена для моделювання різних типів дорожніх мереж і дослідження їх продуктивності, включаючи пробки, затримки та ефективність системи управління транспортним потоком;

• TransModeler - це інтегрована платформа моделювання транспортних систем, включаючи дорожній рух. Вона дозволяє створювати деталізовані моделі дорожніх мереж, аналізувати транспортні потоки, проводити сценарний аналіз і оцінювати ефективність різних стратегій управління транспортним потоком.

• Aimsun - це погужна платформа для моделювання транспортних систем, включаючи дорожнє пересування. Вона дозволяє створювати та аналізувати різні сценарії дорожнього руху, оцінювати пропускну здатність, час затримки, ефективність світлофорних систем та інші параметри.

• PTV Vissim - одна із популярних програма для моделювання дорожнього руху, розроблена компанією PTV Group. Вона пропонує широкий набір інструментів для створення та аналізу моделей дорожнього руху, включаючи взаємодію між автомобілями, пішоходами та громадським транспортом [1].

Використання світових програм для імітаційного моделювання транспортних потоків дозволяють проектувати та оптимізувати транспортні системи в містах та на дорогах.

В нашому університеті з 2023 року є студентська версія PTV Vissim, яка має весь необхідний функціонал для розробки моделей дорожнього руху. Використаємо саме це програмне забезпечення для створення імітаційної

моделі у центральній частині міста Ладизин, що дозволяє дослідити
можливості покращення організації дорожнього руху та впливу на статистичні
показники



Рис. 2.5. Загальний вигляд студентської версії PTV Vissim

За допомогою PTV Vissim можемо провести детальний аналіз різних
факторів, який впливає на рух транспорту, та знайти оптимальні рішення для
покращення безпеки, зменшення затримок, підвищення ефективності та
зниження впливу на навколишнє середовище. Це програмне забезпечення
дозволить створити реалістичну імітаційну модель в центральній частині міста
Ладизин, яка надасть можливість розробити ефективні стратегії для
покращення руху транспорту в місті та досягнення кращих результатів.

2.5 Дослідження інтенсивності та миттєвої швидкості транспортного

потoku у м. Ладизин

Транспортний потік – це сукупність транспортних засобів, які рухаються проїзною частиною дороги. Він включає в себе усі транспортні засоби, які здійснюють рух по певній ділянці ВДМ. Інтенсивність руху транспортних засобів відноситься до первинних параметрів дорожнього руху та вимірюється в кількості ТЗ, які проїжджають через ділянку дороги за певний час. Для визначення інтенсивності руху в певний період часу можемо приймати: рік, місяць, добу, годину, хвилину та секунду в залежності від поставленого завдання та засобів вимірювання.

2.5.1 Дослідження параметрів руху на перехресті вул. П.Кравчика та вул. Будівельників.

Проведемо дослідження інтенсивності руху на досліджуваному перехресті вул. П. Кравчика та вул. Будівельників. Дослідження інтенсивності руху та складу транспортного потоку на перехресті представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Інтенсивність руху на перехресті

Години доби	Всього ТЗ	Кількість транспортного засобу				
		Легкові	Вантажні до 2 т.	Вантажні від 2 т.	Автобуси	Мотоцикли/мопеди
1	2	3	4	5	6	7
5-6	63	52	3	-	6	2
6-7	140	98	21	2	16	3
7-8	457	347	53	12	33	12

Продовження таблиці 2.4

8-9	405	305	51	10	24	15
-----	-----	-----	----	----	----	----

9-10	352	287	23	17	17	8
10-11	320	253	23	19	14	11
11-12	289	247	11	15	9	7
12-13	360	292	28	12	12	16
13-14	300	271	16	-	6	7
14-15	252	231	9	4	8	-
15-16	317	297	13	3	16	3
16-17	342	302	9	11	18	2
17-18	486	374	48	14	35	15
18-19	435	351	39	10	24	11
19-20	263	223	18	3	12	7
20-21	228	192	14	-	11	11
21-22	204	167	10	-	9	18
22-23	180	158	6	-	6	10
23-24	151	132	3	-	16	-

На основі отриманих даних побудуємо діаграму інтенсивності руху на перехресті вул. П.Кравчика та вул. Будівельників (рис.2.6.).

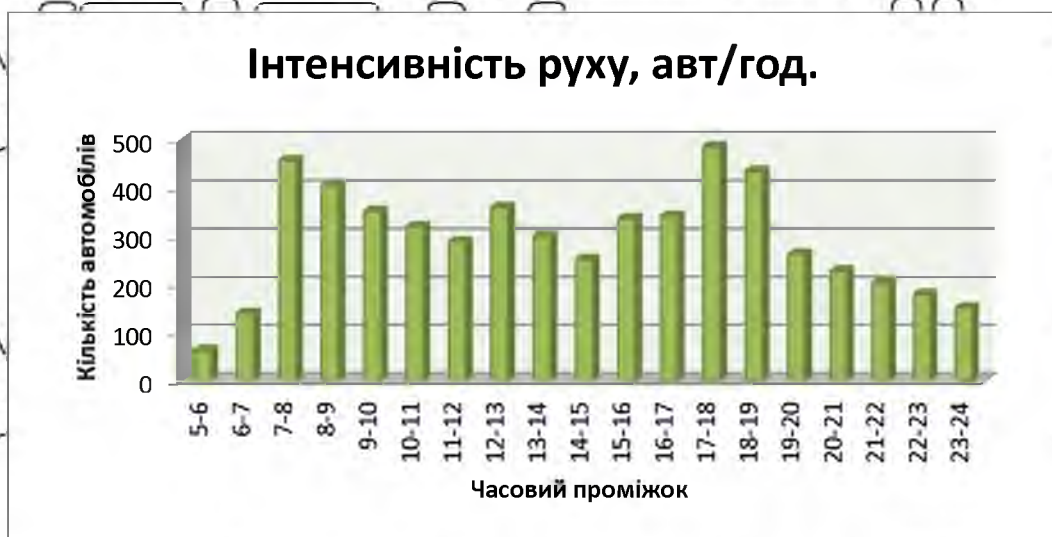


Рис. 2.6. Діаграма інтенсивності руху
 На нашій ділянці ВДМ впродовж доби рухається неоднорідний транспортний потік. Визначаємо транспортний потік у літній період в

приведених одиницях. Приведена одиниця – легковий автомобіль. Інші ТЗ приводяться до легкового автомобіля за допомогою коефіцієнтів приведення (таблиця 2.5) та формулою 2.2:

$$N_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n \frac{K_{\text{пр}} * N * C}{100}, \text{ од/год,} \quad (2.2)$$

де $K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт приведення до легкового автомобіля (табл. 2.5);

N – інтенсивність руху, авт/год;

C – кількість транспортних засобів даного виду у потоці, %.

Таблиця 2.5
Коефіцієнти приведення транспортних засобів

Тип транспортного засобу	Коефіцієнт приведення
Мотоцикли та мопеди	0,5
Легковий автомобіль	1,0
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 2 т	1,5
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю від 2 т	2,0
Автобус	3,0

Розраховуємо процентне відношення різних видів ТЗ у транспортному потоці в певний проміжок часу та запишемо результати у таблицю 2.6.

Таблиця 2.6

Відношення різних видів ТЗ у транспортному потоці в певний проміжок

часу

% виду транспортного засобу

Години доби	Всього ТЗ	Легкові	Вантажні до 2 т.	Вантажні від 2 т.	Автобуси	Мотоцикли/мопеди
1	2	3	4	5	6	7
5-6	63	82,5	4,8	0,0	9,5	3,2
6-7	140	70,0	15,0	1,4	11,4	2,1
7-8	457	75,9	11,6	2,6	7,2	2,6
8-9	405	75,3	12,6	2,5	5,9	3,7
9-10	352	81,5	6,5	4,8	4,8	2,3
10-11	320	79,1	7,2	5,9	4,4	3,4
11-12	289	85,5	3,8	5,2	3,1	2,4
12-13	360	81,1	7,8	3,3	3,3	4,4
13-14	300	90,3	5,3	0,0	2,0	2,3
14-15	252	91,7	3,6	1,6	3,2	0,0
15-16	337	88,1	3,9	2,4	4,7	0,9
16-17	342	88,3	2,6	3,2	5,3	0,6
17-18	486	77,0	9,9	2,9	7,2	3,1
18-19	435	80,7	9,0	2,3	5,5	2,5
19-20	263	84,8	6,8	1,1	4,6	2,7
20-21	228	84,2	6,1	0,0	4,8	4,8
21-22	204	81,9	4,9	0,0	4,4	8,8
22-23	180	87,8	3,3	0,0	3,3	5,6
23-24	151	87,4	2,0	0,0	10,6	0,0

Розраховуємо приведену інтенсивність за формулою 2.2:

$$N_{\text{пр}5-6} = \frac{1,0 * 63 * 82,5}{100} + \frac{1,5 * 63 * 4,8}{100} + \frac{2,0 * 63 * 0}{100} + \frac{3,0 * 63 * 9,5}{100} + \frac{0,5 * 63 * 3,2}{100} = 76, \text{од/год}$$

$$N_{\text{пр}6-7} = \frac{1,0 * 140 * 70}{100} + \frac{1,5 * 140 * 15}{100} + \frac{2,0 * 140 * 1,4}{100} + \frac{3,0 * 140 * 11,4}{100}$$

$$N_{\text{пр}7-8} = \frac{0,5 * 140 * 2,1}{100} + \frac{1,0 * 457 * 75,9}{100} + \frac{1,5 * 457 * 11,6}{100} + \frac{2,0 * 457 * 2,6}{100}$$

$$+ \frac{3,0 * 457 * 7,2}{100} + \frac{0,5 * 457 * 2,6}{100} = 556, \text{од/год}$$

$$N_{\text{пр}8-9} = \frac{1,0 * 405 * 75,3}{100} + \frac{1,5 * 405 * 12,6}{100} + \frac{2,0 * 405 * 2,5}{100} + \frac{3,0 * 405 * 5,9}{100} + \frac{0,5 * 405 * 3,7}{100} = 481, \text{од/год}$$

$$N_{\text{пр}9-10} = \frac{1,0 * 352 * 81,5}{100} + \frac{1,5 * 352 * 6,5}{100} + \frac{2,0 * 352 * 4,8}{100} + \frac{3,0 * 352 * 4,8}{100} + \frac{0,5 * 352 * 2,3}{100} = 411, \text{од/год}$$

$$N_{\text{пр}10-11} = \frac{1,0 * 320 * 79,1}{100} + \frac{1,5 * 320 * 7,2}{100} + \frac{2,0 * 320 * 5,9}{100}$$

$$N_{\text{пр}11-12} = \frac{3,0 * 320 * 4,4}{100} + \frac{0,5 * 320 * 3,4}{100} + \frac{1,0 * 289 * 85,6}{100} + \frac{1,5 * 289 * 3,8}{100} + \frac{2,0 * 289 * 5,2}{100}$$

$$+ \frac{3,0 * 289 * 3,1}{100} + \frac{0,5 * 289 * 2,4}{100} = 324, \text{од/год}$$

$$N_{\text{пр}12-13} = \frac{1,0 * 360 * 81,1}{100} + \frac{1,5 * 360 * 7,8}{100} + \frac{2,0 * 360 * 3,3}{100} + \frac{3,0 * 360 * 3,3}{100} + \frac{0,5 * 360 * 4,4}{100} = 402, \text{од/год}$$

$$N_{\text{пр}13-14} = \frac{1,0 * 300 * 90,3}{100} + \frac{1,5 * 300 * 5,3}{100} + \frac{2,0 * 300 * 0}{100} + \frac{3,0 * 300 * 2,0}{100} + \frac{0,5 * 300 * 2,3}{100} = 317, \text{од/год}$$

$$N_{\text{пр}} 14 - 15 = \frac{1,0 * 252 * 91,7}{100} + \frac{1,5 * 252 * 3,6}{100} + \frac{2,0 * 252 * 1,6}{100} + \frac{3,0 * 252 * 3,2}{100} + \frac{0,5 * 252 * 0}{100} = 277, \text{ од/год}$$

$$N_{\text{пр}} 15 - 16 = \frac{1,0 * 337 * 88,1}{100} + \frac{1,5 * 337 * 3,9}{100} + \frac{2,0 * 337 * 2,4}{100} + \frac{3,0 * 337 * 4,7}{100} + \frac{0,5 * 337 * 0,9}{100} = 382, \text{ од/год}$$

$$N_{\text{пр}} 16 - 17 = \frac{1,0 * 342 * 88,3}{100} + \frac{1,5 * 342 * 2,6}{100} + \frac{2,0 * 342 * 3,2}{100} + \frac{3,0 * 342 * 5,3}{100} + \frac{0,5 * 342 * 0,6}{100} = 393, \text{ од/год}$$

$$N_{\text{пр}} 17 - 18 = \frac{1,0 * 486 * 77}{100} + \frac{1,5 * 486 * 9,9}{100} + \frac{2,0 * 486 * 2,9}{100} + \frac{3,0 * 486 * 7,2}{100} + \frac{0,5 * 486 * 3,1}{100} = 587, \text{ од/год}$$

$$N_{\text{пр}} 18 - 19 = \frac{1,0 * 435 * 80,7}{100} + \frac{1,5 * 435 * 9,0}{100} + \frac{2,0 * 435 * 2,3}{100} + \frac{3,0 * 435 * 5,5}{100} + \frac{0,5 * 435 * 2,5}{100} = 507, \text{ од/год}$$

$$N_{\text{пр}} 19 - 20 = \frac{1,0 * 263 * 84,8}{100} + \frac{1,5 * 263 * 6,8}{100} + \frac{2,0 * 263 * 1,1}{100} + \frac{3,0 * 263 * 4,6}{100} + \frac{0,5 * 263 * 2,7}{100} = 296, \text{ од/год}$$

$$N_{\text{пр}} 20 - 21 = \frac{1,0 * 228 * 84,2}{100} + \frac{1,5 * 228 * 6,1}{100} + \frac{2,0 * 228 * 0}{100} + \frac{3,0 * 228 * 4,8}{100} + \frac{0,5 * 228 * 4,8}{100} = 252, \text{ од/год}$$

$$N_{\text{пр}} 21 - 22 = \frac{1,0 * 204 * 81,9}{100} + \frac{1,5 * 204 * 4,9}{100} + \frac{2,0 * 204 * 0}{100} + \frac{3,0 * 204 * 4,4}{100} + \frac{0,5 * 204 * 8,8}{100} = 218, \text{ од/год}$$

$$N_{\text{пр}} 22 - 23 = \frac{1,0 * 180 * 87,8}{100} + \frac{1,5 * 180 * 3,3}{100} + \frac{2,0 * 180 * 0}{100} + \frac{3,0 * 180 * 3,3}{100} + \frac{0,5 * 180 * 5,6}{100} = 190, \text{ од/год}$$

$$N_{пр} = 23 - 24 = \frac{1,0 * 151 * 87,4}{100} + \frac{1,5 * 151 * 2,0}{100} + \frac{2,0 * 151 * 0}{100} + \frac{3,0 * 151 * 10,6}{100} + \frac{0,5 * 151 * 0}{100} = 185, \text{ од./год}$$

Отримані дані заносимо у таблицю 2.7.

Таблиця 2.7

Приведена інтенсивність транспортних засобів

Години доби	Всього ТЗ	Приведена інтенсивність
1	2	3
5-6	63	76
6-7	140	183
7-8	457	556
8-9	405	481
9-10	352	411
10-11	320	373
11-12	289	324
12-13	360	402
13-14	300	317
14-15	252	277
15-16	337	382
16-17	342	393
17-18	486	587
18-19	435	507
19-20	263	296
20-21	228	252
21-22	204	218
22-23	180	190
23-24	151	185

На основі отриманих даних побудуємо діаграму приведеної інтенсивності руху на перехресті вул. П.Кравчика та вул. Будівельників (рис.2.7.).

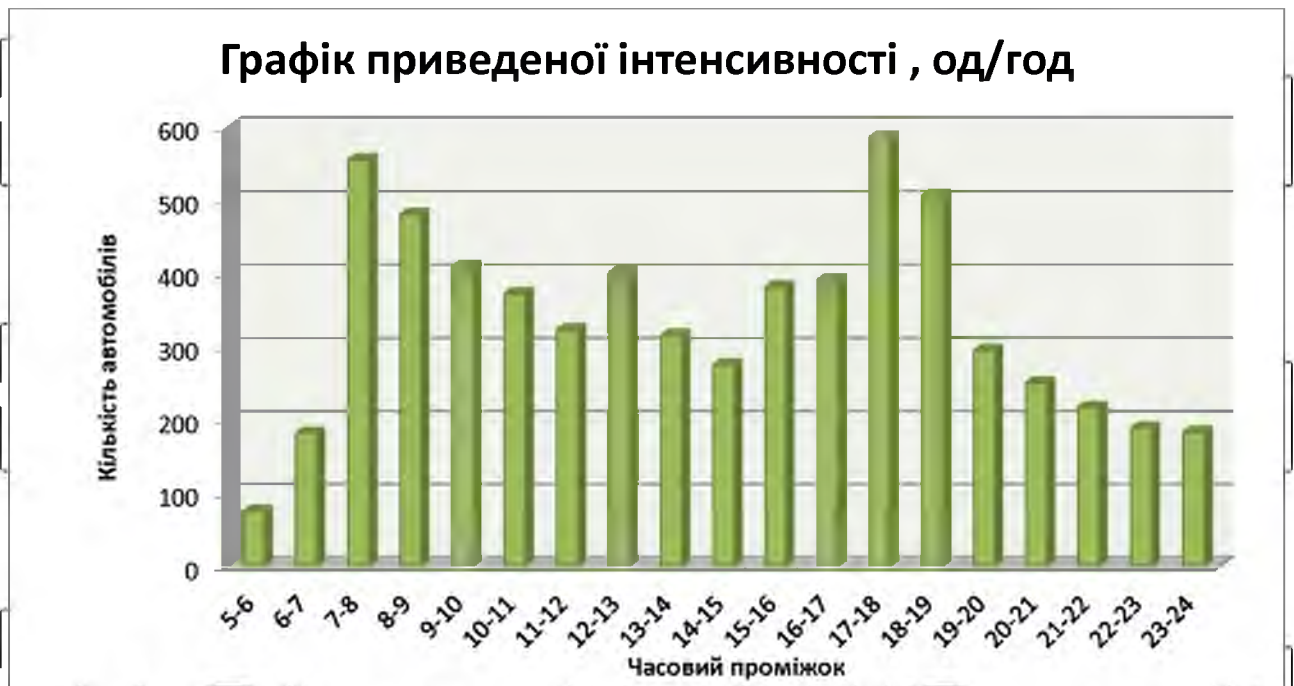


Рис. 2.7. Графік приведеної інтенсивності

Розрахуємо перспективну інтенсивність руху ТЗ за формулою:

$$N_{\text{персп}} = N_{\text{д}} * (1 + a)^t \quad (2.3)$$

де $N_{\text{д}}$ – добова інтенсивність;

a – коефіцієнт щорічного приросту інтенсивності (0,03);

t – величина розрахункового періоду.

Середньодобова інтенсивність руху транспортного потоку на перспективу у 5 років дорівнює:

$$N_{\text{персп}} = 6405 * (1 + 0,03)^5 = 7425 \text{ од/доба}$$

Середньодобова інтенсивність руху транспортного потоку на перспективу у 10 років дорівнює:

$$N_{\text{персп}} = 6405 * (1 + 0,03)^{10} = 8607 \text{ од/доба}$$

Одним з важливих показників дорожнього руху – є швидкість. Буває два показники виміру швидкості: миттєва та середня швидкість. Середня швидкість транспортного потоку – це середня швидкість всіх транспортних засобів усього транспортного потоку. Миттєва швидкість руху являє собою

фактичну швидкість руху одиночного автомобіля, що вимірюється на короткій ділянці дороги й у конкретних дорожніх умовах в певний час. Миттєві швидкості руху транспортних засобів можна вимірювати прямим або непрямим способом. У першому випадку для виміру швидкостей руху транспортних засобів використовуються радары, вони доволі точні, відхилення сучасних радарів становить 3 км/год. При другому визначенні швидкості руху вимірюють час проїзду автомобілем базового короткого відрізка дороги. Проведемо дослідження миттєвої швидкості руху транспортних засобів на розгляду вальній ділянці дороги при непрямому визначенні та занесямо всі виміри в таблицю 2.8. Дослідження миттєвої швидкості проводили на досліджувальній ділянці дороги довжиною 30 м у вечірній час доби.

Таблиця 2.8

Результати дослідження миттєвої швидкості руху

Порядковий номер №	Довжина ділянки S, м	Час t, с	Швидкість	
			м/с	км/год
1	2	3	4	5
1	30	2,59	11,58	41,70
2	30	2,80	10,71	38,57
3	30	2,70	11,11	40,00
4	30	2,68	11,19	40,30
5	30	2,27	13,22	47,58
6	30	4,20	7,14	25,71
7	30	3,80	7,89	28,42
8	30	2,70	11,11	40,00
9	30	1,95	15,38	55,38
10	30	1,70	17,65	63,53

Продовження таблиці 2.8

11	30	2,32	12,93	46,55
12	30	3,20	9,38	33,75
13	30	2,50	12,00	43,20

14	30	2,00	15,00	54,00
15	30	2,18	13,76	49,54
16	30	3,70	8,11	29,19
17	30	2,70	11,11	40,00
18	30	2,55	11,76	42,35
19	30	2,30	13,04	46,96
20	30	2,58	11,63	41,86
21	30	1,80	16,67	60,00
22	30	2,03	14,78	53,20
23	30	2,40	12,50	45,00
24	30	2,54	11,81	42,52
25	30	2,20	13,64	49,09
26	30	2,05	14,63	52,68
27	30	3,30	9,09	32,73
28	30	2,77	10,83	38,99
29	30	1,50	20,00	72,00
30	30	2,40	12,50	45,00
31	30	2,20	13,64	49,09
32	30	1,57	19,11	68,79
33	30	1,90	15,79	56,84
34	30	2,05	14,63	52,68
35	30	2,80	10,71	38,57
36	30	2,23	13,45	48,43
37	30	2,80	10,71	38,57
38	30	2,71	11,07	39,85
39	30	2,80	10,71	38,57
40	30	2,00	15,00	54,00
41	30	2,50	12,00	43,20
42	30	2,70	11,11	40,00
43	30	3,30	9,09	32,73
44	30	2,34	12,82	46,15
45	30	1,90	15,79	56,84
46	30	2,90	10,34	37,24
47	30	1,60	18,75	67,50
48	30	2,50	12,00	43,20
49	30	1,90	15,79	56,84
50	30	2,26	13,27	47,79
51	30	2,40	12,50	45,00
52	30	2,50	12,00	43,20
Продовження таблиці 2.8				
53	30	2,40	12,50	45,00
54	30	2,80	10,71	38,57
55	30	2,70	11,11	40,00

56	30	4,80	6,25	22,50
57	30	4,40	6,82	24,55
58	30	3,80	7,89	28,42
59	30	3,80	7,89	28,42
60	30	4,10	7,32	26,34
61	30	2,70	11,11	40,00
62	30	2,40	12,50	45,00
63	30	2,90	10,34	37,24
64	30	2,60	11,54	41,54
65	30	3,00	10,00	36,00
66	30	2,10	14,29	51,43
67	30	2,10	14,29	51,43
68	30	2,10	14,29	51,43
69	30	2,60	11,54	41,54
70	30	2,00	15,00	54,00
71	30	2,20	13,64	49,09
72	30	2,80	10,71	38,57
73	30	2,38	12,61	45,38
74	30	2,00	15,00	54,00
75	30	2,26	13,27	47,79
76	30	1,70	17,65	63,53
77	30	3,50	8,57	30,86
78	30	2,80	10,71	38,57
79	30	1,90	15,79	56,84
80	30	2,30	13,04	46,96
81	30	2,70	11,11	40,00
82	30	2,40	12,50	45,00
83	30	2,50	12,00	43,20
84	30	2,60	11,54	41,54
85	30	3,00	10,00	36,00
86	30	2,60	11,54	41,54
87	30	2,00	15,00	54,00
88	30	2,60	11,54	41,54
89	30	3,05	9,84	35,41
90	30	2,60	11,54	41,54
91	30	3,30	9,09	32,73
92	30	2,30	13,04	46,96
93	30	2,08	14,42	51,92
94	30	2,50	12,00	43,20
Продовження таблиці 2.8				
95	30	2,90	10,34	37,24
96	30	2,60	11,54	41,54
97	30	2,10	14,29	51,43

98	30	1,80	16,67	60,00
99	30	2,80	10,71	38,57
100	30	2,10	14,29	51,43
101	30	1,60	18,75	67,50
102	30	1,90	15,79	56,84
103	30	1,70	17,65	63,53
104	30	1,90	15,79	56,84
105	30	2,40	12,50	45,00
106	30	3,20	9,38	33,75
107	30	2,30	13,04	46,96
108	30	2,20	13,64	49,09
109	30	2,00	15,00	54,00
110	30	2,10	14,29	51,43
111	30	1,80	16,67	60,00
112	30	2,50	12,00	43,20
113	30	2,80	10,71	38,57
114	30	2,60	11,54	41,54
115	30	3,00	10,00	36,00
116	30	2,30	13,04	46,96
117	30	2,00	15,00	54,00
118	30	3,20	9,38	33,75
119	30	2,10	14,29	51,43
120	30	2,70	11,11	40,00
121	30	2,60	11,54	41,54
122	30	2,00	15,00	54,00
123	30	3,30	9,09	32,73
124	30	2,50	12,00	43,20
125	30	2,50	12,00	43,20
126	30	1,60	18,75	67,50
127	30	2,10	14,29	51,43
128	30	1,90	15,79	56,84
129	30	2,60	11,54	41,54
130	30	2,80	10,71	38,57
131	30	4,00	7,50	27,00
132	30	2,50	12,00	43,20
133	30	2,00	15,00	54,00
134	30	2,60	11,54	41,54
135	30	2,50	12,00	43,20
136	30	2,70	11,11	40,00
Продовження таблиці 2.8				
137	30	2,20	13,64	49,09
138	30	3,00	10,00	36,00
139	30	2,80	10,71	38,57

140	30	2,30	13,04	46,96
141	30	2,30	12,00	43,20
142	30	2,10	14,29	51,43
143	30	2,10	14,29	51,43
144	30	2,50	12,00	43,20
145	30	2,30	13,04	46,96
146	30	2,30	13,04	46,96
147	30	3,00	10,00	36,00
148	30	2,30	13,04	46,96
149	30	2,10	14,29	51,43
150	30	2,20	13,64	49,09
151	30	2,50	12,00	43,20
152	30	1,70	17,65	63,53
153	30	1,80	16,67	60,00
154	30	2,20	13,64	49,09
155	30	2,10	14,29	51,43
156	30	1,80	16,67	60,00
157	30	1,80	16,67	60,00
158	30	2,20	13,64	49,09
159	30	2,30	13,04	46,96
160	30	2,00	15,00	54,00

Для подальшого дослідження, отримані дані розподілити на інтервали швидкості км/год, та визначити накопичений відсоток. Отримані результати дослідження швидкості дорожнього руху внесемо у таблицю 2.9.

Таблиця 2.9
Дослідження миттєвої швидкості транспортних засобів

Інтервал швидкості, км/год	ТЗ у даному інтервалі		Накопичений відсоток
	К-ть	%	
20-25	2	1,25	1,25
25-30	7	4,375	5,625
30-35	8	5	10,625
35-40	22	13,75	24,375
40-45	39	24,375	48,75
45-50	33	20,625	69,375
50-55	26	16,25	85,625
55-60	8	5	90,625

Продовження таблиці 2.9

60-65	10	6,25	96,875
65-70	4	2,5	99,375
70-75	1	0,625	100
Всього:	160	100	

Провівши розрахунки накопиченого відсотку будуюмо кумулятивну криву розподілу миттєвих швидкостей руху транспортних засобів та визначаємо характеристики транспортного потоку ($V_{15\%}$, $V_{50\%}$, $V_{85\%}$):

$V_{15\%}$ це швидкість руху, яку у транспортному потоці не перевищують 15 % транспортних засобів, як мінімально припустимої на даній ділянці.

$V_{50\%}$ приймається як середнє значення швидкості транспортного потоку й використовується в техніко-економічних розрахунках.

$V_{85\%}$ характеризує максимально-припустиму для даних умов швидкість руху транспортних засобів і використовується для прийняття рішень з організації дорожнього руху

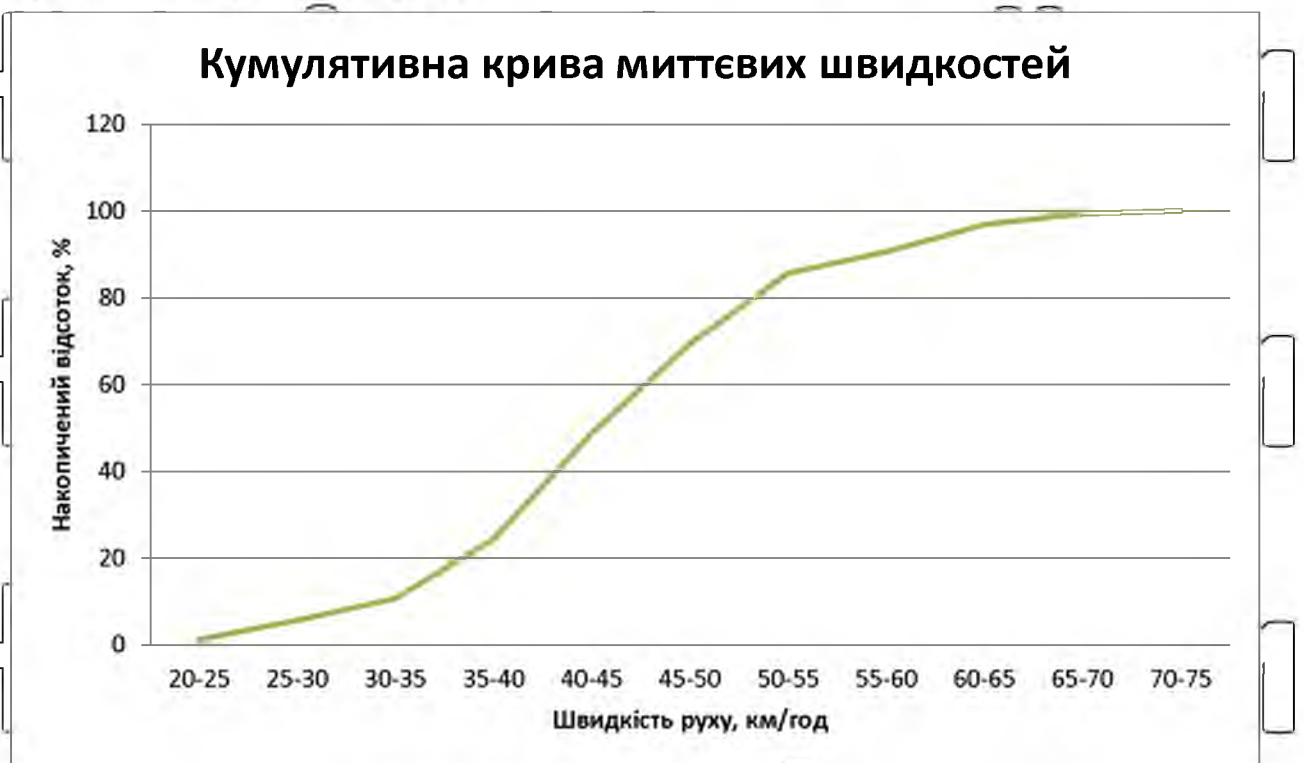


Рис. 2.8. Кумулятивна крива миттєвих швидкостей

Аналізуючи дані локальних вимірів миттєвих швидкостей руху автомобілів з використанням кумулятивної кривої одержуємо характеристики

транспортного потоку: швидкість $V_{15\%}$ - 36,84 км/год., швидкість $V_{50\%}$ - 46,8 км/год., швидкість $V_{85\%}$ - 56,3 км/год.

Представимо склад транспортного потоку досліджуваної ділянки дороги на діаграмі – рис. 2.9.



Рис. 2.9. Склад транспортного потоку за добу

2.5.2 Дослідження параметрів руху на перехресті вул. П.Кравчика та вул. Будівельників.

Аналогічно проведемо дослідження параметрів руху на перехресті вул.

Будівельників та вул. Наконечного

Дослідження інтенсивності руху та складу транспортного потоку на перехресті представлено у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Інтенсивність руху на перехресті

Години доби	Всього ТЗ	Кількість транспортних засобів					Мотоцикли/мопеди
		Легкові	Вантажні до 2 т.	Вантажні від 2 до 6 т.	Автобуси	Мотоцикли/мопеди	
1	2	3	4	5	6	7	
5-6	90	64	8	3	12	3	
6-7	205	115	38	13	24	15	
7-8	501	364	61	20	38	18	
8-9	448	322	59	16	31	20	
9-10	407	311	34	23	24	15	
10-11	372	280	32	25	19	16	
11-12	304	252	13	18	12	9	
12-13	379	301	32	13	14	19	
13-14	324	284	21	2	8	9	
14-15	282	249	11	7	12	3	
15-16	373	320	17	11	21	4	
16-17	374	318	13	16	23	4	
17-18	507	384	51	16	38	18	
18-19	470	369	43	14	29	15	
19-20	290	236	22	5	17	10	
20-21	254	209	16	2	12	15	
21-22	227	187	13	3	8	16	
22-23	187	164	8	-	7	8	
23-24	138	122	3	-	13	-	

НУБІП України

НУБІП України

На основі отриманих даних побудуємо діаграму інтенсивності руху на перехресті вул. Будівельників та вул. Наконечного (рис 2.10.).



Рис. 2.10. Діаграма інтенсивності руху

Розраховуємо приведену інтенсивність та заносимо дані у таблицю 2.11.

Таблиця 2.11

Приведена інтенсивність транспортних засобів

Години доби	Всього ТЗ	% транспортного засобу					Приведена інтенсивність
		Легкові	Вантажні до 2 т.	Вантажні від 2 до 6 т.	Автобуси	Мотоцикли мопеди	
1	2	3	4	5	6	7	8
5-6	90	71,1	8,9	3,3	13,3	3,3	120
6-7	205	56,1	18,5	6,3	11,7	7,3	278
7-8	501	72,7	12,2	4,0	7,6	3,6	619
8-9	448	71,9	13,2	3,6	6,9	4,5	546
9-10	407	76,4	8,4	5,7	5,9	3,7	488
10-11	372	75,3	8,6	6,7	8,1	4,8	443
11-12	304	82,9	4,3	5,9	3,9	3,0	348
12-13	379	79,4	8,4	3,4	8,7	5,0	427
13-14	324	87,7	6,5	0,6	2,5	2,8	348
14-15	282	88,3	3,9	2,5	4,3	1,1	317

Продовження таблиці 2.11

15-16	373	85,8	4,6	2,9	5,6	1,1	433
16-17	374	85,0	3,5	4,3	6,1	1,1	441

17-18	507	75,7	10,1	3,2	7,5	3,6	616
18-19	470	78,5	9,1	3,0	6,2	3,2	556
19-20	290	81,4	7,6	1,7	5,9	3,4	335
20-21	254	82,3	6,3	0,8	4,7	5,9	281
21-22	227	82,4	5,7	1,3	3,5	7,0	245
22-23	187	87,7	4,3	0,0	3,7	4,3	201
23-24	138	88,4	2,2	0,0	9,4	0,0	166

Побудуємо діаграму приведеної інтенсивності руху транспортних засобів на перехресті вул. Будівельників та вул. Наконечного.



Фиг. 2.11 Діаграма приведеної інтенсивності руху транспортних засобів

Проведемо дослідження миттєвої швидкості та занесемо отримані у дані у таблицю 2.12.

Таблиця 2.12

Результати дослідження миттєвої швидкості руху

Порядковий номер №	Довжина ділянки S, м	Час t, с	Швидкість	
			м/с	км/год
1	2	3	4	5
1	50	5,85	8,55	30,77
2	50	4,48	11,16	40,18
3	50	3,93	12,72	45,80
4	50	5,14	9,73	35,02
5	50	4,95	10,10	36,36
6	50	4,46	11,21	40,36
7	50	5,21	9,60	34,55
8	50	4,82	10,37	37,34
9	50	4,7	10,64	38,30
10	50	5,17	9,67	34,82
11	50	4,23	11,82	42,55
12	50	7,36	6,79	24,46
13	50	4,21	11,88	42,76
14	50	3,98	12,56	45,23
15	50	4,8	10,42	37,50
16	50	5,4	9,26	33,33
17	50	4,32	11,57	41,67
18	50	4,1	12,20	43,90
19	50	6,48	7,72	27,78
20	50	2,87	17,42	62,72
21	50	4,34	11,52	41,47
22	50	3,39	14,75	53,10
23	50	5,04	9,92	35,71
24	50	3,49	14,33	51,58
25	50	4,34	11,52	41,47
26	50	6,19	8,08	29,08
27	50	3,74	13,37	48,13
28	50	6,33	7,90	28,44
29	50	4,61	10,85	39,05
30	50	4,73	10,57	38,05
31	50	5,21	9,60	34,55
32	50	3,18	15,72	56,60
33	50	6,35	7,87	28,35
Продовження таблиці 2.12				
34	50	3,84	13,02	46,88
35	50	3,65	13,70	49,32
36	50	4,28	11,68	42,06
37	50	4,49	11,14	40,09

38	50	5,71	8,76	31,52
39	50	5,88	8,50	30,61
40	50	5,13	9,75	35,09
41	50	3,33	15,92	54,05
42	50	5,04	9,92	35,71
43	50	6,95	7,19	25,90
44	50	4,04	12,38	44,55
45	50	3,69	13,55	48,78
46	50	8,85	5,65	20,34
47	50	5,93	8,43	30,35
48	50	6,58	7,60	27,36
49	50	5,45	9,17	33,03
50	50	7,45	6,71	24,16
51	50	5,44	9,19	33,09
52	50	4,19	11,93	42,96
53	50	4,98	10,04	36,14
54	50	3,72	13,44	48,39
55	50	4	12,50	45,00
56	50	4,81	10,40	37,42
57	50	5,68	8,80	31,69
58	50	6,22	8,04	28,94
59	50	4,95	10,10	36,36
60	50	4,68	10,68	38,46
61	50	4,74	10,55	37,97
62	50	4,93	10,14	36,51
63	50	4,35	11,49	41,38
64	50	5,31	9,42	33,90
65	50	4,58	10,92	39,30
66	50	4,68	10,68	38,46
67	50	4,81	10,40	37,42
68	50	5,01	9,98	35,93
69	50	7,05	7,09	25,53
70	50	7,77	6,44	23,17
71	50	8,47	5,90	21,25
72	50	8,6	5,81	20,93
73	50	3,79	13,19	47,49
74	50	4,75	10,53	37,89
75	50	4,23	11,82	42,55

Продовження таблиці 2.12

76	50	4,92	10,16	36,59
77	50	7,18	6,96	25,07
78	50	7,16	6,98	25,14
79	50	2,83	17,67	63,60

80	50	4,73	10,57	38,05
81	50	4,64	10,78	38,79
82	50	3,87	12,92	46,51
83	50	6,36	7,86	28,30
84	50	4,82	10,37	37,34
85	50	3,69	13,55	48,78
86	50	5,43	9,21	33,15
87	50	6,08	8,22	29,61
88	50	6,04	8,28	29,80
89	50	4,16	12,02	43,27
90	50	6,36	7,86	28,30
91	50	3,2	15,63	56,25
92	50	2,75	18,18	65,45
93	50	3	16,67	60,00
94	50	4,37	11,44	41,19
95	50	4,69	10,66	38,38
96	50	4,02	12,44	44,78
97	50	5,29	9,45	34,03
98	50	3,72	13,44	48,39
99	50	3,43	14,58	52,48
100	50	3,67	13,62	49,05
101	50	4,34	11,52	41,47
102	50	5,03	9,94	35,79
103	50	4,40	11,36	40,91
104	50	8,78	5,69	20,50
105	50	3,58	13,97	50,28
106	50	4,22	11,85	42,65
107	50	2,83	17,67	63,60
108	50	5,64	8,87	31,91
109	50	2,88	17,36	62,50
110	50	5,33	9,38	33,77
111	50	3,41	14,66	52,79
112	50	3,90	12,82	46,15
113	50	5,67	8,82	31,75
114	50	4,10	12,20	43,90
115	50	5,08	9,84	35,43
116	50	2,42	20,66	74,38
117	50	3,1	16,13	58,06

Продовження таблиці 2.12

118	50	3,87	12,92	46,51
119	50	3,71	13,48	48,52
120	50	3,99	12,53	45,11
121	50	7,36	6,79	24,46

122	50	4,17	11,99	43,17
123	50	5,23	9,56	34,42
124	50	5,34	9,36	33,71
125	50	4,29	11,66	41,96
126	50	3,38	14,79	53,25
127	50	6,14	8,14	29,32
128	50	6,45	7,75	27,91
129	50	5,15	9,71	34,95
130	50	4,99	10,02	36,07
131	50	2,93	17,06	61,43
132	50	3	16,67	60,00
133	50	6,86	7,29	26,24
134	50	4,90	10,20	36,73
135	50	4,00	12,50	45,00
136	50	6,68	7,49	26,95
137	50	4,39	11,39	41,00
138	50	5,03	9,94	35,79
139	50	2,45	20,41	73,47
140	50	3,51	14,25	51,28
141	50	2,9	17,24	62,07
142	50	2,95	16,95	61,02
143	50	5,35	9,35	33,64
144	50	3,61	13,85	49,86
145	50	6,37	7,85	28,26
146	50	4,56	10,96	39,47
147	50	6,25	8,00	28,80
148	50	3,99	12,53	45,11
149	50	3,70	13,51	48,65
150	50	4,23	11,82	42,55
151	50	4,32	11,57	41,67
152	50	4,25	11,76	42,35
153	50	5,53	9,04	32,55
154	50	6,02	8,31	29,90
155	50	3,78	13,23	47,62
156	50	6,43	7,78	27,99
157	50	5,93	8,43	30,35
158	50	4,43	11,29	40,63
159	50	3	16,67	60,00
160	50	2,78	17,99	64,75

Отримані результати дослідження швидкості дорожнього руху внесемо

у таблицю 2.13.

Таблиця 2.13.

Дослідження миттєвої швидкості транспортних засобів

Інтервал швидкості, км/год	ТЗ у даному інтервалі		Накопичений відсоток
	К-ть	%	
20-25	8	5	5,00
25-30	22	13,75	18,75
30-35	23	14,375	33,13
35-40	32	20	53,13
40-45	28	17,5	70,63
45-50	22	13,75	84,38
50-55	8	5	89,38
55-60	3	1,875	91,25
60-65	11	6,875	98,13
65-70	1	0,625	98,75
70-75	2	1,25	100,00

Провівши розрахунки накопиченого відсотку будемо кумулятивну криву розподілу миттєвих швидкостей руху транспортних засобів та визначаємо характеристики транспортного потоку.



Рис. 2.12. Кумулятивна крива миттєвих швидкостей

Аналізуючи дані локальних вимірів миттєвих швидкостей руху автомобілів з використанням кумулятивної кривої одержуємо характеристики транспортного потоку: швидкість $V_{15\%}$ - 28,3 км/год., швидкість $V_{50\%}$ - 41,6 км/год., швидкість $V_{85\%}$ - 52,8 км/год.

Представимо склад транспортного потоку досліджуваної ділянки дороги на діаграмі – рис. 2.13.



Рис. 2.13. Склад транспортного потоку за добу

2.6 Розрахунок пропускної здатності та рівня завантаження

Пропускна здатність – максимальне число автомобілів, яке може пропустити ділянку дороги в одиницю часу в одному або двох напрямках в розглянутих дорожніх і погодно-кліматичних умовах. Пропускна здатність автомобільних доріг залежить від числа смуг руху і пропускної спроможності кожної смуги руху.

Пропускною спроможністю однієї смуги називають максимальну кількість транспортних засобів, що проходять через перегин смуги руху протягом однієї години в одному напрямку при дотриманні умов безпеки руху.

Під час оцінки пропускної здатності у конкретних дорожніх умовах доцільно користуватися рівнянням:

$$P = B * P_{max}, \quad (2.4)$$

де B – підсумковий коефіцієнт зниження пропускної здатності;

P_{max} – максимальна пропускна здатність, легк. авт./год.

При розрахунках рекомендується використовувати максимальні значення пропускної здатності P_{max} :

- Односмугові дороги – 1100 легк авт/год (в обидва напрямки);
- Двосмугові дороги – 2000 легк авт/год (в обидва напрямки).

Підсумковий коефіцієнт зниження пропускної здатності, визначається добутком приватних коефіцієнтів, та знаходиться за формулою:

$$B = \beta_1 * \beta_2 * \dots * \beta_{15} , \quad (2.5)$$

Провели аналіз ВДМ та визначили коефіцієнти, які впливають на зменшення її пропускної здатності (табл. 2.14-2.17):

Таблиця 2.14

Значення коефіцієнта зниження пропускної здатності β_1

Автомобільна дорога	Ширина, м		β_1
	смуги		
Двосмугова	-	6,0	0,85-0,54
	-	7,0	0,9-0,71
	-	7,5	1,0-0,87
Багатосмугова	$\leq 3,0$	-	0,9
	3,5	-	0,96
	$\geq 3,75$	-	1,0

Обираємо коефіцієнт зниження пропускної здатності обираємо $\beta_1=0,85$

Таблиця 2.15

Значення коефіцієнта зниження пропускної здатності β_6

Відстань видимості, м	<50	50-100	100- 150	150- 250	250- 350	>350
β_6	0,68	0,73	0,80	0,84	0,98	1,0

Обираємо коефіцієнт зниження пропускної здатності обираємо $\beta_6=0,84$

Таблиця 2.16

Значення коефіцієнта зниження пропускної здатності β_{11}

Тип покриття	β_{11}
Шерехате асфальто- або цементобетонне, чорне щебенеve покриття	1,0
Асфальтобетонне покриття без поверхневої обробки	0,91
Збірне бетонне покриття	0,86
Бруківка	0,42
Грунтова дорога без пилу, суха	0,90
Грунтова дорога розмокла	0,1-0,3

Обираємо коефіцієнт зниження пропускної здатності обираємо $\beta_{11}=0,91$

Таблиця 2.17

Значення коефіцієнта зниження пропускної здатності β_{15}

Число автобусів у потоці, %	β_{15} , за числом легкових автомобілів у потоці, %					
	70	60	40	30	20	10
1	0,82	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
5	0,80	0,75	0,72	0,71	0,69	0,66
10	0,77	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
15	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64
20	0,73	0,69	0,68	0,66	0,64	0,62
30	0,70	0,66	0,64	0,63	0,61	0,6

Обираємо коефіцієнт зниження пропускної здатності обираємо $\beta_{15}=0,8$

Отже, підсумковий коефіцієнт зниження пропускної здатності визначаємо за формулою 2.5:

$$B = \beta_1 * \beta_6 * \beta_{11} * \beta_{15} = 0,85 * 0,84 * 0,91 * 0,8 = 0,520$$

Знайдемо практичну пропускну здатність на ділянці дороги по вул.

П.Кравчика за формулою 2.4:

$$P = 0,520 * 2000 = 1040 \text{ авт./год}$$

Після проведених розрахунків інтенсивності руху та пропускної здатності, визначаємо рівень завантаження на ділянці дороги по вул. П.Кравчика:

$$Z = \frac{N}{P}, \quad (2.6)$$

де N - інтенсивність руху;

P - практична пропускна здатність авт/год.

Підставимо у формулу 2.6 розрахункові значення:

$$Z = \frac{587}{1040} = 0,56$$

Аналогічно проводимо розрахунок рівня завантаження по вулиці Будівельників = 0,58, а також по вулиці Наконечного = 0,61. Користуючись даними з таблиці 2.18, визначаємо рівень зручності та характер заходів на розглянутій ділянці ВДМ.

Таблиця 2.18

Рівень зручності та характер заходів на розглянутій ділянці ВДМ

Рівень зручності	Рівень завантаження, Z	Характер заходів
A	0,2	Попереджувальні знаки, розмітка проїзної частини, направляючі пристрої
Б	0,2-0,5	Знаки і розмітка, що обмежують маневр та попереджають про зміну дорожніх умов, вказівні стріли, світлові інформаційні табло рекомендованих швидкостей руху, багатопозиційні знаки
В	0,5-0,75	Розмітка проїзної частини, що дублюється знаками, вказівні стріли; багатопозиційні знаки; світлофори, знаки, островці

Продовження таблиці 2.18

Г	0,75-0,9	Автоматизовані системи регулювання; знаки, що дублюють розмітку; знаки, що рекомендують дистанції руху; світлові табло з зазначенням швидкостей та смуг руху
---	----------	--

На основі отриманих даних по рівню завантаження $Z=0,56-0,61$ рівень зручності – В, пропонуємо на ВДМ встановити додаткові дорожні знаки та розмітку, світлофори та круговий рух.

Висновки до 2 розділу

В даному розділі проаналізовані заходи підвищення ефективності організації дорожнього руху та визначена їх ефективність, за допомогою коефіцієнтів безпеки визначили та обґрунтували об'єкти дослідження у місті Ладизжин, та провели аналіз програмних забезпечень для побудови імітаційного моделювання дорожнього руху. Для побудови імітаційного моделювання дорожнього руху була обрана студентська версія програми PTV Vissim, яку з 2023 року почали використовувати в нашому університеті.

Провели дослідження інтенсивності руху та миттєвої швидкості транспортних засобів, розраховали пропускну здатність, обрали заходи з покращення безпеки руху на даній ділянці дороги.

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. Розробка імітаційної моделі на досліджуваній ділянці

3.1 Розробка імітаційної моделі на перехресті вул. П. Кравчика та вул. Будівельників

НУБІП України

За допомогою Google maps, розглянемо загальний вигляд перехрестя між вулицями П.Кравчика та Будівельників (рис. 3.1). Перехрестя розташовано в центральній частині міста та має великий транспортний потік, що призводить до заторів та ДТП. Це місце перетинання логістичних шляхів: пасажирського та вантажного транспорту. За допомогою побудови імітаційної моделі маємо змогу переобладнати перехрестя та переконатися в доцільності змін.



Рис. 3.1. Загальний вигляд перехрестя

НУБІП України

НУБІП України

Відкриваємо PTV Vissim студентську версію та знаходимо місто

Ладизжин

НУБІП України

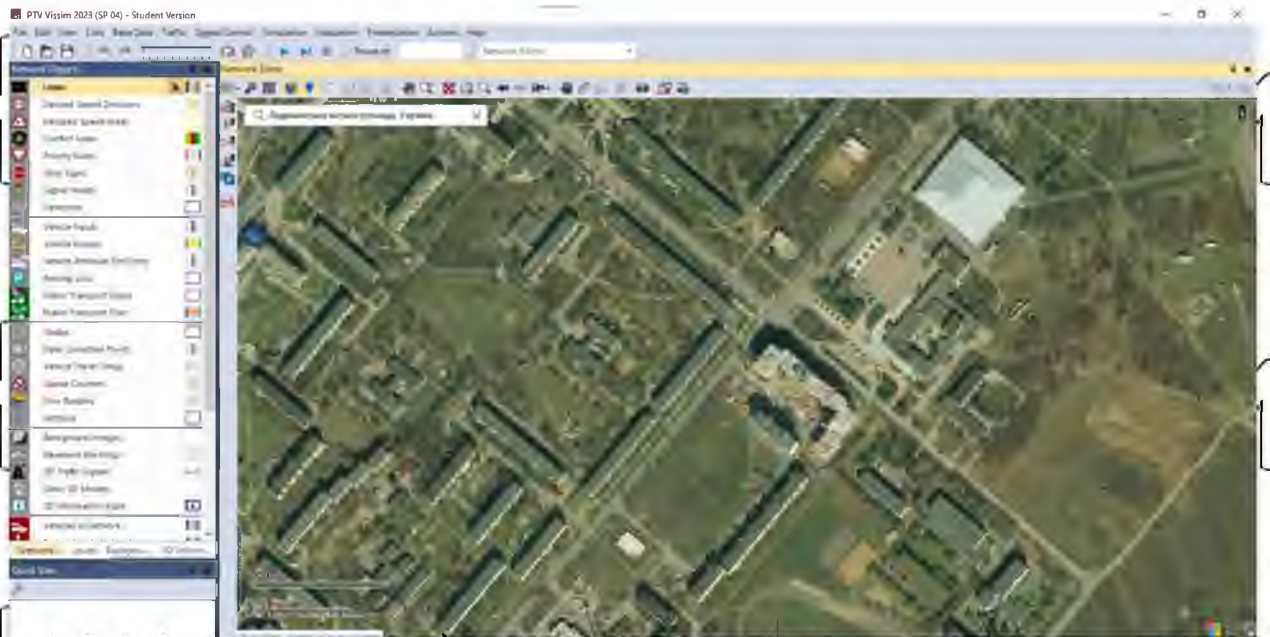


Рис. 3.2. Загальний вигляд перехрестя в програмі PTV Vissim

Прокладаємо відрізки дороги та визначаємося з кількістю смуг та напрямку руху на досліджуваному перехресті між вул. П.Кравчика та вул. Будівельників (рис. 3.3., рис. 3.4.)

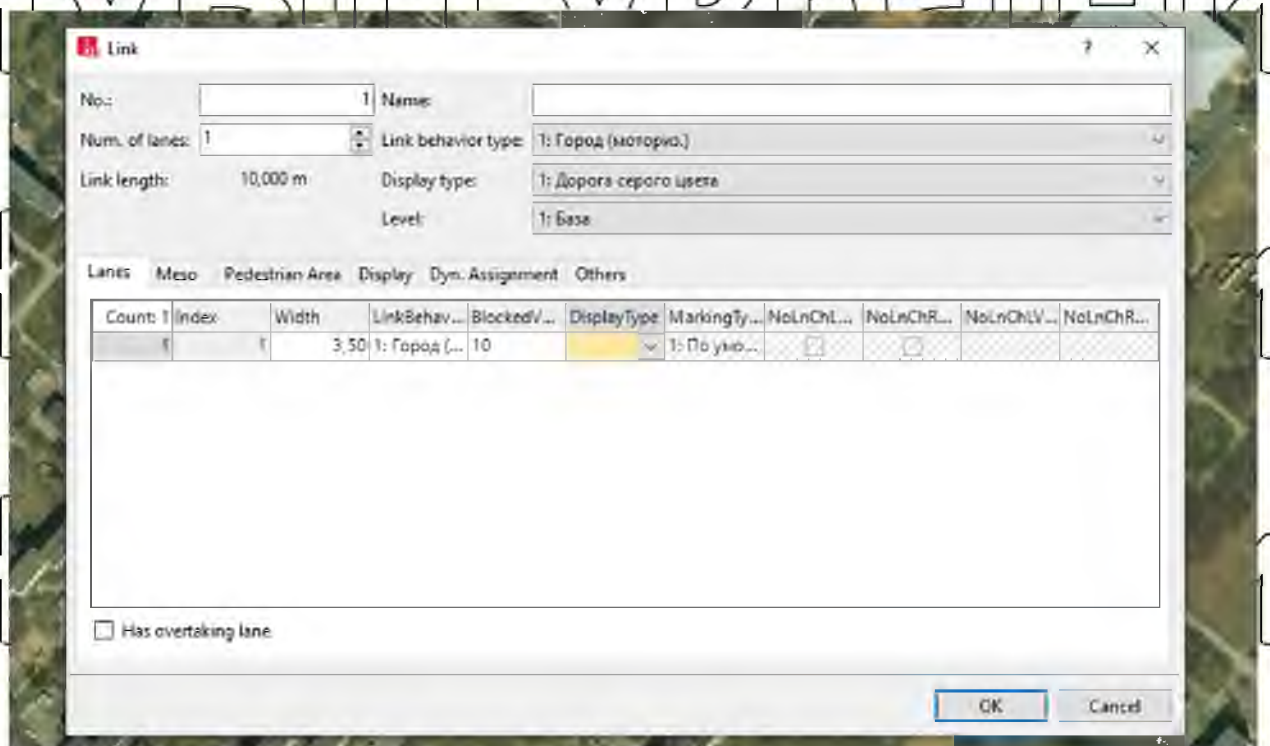


Рис. 3.3. Внесення ланіх в програму PTV Vissim для прокладання доріг



Рис. 3.4. Загальний вигляд прокладених доріг в програмі PTV Vissim

Для побудови повноцінного перехрестя, у програмі потрібно за допомогою з'єднувальних відрізків з'єднати усі наші відрізки в одне ціле (рис. 3.5., рис. 3.6.).

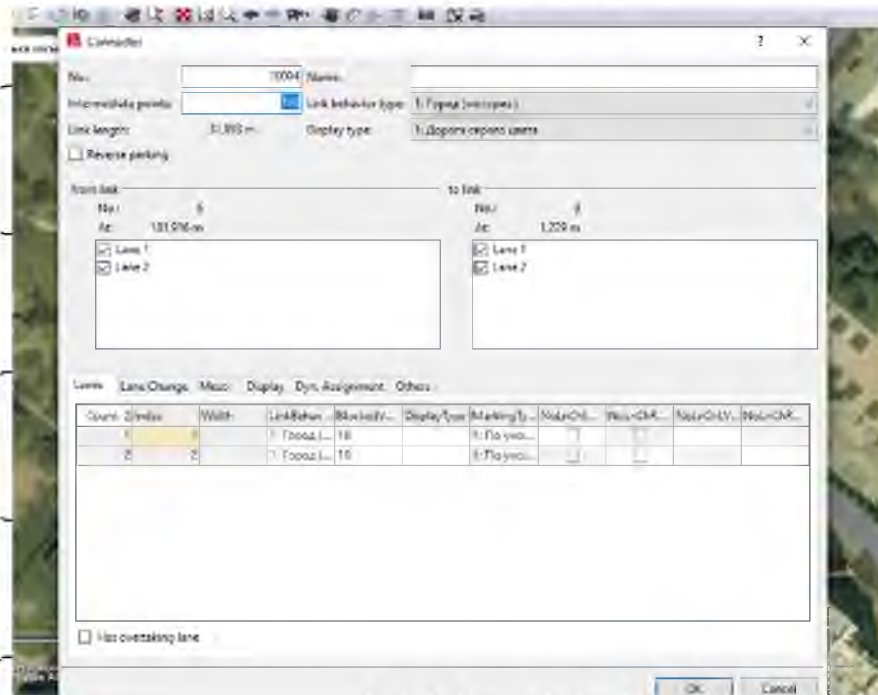


Рис. 3.5. Внесення даних в програму PTV Vissim для з'єднання відрізків



Рис. 3.6. Загальний вигляд з'єднання відрізків в програмі PTV Vissim

Для повноцінного зображення реальності перехрестя створимо вхідні потоки (рис. 3.7.) та задаємо маршрути руху транспортних засобів (рис. 3.8.)

Count: 4	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1	Будівельників 1	2	300,0	1: По умовчанняю
2	2	Кравчика 1	4	200,0	1: По умовчанняю
3	3	Будівельників 2	8	400,0	1: По умовчанняю
4	4	Кравчика 2	6	400,0	1: По умовчанняю

Рис. 3.7. Створення вхідних потоків

Count: 4	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses	RouteChoiceMeth
1	1	Будівельників 1	2	7,460	<input checked="" type="checkbox"/>	10,20,30	Static
2	2	Кравика 2	6	5,776	<input checked="" type="checkbox"/>	10,20,30	Static
3	3	Будівельників 2	8	3,164	<input checked="" type="checkbox"/>	10,20,30	Static
4	4	Кравика 1	4	21,283	<input checked="" type="checkbox"/>	10,20,30	Static

Рис. 3.8. Створення маршрутів транспортних засобів

Можемо спробувати запуснути нашу імітаційну модель, але транспортні засоби будуть рухатися самі по собі та створювати ДТП. В програмі є так звані «конфліктні зони», які потрібно змінювати власноруч відповідно правилам дорожнього руху.



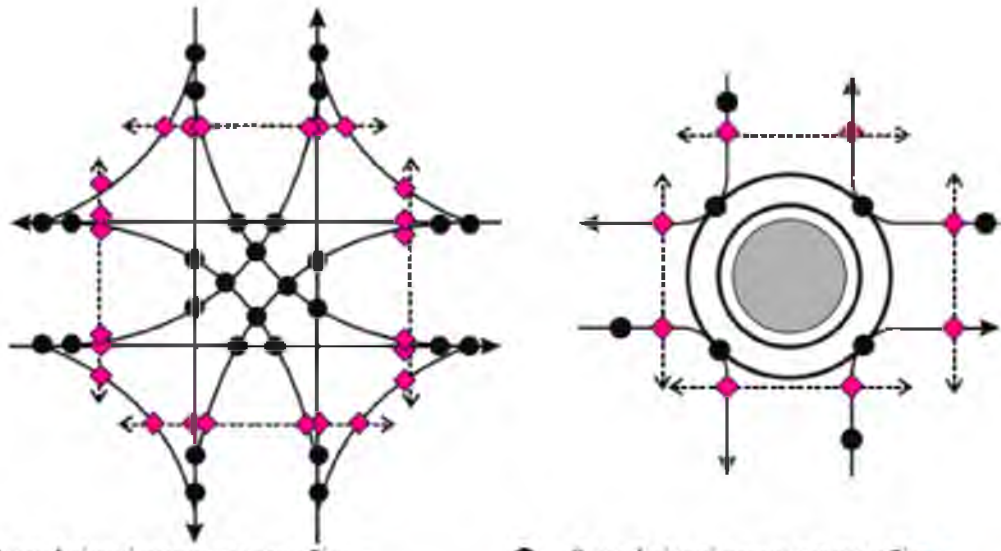
Рис. 3.9. Зміна конфліктних зон

На даному етапі ми створили реальну модель існуючого перехрестя у місті Ладижин. Програма PTV Vissim надає можливість змоделювати це перехрестя та вдосконалити його.

При вдосконаленні перехрестя за допомогою PTV Vissim потрібно переконатися, що це дасть результат. Одним із способів це дізнатися, визначитися з кількістю конфліктних точок на перехресті. При переобладнанні перехрестя на круговий рух, ми знизимо кількість конфліктних точок у чотири рази (рис. 3.10.).

Н

Н



- - 32 конфліктні точки «автомобіль – автомобіль»
- ◆ - 24 конфліктні точки «автомобіль – пішохід»
- - 8 конфліктні точки «автомобіль – автомобіль»
- ◆ - 8 конфліктні точки «автомобіль – пішохід»

Н

Рис. 3.10. Кількість конфліктних точок перехрестя

НУДІП України

Перебудуємо перехрестя встановивши круговий рух, пішохідні переходи та налаштування всіх конфліктних зон. Також додаємо нові маршрути транспортних засобів.

НУД

НУД

НУД



Рис. 3.11. Перебудова перехрестя з круговим рухом

И

И

И

Програма надає можливості покращити візуальний стан перехрестя. За допомогою рівнів та 3D – об'єктів побудуємо житлові будинки, комерційні приміщення, додамо пішохідні доріжки, дорожні знаки, розмітку та елементи озеленення (газони, кущі, квіти, дерева та інше).



Рис. 3.12. Внесення елементів за допомогою 3D об'єктів та рівнів

Візуалізацію імітаційної моделі перехрестя між вул. П.Кравчика та вул.

Будівельників за допомогою студентської версії PTV Vissim показано на рис.3.13.



Рис. 3.13. Візуалізація імітаційної моделі

На переобладнання перехрестя з круговим рухом розрахуємо витрати за формулою:

$$K = K_3 + K_p, \quad (3.1)$$

Розрахуємо витрати на закупівлю дорожніх знаків

$$K_3 = N * S_{31} + N * S_{32} + N_o * S_o, \quad (3.2)$$

де K_3 – витрати на закупівлю дорожніх знаків

N – кількість знаків, шт;

N_o – кількість спор, шт;

S_{31} – вартість дорожнього знака 4.10 «Круговий рух» - 1311,00 грн,

S_{32} – вартість дорожнього знака 2.1 «Дати дороги» - 906,00 грн;

S_o – вартість опори – 4620,00 грн.

Підставимо значення у формулу 3.2:

$$K_3 = 4 * 1311 + 4 * 906 + 4 * 4620 = 27348$$

Розрахуємо витрати на нанесення дорожньої розмітки 1.7 «переривчаста лінія» та 1.13 «дати дорогу»

$$K_p = l_1 * h * S_{p1} + l_2 * S_{p2}, \quad (3.3)$$

де K_p – витрати на нанесення дорожньої розмітки;

l_1 – довжина нанесення розмітки 1.13 «дати дорогу», м;

l_2 – довжина нанесення розмітки 1.7 «переривчаста лінія», м;

h – ширина нанесення розмітки, м;

S_{p1} – вартість нанесення дорожньої розмітки 1.13 «дати дорогу», грн.;

S_{p2} – вартість нанесення дорожньої розмітки 1.7 «переривчаста лінія»,

грн.

$$K_p = 18 * 0,4 * 450 + 0,030 * 10250 = 3547,50 \text{ грн}$$

Розрахуємо витрати на переобладнання перехрестя за формулою 3.1:

$$K = 27348 + 3547.50 = 30895.50 \text{ грн}$$

3.2 Розробка імітаційної моделі на перехресті вул. Наконечного та вул. Будівельників

Аналогічно пункту 3.1 розробляємо імітаційну модель на перехресті вул. Наконечного та вул. Будівельників. Знаходимо на Google maps досліджувальне перехрестя.

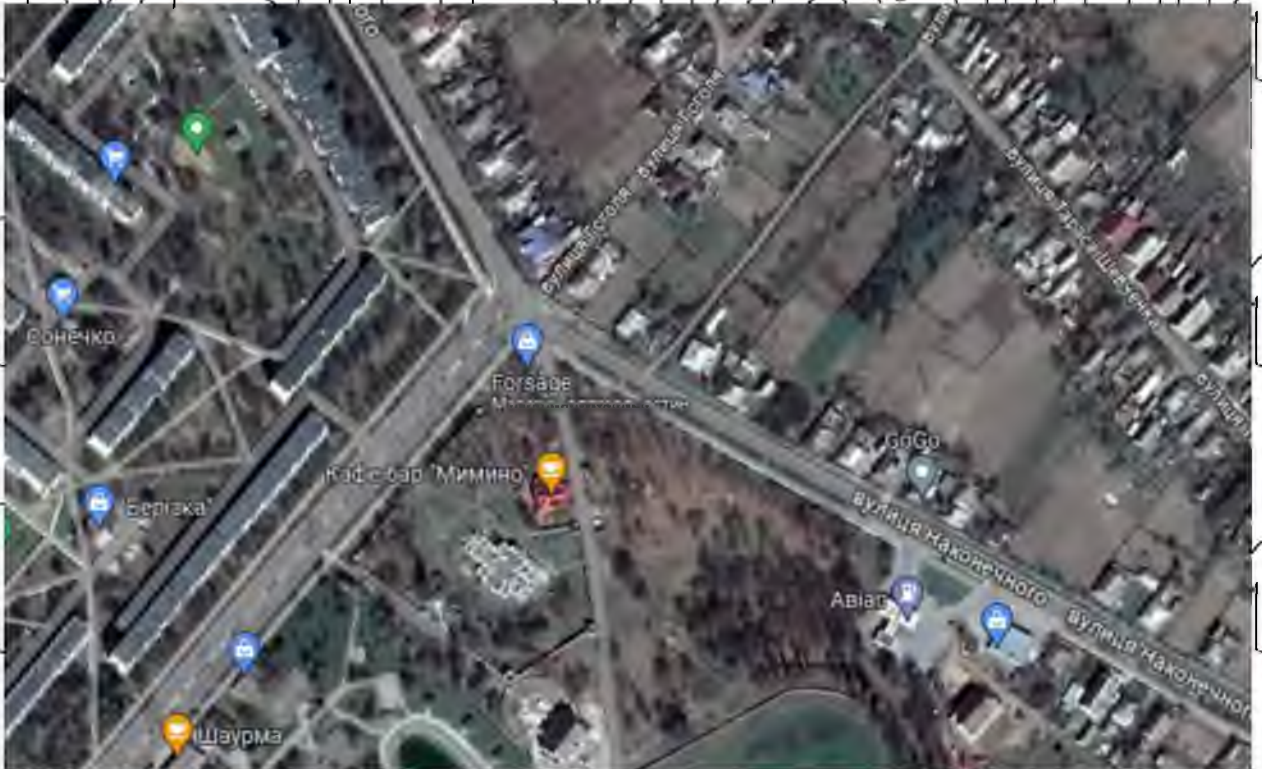


Рис. 3.14. Загальний вигляд перехрестя

Відкриваємо PTV Vissim студентську версію та знаходимо місто Ладжин та потрібне нам перехрестя між вул. Наконечного та вул. Будівельників.

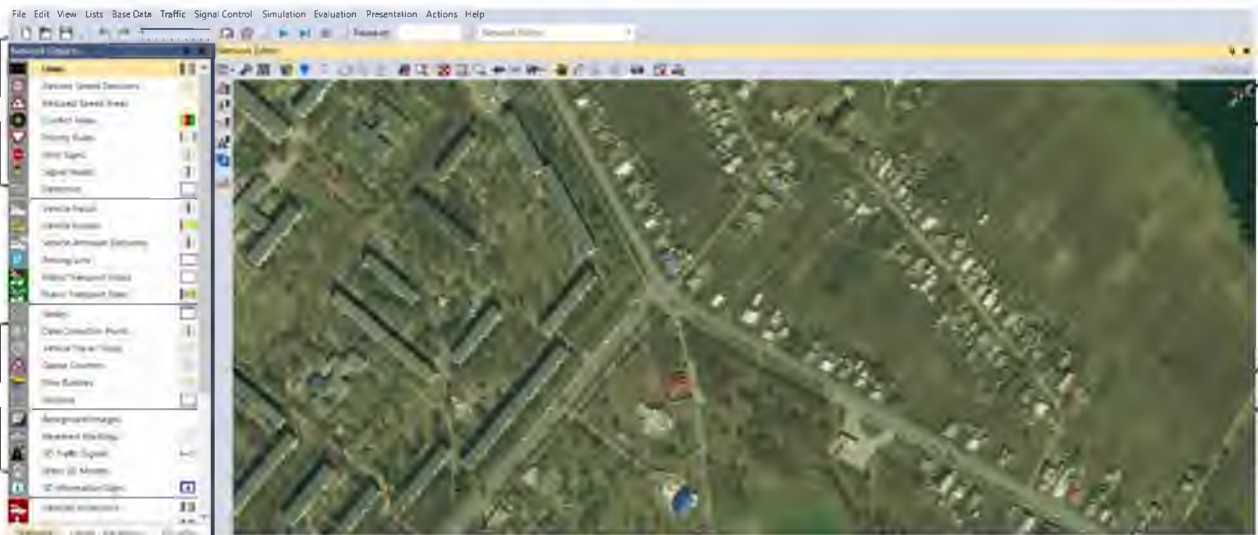


Рис. 3.15. Загальний вигляд перехрестя в програмі PTV Vissim

Прокладаємо відрізки дороги та визначаємося з кількістю смуг та напрямку руху на досліджуваному перехресті між вул. Наконечного та вул. Будівельників (рис. 3.16., рис. 3.17.).

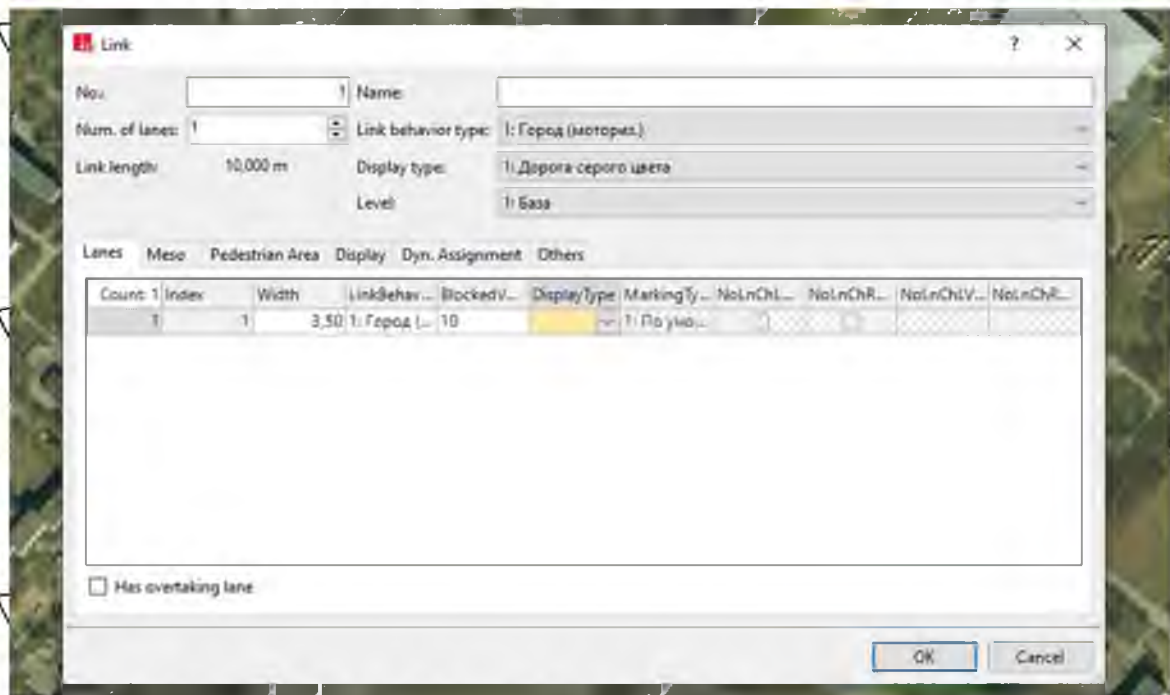


Рис. 3.16. Внесення даних в програму PTV Vissim для прокладання доріг



Рис. 3.17. Загальний вигляд прокладених доріг в програмі PTV Vissim

Для побудови повноцінного перехрестя у програмі потрібно за допомогою з'єднувальник відрізків з'єднати усі наші відрізки в одне ціле.



Рис. 3.18. Загальний вигляд з'єднання відрізків в програмі PTV Vissim

Для повноцінного зображення реальності перехрестя створюємо вхідні потоки (рис. 3.19.) та задаємо маршрути руху транспортних засобів (рис. 3.20.).

Vehicle Inputs / Vehicle volumes by time interval

Count	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
1	1	Наконечного 1	2	300,0	2
2	2	Наконечного	4	200,0	1: По умовчанию
3	3	Будівельників 1	8	400,0	1: По умовчанию

Рис. 3.19. Створення вхідних потоків

Static Vehicle Routing Decisions / Static vehicle routes

Count	No	Name	Link	Pos	AllVehTypes	VehClasses	RouteChoiceMeth
1	1	Наконечного 1	2	7,460	<input checked="" type="checkbox"/>	10,20,30	Static
2	2	Наконечного 2	6	5,776	<input checked="" type="checkbox"/>	10,20,30	Static
3	3	Будівельників 1	8	3,164	<input checked="" type="checkbox"/>	10,20,30	Static

Рис. 3.20. Створення маршрутів транспортних засобів

Можемо спробувати запустити нашу імітаційну модель, але транспортні засоби будуть рухатися самі по собі та створювати ДТП. В програмі є так звані «конфліктні зони», які потрібно змінювати власноруч відповідно правилам дорожнього руху рис. 3.21.

Conflict Areas

Count	Link1	VehLink1	Link2	VehLink2	Status	FrontSepDel	RearSepDel	MiscSepBlockDel	MiscOnGap	LeftDirFacDel	RightDirDel	ObjSepDel	LinkSepDel	VehicleBlockMin
1	Наконечного	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	waits for 1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-	-	0,0%
2	Наконечного	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	waits for 2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-	-	0,0%
3	Будівельників 1	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	waits for 1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-	-	0,0%
4	Наконечного	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	waits for 2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-	-	0,0%
5	Наконечного	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	waits for 1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-	-	0,0%
6	Наконечного	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	waits for 1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-	-	0,0%
7	Наконечного	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	waits for 1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-	-	0,0%
8	Наконечного	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	100,0 (0,0%)	waits for 1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	-	-	0,0%



Рис. 3.21. Зміна конфліктних зон

Для вдосконалення даного перехрестя я обрав встановлення світлофорного регулювання, для того щоб зменшити кількість ДТП та швидкість руху. За допомогою світлосигнальних пристроїв налаштуємо групи сигналів на перехресті.

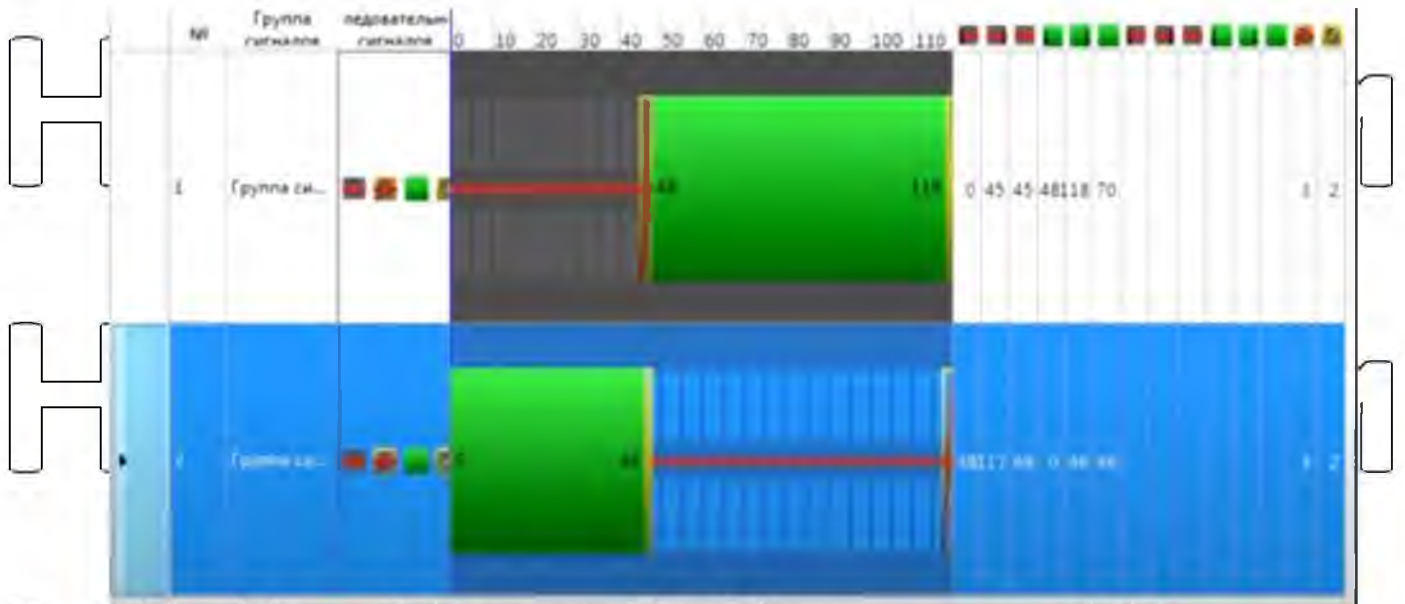


Рис. 3.22. Налаштування групи сигналів світлофорів

За допомогою рівнів та 3D – об'єктів побудуємо житлові будинки, комерційні приміщення, додамо пішохідні доріжки, дорожні знаки, розмітку, елементи озеленення (газони, кущі, квіти, дерева та інше (рис. 3.24.)) та світлофори (рис. 3.23).



Рис. 3.23. Додавання 3D-об'єкту



Рис. 3.24. Додавання дорожніх знаків, розмітки, озеленення та будинків

Візуалізуємо імітаційну модель перехрестя між вул. Наконечного та вул.

Будівельників за допомогою студентської версії PTV Vissim рис.3.25.



Рис. 3.25. Візуалізація імітаційної моделі

Обсяг інвестицій на переобладнання перехрестя розраховуємо за формулою:

$$K = K_{\text{св}} + K_{\text{з}} + K_{\text{р}}, \quad (3.4)$$

Для розрахунку вартості витрат на придбання світлофорів з опорами використаємо формулу:

$$K_{\text{св}} = N * S_{\text{св1}} + N * S_{\text{ст1}} + N * S_{\text{св2}} + N * S_{\text{ст2}}, \quad (3.5)$$

де $K_{\text{св}}$ – витрати на придбання світлофорів та стійок

N – кількість, шт

$S_{\text{св1}}$ – вартість світлофора (вартість автомобільного світлофора – 18240,00 грн);

$S_{\text{св2}}$ – вартість світлофора (вартість пішохідного світлофора – 4506,00 грн)

$S_{\text{ст1}}$ – вартість опори для автомобільного світлофора 22700,00 грн

$S_{\text{ст2}}$ – вартість опори для пішохідного світлофора 4620,00

Отже, для встановлення світлофорів з опорами на перехресті вул. Наконечного та вул. Будівельників підставимо значення у формулу:

$$K_{\text{св}} = 4 * 18240 + 3 * 22700 + 2 * 4506 + 1 * 4620 = 154692,00 \text{ грн}$$

Розрахуємо витрати на закупівлю дорожніх знаків

$$K_{\text{з}} = N * S_{\text{з}} + N_{\text{о}} * S_{\text{о}}, \quad (3.6)$$

$$K_{\text{з}} = 3 * 618 + 3 * 4620 = 15714 \text{ грн}$$

де $K_{\text{з}}$ – витрати на закупівлю дорожніх знаків

N – кількість знаків, шт;

$N_{\text{о}}$ – кількість опор, шт;

$S_{\text{з}}$ – вартість дорожнього знака 1.24 «Світлофорне регулювання» - 618,00 грн;

$S_{\text{о}}$ – вартість опори – 4620,00 грн.

Розрахуємо витрати на нанесення дорожньої розмітки 1.12 «Стоп-Лінія».

$$K_{\text{р}} = l * h * S_{\text{р}}, \quad (3.7)$$

де K_p – витрати на нанесення дорожньої розмітки

l – довжина нанесення розмітки, м;

h – ширина нанесення розмітки, м;

S_p – вартість нанесення дорожньої розмітки.

$$K_p = 12 * 0,4 * 365 = 1752,00 \text{ грн}$$

Розраховуємо загальні витрати:

$$K = 154692 + 15714 + 1752 = 172158,00 \text{ грн}$$

Висновки до 3 розділу

В 3 розділі нашої роботи за допомогою студентської версії програми, RTV Vissim була розроблена імітаційна модель на двох перехрестях м.

Ладжин: вулиці П.Кравчика та вулиці Будівельників, а також вулиці

Будівельників та вулиці Наконечного. Розраховано обсяг інвестицій на переобладнання перехресть у м. Ладжин.

РОЗДІЛ 4. Організація охорони праці та навколишнього середовища

У даній роботі були виконані дослідження руху транспортного потоку на перехресті вулиць міста Ладжин. На основі проведених досліджень були

запропоновані заходи поліпшення організації дорожнього руху, а саме переобладнання перехресть на круговий рух та встановлення світлофорів. При

виконанні магістерської роботи можуть виникнути негативні фактори, які вплинуть на здоров'я як дослідника, так і на фахівців, які будуть переобладнувати перехрестя та на учасників дорожнього руху.

Переобладнання перехрестя може бути важливим заходом для підвищення безпеки дорожнього руху та оптимізації транспортного потоку.

Однак цей процес також може створити потенційні небезпеки, які слід

враховувати та мінімізувати. Наведемо приклади потенційних небезпек, які можуть виникнути під час переобладнання перехрестя:

- Вірогідність виникнення ДТП: наїзд на пішоходів, які знаходяться поза межами пішохідного переходу та тротуару.

- При встановленні світлофорів, виконуються роботи на висоті – це небезпечно, є можливість падіння з висоти робітників.

- При переобладнанні перехрестя на круговий рух, виникає велика вірогідність виникнення ДТП, так як водії не бачили цього.

- Роботи на перехрестях можуть призвести до заторів і збільшення часу подорожей, що може вплинути на трафік у великому масштабі.

Під час робіт можуть виникнути пошкодження дорожньої інфраструктури, які можуть призвести до аварій або травм.

- Перевищення швидкості руху під час переобладнання перехрестя, що може збільшити кількість аварій.

- Технічна несправність транспортних засобів, може привести до аварійних ситуацій.

- Зміна траєкторій руху може спричинити неочікувані зміни у водійській поведінці і збільшити ризики аварій.

- Тривалі роботи на перехрестях можуть викликати неспокій серед водіїв мешканців району.

Для уникнення цих небезпек і забезпечення безпеки на дорозі важливо ретельно планувати та виконувати переобладнання перехрестя, враховуючи всі стандарти безпеки та рекомендації відповідних органів. Також важливо інформувати водіїв та пішоходів про будь-які зміни у руховому режимі та дорожній сигналізації. Для запобігання цим потенційним небезпекам важливо враховувати наступні кроки:

- Грамотне проектування: потрібно ретельно спроектувати переобладнання перехрестя, враховуючи потреби всіх користувачів дороги.

- Інформаційна робота: потрібно інформувати громадськість та водіїв про плани переобладнання та можливі зміни в правилах руху.

НУВІП України

- **Безпека на переобладнанні:** забезпечення безпечних умов для робітників і водіїв під час будівництва.

- **Слідкуйте за заторами:** використання ефективних стратегій управління транспортним потоком під час переобладнання, щоб мінімізувати затори.

НУВІП України

- **Залучення зацікавлених сторін:** потрібно врахувати думки та обговорити проект з місцевими громадами та мешканцями міста.

- **Моніторинг та оцінка:** проводити
- постійний моніторинг безпеки та ефективності переобладнання

НУВІП України

перехрестя після його завершення.

Загальний підхід полягає в тому, щоб забезпечити грамотне планування, комунікацію та моніторинг на кожному етапі переобладнання перехрестя, щоб зменшити ризики і забезпечити безпеку всіх учасників дорожнього руху.

НУВІП України

Вплив автотранспорту та автомобільних доріг на навколишнє середовище можна поділити на дві групи: дорожні та транспортні. Дорожні фактори негативного впливу на навколишнє середовище: перетворення ландшафту, пил, хімічні речовини, шум, вібрація, акустика, димоутворення.

До транспортних негативних факторів відносяться: транспортний шум, забруднення повітря та води.

НУВІП України

Автомобільний транспорт в сучасному світі є невід'ємною частиною життя, забезпечуючи зручність та ефективність пересування. Проте разом з

цим, автотранспорт та інфраструктура автомобільних доріг мають значний вплив на навколишнє середовище. Нижче наведу приклади негативного

НУВІП України

впливу на навколишнє середовище автотранспорту та автомобільних доріг:

1. **Забруднення повітря.** Один з найбільш очевидних та серйозних

впливів автомобільного транспорту на навколишнє середовище - це забруднення повітря. Двигуни внутрішнього згорання, які працюють на

НУВІП України

бензині або дизельному пальному, виділяють в атмосферу велику кількість шкідливих речовин, таких як вуглекислий газ (CO₂), оксиди азоту (NO_x), вуглеводні та частки. Ці речовини сприяють глобальному потеплінню та

забрудненню повітря, що може призвести до кліматичних змін та шкоди здоров'ю людей.

2. Забруднення ґрунту та водою. Автомобільні дороги також сприяють забрудненню ґрунту та водою. Олія, паливо, антифризи та інші речовини можуть викидатися з автомобілів під час експлуатації та потрапляти

на дороги. Під час дощів ці забруднення можуть змиватися в річки, озера та ґрунт, загрожуючи екосистемі та водному життю. Крім того, зношування шин та гальм викидає в атмосферу мікрочастки, які осідають на ґрунті і можуть негативно впливати на якість ґрунту та рослинність.

3. Шум та вібрація. Автомобільний транспорт також вносить вклад у звукове забруднення навколишнього середовища. Рух транспорту супроводжується шумом та вібрацією від моторів, коліс, гальм та інших складових автомобілів. Це може впливати на якість життя мешканців міських районів і призводити до стресу та проблем зі сном. Шум та вібрація також можуть впливати на деякі види диких тварин та призводити до зміни їхньої поведінки та споживання енергії.

4. Руйнування екосистем. Будівництво та розширення автомобільних доріг може вимагати вирубування лісів, забирання аграрної землі та втручання і руйнування природних резервуарів, водних шляхів. Це може призводити до знищення екосистем і втрати біорізноманіття. При будівництві мостів та тунелів можуть порушуватися міграційні маршрути деяких видів тварин, що може впливати на їх виживання та популяцію.

5. Затори та енергоспоживання. Автомобільний транспорт часто призводить до дорожніх заторів, особливо в міських районах. Це веде до збільшення часу в дорозі та перевитрату пального, зростає кількість викидів газів в атмосферу. Крім того, автомобільний транспорт потребує значної кількості енергії, яка часто виробляється з використанням невідновлюваних джерел енергії, таких як нафта та вугілля. Це призводить до викидів CO₂ та інших забруднюючих речовин у повітря.

Автомобільний транспорт та інфраструктура автомобільних доріг мають значний вплив на навколишнє середовище. Забруднення повітря, ґрунту та водою, шум та вібрація, руйнування екосистем та енергоспоживання - це лише деякі аспекти цього впливу. Для збереження природи та зменшення негативних наслідків автотранспорту, необхідно вдосконалювати технології та розвивати альтернативні види транспорту, які були б більш екологічно безпечними.

На даний час, весь світ переходить на альтернативний вид транспорту – електроавтомобіль. Перехід на електромобілі є важливим кроком у зменшенні впливу автотранспорту на навколишнє середовище та боротьбі зі змінами клімату. Електромобілі привертають увагу завдяки своїм перевагам у плані екології та ефективності. Все більше автовиробників і країн вкладають ресурси у розвиток та популяризацію електромобілів через їхню значну перевагу для навколишнього середовища та суспільства загалом. Однак, успіх переходу на електромобілі великою мірою залежить від сприйняття споживачами, підтримки уряду та подальших технологічних здобутків у галузі батарей та інфраструктури для зарядки.

Висновки до 4 розділу

В 4 розділі було проведено аналіз небезпек, які можуть виникнути під час переобладнання перехрестя та шляхи їх усунення. Розглянуті дорожні та транспортні фактори негативного впливу на навколишнє середовище та альтернативний вид транспорту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Моделювання дорожнього руху відіграє важливу роль у вдосконаленні умов на дорогах, дозволяючи досліджувати різні сценарії дорожнього руху та визначати їх вплив на безпеку, транспортний потік, час руху та інші ключові параметри. У рамках даної магістерської роботи було проведено дослідження проблем безпеки дорожнього руху у центральній частині міста Ладижин та розроблено систему світлофорного регулювання з метою підвищення рівня безпеки на дорогах.

Аналіз показав, що на розглянутій ділянці доріг існують серйозні проблеми з безпекою руху, включаючи велику кількість дорожньо-транспортних пригод і небезпечних ситуацій, які виникають через взаємодію різних учасників дорожнього руху. Для вирішення цих проблем було запропоновано встановити систему світлофорного регулювання на декількох перехрестях і пішохідних переходах. Розроблена система світлофорного

регулювання відповідає всім вимогам безпеки на дорозі і містить компоненти, що забезпечують ефективне управління рухом транспортних засобів і безпеку пішоходів.

Очікується, що впровадження системи світлофорного регулювання на розглянутих ділянках доріг призведе до зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод і поліпшення загального транспортного потоку. Однак важливо забезпечити належне фінансування проекту та регулярне технічне обслуговування системи для забезпечення її безперебійної роботи.

Отже, розроблена система світлофорного регулювання може відігравати важливу роль у підвищенні рівня безпеки на дорозі та сприяти безпечному та зручному руху транспортних засобів і пішоходів на розглянутих ділянках доріг. Використання програмного забезпечення PTV VISSIM дозволяє проводити моделювання транспортного руху як перед впровадженням заходів, так і після них, для впевненості в ефективності вжитих рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сайт компанії PTV Group - Режим доступу:

<https://company.ptvgroup.com/en/>

2. Методичні вказівки до практичних робіт безпеки дорожнього руху - Режим доступу:

https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/57220/1/21_%20%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B8%20%D0%B4%D0%BE%20%D0%9F%D0%A0%20%D0%91%D0%94%D0%A0.pdf

3. Ладизинська міська рада. Офіційний сайт. Режим доступу:

<https://ladrada.gov.ua/>

4. Лобашов О. О., Прасоленко О.В. Практикум з дисципліни

«Організація дорожнього руху» навч. посібник – Харків: ХНАМР, 2011. – 221

с.

5. Петренко В.Ю. Організація та безпека дорожнього руху: навч. посібник. - Київ: Центр учбової літератури, 2020. 320 с.

6. Венгер А. С., Волобуєва Т. В. Організація дорожнього руху : навчальний посібник. Одеса : ОАДК ОНПУ, 2020. 187 с.

7. Організація та регулювання дорожнього руху : підручник В. П. Поліщука, О. О. Бакуліч, С. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. - К.: Знання України, 2011. - 467 с.

8. D. Ortuzar, G. Willumsen. Modelling Transport, 3rd Edition, London: 2006.

9. Vuchic V.R. Urban Transit Systems and Technology / V.R. Vuchic. - New Jersey, 2007. - 602 p.

10. Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1360-2020-%D1%80#Text>

11. Поліщук В.П. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник. - К.: Знання України, 2011. - 467 с.

12. Nolan J.F. Determinants of productive efficiency in urban transit. Logistics and Transportation Review. – 2020. – 156 p.

13. Екологічні вимоги до автомобільних доріг. ВБН ВДЗ – 218 – 007 – 98. - К.: Мінекобезпеки. Укравтодор, 1998. – 35 с.

14. Осетрін М.М., Беспалов Д.О., Дорош М.І. Основні принципи створення транспортної моделі міста. Містобудування та територіальне планування. - 2015. - № 57. - С. 309-320.

15. Шевчук Я.В. Автотранспортна інфраструктура: теорія і методи сучасних регіональних досліджень. Монографія. – Ужгород: Видавництво ТЗОВ «Ліга-Прес», 2011. – 450 с.

16. Urban Street Design Guide // National Association of City Transportation Officials. - Washington: Island Press, 2013. - 192 p.

17. Петруня Ю. Є., Пасічник Т. О. Вплив новітніх технологій на логістику та управління ланцюгами постачання // "Маркетинг – менеджмент

інновацій": зб. наукових праць Університету митної справи та фінансів.
Дніпро, 2018. Вип. 1. С. 130–139.

18. Weiner, Ed and Fred Ducca. «Upgrading Travel Demand Forecasting Capabilities», ITE Journal, Vol-ume 69, Number 7, July 1999. – PP. 28-33.

19. Кашканов А.А., Грисюк О.В. Безпека руху автомобільного транспорту. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2005. - 177с.

20. Яремчук С. В. Організація руху на дорогах загального користування: навч. посібник. - Київ: Ліра-К, 2017. 384 с.

21. Петренко В.Ю. Організація та безпека дорожнього руху: навч. посібник. - Київ: Центр учбової літератури, 2020. 320 с.

22. Король, М. В. Моделювання руху автомобілів на дорогах з використанням програмного забезпечення VISSIM. - К.: Технології транспорту, 2018. 67 с.

23. Годунов, С. І. Моделювання транспортних потоків. – В.: Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2019. 105 с.

24. Садова І. Д., Хоменко А. С. Організація руху на автомобільних дорогах: навч. посібник. - Київ: Авіценна, 2019. 236 с.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України