

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

Бакалавр

(освітній рівень)

Аналіз показників безпеки проїзду перехресть з близькими

залізничними коліями

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи МНс-41

напряму підготовки (спеціальності) 275

Транспортні технології (на автомобільному
транспорті)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Ховзун І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Плекан У.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Сташків М.Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри Цьонь О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2023

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра автомобілів

Освітній рівень бакалавр

Напрямок підготовки 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва)

Спеціальність

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Цьонь О.П.

« _____ »

_____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Ховзуну Івану Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Аналіз показників безпеки проїзду перехрестя з близькими залізничними коліями

Керівник проекту (роботи)

Цьонь О.П., к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 23 » січня 2023 року № 4/7-45

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 14.06.2023р

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Схема організації дорожнього руху, дані по транспортних потоках

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Проектування безпечного перехрестя автомобільних доріг.

2. Пересічення автомобільних доріг: поняття та умови безпечного руху на них.

3. Рівень небезпеки залізничного переїзду.

4. Параметри оцінки транспортних потоків.

5. Моделювання функціонування пересічення доріг.

6. Характеристика об'єкту дослідження.

7. Моделювання умов проїзду перехрестя з близькими залізничними коліями в PTV Vissim.

8. Основи безпеки дорожнього руху.

9. Основні причини скоєння дорожньо-транспортних пригод та безпека учасників ДР.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Титульний лист. 2. Характеристика роботи. 3. Характеристика досліджуваного перехрестя.

4. Характеристика залізничного переїзду. 5. Склад транспортних потоків. 6. Безпечність проїзду перехрестя. 7. Безпечність проїзду залізничних колій. 8. Аналіз показників, які впливають на безпечні умови проїзду перехрестя. 9. Обґрунтування ефективності прийнятих рішень.

10. Візуалізація моделі. 11. Загальні висновки роботи.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| РЕФЕРАТ | 5 |
| ВСТУП | 6 |
| РОЗДІЛ 1. БЕЗПЕКА РУХУ НА ПЕРЕСІЧЕННЯХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ | |
| 1.1. Проектування безпечного перехрестя автомобільних доріг | 7 |
| 1.2. Пересічення автомобільних доріг: поняття та умови безпечного руху на них | 11 |
| 1.3. Рівень небезпеки залізничного переїзду | 14 |
| РОЗДІЛ 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЇЗДУ ПЕРЕХРЕСТЯ | |
| 2.1. Параметри оцінки транспортних потоків | 18 |
| 2.2. Моделювання функціонування пересічення доріг | 21 |
| 2.3. Характеристика об'єкту дослідження | 28 |
| 2.4. Моделювання умов проїзду перехрестя з близькими залізничними коліями в PTV Vissim | 36 |
| РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ | |
| 3.1 Основи безпеки дорожнього руху | 41 |
| 3.2 Основні причини скоєння дорожньо-транспортних пригод та безпека учасників ДР | 42 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 46 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ | 47 |

РЕФЕРАТ

Метою дослідження проведених у кваліфікаційній роботі бакалавра є покращення безпеки на перехресті з близько розташованими залізничними коліями, шляхом вдосконалення організації дорожнього руху. Дослідження проведено на прикладі перехрестя вулиць Мостова, Кременецька та Залізнична у місті Дубно.

Об'єктом дослідження є нерегульоване перехрестя поруч з залізничною колією.

Предметом дослідження є вплив інтенсивності транспортного потоку на пропускну здатність та безпечність проїзду на перехресті.

Для досягнення мети було використано системний аналіз, емпіричне дослідження, математичну статистику та інші методи.

Науковою новизною роботи є комплексне обґрунтування підвищення безпеки дорожнього руху на досліджуваній вулично-дорожній мережі міста Дубно.

Практичне значення отриманих результатів полягає в запропонуванні та обґрунтуванні заходів з підвищення безпеки на перехресті з близько розташованими залізничними коліями шляхом вдосконалення організації дорожнього руху.

ВСТУП

Перехрестя, зокрема ті, що знаходяться біля залізничних колій в міському середовищі, мають велике значення для ефективного розподілу транспортних потоків та забезпечення безпеки. Вони представляють підвищену небезпеку для аварій, оскільки учасники дорожнього руху використовують один і той же простір (зону перехрестя), що вимагає точного дотримання правил дорожнього руху та відповідної дорожньої інфраструктури. До такої інфраструктури повинні входити дорожні знаки, розмітка, світлофори, освітлення та інші складові, що допоможуть зменшити ризик зіткнень транспортних засобів в десятки разів.

Для забезпечення безпеки на перехрестях з близькими залізничними коліями потрібно провести ретельне проектування, моделювання та дослідження в умовах реальної експлуатації, включаючи оцінку інтенсивності та складу транспортних потоків, а також майбутні перспективи.

РОЗДІЛ 1

БЕЗПЕКА РУХУ НА ПЕРЕСІЧЕННЯХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

1.1. Проектування безпечного перехрестя автомобільних доріг

Згідно з визначенням науковця Phillip Jordan, перехрестя є місцем, де дві або більше доріг зустрічаються на рівні, і при цьому існує високий ризик серйозних травм або навіть смерті внаслідок аварій з високою швидкістю зіткнення. У даному випадку, ми розглядаємо перехрестя міста Дубно з близькою залізничною колією. Для забезпечення безпечного проїзду на цьому перехресті можна використовувати ряд принципів, які мають на меті зменшення ризиків для водіїв та пішоходів. Ці принципи можна застосувати не тільки в даний момент, але й у майбутньому для покращення безпеки руху на цьому перехресті [7-11].

Зниження кількості точок конфлікту на перехресті сприятиме підвищенню його безпеки.

1. На досліджуваному перехресті існує шість основних точок конфлікту (як видно на рис. 1.1), тому зменшення їх кількості дозволить забезпечити більш безпечний проїзд.

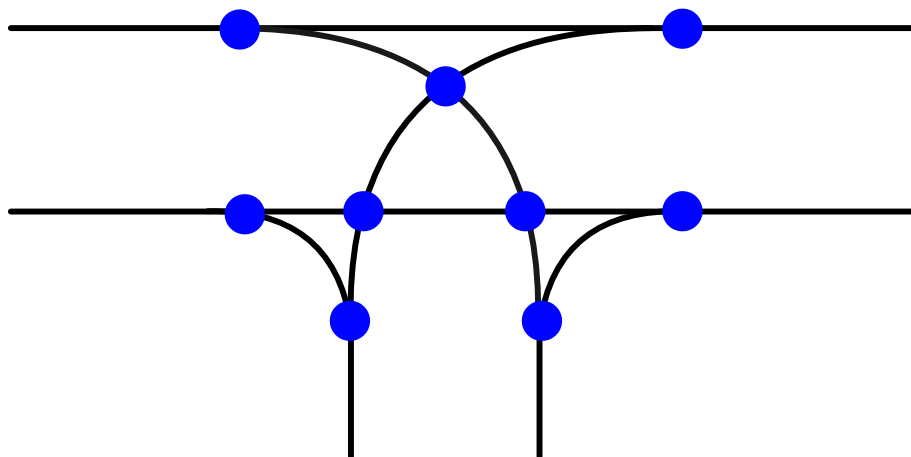


Рисунок 1.1 - Конфліктні точки для Т-подібного пересічення автомобільних доріг

2. Швидкості руху. За допомогою встановлення обмежувальних знаків та налаштування конфігурації перехрестя (напр., змінюючи ширину смуг руху), можна зменшити швидкість руху транспорту і покращити безпеку на перехресті, зокрема, контролюючи швидкість повороту, підсилюючи пріоритет, покращуючи видимість та зменшуючи наслідки аварій.

3. Оглядовість перехрестя. Для того, щоб водії могли вчасно реагувати, необхідно забезпечити належну оглядовість перехрестя. Кожен водій повинен мати змогу вчасно розпізнати перехрестя та розуміти, який пріоритет діє на ньому.

Найкращим способом забезпечення оглядовості є дотримання відстані між автомобілями, яка визначається як відстань, яку транспортний засіб проїхав між часом, коли водій отримав сигнал про необхідність зупинитися, та часом, коли він фактично зупинився. Ця відстань повинна забезпечити мінімальний рівень видимості, необхідний для безпечного проїзду на перехресті (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Залежність відстані до безпечного розміщення транспортних засобів від їх швидкості

| №з/пор. | Швидкість руху ТРЗ, км/год | Безпечна дистанція для огляду перехрестя, м |
|---------|----------------------------|---|
| 1 | 40 | 66 |
| 2 | 50 | 89 |
| 3 | 60 | 113 |
| 4 | 70 | 140 |

4. Швидкісний режим може бути порушеним через недостатню інформацію водія про перехрестя, що призводить до перевищення швидкості

встановленого режиму руху. Щоб запобігти цьому, необхідно вжити наступних заходів:

- поліпшити дистанцію огляду перед підходом та після проїзду перехрестя;
- зробити перехрестя більш помітним;
- виділити смуги руху;
- встановити попереджувальні знаки та вказівники;
- дублювати інформацію;
- забезпечити відповідне освітлення проїзної частини.

Дослідження, проведені авторами показують, що для покращення безпечної відстані огляду на перехрестях необхідно вживати наступних заходів (URL-8):

- збільшення видимості;
- зниження швидкості руху транспортних засобів;
- змінення регулювання дорожнього руху;
- геометричні зміни;
- обрізання дерев та стрижка трави у придорожній зоні;
- обмеження швидкості транспортного потоку;
- застосування розв'язків та сигналів для регулювання руху.

5. Управління рухом на перехресті можна здійснювати за допомогою світлофорів, але сигнали з фіксованим часом можуть призводити до проїзду на червоне світло. Такі сигнали мають певний розклад, але не враховують ситуації, коли на одному підході накопичується багато транспорту, що може знизити пропускну здатність перехрестя і призвести до заторів. З метою підвищення безпеки руху на перехрестях у сучасних умовах використовуються детектори, які реагують на наближення транспортних засобів та повідомляють диспетчеру. Диспетчер може вибрати потрібний під'їзд і відкрити зелене світло для руху на цьому підході. Фазування сигналів дозволяє контролювати повороти на перехресті, зокрема ліворуч.

Багатьма науковцями з країн Європейського Союзу (Bonneson, Peter Koonce, Phillip Jordan) було доведено, що для досягнення максимальної ефективності світлофора, сигнали повинні бути активовані з використанням детекторів на кожному підході, які повідомляють диспетчеру про наявність транспортних засобів на конкретному підході, надаючи йому більше часу для ефективного руху. Це не тільки забезпечує більшу безпеку на дорозі, але і дозволяє водіям бути уважнішими і дотримуватися червоних сигналів.

Зі зростанням швидкості та інтенсивності руху зростає і потреба в забезпеченні безпеки для пішоходів. Перехрестя зі світлофором є безпечними для пішоходів там, де є висока швидкість та кількість транспортних засобів, і пішоходи очікують доступу через регулярні проміжки часу. Однак, якщо пішохідний рух є низьким або періодичним, або кількість транспортних засобів невелика, а пішохідні переходи короткі, то можлива альтернатива - використання несигналізованих переходів.

б. Забезпечення виділених смуг для лівого повороту є особливо важливим на дорогах, які вважаються більш небезпечними (згідно з рис. 1.2).

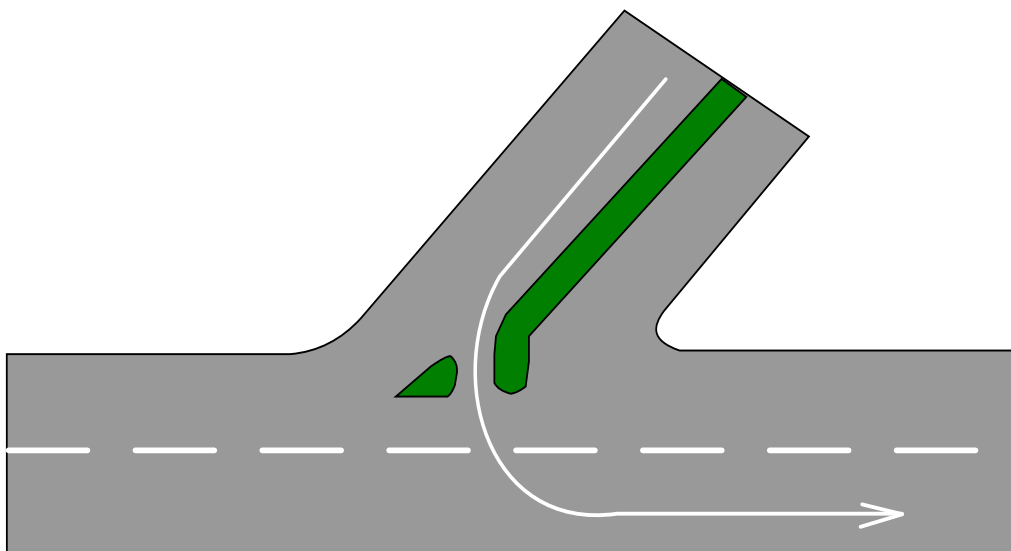


Рисунок 1.2 - Виділення додаткової смуги руху для безпечного повороту ліворуч при проїзді перехрестя

7. Забезпечення безпеки пішоходів на дорозі включає розміщення пішохідних переходів таким чином, щоб забезпечити комфорт та захист для пішоходів. Для цього необхідно уникати вузьких смуг, відступів, відхилень від пішохідної доріжки та великих відстаней переходу. Перехрестя також повинні бути компактними, щоб забезпечити зоровий контакт та дати можливість пішоходам бути у полі зору водіїв.

Для забезпечення максимальної безпеки пішоходів, пішохідні переходи повинні розташовуватись якомога ближче до пішохідних зон, уникаючи незручних відхилень. Використання яскравих зебр та біло-червоної розмітки на переходах сприяє кращій видимості для наближаючихся транспортних засобів і вважається ефективнішим за стандартну паралельну або пунктирну розмітку на тротуарах.

1.2. Пересічення автомобільних доріг: поняття та умови безпечного руху на них

Для економічного розвитку країни автомобільні дороги мають велике значення. Планувальники та інженери розробили елементи цієї мережі з різними цілями - від обслуговування далеких пасажирських та вантажних перевезень до задоволення потреб місцевих поїздок від житлових районів до торгових центрів. Функціональна класифікація доріг визначає роль кожного елемента мережі доріг в обслуговуванні різних потреб подорожей.

Проектування перехрестя є надзвичайно важливим етапом у плануванні вулиць, оскільки це місце зустрічі руху автомобілів, велосипедистів та пішоходів. Вдале проектування перехрестя відповідає усім мобільнісним та безпековим вимогам, а також може покращити громадський простір. У Правилах дорожнього руху перехрестя визначається як місце, де дороги зустрічаються, розгалужуються або прилягають одна до одної на одному рівні [1].

Існує 7 основних типів перехресть, які відрізняються геометричною конфігурацією, що найкраще описує перетин, зображені на рис. 1.3.

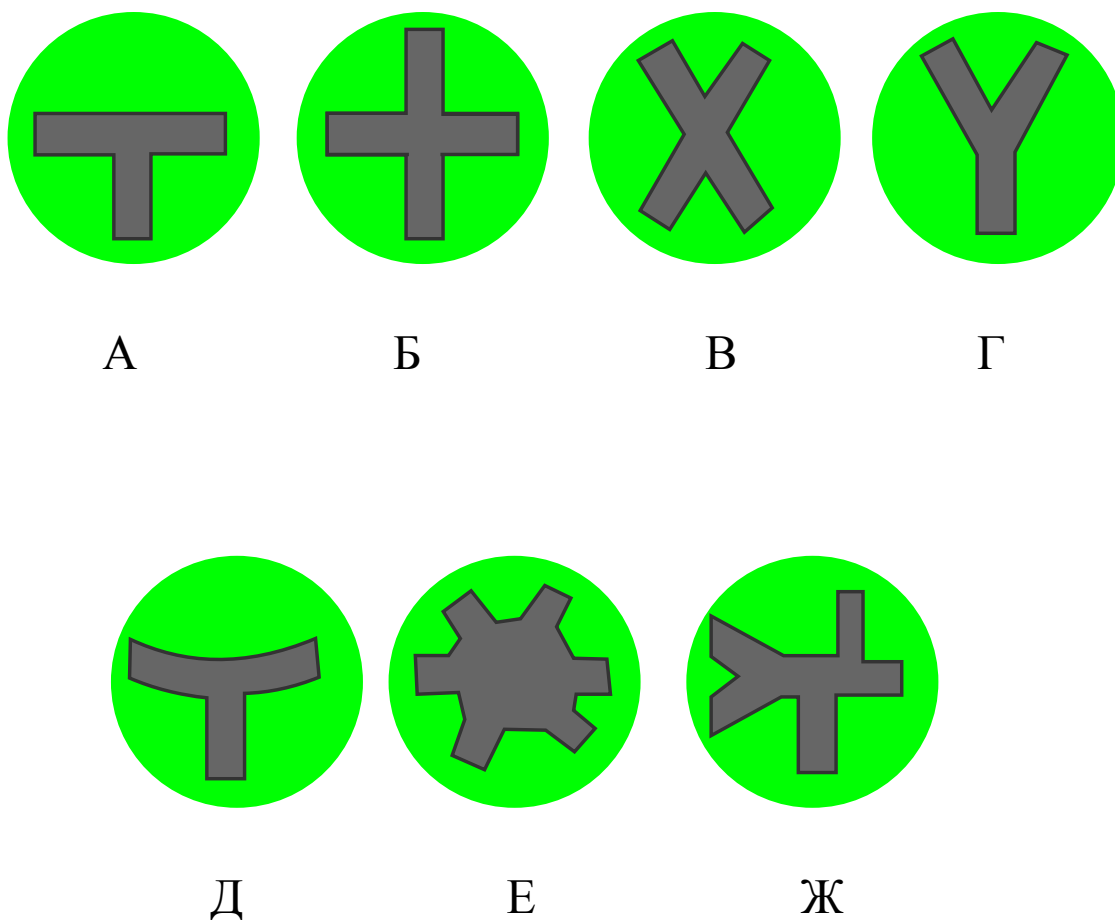


Рисунок 1.3 - Типи перехресть згідно можливих варіантів перетину ВДМ

Для забезпечення безпеки на дорозі та точного дотримання правил щодо маневрування, проїзду, зупинки та стоянки транспортних засобів (ТРЗ), важливо чітко розуміти поняття "перехрестя". Кожне перехрестя має свої геометричні межі, які водії повинні візуально встановлювати, особливо у випадках, коли на перехресті відсутня горизонтальна розмітка або технічні засоби організації дорожнього руху, як показано на малюнку 1.4.

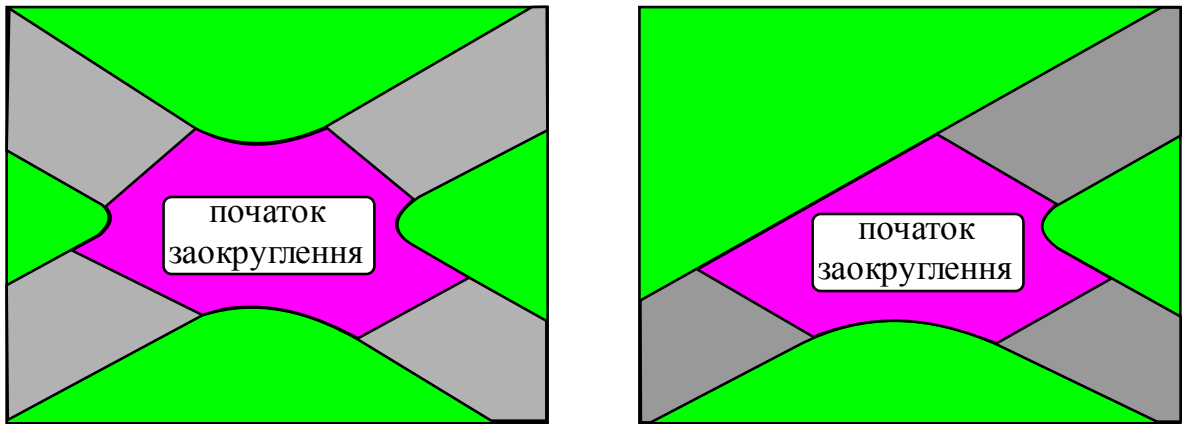


Рисунок 1.4 - Визначення геометричної межі перехрестя

Організація дорожнього руху передбачає два типи перехресть — нерегульовані та регульовані (рис. 1.5).

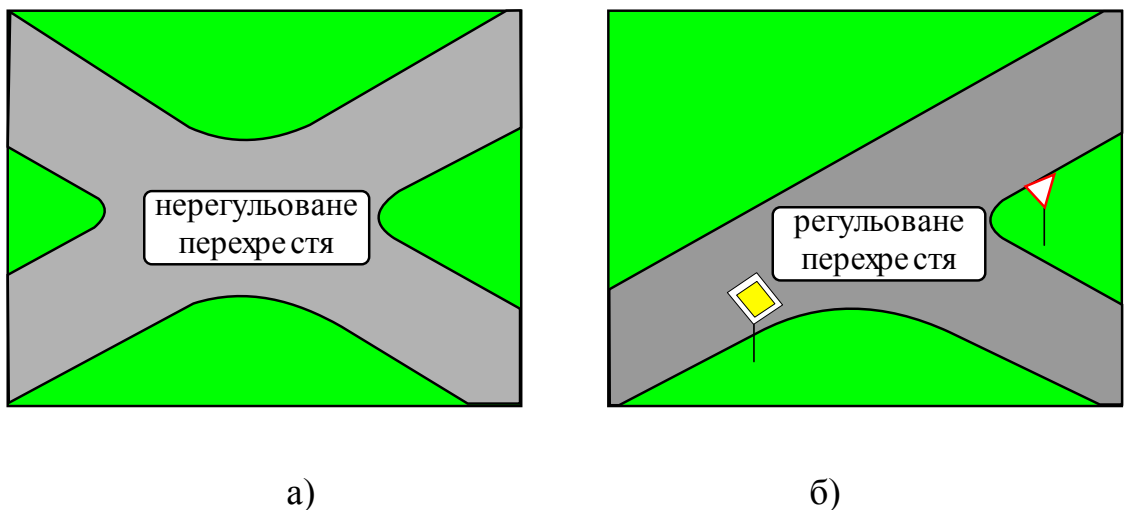


Рисунок 1.5 - Типи перехресть: а – нерегульоване; б – регульоване

Щоб забезпечити якісне проектування перехрестя, потрібно враховувати наступні принципи:

1. Мінімізувати кількість перехресть.
2. Вибирати геометричне розташування так, щоб уникнути небезпечного руху транспортних засобів.
3. Забезпечити швидке відрізнення шляху для руху ТРЗ та дій злиття та розходження на схемі або дорожніх знаках.

4. Схема повинна відповідати природному шляху автомобілів, бути плавною та уникати різких і гострих кутів.

5. Мінімізувати кількість точок конфлікту шляхом відокремлення деяких розрізів, злиття або розходження руху.

6. Забезпечити достатній простір для рухомого складу, які змушені чекати, щоб перетнути смуги руху на перехресті.

1.3. Рівень безпеки залізничного переїзду

Порівняно з іншими транспортними засобами, такими як автомобілі, кораблі, автобуси та літаки, потяги є одним з найбезпечніших. Вони не тільки забезпечують комфортні та ефективні перевезення пасажирів та вантажів, але й є надійним засобом. Однак, коли залізничні колії перетинаються з дорогами або пішохідними доріжками, виникає низка загроз для транспортної безпеки. Це може призвести до серйозних наслідків, таких як втрата довіри до системи залізничного транспорту, економічні втрати та навіть травми та смерті. Тому безпека на залізниці є відповідальністю кожного, а ризикувати на залізничних переїздах небезпечно.

Необережність водіїв та пішоходів на залізничних переїздах може призвести до трагічних наслідків, таких як серйозні травми або смерть. Через те, що водії відмовляються дотримуватися правил і проїжджають через опущені ворота, навіть при наявності попереджувальних сигналів, кількість інцидентів на залізничних переїздах залишається високою. Навіть у випадку негайної потреби в зупинці поїзду, це може зайняти значну відстань.

Існують різні фактори, які можуть зробити залізничний переїзд небезпечним, такі як [12-18]:

- обмежена видимість до сигнальних ламп або поїздів, що наближаються;

- поганий контроль дорожнього руху;
- транспортні засоби стоять у черзі на залізничній колії через затори;
- недостатньо пішохідних зон;
- тротуари не утримуються в належному стані;
- залізнична колія розміщена на кривих ділянках, що призводить до нерівного перекриття дороги;
- сигнальне обладнання розташоване занадто близько до дороги.

Залежно від типу залізниці, швидкості поїздів, частоти руху та схеми переїзду, ризик на залізничних переїздах може відрізнятись. Магістральні залізниці, приміські залізниці, жваві дороги, велика кількість вантажівок та автобусів та недостатня планування переїздів потребують вищого пріоритету модернізації та складних заходів контролю.

Поєднання руху швидких поїздів, пасажирських та вантажних автомобілів може призвести до небезпеки та катастрофічних подій. Навіть зіткнення з низькошвидкісним потягом або трамваем може призвести до серйозних травм або смерті, особливо для пішоходів.

Хоча на всіх залізничних переїздах існують ризики, деякі з них особливо вразливі до критичних проблем безпеки. Наприклад, переїзди на завантажених головних дорогах можуть спричинити довге очікування на перехресті, що призведе до затримок та небезпеки для водіїв.

Крім того, у багатьох місцях, особливо в міській місцевості, переїзди та пішохідні переходи мають обмежені засоби безпеки, що залежать від уважності людей, які перетинають дорогу та реагують на наближення потягів.

Відповідальність за безпеку на залізничних переїздах лежить на декількох організаціях, включаючи державні та місцеві органи влади та власників залізничної інфраструктури. Угоди між менеджерами доріг і залізниць встановлюють обов'язки та ризики, які вони повинні керувати для забезпечення безпеки.

Через ризики та серйозні інциденти, що сталися на залізничних переїздах, наприклад в Південній Австралії та міждержавних шляхах, нові переїзди не рекомендовано встановлювати, і національна політика підтримує таку позицію. Австралійське Бюро з безпеки транспорту також рекомендує кожній державі забезпечити ліквідацію непотрібних залізничних переїздів та зробити залишені переїзди максимально безпечними.

Дослідження, проведені в Південній Австралії, свідчать, що значна частина автомобілістів, велосипедистів та пішоходів виявляють низький рівень усвідомлення ризиків, пов'язаних з переходом через залізничні переїзди. Зафіксовано, що 69% пішоходів, 47% велосипедистів та 44% автомобілістів демонструють небезпечну поведінку на таких переїздах.

Для забезпечення безпеки на залізничних переїздах необхідно підвищити рівень свідомості та розуміння ризиків та правил дорожнього руху, які пов'язані з цими переходами. Ефективним способом є проведення навчання, особливо у присутності поліції та зусиль правоохоронних органів. Основні принципи підвищення безпеки на залізничних переїздах включають:

1. Популяризація правил дорожнього руху, щоб збільшити обізнаність щодо законів та покарань, які застосовуються до учасників дорожнього руху на залізничних переїздах.
2. Навчання водіїв та акцентування уваги на небезпеці стоянки в чергах на залізничних переїздах.
3. Інформування пішоходів та велосипедистів про небезпеку поїздів, що наближаються з обох сторін.
4. Підтримка та просування національних освітніх програм та кампаній, які стосуються залізничних переїздів.
5. Поліпшення дотримання вимог на залізничних переїздах високого ризику та узгодження з освітніми кампаніями.

Є декілька варіантів для підвищення безпеки на залізничних переїздах, але для їх реалізації потрібні інтегровані та індивідуальні рішення, в яких

беруть участь дорожні та залізничні органи влади, а також консультації з місцевими органами влади та громадою.

РОЗДІЛ 2

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЇЗДУ ПЕРЕХРЕСТЯ

2.1. Параметри оцінки транспортних потоків

Міське середовище і мобільність населення нерозривно пов'язані між собою, яке в свою чергу залежить від функціонування транспорту.

Транспортні потоки характеризується чисельністю транспортних засобів на вулично-дорожній мережі і оцінюється такими показниками або критеріями, які зображені на рис. 2.1 [1].



Рисунок 2.1 - Показники транспортних потоків

Один з важливих показників, що впливає на безпеку дорожнього руху, є інтенсивність транспортного потоку, що визначається кількістю транспортних засобів, які проїжджають певний ділянку дороги (включаючи перехрестя) протягом певного періоду часу (година, доба, місяць, рік і т.д.). Звичайно, ці спостереження проводяться в періоди пікового навантаження на дороги. Останнім часом кількість приватних автомобілів на дорогах зростає, що призвело до загострення проблем з транспортом, особливо в містах. Це призвело до таких проблем, як затори на дорогах, збільшення часу пересування для водіїв і пасажирів, а також погіршення безпеки дорожнього руху. Ця проблема особливо гостро постає в міських районах, де будівництво доріг і міст було проведене без належного планування протягом багатьох років.

Зазвичай транспортний рух є нерівномірним і може бути охарактеризований коефіцієнтом нерівномірності $K_{НР}$. Цей коефіцієнт відображає, як змінюється інтенсивність руху транспортних засобів за певний період часу $N_{ам}$ в порівнянні з загальною інтенсивністю $N_{ар}$ та розраховується згідно з формулою [2]

$$K_{НР} = \frac{A \cdot N_{ам}}{N_{ар}}, \text{ авт./розрах. період} \quad (2.1)$$

Якщо говорити про багатосмугові дороги, то інтенсивність руху транспортних засобів зазвичай визначається сумарною кількістю автомобілів без врахування їх руху по окремим смугам або напрямам. Цю сумарну кількість називають питомою інтенсивністю руху. Однак, можна також визначити інтенсивність руху по окремим напрямам шляхом виділення вказаного потоку. Щодо часового інтервалу t_i , то він вказує на періодичність руху транспортних засобів один за одним на досліджуваній ділянці дороги, будь то окрема смуга руху або вся дорога в цілому [3].

$$t_i = \frac{3600}{M_a}, \text{ сек.} \quad (2.2)$$

Із збільшенням числа транспортних засобів на дорогах, зростає щільність транспортного потоку - кількість автомобілів, які рухаються на певній ділянці дороги (наприклад, на 1 км) протягом певного часу [2, 3]. Різні типи транспортного потоку можуть бути відрізані в залежності від співвідношення різних видів транспорту у складі потоку, і це може відрізнитись залежно від регіону. Зазвичай, у містах країн Європи переважають легкові автомобілі (80-90% від загальної кількості), тоді як на заміських дорогах приблизно однакова частка вантажних автомобілів і автобусів.

Для забезпечення якісної оцінки транспортного потоку, який містить різні типи транспортних засобів (від мотоциклів до великогабаритного громадського транспорту), використовується коефіцієнт приведення $K_{пр}$ до легкових автомобілів. Таким чином, інтенсивність руху $N_{пр}$ в приведених одиницях обчислюється за формулою, де кількість транспортних засобів будь-якого типу множиться на відповідний коефіцієнт приведення до легкових автомобілів

$$N_{пр} = \sum_{i=1}^n N_i \cdot K_{прi} \quad (2.3)$$

Аналіз транспортного потоку можна представити у вигляді теорії «потоку рідини», в якому середня швидкість транспортного засобу на дорозі складає v (км/год) на дорозі, а щільність транспортного засобу, так звана щільність руху k (авто/км) тоді об'єм руху q (авто/год) виразиться формулою [4]

$$q = k \cdot v. \quad (2.4)$$

Фундаментальне співвідношення між (k) і (v) визначається [4]

$$v = v_f \left(1 - \frac{k}{k_j}\right), \quad (2.5)$$

Прирівняємо отримані рівняння (2.4) і (2.5), отримаємо вираз усередненої швидкості транспортного потоку

$$q = v_f \left(1 - \frac{k}{k_j}\right) \cdot k \quad (2.6)$$

або у вигляді квадратичного рівняння щільності потоку [2-4]

$$q = -\frac{v_f}{k_j} \left(k - \frac{k_j}{2}\right)^2 + \frac{v_f \cdot k_j}{4}. \quad (2.7)$$

Таким чином, візуалізація і оцінка стану дорожнього руху є необхідною умовою покращення ефективності і безпеки функціонування ВДМ, яку можна реалізувати за допомогою відповідного програмного забезпечення.

2.2. Моделювання функціонування пересічення доріг

Для структурування управління дорожнім рухом необхідно використовувати формалізовану загальну схему, що базується на класичних принципах побудови систем управління складними технологічними процесами, включаючи дорожній рух (див. рис. 2.2).

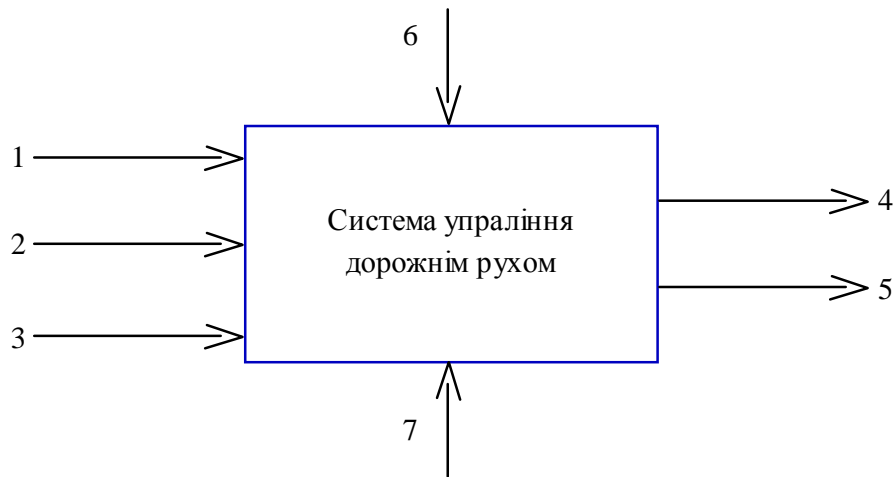


Рисунок 2.2 - Схема процесу управління дорожнім рухом: 1 – топологія ВДМ; 2 – параметри руху; 3 – технологія управління; 4 – ефективність; 5 – працездатність ВДМ; 6 – зовнішні чинники; 7 – нормативні параметри

Математична залежність функціональної взаємодії має великий вплив на розробку алгоритмів управління, що мають на меті поліпшення якісних та соціально-економічних показників дорожнього руху. Оптимальний рівень обслуговування транспорту та працездатність ВДМ є ключовими факторами, що визначають ефективність дорожнього руху. Працездатність транспортної мережі міста визначається її здатністю якісно та своєчасно забезпечувати перевезення пасажирів та вантажів у логістичному ланцюгу транспортних систем. Для систематизації процесу управління дорожнім рухом потрібно враховувати формалізовану загальну схему на підставі класичної побудови систем управління складними технологічними процесами, до яких належить дорожній рух. Змінні параметри транспортного потоку є керованими, технологічні параметри управління є керуючими впливами, критичні ситуації на ВДМ є зовнішніми збуреннями, а змінні параметри дорожніх умов є внутрішніми впливами. Нормативні параметри відіграють обмежуючу роль у ході реалізації процесу дорожнього руху та містяться у складі організаційного забезпечення системи.

Функціональну взаємодію між керуючими впливами та керованими змінними параметрами дорожнього руху можна реалізувати шляхом

послідовного поєднання підсистем математичного, технічного, програмного та інформаційного забезпечення системи управління. Для оцінки ефективності функціонування та безпеки перехрестя перетину вул. Мостова-Залізнична-Кременецька та близьким розташуванням залізничних колій використовують мікроскопічну імітаційну модель на основі кроків у часі та поведінки - програмне забезпечення PTV Vissim. Це програмне забезпечення дозволяє моделювати рух різних видів транспорту, включаючи пішоходів, та досліджувати ефективність різних сценаріїв управління перехрестям.

Основні етапи включають такі елементи побудови:

1 етап. Побудова смуг руху за допомогою відрізків (рис. 2.3).

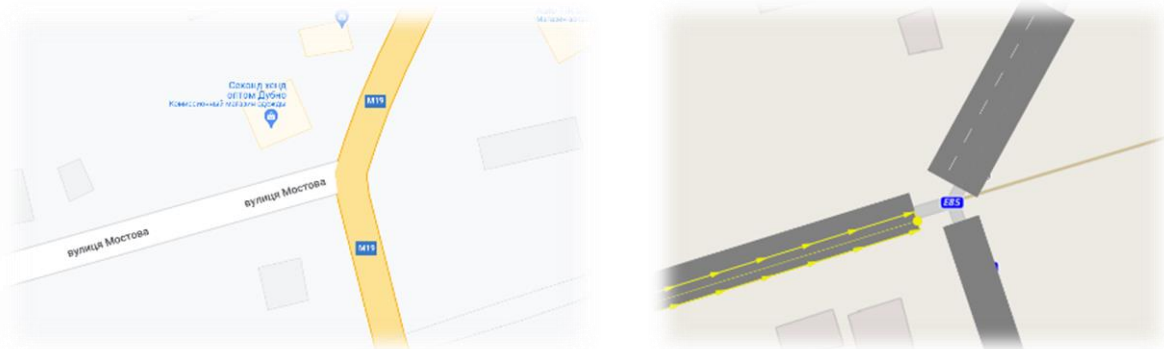


Рисунок 2.3 - Елементи побудови смуг руху

2 етап. Визначення приналежності з'єднувальних відрізків смугам руху (рис. 2.4).

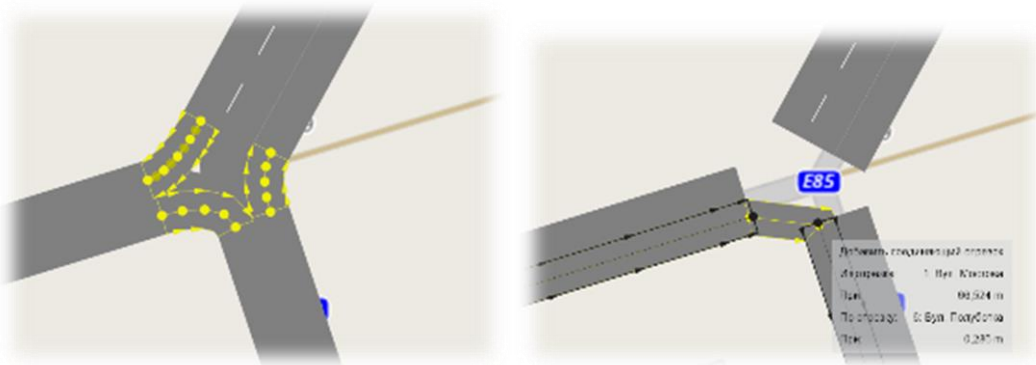


Рисунок 2.4 - Елементи побудови перехрестя

3 етап. Встановлення зони малошвидкісного режиму руху (рис. 2.5).

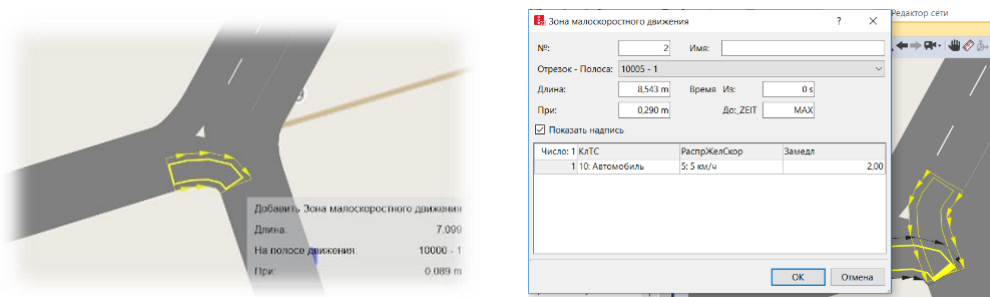


Рисунок 2.5 - Елементи побудови зони мало швидкісного руху

4 етап. Узгодження конфліктних точок перетину смуг руху і пріоритетності проїзду (рис. 2.6)

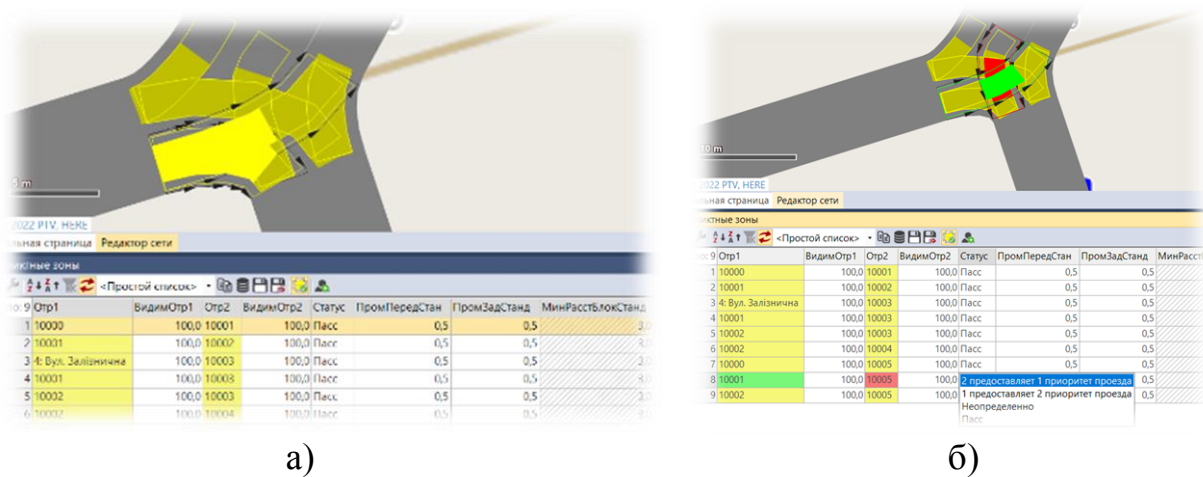


Рисунок 2.6 - Елементи побудови конфліктних точок перетину смуг руху (а) і вибору пріоритетності проїзду (б)

5 етап. Розподіл вхідних потоків транспортних засобів (рис. 2.7).

| Начальная страница Редактор сети | | | | | |
|---|---|-----|--------------------|-------------|---------------|
| Входящие потоки ТС / Интервал времени нагрузки ТС | | | | | |
| Число: 3 | № | Имя | Отрезок | Нагр(0-MAX) | СостТС(0-MAX) |
| 1 | 1 | | 1: Вул. Мостова | 0,0 | 1 |
| 2 | 2 | | 3: Вул. Полуботка | 0,0 | 1 |
| 3 | 3 | | 2: Вул. Залізнична | 0,0 | 1 |

| © 2022 PTV, HERE | | | | | |
|---|---|-----|--------------------|-------------|---------------|
| Начальная страница Редактор сети | | | | | |
| Входящие потоки ТС / Интервал времени нагрузки ТС | | | | | |
| Число: 3 | № | Имя | Отрезок | Нагр(0-MAX) | СостТС(0-MAX) |
| 1 | 1 | | 1: Вул. Мостова | 1000,0 | |
| 2 | 2 | | 3: Вул. Полуботка | 900,0 | |
| 3 | 3 | | 2: Вул. Залізнична | 480,0 | |

Рисунок 2.7 - Встановлення розподілу вхідних потоків транспортних засобів

6 етап. Вибір маршрутів руху транспортних засобів (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 - Побудова маршрутів руху транспортних засобів через перехрестя

7 етап. Встановлення співвідношення зміни розподілу транспортного потоку через перехрестя (рис. 2.9).

© 2022 PTV, HERE

Начальная страница Редактор сети

Входящие потоки ТС / Интервал времени нагрузки ТС

Интервал времени

| Число: 3 | № | Имя | Отрезок | Нагр(0-MAX) | СостТС(0-MAX) |
|----------|---|-----|--------------------|-------------|---------------|
| | 1 | 1 | 1: Вул. Мостова | 1000,0 | 1 |
| | 2 | 2 | 3: Вул. Полуботка | 900,0 | 1 |
| | 3 | 3 | 2: Вул. Залізнична | 480,0 | 1 |

а)

© 2022 PTV, HERE

Начальная страница Редактор сети

Решения маршрутов ТС (статич) / Статические маршруты ТС

Статические маршруты

| Число: 3 | № | Имя | Отрезок | Поз | ВсеТипыТС | КлТС | МетВыбМарш |
|----------|---|-----|--------------------|-------|-------------------------------------|------|------------|
| | 1 | 1 | 1: Вул. Мостова | 1,404 | <input checked="" type="checkbox"/> | | Статически |
| | 2 | 2 | 3: Вул. Полуб... | 1,675 | <input checked="" type="checkbox"/> | | Статически |
| | 3 | 3 | 2: Вул. Залізни... | 2,117 | <input checked="" type="checkbox"/> | | Статически |

| Число: 2 | РешМаршТС | № | Имя | Формула | КонОтр | ПозЦели | ОтнНагр(0-MAX) |
|----------|-----------|---|--------------------|---------|--------|---------|----------------|
| | 1 | 1 | 6: Вул. Полуб... | | | 32,135 | 0,800 |
| | 2 | 1 | 4: Вул. Залізни... | | | 34,275 | 0,500 |

б)

Рисунок 2.9 - Встановлення співвідношення зміни розподілу вхідного ТРП ТРЗ (а) і його розподілу за кожним напрямом досліджуваного перехрестя (б)

8 етап. Внесення даних стосовно ТРП ТРЗ (рис. 2.10).

© 2022 PTV, HERE

Начальная страница Редактор сети

Потоки ТС / Relative flows

Relative flows

| Число: 4 | № | Имя |
|----------|---|---------------|
| | 1 | 1 Мостова |
| | 2 | 2 Залізнична |
| | 3 | 3 Кременецька |
| | 4 | 4 |

| Число: 3 | ТипТС | РаспрЖелСкор | ОтнНагр |
|----------|-------------------|--------------|---------|
| | 1 100: Автомобиль | 25: 25 км/ч | 0,600 |
| | 2 200: HGV | 20: 20 км/ч | 0,300 |
| | 3 300: Автобус | 15: 15 км/ч | 0,100 |

Рисунок 2.10 - Формування складу транспортних потоків

9 етап. Встановлення об'єктів світлофорного регулювання побудованої залізничної колії (рис. 2.11)

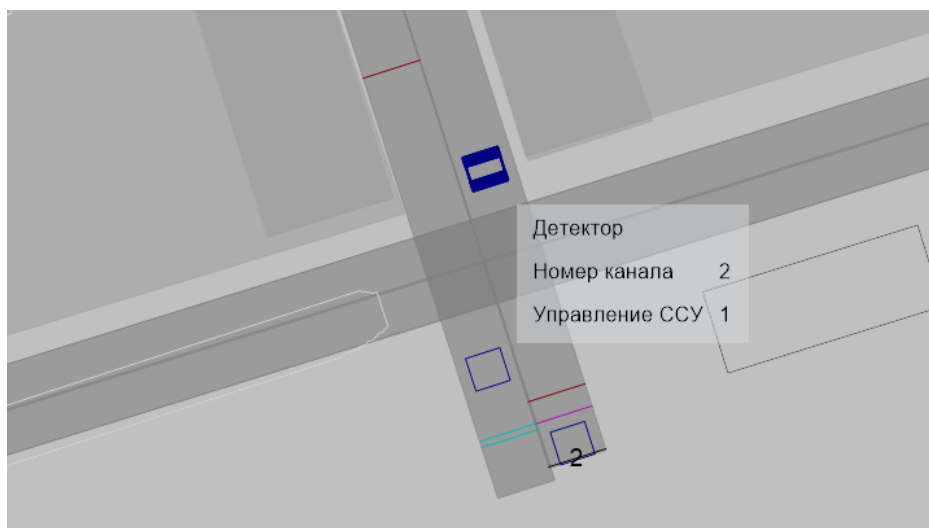


Рисунок 2.10 - Встановлення об'єктів світлофорного регулювання

10 етап. Відображення (візуалізація) моделі (рис. 2.11).

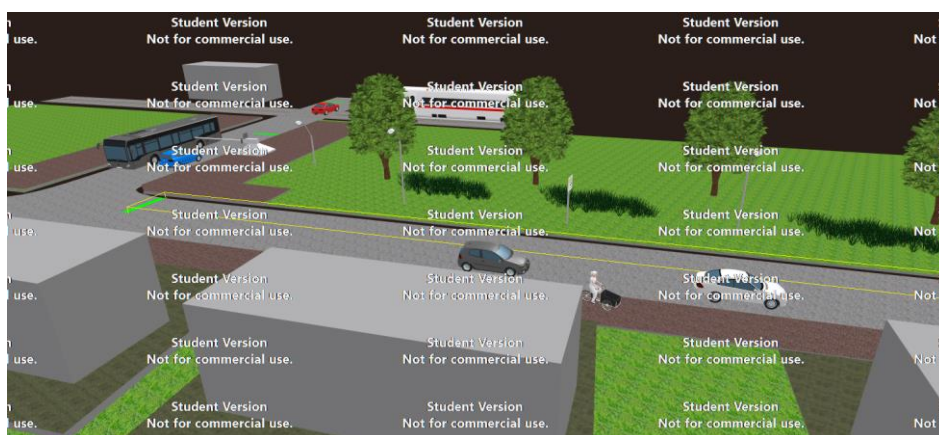


Рисунок 2.11- Візуалізація моделі проїзду транспортними засобами перехрестя

Таким чином, транспортні потоки моделюються на основі різних параметрів, таких як розподіл смуги руху, склад транспортних засобів, контроль сигналів і виявлення транспортних засобів.

2.3. Характеристика об'єкту дослідження

Місто Дубно має свою характерну систему дорожнього руху, де основний потік транспорту - міський, районний та міжміський - проходить через вулиці, такі як Мостова, Кременецька, Залізнична, Грушевського, Сурмичі, Данила Галицького та інші (див. рисунок 2.12).

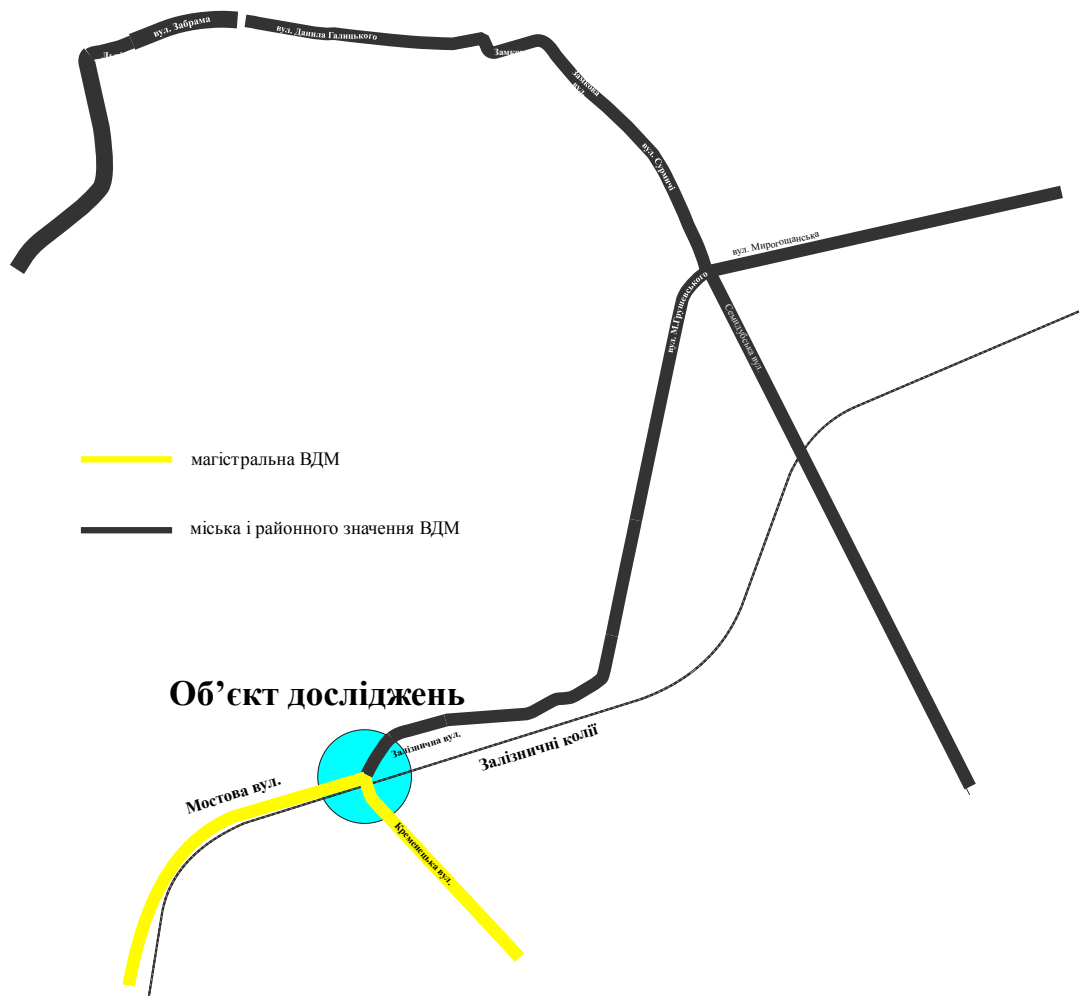


Рисунок 2.12 - Схема об'єкту досліджень

Згідно з ПДД 2022, ВДМ - це частина території з будівлями та засобами організації дорожнього руху, яка обмежена зовнішнім краєм тротуарів або краєм смуги відводу та призначена для руху пішоходів та транспортних засобів. У місті Дубно можна виділити три типи ВДМ: міського, районного та магістрального значення. Вулиці Данила Галицького, Сурмичі та Забрама

відносяться до міського значення, вулиці Залізнична, Мирогощанська та Семидубська - до районного, а вулиці Мостова та Кременецька - до магістрального значення. Загальна кількість смуг руху для ВДМ міста складає дві смуги, шириною 3,5 м кожна. Однак, на перехресті вулиць Залізнична, Мостова та Кременецька під'їзд з вулиці Залізнична має три смуги руху, шириною по 3 метри кожна.

Перехрестя є місцем високого ризику для безпеки, оскільки на них різні види транспорту (автомобілі, автобуси, вантажівки, мотоцикли та пішоходи) мають спільний простір, що часто призводить до ДТП. У більшості країн до половини аварій в містах трапляються на перехрестях. Встановлення світлофора зменшує кількість аварій на 45%.

У місті Дубно порушення проїзду через перехрестя та перетин залізничних колій є головною причиною ДТП, що становить понад 25% всіх порушень за період з травня по листопад 2022 року (див. рис. 2.13). Дослідження безпеки руху транспортних засобів через перехрестя з близько розташованими залізничними коліями, зокрема вулиць Мостова і Кременецька, які мають магістральне значення та інтенсивний транспортний потік у будь-який час доби, є важливим і необхідним напрямом діяльності в цьому плані.

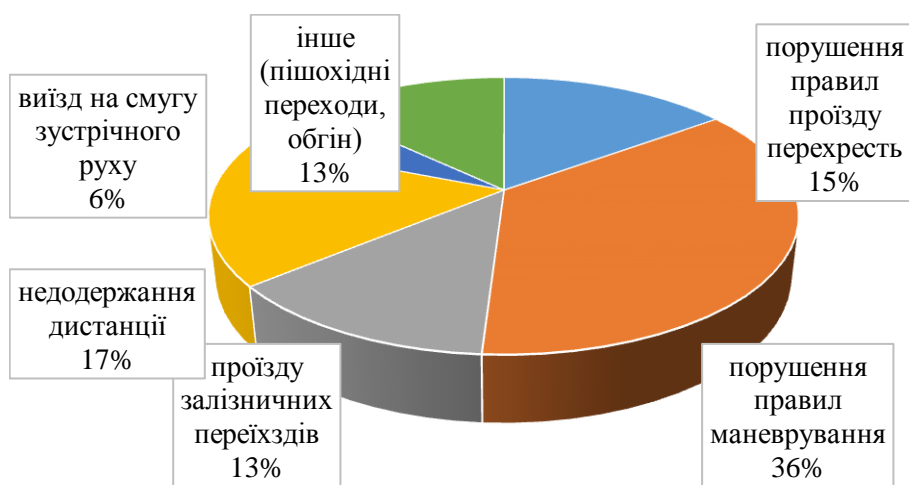


Рисунок 2.13 - Частка ДТП в розрізі їх причин для міста Дубно

За Правилами дорожнього руху 2022 року, перехрестя означає «місце, де дороги перетинаються, зустрічаються або розгалужуються на одному рівні, і межами його є уявні лінії, які проходять через початки заокруглень країв проїзної частини кожної дороги».

Для проведення безпечного проїзду було вибрано проблемне перехрестя в місті Дубно, де знаходяться залізничні колії, що перетинають вулиці Мостова і Кременецька (див. рис. 2.14).

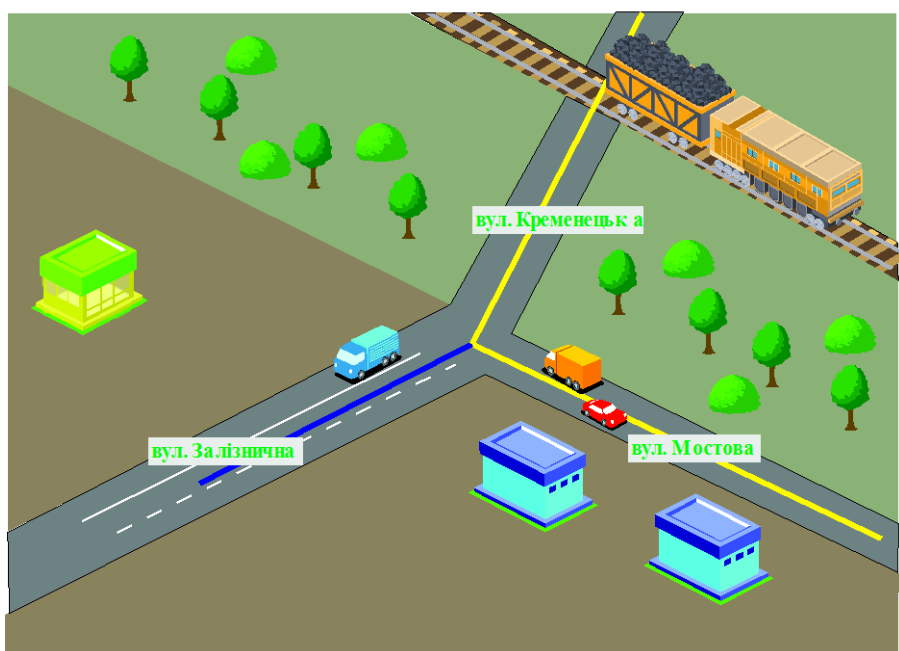


Рисунок 2.14 - Досліджуване перехрестя з близькими залізничними коліями

Це перехрестя характеризується тим, що залізничний переїзд знаходиться дуже близько, відстань до нього складає 8 метрів, і він перетинає дорогу на одному рівні. Щоб забезпечити безпеку руху, встановлено світлофорну сигналізацію. Це покращує умови проїзду поїздів і транспортних засобів, проходу пішоходів та переходу худоби (див. рис. 2.15).

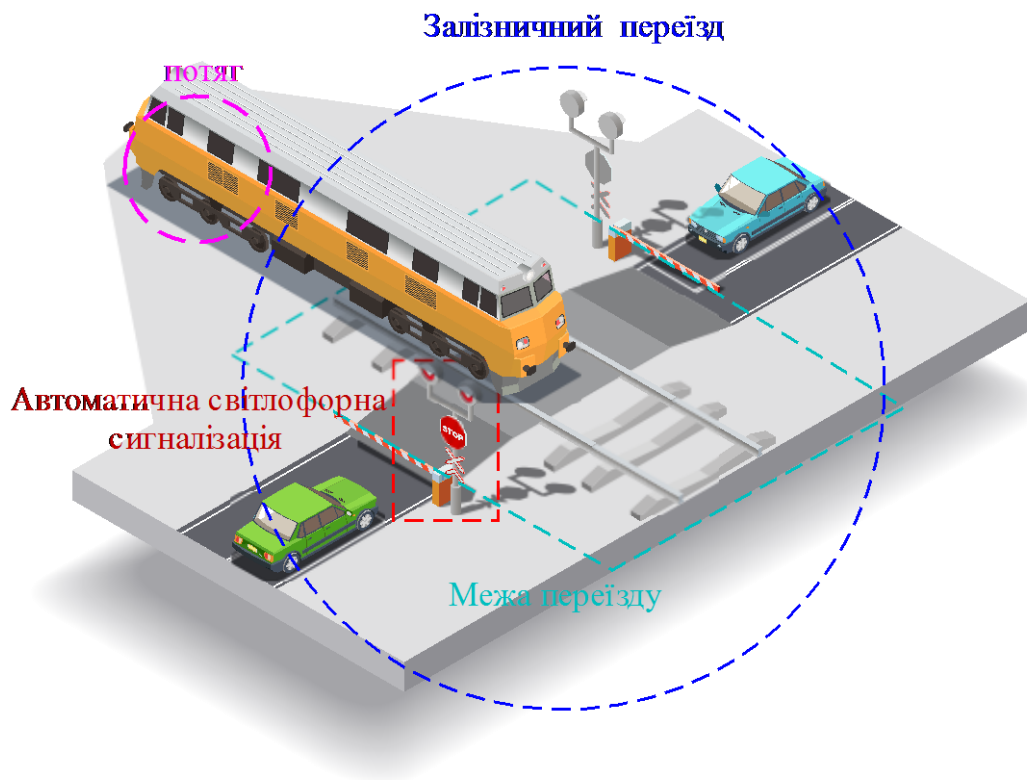


Рисунок 2.15 - Залізничний переїзд на вул. Кременецька міста Дубно

Наведемо характеристику залізничного переїзду:

1. Тип переїзду – регульованого руху;
2. Категорія переїзду – II (залізничні колії з інтенсивністю руху 17 - 100 поїздів/добу та автомобільних доріг з інтенсивністю руху 201-1000 авт./добу);
3. Кількість залізничних колій – дві;
4. Ширина залізничного переїзду – 7 метрів.

Дане перехрестя є затяжним місцем зі значним рухом транспорту, що часто приводить до зупинки руху транспортних засобів та пішоходів через переходи. Це пояснюється великою кількістю вантажних та пасажирських потягів, які проходять через залізничний переїзд неподалік. Крім того, перехрестя має специфічну компоновку - тип Т-подібний. Незважаючи на його простоту, ширина проїзду є недостатньою для проїзду великих вантажних автомобілів і залізничних колій, які розташовані дуже близько.

Це призводить до труднощів у русі транспорту та підвищення ризику дорожньо-транспортних пригод. На цьому перехресті, з точки зору безпеки дорожнього руху, є деякі проблемні моменти, які зумовлені конструктивними особливостями перехрестя та недисциплінованістю водіїв ТРЗ. Деталізовані вказані проблеми можна побачити на рисунку 3.5.

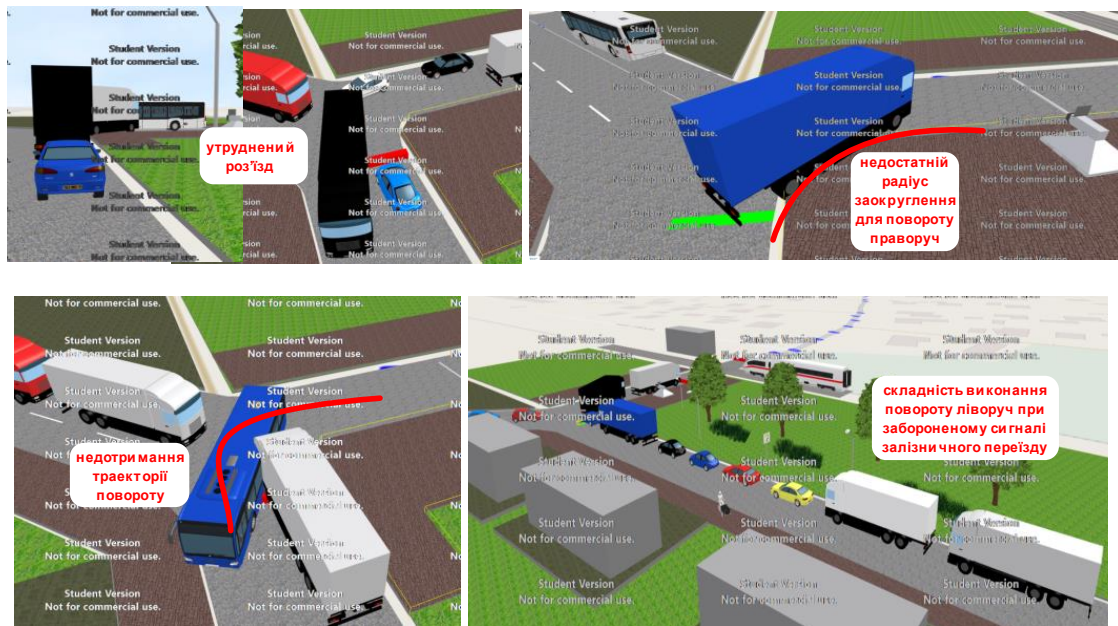


Рисунок 2.16 - Можливі дорожні ситуації при проїзді перехрестя і на підступах до нього (змодельовано в програмному забезпеченні *Vissim* студентська версія)

Для ознайомлення з основними термінами, які стосуються безпеки руху на залізничних переїздах з близьким розташуванням доріг, ми звернемося до Інструкції «Про облаштування та експлуатацію залізничних переїздів». Згідно з цим документом, залізничний переїзд - це перехрещення дороги з залізничними коліями на одному рівні, обладнане пристроями, що забезпечують безпеку руху транспорту та пішоходів, а також проходу худоби. Такі переїзди є найбільш поширеними типами залізничних перехресть. Залізничні переїзди можуть бути різних форм, включаючи ті, де залізниця перетинає головну дорогу, або ті, де залізниця перетинає бічну дорогу, паралельну головній дорозі.

Перед залізничним переїздом встановлюється миготливий світловий сигнал (див. рис. 2.17), який складається з двох світлових блоків. Ці блоки блимають через один з частотою від 35 до 65 разів на хвилину, із спрямованими на водія червоними лінзами випуклої форми. Для забезпечення роботи сигналу в режимі очікування у випадку збою електропостачання можна використовувати стандартний блок ламп низької потужності або світлодіодний вузол, який живиться від акумулятора. Це є основним активним попереджувальним пристроєм [19, 20].



Рисунок 2.17 – Об’єкт дослідження

При використанні дзвінків (сигналів) зазвичай встановлюється на одній із сигнальних опорних щогл і активується щоразу, коли працюють миготливі світлові сигнали. Схема дзвінка може бути розроблена таким чином, що дзвінок припиняє дзвонити, коли провідний кінець поїзда досягає переїзду (рис. 2.18).



Рисунок 2.18 - Автоматизований придорожній сигнал через залізничний

Автоматичні ворота виступають у ролі бар'єру, що перекриває дорогу, коли наближається потяг, і позначені вертикальними червоно-білими смугами (рис. 2.19). Вони супроводжуються стандартним миготливим світловим сигналом, який додатково попереджує водіїв про наближення опускання воріт до того моменту, поки важіль воріт не стане поперек шосе, і поки він не повернеться до вільного стану.



Рисунок 2.19 - Автоматичні ворота (шлагбаум) залізничного переїзду

Активні попереджувальні пристрої, такі як ворота з миготливим світлом або без нього, на перехрестях, розташованих в радіусі 100 метрів від інших контрольованих перехрестків або кварталів, повинні бути підключені до систем керування рухом на цих перехрестях. Це дозволить залізничним пристроям надсилати попереджувальний виклик на сигнали шосе після виявлення поїзда, що наближається. Також важливо розглянути координацію між світлофорами, що розташовані далі за межею 100 метрів, та системою миготливих вогнів, які можуть виявляти чергу або інші альтернативи, з урахуванням інтенсивності руху, складу транспортних засобів на дорозі, швидкості наближення їх і поїздів до дороги, частоти руху поїздів та довжини черги.

Для кращого розуміння концепції випередження, див. рис. 2.20. Відстань вільної зупинки транспортних засобів – це простір між перехрестями, де транспортні засоби можуть стояти в черзі безпечно і з мінімальною відстанню від колії. Мінімальна відстань між коліями повинна бути вільною від автомобілів, щоб уникнути зіткнення з поїздом.

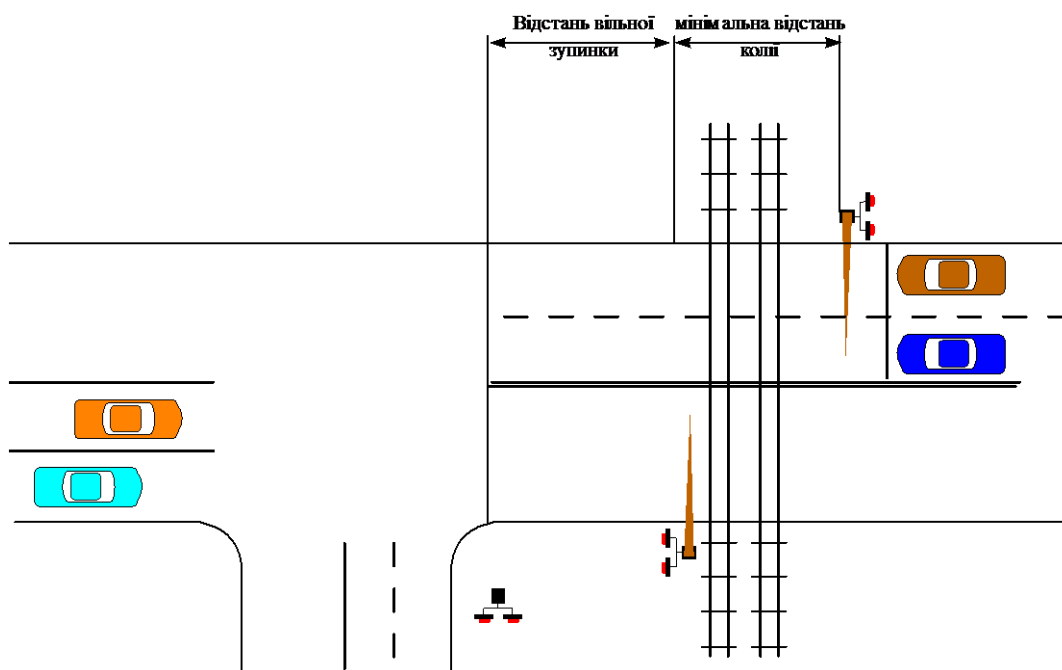


Рисунок 2.20 – Схема для встановлення місця зупинки транспортних засобів та мінімальної відстані до колії

Для активації активних пристроїв використовується схема виявлення потягів, що показана на рис. 2.21. Ця концепція передбачає використання залізничного кола, де рейки виступають як провідники. Напруга надходить на рейки з одного кінця зони виявлення, і реле (або інша схема) виявляє напругу, що передається рейками. Якщо в зону виявлення потрапляє локомотив або залізничний вагон, то наявність суцільного електричного шляху, який забезпечується колесами та осями, викликає замикання ланцюга і спрацювання реле виявлення.

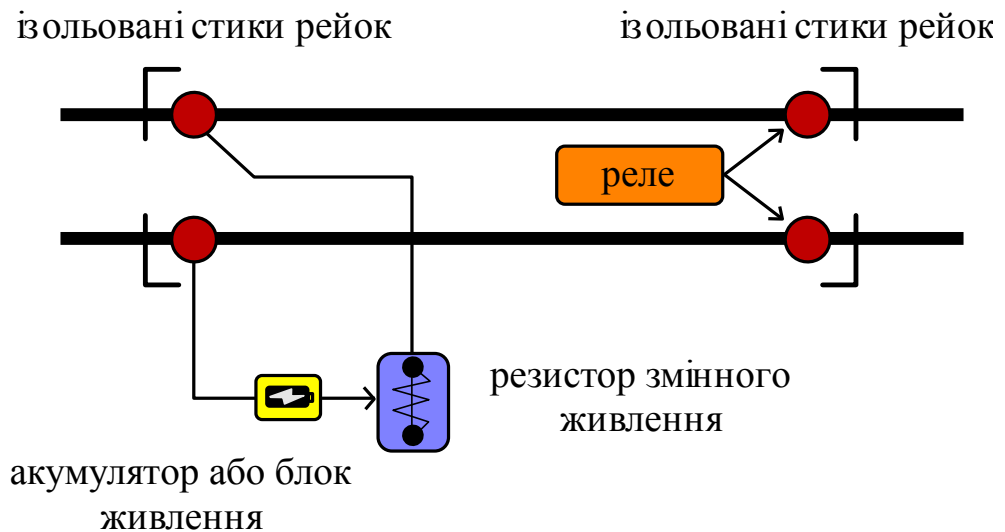


Рисунок 2.21 - Принципова сема автоматичного вмикання активних пристроїв при наближенні потяга до переїзду

2.4. Моделювання умов проїзду перехрестя з близькими залізничними коліями в PTV Vissim

Дані про склад та розподіл транспортних потоків на головному напрямку для досліджуваного об'єкта були отримані з відкритих джерел [5, 6].

Побудова моделі дорожньої ситуації та проїзду ТРЗ через перехрестя та залізничні колії включає такі етапи:

1. Створення смуг руху відрізками для перехрестя.
2. З'єднання заданих смуг руху за допомогою відрізків та вказування їх приналежності до смуги руху.
3. Виділення зон малошвидкісного режиму руху під час перетину перехрестя та завдання швидкісного режиму для кожного відрізка.

4. Визначення конфліктних точок перетину смуг руху та встановлення їх відповідності знакам пріоритету.

5. Розподіл вхідних потоків транспорту та встановлення розрахункових значень інтенсивності транспортних потоків за кожним напрямком.

6. Визначення маршрутів транспортних засобів та їх позначення на моделі жовтим кольором.

Ми вказуємо відсоткові співвідношення зміни розподілу потоку транспортних засобів за кожним напрямком на перехресті (тобто транспортні засоби, що повертають наліво або направо), використовуючи редактор мережі потоку та вказуючи кількість транспортних засобів, які змінюють напрям руху на перехресті. Далі ми формуємо склад транспортних потоків, даючи їм назву в списку "Склад потоків транспортних засобів". Потім в правому вікні цього списку вибираємо типи транспортних засобів та їх відносний розподіл, призначаємо швидкість руху, побудовуємо залізничну колію, встановлюємо об'єкти світлофорного регулювання та візуалізуємо результати, натиснувши "безперервно" у верхньому контекстному меню "Імітація" - див. рис. 2.22.

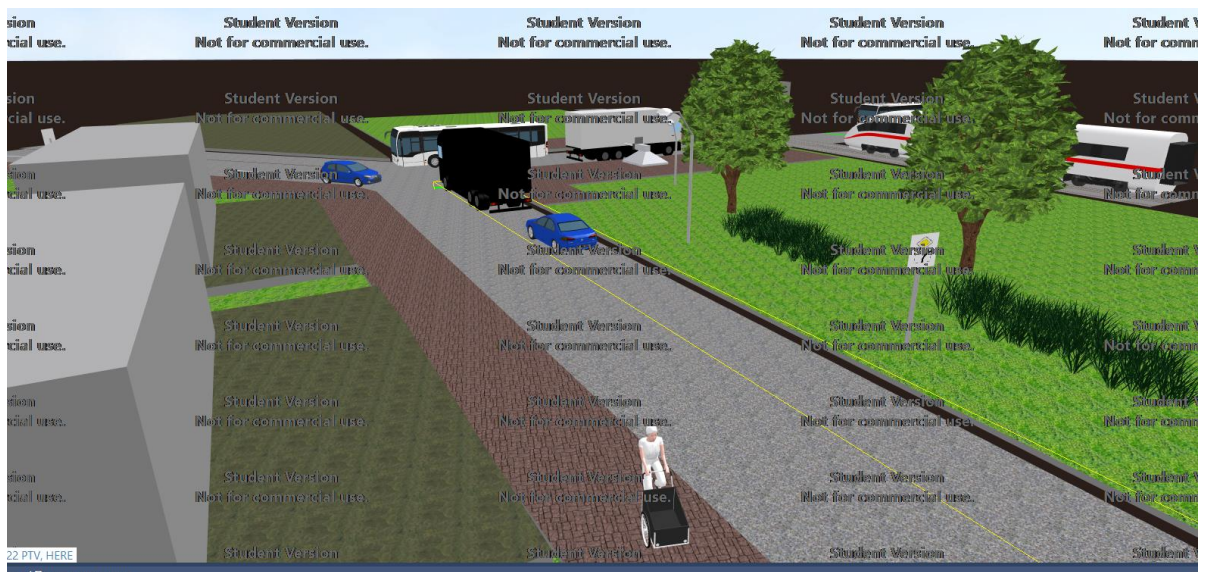


Рисунок 2.22 - Візуалізація побудованої моделі проїзду транспортних засобів через перехрестя і залізничні колії

Результати проведених досліджень: час затримки проїзду перехрестя буде представлений у таблиці 2.1, а швидкісний режим - у таблиці 2.2, згідно з моделюванням, яке було проведено.

Таблиця 2.1

Результати дослідження часу затримки проїзду перехрестя автомобільних доріг
(моделювання протягом однієї години)

| Тип ТРЗ | Час затримки проїзду перехрестя, сек. | | | |
|----------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| | Середнє значення | Стандартне відхилення | Мінімальне значення | Максимальне значення |
| Всі типи | 11,6 | 3,6 | 2,96 | 21,14 |
| Легкові | 7,19 | 2,98 | 1,78 | 18,23 |
| Вантажні | 9,45 | 5,01 | 4,15 | 20,64 |
| Автобуси | 11,10 | 4,13 | 3,36 | 19857 |

Таблиця 2.2

Дані щодо швидкостей проїзду досліджуваного перехрестя
(моделювання протягом однієї години)

| Тип ТРЗ | Швидкість руху ТРЗ через перехрестя, км/год. | | | |
|----------|--|-----------------------|---------------------|----------------------|
| | Середнє значення | Стандартне відхилення | Мінімальне значення | Максимальне значення |
| Всі типи | 11,01 | 2,75 | 7,36 | 17,45 |
| Легкові | 10,25 | 2,96 | 5,98 | 15,77 |
| Вантажні | 13,24 | 2,71 | 9,36 | 18,69 |
| Автобуси | 12,04 | 2,55 | 7,01 | 16,35 |

Для наглядного представлення, ми створимо діаграми, що візуалізують проїзд через перехрестя ТРЗ в залежності від швидкості руху (рис. 2.23) і часу затримки (рис. 2.24). Це буде здійснено шляхом моделювання в програмному забезпеченні Vissim у студентській версії.

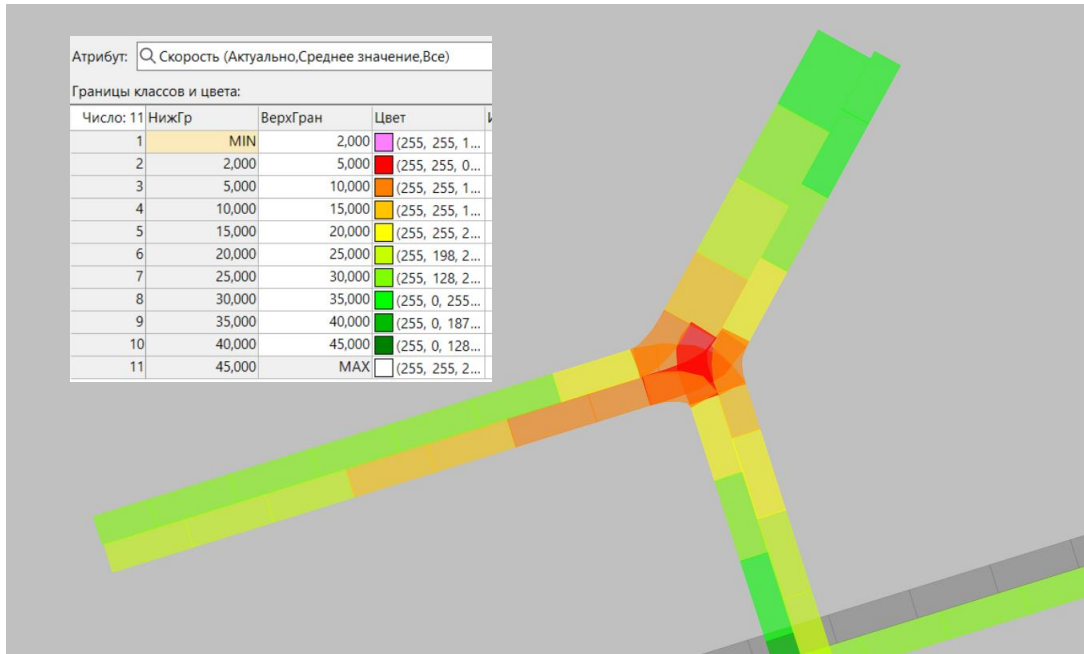


Рисунок 2.23 - Діаграма зміни швидкості руху ТРЗ на підході і через перехрестя

Після аналізу діаграми, яка була побудована у Vissim (див. рис. 2.23), ми спостерігаємо зниження швидкості під час під'їзду до перехрестя ТРЗ та проїзду через нього зі швидкістю, що не перевищує 10 км/год (виділено червоною лінією).

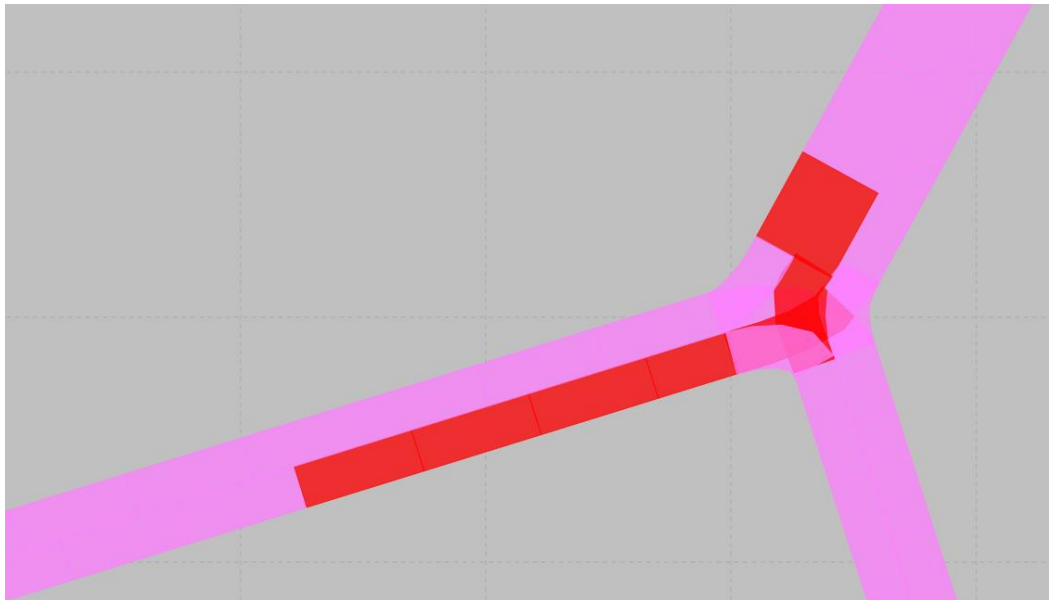


Рисунок 2.24 - Діаграма зміни часу затримки на підході і через перехрестя

Після аналізу діаграми (див. рис. 2.24) ми можемо зробити висновок про збільшення часу затримки для транспортних засобів, які здійснюють лівий поворот (виділено червоною лінією).

РОЗДІЛ 3

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1. Основи безпеки дорожнього руху

У даний час високими темпами розвивається автомобільний транспорт, за допомогою якого відбувається взаємообмін між різними галузями народного господарства, у тому числі і між іншими типами транспортних засобів. Для задоволення потреб населення та здійснення виробничих процесів необхідним є збільшення продуктивності ТЗ, інтенсифікування транспортних конвеєрів, однак дані вимоги безпосередньо зв'язані з безпекою дорожнього руху.

Від рівня безпеки руху ТЗ залежить стабільність нашого суспільства та його нормальне функціонування. Проблеми безпеки дорожнього руху тісно зв'язані з економічною та соціальною сферами життя суспільства та носить багатогранний характер.

Сукупністю суспільних відносин, що виникають в процесі пересування людей та вантажів за допомогою засобів транспорту або без таких у межах проїзної частини називається дорожнім рухом.

На сьогоднішній день автомобілями перевозиться лівша частка всіх вантажів і пасажирів, тому постає необхідність у безперебійній та безпечній його роботі, максимального зниження негативних наслідків масової автомобілізації. Для захисту інтересів суспільства від тяжких наслідків аварійності необхідно застосовувати весь комплекс попереджувальних та каральних засобів, у тому числі заходи кримінально-правового впливу на людину.

Серед причин ДТП виділяють основні:

- технічні несправності транспортних засобів;
- перевищення допустимої швидкості руху;
- недостатня кваліфікація водіїв транспортних засобів;
- сповільнення сенсомоторна реакція осіб, що керують автомобілями;
- керування транспортним засобом особами, що знаходяться у нетверезому стані;
- низька взаємодія у системів водій – пішохід;
- низька якість стану дорожньо-транспортного покриття, у тому числі необгороджені та неосвітлені ділянки ремонтних робіт;
- відсутність необхідних дорожніх знаків або несправність сигналізації на залізнодорожніх переїздах.

3.2. Основні причини скоєння дорожньо-транспортних пригод та безпека учасників ДР

До основних причини скоєння дорожньо-транспортних пригод варто віднести:

- керування ТЗ у стані спяніння (в середньому до 12-18 %);
- недодержання дистанції (до 5% від загальної кількості ДТП);
- перевищення допустимої швидкості руху ТЗ (до 40%);
- виїзд на смугу де рухається зустрічний транспорт (до 10 %);
- порушення правил проїзду залізно дорожніх перехресть(до 10%).

В останні роки простежується значне зростання дорожньо-транспортних пригод через перевищення швидкісного режиму (з 20% у 2018 році до 40% у 2019), а також порушення правил проїзду перехресть (з 6 у 2018 до 12 % у 2019 році).

Причини та умови, які сприяють зростанню ДТП:

- низький рівень дорожньої дисципліни в учасників руху;
- недостатні навички водійської майстерності;
- поганий стан вулично-шляхової мережі;
- недостатній рівень упровадження у практичне застосування новітніх технологій і технічних засобів організації дорожнього руху, перш за все у містах з великим населенням;
- низька ефективність нагляду за дотриманням учасниками дорожнього руху правил та вимог безпеки;
- неналежний технічний стан автомобільного парку, де залишається великою частка старих транспортних засобів, які являють собою об'єктивну загрозу безпеці руху.

Сучасні автомобілі здатні рухатися зі швидкостями значно більшими 100 км/год. Але сенсорна система людини пристосована до швидкості руху пішки, в кращому випадку – швидкості кінного руху. Тому з точки зору найбільш продуктивної роботи сенсорної сфери (прийому інформації, її переробки, впровадження в дію прийнятих рішень) швидкість не повинна перевищувати 60 км/год. Із зростанням швидкості руху кількість сприйнятої інформації зменшується, що в умовах щільного транспортного потоку, при маневруванні, при наявності пішохідного руху стає небезпечним, підвищуючи ризик виникнення аварійних ситуацій і ДТП.

При ДТП (зустрічному зіткненні або наїзді на нерухому перешкоду) виникають значні прискорення та відповідно й перевантаження.

За даними фахівців, шанс водія залишитися живим при ДТП, якщо автомобіль рухався зі швидкістю 115 км/год, дорівнює нулю. Якщо прийняти ризик загибелі пасажирів при ДТП при швидкості руху 65 км/год за 1, то при швидкості 85 км/год він буде дорівнювати 1,5; при швидкості 96 км/год – 2,5; при 112 км/год – 6, при 128 км/год – 20. Звичайно, що в разі ДТП із зростанням швидкості зростають і матеріальні втрати від пошкодження транспортних засобів.

Під високою швидкістю фахівці мають на увазі рух із швидкістю, близьку або таку, що перевищує безпечну для даної дорожньої обстановки та конкретного водія.

Безпечна швидкість руху залежить від багатьох факторів, але в найзначнішій мірі – від надійності водія. Саме від водія вимагається під час руху обирати безпечну швидкість.

Отже, висока, небезпечна швидкість може бути 40-60 км/год для одних умов, для інших – 80 - 100км/год і більше.

Під час руху на великих швидкостях утруднено сприйняття об'єктів на дорозі й у просторі біля дороги, тому збільшується час реакції та гальмівний шлях (при швидкості руху 50км/год гальмівний шлях становить близько 15м, при 100км/год – близько 60м). Збільшення часу реакції та гальмівного шляху в умовах збільшення швидкості руху призводить до збільшення ймовірності наїздів на перешкоди, пішоходів, попутні зіткнення тощо.

Особливості сприйняття під час руху з великою швидкістю:

1. Просторове сприйняття різко обмежене, так як звужується поле зору.
2. Водії позбавлені свободи маневру.
3. Водій змушений працювати у нав'язаному йому темпі, так як уся дорожня інформація пред'являється йому на обмежений час.

Надійність керування на великій швидкості залежить від вміння водія прогнозувати розвиток дорожньої обстановки; вміння організувати спостереження за дорожньою обстановкою, тобто вчасно отримувати потрібну інформацію та відкидати таку, яка не має відношення до забезпечення безпеки руху; вміння вчасними діями попереджати небезпечний розвиток обстановки на дорозі.

Під час руху на великих швидкостях у щільному транспортному потоці на ділянках з обмеженою пропускнуою здатністю виграш часу як правило незначний, тоді як вірогідність ДТП багаторазово збільшується.

При організації дорожнього руху необхідно враховувати, що безпечними швидкостями є лише такі, які забезпечують водію оптимальне

нервово-емоційне та інформаційне навантаження. Причому потрібно врахувати психологічний фактор обмеження: незрозумілі, невинуваті обмеження не тільки не виконують поставленої мети, а й провокують порушення водіями введених обмежень. Водії за таких умов не будуть виконувати не тільки згаданих обмежень, а й взагалі збудуть з недовірою ставитися до усіх заходів по організації руху.

В транспортному потоці небезпечно не тільки перевищення швидкості руху, а й рух з швидкістю меншою, ніж швидкість транспортного потоку, так як це викликає велику кількість маневрів (обгонів, випереджень), в наслідок чого відбуваються як зустрічні так і попутні зіткнення. Ось чому бажана диференціація доріг та смуг руху (на багатосмугових магістралях) по швидкості.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Рівень розвитку дорожньої мережі, зокрема перехрестя, має великий вплив на економічне процвітання держави.
2. У бакалаврській кваліфікаційній роботі представлено дослідження проблемного перехрестя залізничної колії та автомобільної дороги у місті Дубно.
3. Дослідження показало, що головними складовими транспортного потоку є вантажні транспортні засоби (до 60%) та легкові автомобілі (до 25%), а також інші види транспорту.
4. Середньо насичений транспортний потік становить до 200 транспортних засобів, які проходять через перехрестя за годину.
5. Для імітаційного моделювання умов дослідження та їх прогнозу на майбутнє використовувалася студентська версія PTV Vissim.
6. Прийняті заходи спрямовані на зменшення часу затримок та підвищення швидкості руху на перехресті шляхом створення додаткової смуги для лівого повороту та організації дорожньої інфраструктури.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ПДР: Правила дорожнього руху України. Київ : Укрспецвидав, 2022, 112 с.
2. Лобашов О. О., Прасоленко О. В. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху». посіб. Харків : ХНАМГ, 2011. 221 с.
3. Потійчук О. Б., Піліпака Л. М. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи на тему «Характеристика дорожнього руху і параметри транспортних потоків» з дисципліни «Моніторинг транспортних потоків». Рівне : НУВГП, 2013. 18 с.
4. Tsutomu Tsuboi. Traffic Flow Analysis and Management. Design of Cities and Buildings. Published: February 5th, 2021.
5. Стратегія сталого розвитку міста Дубна до 2022 року.
6. Офіційна сторінка Дубенської міської ради. Розділ «Транспорт», 2021.
7. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., Chernii, V. (2021). Improving the efficiency of the road organization traffic at an unregulated crossroads. Transport Development, (1(8), 125-134.
8. Бойків М. В. Безпечні режими руху транспортних засобів у темну пору доби з урахуванням функціонального стану водія / М.В. Бойків // Дис. Канд. Техн. Наук: 05.22.01. – Львів, 2015. – 175 с.
9. Грицунь О. М. Обґрунтування раціональних режимів світлофорного регулювання з урахуванням характеристик транспортних потоків і поведінки пішоходів: Дис. Канд. Техн. Наук: 05.22.01. – Львів, 2019. – 167 с.
10. Грицунь О.М. Аналіз поведінки пішоходів на регульованих перехрестях / О.М. Грицунь // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2016. – Випуск 55. – С. 90 – 95.
11. Гюлев Н. У. Особливості ергономіки та психофізіології в діяльності водія: навч. посібник / Н. У. Гюлев. – Х. : ХНАМГ, 2012. – 185 с.

12. Давідіч Ю. О. Ергономічне забезпечення транспортних процесів: навч. посібник / Ю. О. Давідіч, Є. І. Куш, Д. П. Понкратов; – Х. : ХНАМГ, 2011. – 392 с.

13. І. О. Хітров, О. П. Цьонь, М. Є. Кристопчук, і О. Д. Почужевський, «Аналіз транспортних затримок в центральній частині міста та шляхи їх зниження», ВМТ, вип. 14, вип. 2, с. 131–139, 2021.

14. Михайло Кристопчук, Ігор Хітров, Олег Цьонь, Олег Почужевський. Дослідження координованого управління транспортними потоками в центральній частині міста / Том 1 № 16 (2021): Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. С. 82-90.

15. О.Л Ляшук. Стан аварійності на автошляхах України / О.Л Ляшук, Ю.Д Бодоряк, Ю.А Шминдюк, О.П Цьонь // Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти: матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції (в авторській редакції),(м. Кривий Ріг, 13 листопада 2020 року). Кривий Ріг, 2020. 299 с.

16. О.Л. Ляшук, Ів.Б. Гевко, О.П. Цьонь та інші. Сенсорний нерегульований пішохідний перехід. Збірник тез доповідей міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимофія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин, (Тернопіль, 29–30 вересня 2022.) /М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – с.168.

17. О.Л. Ляшук, О.П. Цьонь, В.О. Дзюра, М.В. Бабій, М.Є. Кристопчук, С.В. Лисенко, Ю.Д. Бодоряк. Дослідження безпеки дорожнього руху на автошляхах / Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Вип. 5(36), ч.І, с. 311-317, 2022.

18. О.П. Цьонь, О.Л Ляшук, О.Б Романюк. Мобільність населення в умовах пандемії / Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича

„Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин “. Тернопіль, 2021. с. 96.

19. Патент № 152286, Україна, МПК G08G 1/09. Сенсорний нерегульований пішохідний перехід / Ляшук О.Л.; Гевко І.Б.; Рогатинський Р.М.; Гудь В.З.; Цьонь О.П.; Матвіїшин А.Й.; Хорошун Р.В.; Слободян Л.М.; Романюк О.Б.; Бодоряк Ю.Д.; Гевко Б.Р., № u202202157; опубл. 12.01.2023, бюл. № 2.

20. Патент №148177, Україна, МПК G08G 1/01. Світлофор / Цьонь О. П., Кристопчук М.Є., Сташків М.Я., Бабій М.В., Кучвара І.М., № u 2021 01128; заявл. 09.03.2021; опубл. 14.07.2021, Бюл.№ 28.

21. Постранський Т. М. Закономірності надійної діяльності водія в системі «Водій-Транспортний засіб-Середовище» / Т. М Постранський // Автореф.Дис. Канд. Техн. Наук: 05.01.04. –Львів, 2015. – 164 с.

22. Системологія на транспорті. Ергономіка / [Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.] ; під ред. М. Ф. Дмитриченка. – [5-та книга] – К. : Знання України, 2008. – 256 с.

23. Методичні вказівки для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для студентів освітньо-професійної програми "Транспортні технології (на автомобільному транспорті)" першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) / уклад.: О.Л. Ляшук, Ю.Я. Вовк, В.О. Дзюра, О.П. Цьонь, І.М. Кучвара, М.В. Бабій, А.Й. Матвіїшин, Н.Б. Гаврон; М-во освіти і науки України, ТНТУ. – Тернопіль: ТНТУ, 2021. – 52 с.