

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: Особливості регулювання дорожнього руху на ділянках
вулично-дорожньої мережі м. Львова (комплексна тема)

Виконав: студент 4 курсу, групи МН -41
спеціальності 275 «Транспортні технології»
(шифр і назва спеціальності)

Студент

(підпис)

Букатка І.В.

(прізвище та ініціали)

Гаврилів Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Дзюра В.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. каф.

(підпис)

Цьонь О.П.

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2023

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *Автомобілів*

Освітній рівень *Бакалавр*

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність *275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *О.П. Цьонь*

«23» *січня* 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Букатка Ігор Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Особливості регулювання дорожнього руху на ділянках вулично-дорожньої мережі м. Львова (комплексна тема)*

керівник проекту (роботи) *Дзюра Володимир Олексійович, д.т.н., проф.*

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

затверджені наказом по університету від «23» січня 2023 року № 4/7-54

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *червня 2023 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Дані системи міського пасажирського транспорту (пасажиропотік, кількість транспортних засобів).

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

1.1 Обґрунтування необхідності проведення заходів із удосконалення транспортної мережі;

1.2 Аналіз існуючих методів регулювання дорожнього руху; 1.3 Світлофорне регулювання на

перехрестях ВДМ м. Львова; 1.4 Координоване управління рухом; автоматизована система

керування дорожнім рухом (АСУДР);

2.1 Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду організації регульованого руху на ВДМ міст;

2.2 Організація світлофорного регулювання на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича

3.1 Охорона праці на підприємствах автотранспортного комплексу. 3.2 Управління охороною

праці на підприємстві

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

Слайди графічного матеріалу – 8шт

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Ожипний І.Б., к.т.н., зав. каф.</i>		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>1. Аналіз об'єкту дослідження;</i>	<i>15.03.2023</i>	
	<i>2. Заходи із удосконалення транспортного процесу;</i>	<i>05.05.2023</i>	
	<i>3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.</i>	<i>19.05.2023</i>	

Студент _____
(підпис)Букатка І.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

Дзюра В.О.

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Автомобілів

Освітній рівень Бакалавр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри О.П. Цьонь

«23» січня 2023 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гаврилів Юрій Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Особливості регулювання дорожнього руху на ділянках вулично-дорожньої мережі м. Львова (комплексна тема)

керівник проекту (роботи) Дзюра Володимир Олексійович, д.т.н., проф.

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

затверджені наказом по університету від «22» січня 2023 року № 4/7-54

2. Термін подання студентом проекту (роботи) червня 2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Дані системи міського пасажирського транспорту (пасажиропотік, ключові точки маршруту, кількість транспортних засобів).

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

1.6 Адаптивне управління рухом у системі АСУДР; 1.7 Аналіз існуючої ОДР з регульованим керуванням на ділянках ВДМ м. Львова (перетин вул. Стрийська - вул. Максимовича)

1.7 Аналіз аварійності в місті Львові та на ділянках ВДМ, що розглядаються

1.8 Обґрунтування необхідності застосування методів та заходів щодо вдосконалення регульованого руху на ділянках ВДМ м. Львова

2.3 Організація координованого управління рухом на ділянці вул. Стрийська; 2.4 Проект організації адаптивного управління рухом у системі АСУДР; 2.5 Розрахунок економічної

ефективності заходів щодо вдосконалення ОДР на ділянці ВДМ м. Львова, що розглядається

3.3 Методи і шляхи вирішення завдань управління охороною праці; 3.4 Пожежна безпека

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

Слайди графічного матеріалу – 8шт

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф.</i>		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>1. Аналіз об'єкту дослідження;</i>	<i>15.03.2023</i>	
	<i>2. Заходи із удосконалення транспортного процесу;</i>	<i>05.05.2023</i>	
	<i>3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.</i>	<i>19.05.2023</i>	

Студент _____
(підпис)

Гаврилів Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

Дзюра В.О.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	8
ВСТУП	9
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	
1.1 Обґрунтування необхідності проведення заходів із удосконалення транспортної мережі	10
1.2 Аналіз існуючих методів регулювання дорожнього руху	11
1.3 Світлофорне регулювання на перехрестях ВДМ м. Львова	12
1.4 Координоване управління рухом	15
1.5 Автоматизована система керування дорожнім рухом (АСУДР)	17
1.6 Адаптивне управління рухом у системі АСУДР	21
1.7 Аналіз існуючої ОДР з регульованим керуванням на ділянках ВДМ м. Львова (перетин вул. Стрийська - вул. Максимовича)	25
1.8 Аналіз аварійності в місті Львові та на ділянках ВДМ, що розглядаються	29
1.9 Обґрунтування необхідності застосування методів та заходів щодо вдосконалення регульованого руху на ділянках ВДМ м. Львова	34
2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ	
2.1. Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду організації регульованого руху на ВДМ міст	37
2.2 Організація світлофорного регулювання на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича	41
2.3 Організація координованого управління рухом на ділянці вул. Стрийська	53

2.4	Проект організації адаптивного управління рухом у системі АСУ ДР	56
2.5	Розрахунок економічної ефективності заходів щодо вдосконалення ОДР на ділянці ВДМ м. Львова, що розглядається.	60
3.	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
3.1	Охорона праці на підприємствах автотранспортного комплексу	63
3.2	Управління охороною праці на підприємстві	68
3.3	Методи і шляхи вирішення завдань управління охороною праці	70
3.4	Пожежна безпека	72
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО ВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	74
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75
	ДОДАТКИ	77

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи на тему: «Особливості регулювання дорожнього руху на ділянках вулично-дорожньої мережі м. Львова»

Кваліфікаційна робота складається з трьох розділів і 20 слайдів графічного матеріалу.

Дана робота присвячена аналізу об'єкту дослідження, зокрема заходів щодо удосконалення транспортної мережі міста Львів. В роботі проведено аналіз існуючих методів регулювання дорожнього руху, зокрема світлофорного регулювання на перехрестях ВДМ міста Львів та координованого управління рухом. Також досліджено автоматизовану систему керування дорожнім рухом (АСУДР) та адаптивне управління рухом у системі АСУДР. Проведено аналіз існуючої організації дорожнього руху з регульованим керуванням на ділянці вул. Стрийська – вул. Максимовича та аварійності в місті Львові. В роботі описано заходи та методи, що можуть бути застосовані для вдосконалення регульованого руху на ділянках ВДМ міста Львів, а також проведено розрахунок економічної ефективності цих заходів. Також розглянуто охорону праці на підприємствах автотранспортного комплексу та пожежну безпеку. Робота містить перелік посилань та додатки.

ВСТУП

У світі неухильно зростає кількість транспортних засобів, що є причиною зростаючої кількості ДТП. Дедалі гостріше постає проблема забезпечення безпеки дорожнього руху, м. Львів не стало винятком. Щоб забезпечити дедалі більшу кількість автомобілів, необхідне будівництво нових та розширення старих автомагістралей, що не завжди можливо реалізувати.

Будівництво нових авторозв'язок процес вкрай дорогий і будівництво займає дуже багато часу, попри це стоїть необхідність перекриття або часткового перекриття існуючих автошляхів, що створює ще більші труднощі руху. Для вирішення цієї проблеми ставиться завдання щодо розробки заходів розвитку комплексу технічних засобів організації дорожнього руху та управління ним, а також забезпечення злагодженої роботи всіх служб та організацій, зайнятих у даній сфері діяльності.

Зараз у всьому світі ведеться розробка та впровадження інтелектуальних транспортних систем (ІТС) різного масштабу. Однак в Україні дані системи на порядок відстають від європейських. У Європі вже тривалий час існують наукові товариства, які займаються даним питанням. Ці товариства поєднують автовиробників, науковців, що спільно вирішують проблему забезпечення безпеки руху, намагаючись зробити автомобіль частиною системи керування дорожнім рухом.

Місто Львів не стало винятком, оскільки на його ВДМ спостерігаються затори, велика кількість ДТП.

Для вирішення проблем організації дорожнього руху в місті пропонується розробити нову схему ОДР для деяких ділянок ВДМ.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Обґрунтування необхідності проведення заходів із удосконалення транспортної мережі

Місто Львів є містом мільйонником, тому застосування сучасних засобів організації дорожнього руху є необхідністю. Оскільки у місті неухильно зростає кількість транспортних засобів та пішоходів і, як наслідок, і кількість конфліктів, як між транспортним та пішохідним потоками, так і між потоками одного типу, але в різних напрямках. Для вирішення цих конфліктів у всьому світі створюються різноманітні транспортні системи, що мають свої індивідуальні методи. В Україні їй переважно застосовується АСУ ДР адаптивного типу. В його основі лежить принцип взаємодії з усіма транспортними потоками та доступність її послуг усім учасникам дорожнього руху. Транспортна система здатна вирішувати наступні завдання:

- маршрутне орієнтування учасників руху;
- виділення окремої лінії руху потреб деяких учасників руху (громадського маршрутного транспорту, організованих колон, спец транспорту);
- контроль за дотриманням усіма учасниками дорожнього руху правил дорожнього руху;
- автоматизований підрахунок параметрів руху та прийняття комплексу рішень щодо нормалізації цих параметрів;
- автоматизоване керування світлофорними об'єктами, ґрунтуючись на комплексі прийнятих рішень.

У країнах, в яких ІТС існує вже багато років, проводяться дослідження з розробки абсолютно нових інструментів роботи для ІТС, а також перевіряється здатність та коректність роботи в реальних умовах міста. Завдяки цим інструментам ІТС може перейти на абсолютно новий рівень, вона може перестати бути простим помічником для водія, а стати безпосереднім учасником керування як автомобіля, так і загалом руху транспортних засобів.

В Україні автоматизовані системи управління дорожнім рухом можна сказати знаходиться на початку свого розвитку, але ударними темпами наздогають європейські, поступово наздоганяючи країни, в яких дана система працює вже довгі роки і проявляє себе з кращого боку, покращуючи дорожню ситуацію.

АСУ ДР у м. Львові знаходиться на етапі своєї модернізації, переходу на рівень адаптивного регулювання, що включає додавання нових підсистем управління рухом. Це дозволить домогтися підвищення ефективності роботи кожної системи, що входить до неї, за рахунок міжсистемного обміну інформацією. Сукупність систем, що входять до АСУДР і розташовані безпосередньо на дорозі, називають Інтелектуальною дорогою.

1.2 Аналіз існуючих методів регулювання дорожнього руху

Перш ніж говорити про методи регулювання дорожнього руху, необхідно розуміти, що ще скрізь існує регулювання за допомогою світлофорних об'єктів, а існують перехрещення, де відсутнє регулювання. Але все ж таки перехід до регульованого руху відбувається, тому що в місті Львові невпинно зростає кількість транспортних засобів, що призводить до розвитку організації руху та транспортних систем.

Під регулюванням дорожнього руху зазвичай розуміється комплекс заходів вкладених у покращення дорожньої обстановки тобто збільшення швидкості руху, покращення безпеки учасників руху, зменшення затримок при перетині перехресть.

Основним способом забезпечення безпеки руху є розділення потоків у часі, тобто зупинки одного потоку для того, щоб дозволити рух іншому потоку. Але даний метод пов'язаний з труднощами так, як при його використанні виникає необхідність зупинки одного або декількох потоків, а як наслідок зменшення швидкості руху і збільшення затримок, що призводить до утворення пробок.

Основними інструментами організації руху при цьому способі є:

світлофорні об'єкти, дорожні знаки та розмітка. На сьогоднішній день технічне забезпечення управління та безпеки дорожнього руху у місті Львові здійснюється п'ятьма основними методами: нерегульоване керування дорожнім рухом (рух проходить під дією знаків пріоритету); світлофорне регулювання; координоване керування дорожнім рухом; Автоматизована система керування дорожнім рухом (АСУДР); адаптивне управління рухом у системі АСУДР.

1.3 Світлофорне регулювання на перехрестях ВДМ м. Львова

Світлофори призначені для почергового пропуску учасників руху через певну ділянку вулично-дорожньої мережі, також для позначення небезпечних ділянок доріг, залежно від умов світлофори застосовуються для керування рухом у певних напрямках або по окремих смугах даного напрямку. Світлофори поділяються на транспортні та пішохідні. Існує десять типів транспортних світлофорів та два пішохідні. Найбільш часто застосовуються транспортні світлофори типу 1, 2 і 3. Найбільш поширені світлофори типу 1 і 2 вони застосовуються на більшості перехресть, а на складних перехрестях або на яких видимість світлофора може бути обмежена одночасно з ними застосовуються світлофори типу 3. Світлофори типу 3 застосовуються як повторювачі.

У місті Львові світлофорне регулювання здійснюється на більшості вулиць міста, виняток становлять вулиці, на яких була відсутня велика інтенсивність руху і відбувалося ДТП, але зараз ситуація змінилася, і на цих вулицях теж починають встановлювати світлофорні об'єкти.

Нерегульовані перехрестя забезпечують безперешкодний рух головному потоку, але рух з другорядного напрямку здійснюється із затримкою і створюється потенційно аварійна ситуація. Регульовані перехрестя бувають двох видів: регулювання забезпечується регулювальником; регулювання забезпечується світлофором. На регульованому перехресті забезпечується велика безпека учасників руху, оскільки поділяються у часі конфліктуючі потоки, але збільшується затримка всім учасників руху. На рисунках 1.1 - 1.4

представлені схеми руху при нерегульованій організації руху та пофазний роз'їзд при світлофорному регулюванні. На прикладі ВДМ м. Львова.

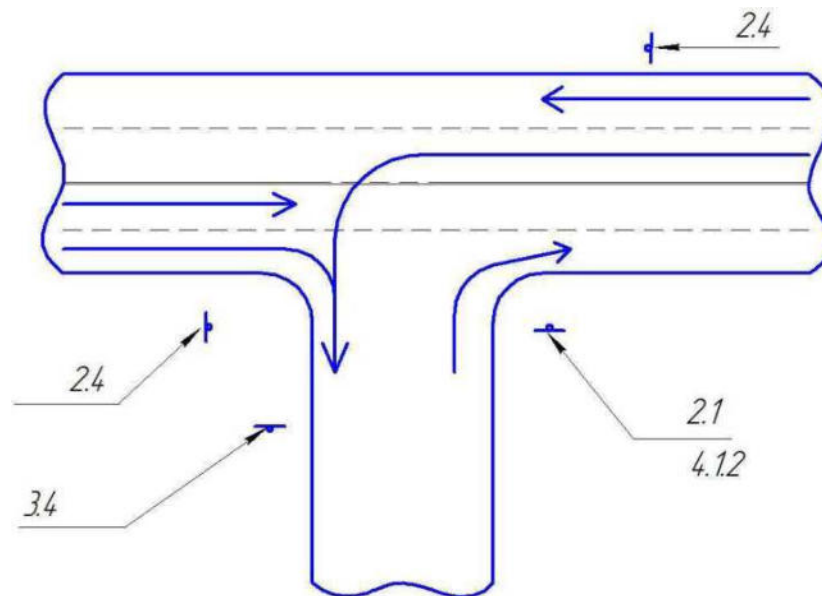


Рисунок 1.1 – Схема нерегульованого перехрестя з напрямками руху

Фаза 1

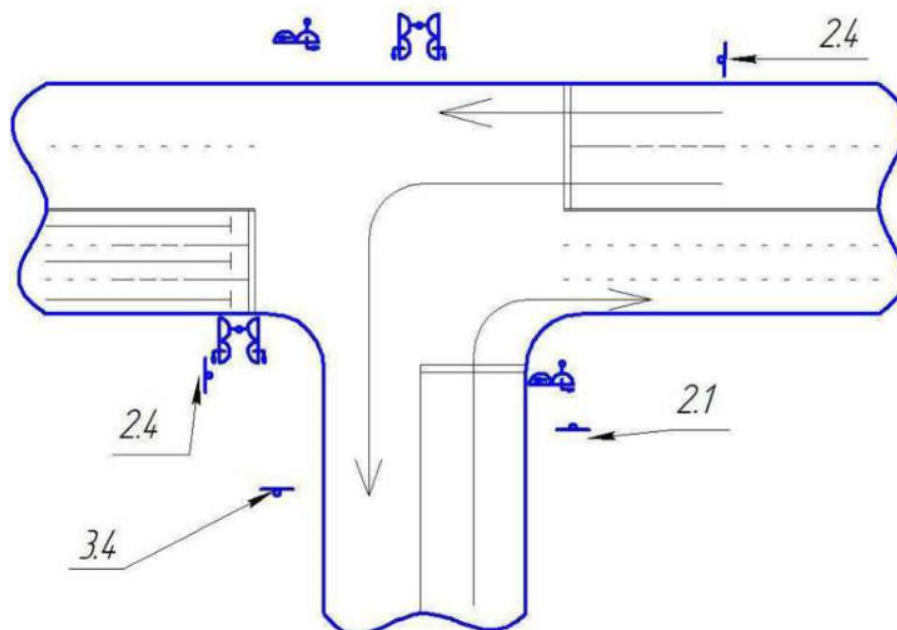


Рисунок 1.2 - Схема регульованого перехрестя з напрямками руху та пофазним роз'їздом

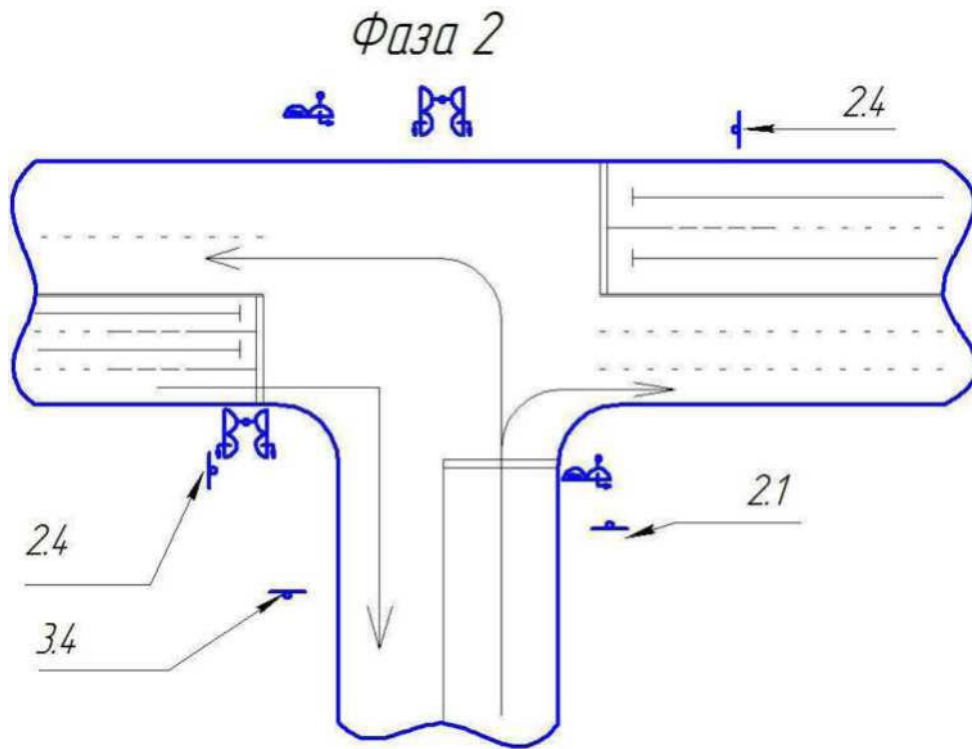


Рисунок 1.3 - Схема регульованого перехрестя з напрямками руху та пофазним роз'їздом

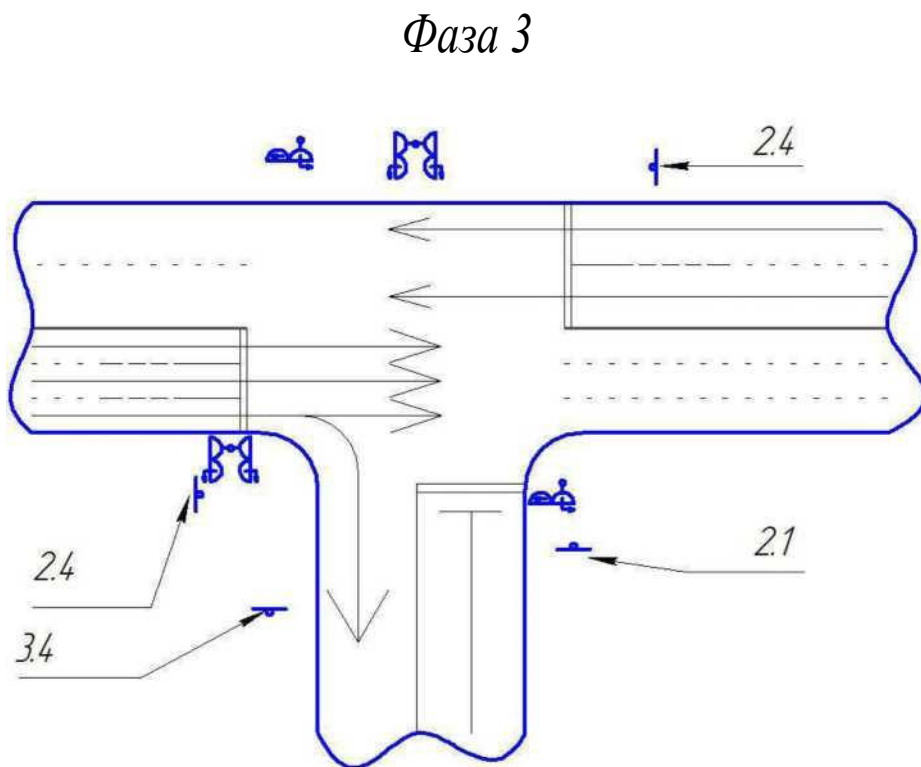


Рисунок 1.4 - Схема регульованого перехрестя з напрямками руху та пофазним роз'їздом

У всіх світлофорів кожен сигнал горить певний час, який визначається

оператором, або розраховується програмою виходячи з умов руху. Почергове горіння сигналів називається циклом. Схема циклу світлофора представлена малюнку 1.5.

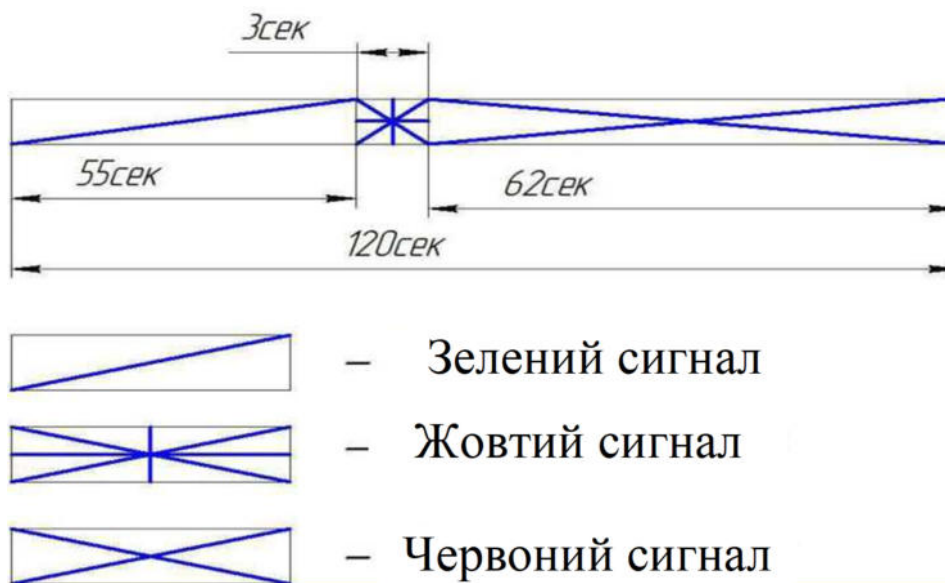


Рисунок 1.5 – Приклад циклу світлофорного регулювання

1.4 Координоване управління рухом

Координоване управління (управління за принципом «зеленої хвилі») - організація узгодженої зміни сигналів групи перехресть, здійснювана з метою зменшення часу руху транспортних засобів у заданому районі. Впровадження координованого регулювання за системою «зелена хвиля» створює ряд переваг у порівнянні з індивідуальним регулюванням на кожному перехресті: підвищується швидкість руху магістралю, скорочуються затримки від простоїв на кожному світлофорі. "Зелена хвиля" розраховується на певний діапазон швидкостей. Встановлюється зв'язок між усіма світлофорами на даній магістралі, що забезпечує включення зелених сигналів до моментів під'їзду груп автомобілів, що дотримуються запрограмованого діапазону швидкостей. На всіх перехрестях, скоординованих за принципом, зелена хвиля встановлюється однаковий цикл, але з певною затримкою. Дане управління працює при будь-яких відстанях між перехрестями, з відстанню буде лише змінюватися затримка між включенням циклу.

Таблиця 1.1 – Основні магістральні вулиці м. Львова

Назва вулиці	Категорія дороги	Метод регулювання		
		«Зелена хвиля»	АСУДР	адаптивного типу
Зелена	Магістральна дорога регульованого руху	-	+	-
Личаківська	Магістральна вулиця регульованого руху	-	+	-
Богдана Хмельницького	Магістральна вулиця регульованого руху	+	+	-
Шевченка	Магістральна вулиця регульованого руху	+	+	-
Городоцька	Магістральна вулиця регульованого руху	+	+	-
Кульпарківська	Магістральна вулиця регульованого руху	+	+	-
Костя Левицького	Магістральна вулиця регульованого руху	+	+	-
Вул. Липинського	Магістральна вулиця транспортно-пішохідна	+	+	-
Стрийська	Магістральна вулиця регульованого руху	-	+	-

У таблиці 1.1 представлений перелік основних магістральних вулиць м. Львова, з характеристикою дороги та типом організованого на ній управління дорожнім рухом.

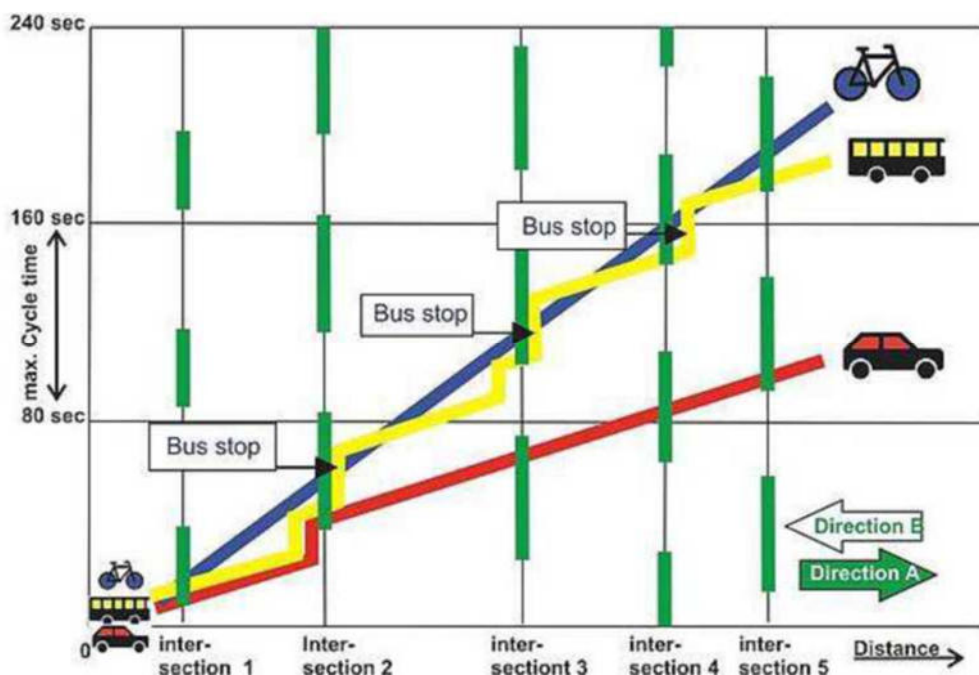


Рисунок 1.6 – Приклад застосування «зеленої хвилі»

На малюнку 1.6 представлено координоване керування рухом на 5 перехрестях. Представлено три види проїзду даної ділянки:

- автомобіль, що рухається з вищою швидкістю, ніж була задана керуванням. При даному способі проїзду ділянки спостерігаємо зупинки перед світлофорами, проїзд майже на межі закінчення зеленого сигналу.

- автобус, що рухається з періодичними зупинками (нерівномірний рух). При даному способі проїзду ділянки, спостерігаємо фактично стабільний рух через перехрестя без зупинки на сигналі світлофора, що забороняє.

- велосипедист, що рухається з постійною швидкістю, приблизно рівною, яка була задана. При даному способі проїзду ділянки спостерігаємо стабільний проїзд перехрестя без зупинок.

Висновок. Організація координованого управління рухом (управління за принципом "зеленої хвилі"), сприятливо впливає на рух, вона скорочує час простою на світлофорах, а при дотриманні швидкості руху по даній ділянці виключає цей час. Але на практиці не завжди здійснено, тому що кожен рухається як йому заманеться, хтось набагато повільніше ніж було встановлено зеленою хвилею, хтось набагато швидше, іноді навіть порушуючи швидкісний режим, через це доводиться витрачати час, щоб перебудуватися на ті смуги на яких немає таких перешкод руху замість просто рухатися з постійно швидкістю. На мою думку, необхідно встановлювати інформаційні таблички на в'їзді на ці дороги, які інформуватиме водію про те, що він знаходиться на ділянці дороги, на якому працює «зелена хвиля» і рекомендуватиме йому оптимальну швидкість для руху.

1.5 Автоматизована система керування дорожнім рухом (АСУДР)

У місті Львові автоматизовані системи управління дорожнім рухом або АСУДР є поєднанням програмно-технічних засобів, а також заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, зниження транспортних затримок. Основним засобом, що забезпечує ефективне управління дорожнім рухом, є

світлофорний об'єкт.

АСУДР складається із трьох основних елементів:

- центральний управлінський пункт або ЦУП;
- канали зв'язку, зокрема спеціалізовані контролери;
- зовнішні пристрої (периферійне обладнання (що знаходиться на перехрестях по всьому місту)).

Основними функціями центрального управлінського пункту є збір інформації, отриманої від контролерів і детекторів, що знаходяться на перехрестях, обробка цієї інформації, а так само прийняття рішення, ґрунтуючись на отриманій інформації. Інформація від контролерів і детекторів надходить спеціальними каналами зв'язку і з них прийняте рішення передається на зовнішні пристрої.

При цьому здійснюється її структурування. Периферія своєю чергою здійснює збирання даних, і навіть реалізацію керуючих впливів.

Зовнішні пристрої керування представлені дорожніми контролерами руху різних типів та світлофорними об'єктами.

Підключаються контролери до ЦУС за допомогою бездротового зв'язку, проводового зв'язку, або комбінованим способом. Останній спосіб поєднує в собі елементи бездротового та провідного зв'язку.

АСУДР забезпечують:

- ручна зміна режимів роботи світлофорів;
- диспетчерська зміна режимів роботи світлофорів із ЦУС у разі виникнення такої необхідності;
- режим "зеленої вулиці";
- координоване жорстке керування дорожнім рухом згідно з командами центрального управлінського пункту автоматизованих систем за допомогою заданих програм, при цьому вибір програми здійснюється автоматично або оператором, що залежить від часу доби;
- координоване гнучке керування дорожнім рухом, яке залежить від параметрів транспортних потоків, які вимірюються спеціальними детекторами

транспорту, що враховують реальну транспортну ситуацію.

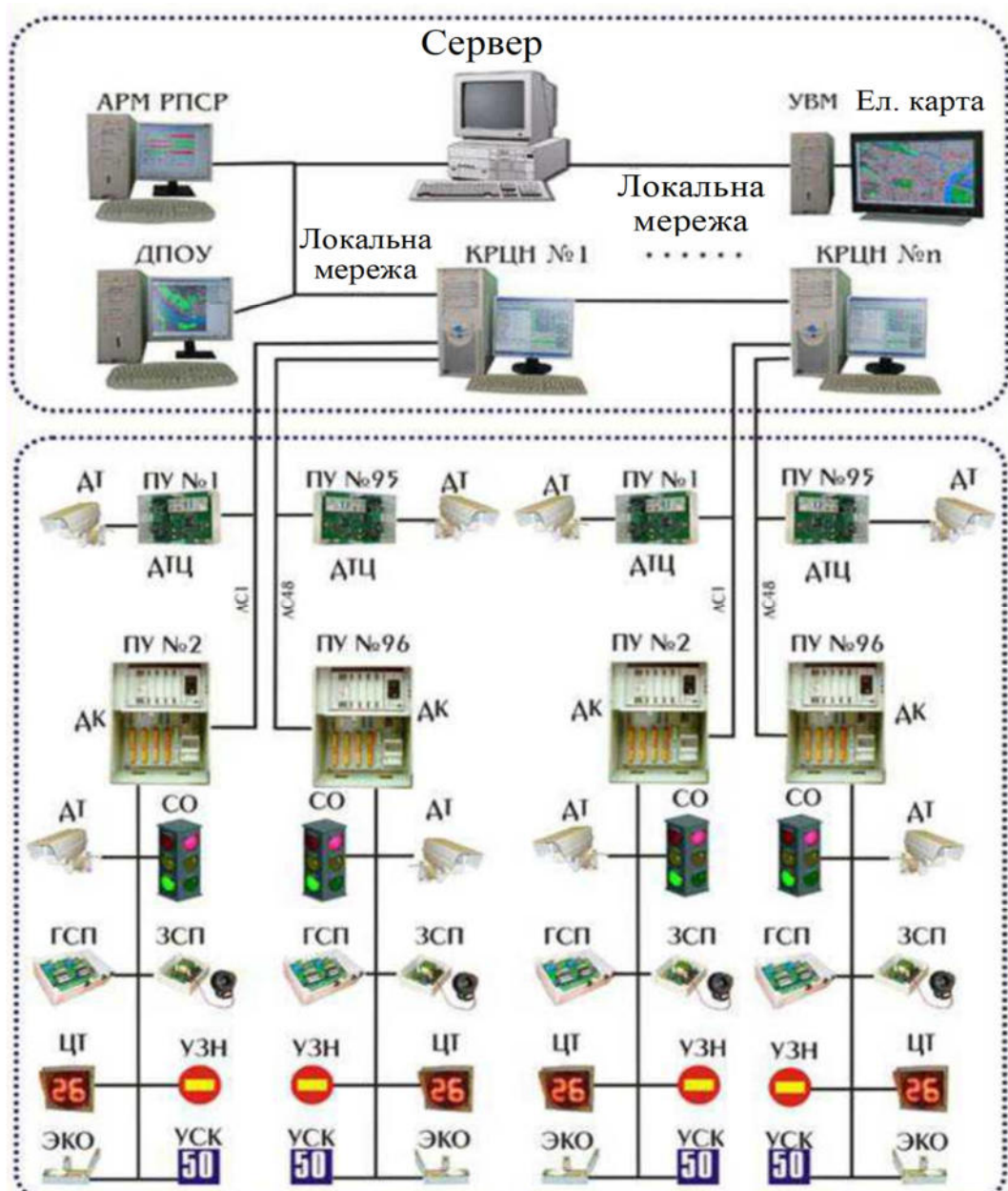


Рисунок 1.7 – Структурна схема АСУДР

На малюнку 1.7 представлено схему роботи АСУДР. Інформація, що збирається детекторами транспорту (ДП) і датчика контролю рівня забруднення повітряного середовища (ЕКО) по лініях зв'язку (ЛЗ) через дорожній контролер (ДК) та пристрій зв'язку детекторів з ЦУП (ДТЦ) надходить у контролер районного центру (КРЦН), де вона обробляється та надходить на дисплейний пульт оперативного управління (ДПОУ), після чого вся інформація надходить на автоматизоване робоче місце розрахунку параметрів світлофорного

регулювання (АРМ РПСР), потім вся інформація надходить на сервер для зберігання та подальшого використання. У випадку потреби створюється мнемосхема через пристрій виведення на мнемосхему (УВМ). Після проведення всіх розрахунків і якщо цього вимагає ситуація змінюється цикл світлофорного регулювання, тобто. відправляється інформація на периферійний пристрій (ПУ) та дорожній контролер, після чого інформація доходить до світлофорного об'єкта (СО), пристрою голосового супроводу пішохода (ГСП), звукового супроводу пішохода (ЗСП), цифрове табло зворотного відліку часу (ЦТ), керований знак (УЗН), показчик швидкості (УСК).

Плюси при використанні АСУДР :

- зниження ймовірності появи заторів та зменшення затримок транспортних засобів від 15 до 30 %;
- зниження рівня шуму, що викликається скупченням транспорту, а також поліпшення екології;
- значне підвищення безпеки та оперативність управління рухом на дорогах;
- можливість здійснення безперешкодного проведення спецтранспорту, наприклад, урядових кортежів;
- суттєве зниження матеріальних витрат за експлуатацію, діагностику оснащення, скорочення часу виявлення несправностей, і навіть відновлення після відмов;
- підвищення інформованості про поточну завантаженість магістралей, забезпечення інших шляхів розподілу транспортних шляхів.

Висновок:

Застосування автоматизованої системи управління дорожнім рухом позитивно позначається на дорожній обстановці в місті Львові. Чим більше світлофорних об'єктів охоплює дана система, тим ефективнішим стає управління, тому що при контролі певної ділянки ВДМ не можна гарантувати, що проблема пробок не перейде на неконтрольовані ділянки. На основі системи АСУДР можна використовувати найсучасніші способи регулювання дорожнього

руху. Необхідно розвивати та вдосконалювати цю систему та поширювати на великі площі, передаючи їй контроль якомога більшою кількістю світлофорних об'єктів, як транспортних, так і пішохідних.

1.6 Адаптивне управління рухом у системі АСУДР

У світі накопичено величезний досвід створення та впровадження адаптивних систем управління дорожнім рухом, який довів, що проведення заходів у цій сфері дозволяє досягти таких результатів:

- зниження затримок транспорту до 50%;
- підвищення пропускнуєї спроможності ВДМ;
- скорочення часу в дорозі до 20%;
- зменшення шкідливих викидів.

АСУДР призначена для забезпечення мережевого адаптивного керування транспортними та пішохідними потоками, а також дорожнього руху в цілому, шляхом впливу на світлофорне регулювання вона здійснює оптимізацію транспортних потоків відповідно до потоку транспортних засобів. В режимі реального часу системи здійснює збір та аналіз даних, що надходять з детекторів транспорту.

АСУДР забезпечує: адаптивне централізоване та локальне управління транспортними та пішохідними потоками; збір, накопичення та обробку статистичної інформації про транспортні потоки (класифікації за типами та інтенсивністю); відеоконтроль та запис обраної ділянки ВДМ у реальному часі; забезпечення пріоритетного пропуску громадського транспорту; забезпечення учасників дорожнього руху необхідною інформацією за допомогою табло та спеціалізованих знаків.

Система дозволяє здійснити:

- масштабованість - кількість елементів системи може бути легко збільшена або зменшена без додаткових витрат на проектування центру;
- захист від несанкціонованого доступу;

- спадкоємність - здатна поєднувати старі системи АСУДР як підсистеми;
- резервування - вихід з ладу будь-якого периферійного пристрою не призводить до втрати працездатності всієї системи;
- сумісність з іншими системами, виконаними відповідно до відомих стандартів;
- використання компонентів, що серійно випускаються.

Схема побудови АСУ ДР

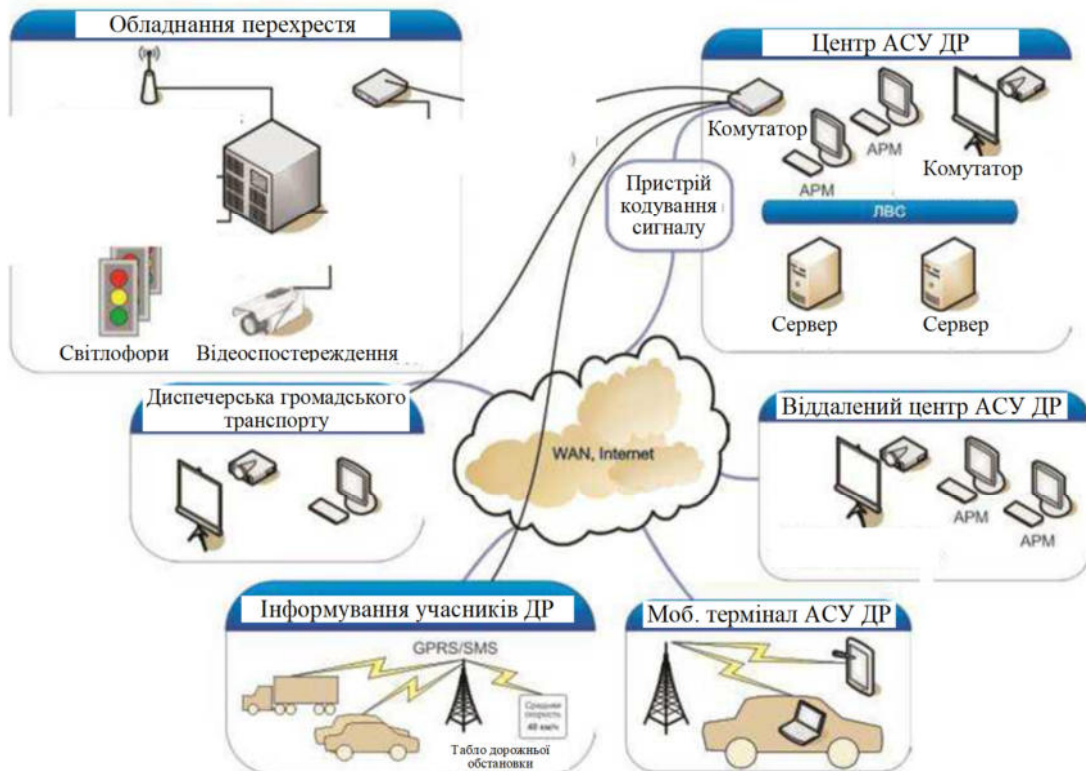


Рисунок 1.8 - Схема компонентів і принцип роботи АСУ ДР

На малюнку 1.8 представлена схема роботи АСУ ДР, з якої видно, що всі компоненти пов'язані між собою різними способами. Відмінною рисою АСУ ДР даного типу є те, що вона охоплює більше аспектів, що впливають на ситуацію дорожнього руху і намагається враховувати їх вплив на дорожню ситуацію, а також виходячи з них приймати найбільш правильне рішення щодо координування руху. Принцип роботи цієї системи полягає в наступному: детектор транспорту підраховує кількість транспорту, що під'їжджає до перехрестя та відправляє дані за допомогою різних видів зв'язку до центру АСУДР. Отримана інформація аналізується програмою і вибирається

необхідний режим роботи світлофорного об'єкта. Вибраний режим відправляється назад на перехрестя. Час виконання цих операцій займає лічені секунди.

З використанням АСУДР цього типу можна підлаштовувати світлофорний цикл під рух громадського транспорту. При наближенні автобуса до світлофорного об'єкта. Він розпізнається як громадський транспорт і сигнал переключається на дозволяє таким чином забезпечуючи безперешкодний рух громадського транспорту. Цю систему так само можна застосовувати для руху організованих колон та урядових кортежів. Також АСУДР може забезпечувати інформування простих громадян про стан руху та пропонувати альтернативні варіанти руху.

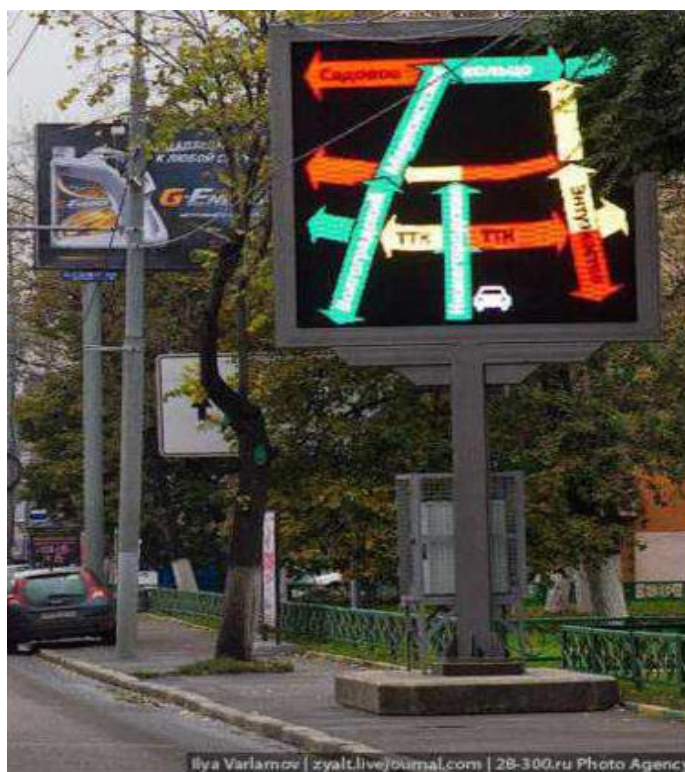


Рисунок 1.9 – Приклад інформаційного табло, що показує завантаженість вулиць

Поступово необхідно переводити систему жорсткого регулювання дорожнього руху до адаптивного типу. Перш за все цього вимагають світлофорні об'єкти, що знаходяться на маршрутах Універсиади. Таким чином, місто здатне отримати адаптивну систему на основі використання даних, в режимі реального

часу, про інтенсивність руху та створює режими роботи світлофорних об'єктів відповідно до них.

Впровадження системи адаптивної АСУДР дасть можливість для розвитку інших функцій системи:

- система інформування учасників транспортного потоку;
- спостереження та управління паркуваннями;
- спостереження за станом довкілля;
- маршрутне орієнтування, що дозволяє через інформаційні дисплеї надавати водіям можливість вибирати варіанти маршрутів руху, розміщуючи на них інформацію про затори, наявність вільних місць на парковках тощо.

Висновок:

Впровадження системи адаптивного типу в місті Львові дозволить здійснити стрибок у галузі регулювання дорожнім рухом, оскільки з'явиться можливість безпосередньо впливати на транспортний потік і замість того, щоб давати перевагу одному і ускладнювати рух іншому, дана система оптимально розподілить потік. Запропонує учасникам руху рухатися менш завантаженими ділянками і тим самим розподіляючи потік по ВДМ, а не намагаючись розвантажити кілька найбільш завантажених ділянок. Так само дане управління дозволить дати перевагу в русі громадського транспорту, тому що раніше вживані заходи не дали такого бажаного результату (введення окремих смуг руху для громадського транспорту), а об'єднання цих двох способів дасть фактично безперешкодний рух автобусам, що сприятиме його розвитку, оскільки деякі автолюбители можуть проміняти особистий транспорт на громадський з метою скорочення часу перебування у пробках. Це допоможе розвантажити діловий центр міста. Проведемо аналіз існуючої ОДР на дорогах м. Львова

1.7 Аналіз існуючої ОДР з регульованим керуванням на ділянках ВДМ м. Львова (перетин вул. Стрийська - вул. Максимовича)

За завданням кваліфікаційної роботи було обстежено перехрестя та пораховано інтенсивність руху на перетині вул. Стрийська – вул. Максимовича, з метою встановлення доцільності встановлення на ньому світлофорного об'єкта.

Метою обстеження було визначення дислокації дорожньо-знакової інформації, визначення інтенсивностей та напрямків руху транспорту у певний час.



Рисунок 1.10 - Перегляд вул. Стрийська – вул. Максимовича

Дане перехрестя є регульованим, рух здійснюється за знаками пріоритету: знак 2.4 – головна дорога та знак 2.1 – поступіться дорогою. Головною дорогою є вул. Стрийська, на ній ми спостерігаємо найпотужніші потоки транспортних засобів. При правому повороті з головної дороги на другорядну спостерігається накопичення автомобілів, через потужний потік рухомого головною дорогою зустрічного напрямку. Другою дорогою є вул. Максимовича. Під час руху з вул. Максимовича на вул. Стрийська дозволено як правий так і лівий поворот, але необхідно надати перевагу транспортним засобам, що рухаються у прямому напрямку по вул. Стрийська. Під час обстеження було виявлено, що не всі учасники руху дотримуються правил. І роблять лівий поворот там, де дозволено

лише правий, створюючи тим самим аварійну ситуацію. На цьому перехресті у вечірній час пік спостерігається щільний рух у деяких напрямках.

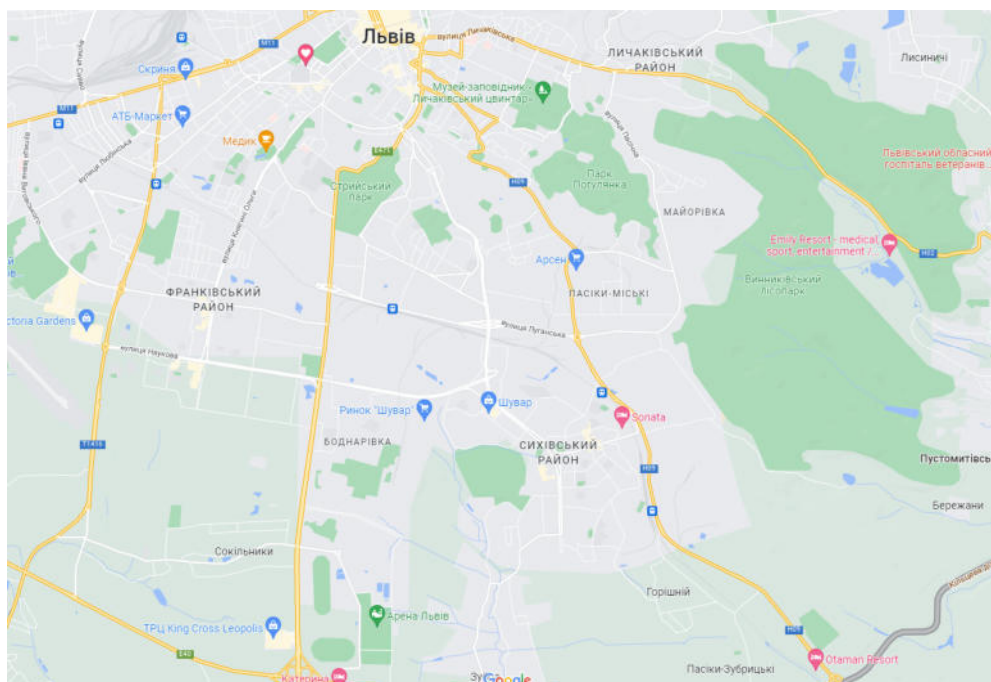


Рисунок 1.11 - Стан транспортних потоків за даними Google пробок

На малюнку 1.11 представлено стан транспортних потоків на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича за даними Google пробок. З малюнка видно, що на вул. Максимовича, а також по вул. Стрийська виникають труднощі у русі.

Результати обстеження представлені нижче у таблиці 1.1 та малюнку 1.12. У таблиці представлені результати підрахунку інтенсивностей та напрямки руху транспортних засобів, на малюнку представлена схема перехрестя з дислокацією дорожньо-знакової інформації, напрямками руху та піковими значеннями інтенсивностей за даними напрямками. Обстеження проводилося: з 8:00 та до 9:00 – ранковий «час пік»; з 13:00 і до 14:00 – обідня «година пік»; з 18:00 та до 19:00 – вечірня «година пік». Підраховувалося кількість ТЗ різних типів і напрямки їх руху і записувалися в таблицю, після чого транспортні засоби за допомогою коефіцієнтів приведення транспортного потоку зводилися в єдину кількість (легкові=1, вантажні=2, автобуси=3).

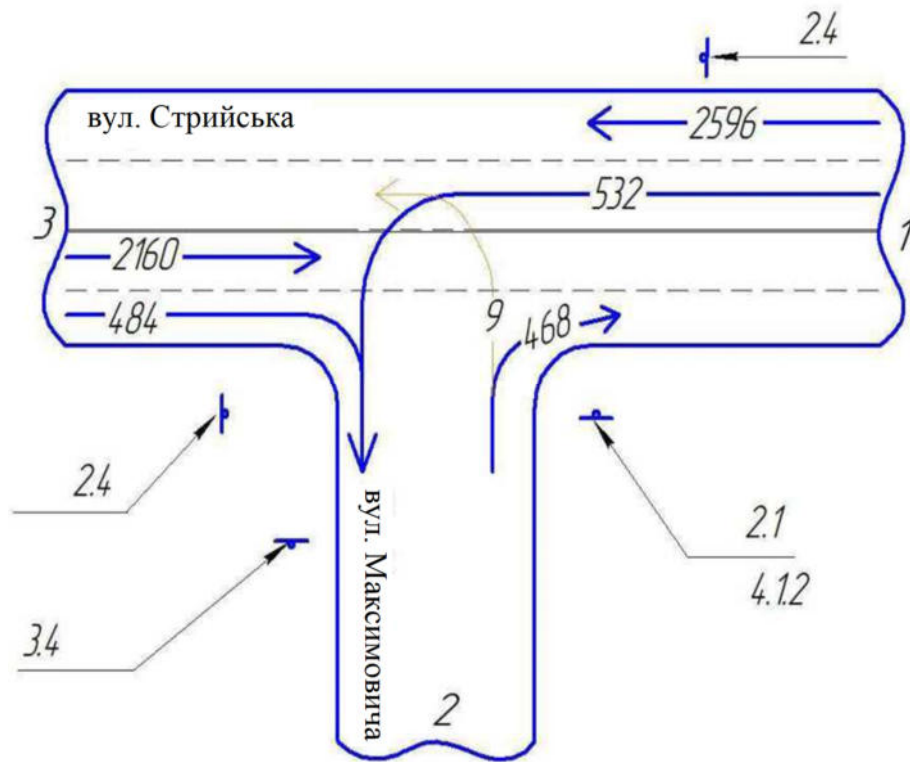


Рисунок 1.12 - Картограма інтенсивності транспортних потоків із напрямками руху ТЗ на перетині вул. Стрийська – вул. Максимовича

Таблиця 1.1 - Результат обстеження перехрестя

Напрямок руху	Інтенсивність руху, авт/год									Інтенсивність руху, прив. од/год		
	легкові			автобуси			вантажні			ранок	день	вечір
	ранок	день	вечір	ранок	день	вечір	ранок	день	вечір			
1-3	1834	1546	2575	3	0	0	20	22	18	1883	1590	2611
1-2	504	487	528	0	0	0	8	9	4	520	505	536
3-1	1658	1228	2148	2	0	0	15	16	12	1694	1260	2172
3-2	456	449	478	0	0	0	5	7	6	466	463	490
2-1	428	377	467	0	0	0	2	3	1	432	383	469
2-3	3	9	1	0	0	0	0	0	0	3	9	1

З аналізу результатів обстеження можна зробити висновок, що найбільша кількість транспортних засобів проходить через перехрестя у вечірню годину пік (18:00 -19:00), рух здійснюється за п'ятьма основними напрямками, але найбільша кількість порушників спостерігається в обідній годинник, коли найменша інтенсивність руху за основними напрямками. Під час обстеження

було помічено, коли з'являлися учасники руху (порушники), які намагалися рухатися за напрямом 2-3, вони ускладнювали рух, іноді блокуючи учасників, що рухаються за напрямом 2-1.

Було обстежено вул. Стрийська, вул. Хуторівка, вул. Наукова з метою організації на ній адаптивного регулювання в системі АСУДР.

вул. Стрийська, вул. Хуторівка, вул. Наукова, є одними з магістральних доріг міста Львова. Дані дороги є дорогами міста, по яких у місто входить магістральний рух і ними здійснюватиметься основний рух транспортних засобів, що в'їжджають в місто з інших міст. Протяжність вулиці Стрийської близько 6 км і на ній організовано рух по 6 смугах по цих вулицях здійснюється рух громадського транспорту (автобусних та тролейбусних маршрутів). По цій вулиці рух здійснюється через 16 перехресть і світлофорних об'єктів. Рух здійснено за принципом "зеленої хвилі". Але дана організація руху не завжди дозволяє безперервне рух, так як на перетинах з іншими потужними напрямками деякі учасники руху не встигаючи закінчити маневр залишаються на перехресті, тим самим частково блокуючи рух. На цих вулицях спостерігається утрудненість руху через значний потік транспортних засобів. Нажаль на період військової агресії Google заблокувала функцію відображення трафіку, тому показати реальний стан завантаження доріг є неможливим.

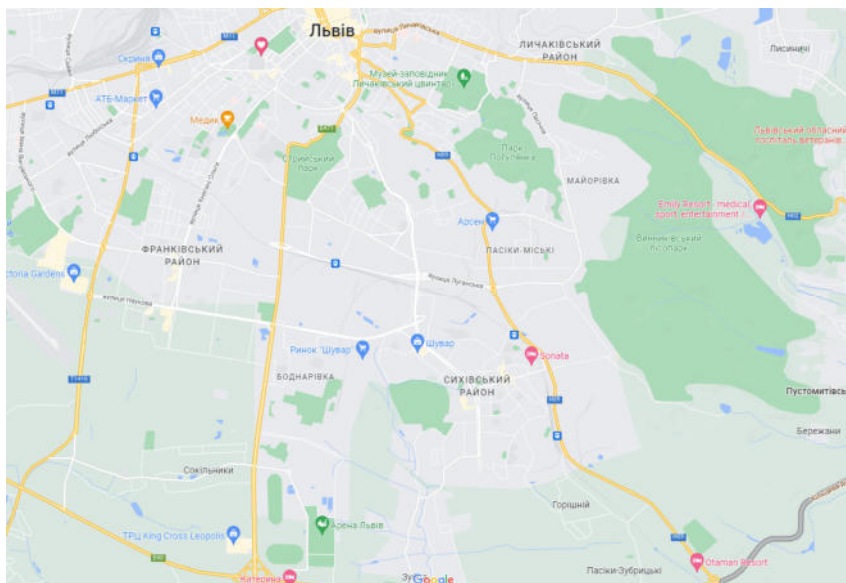


Рисунок 1.15 - Стан транспортних потоків на ВДМ м. Львова у вечірні години

пiк

На рисунках 1.13 – 1.15 представлено стан магістральних доріг на розглядуваних вулицях ВДМ м. Львова. Стан транспортних потоків оцінити за допомогою функції Google Map на сьогоднішній час неможливо, оскільки на період воєнного стану компанія Google відключила цю функцію в Україні. Тож наглядно зобразити затори в години пік неможливо.

Проаналізувавши існуючу організацію дорожнього руху на поданих ділянках можна дійти висновку, що ці ділянки вимагають зміни, оскільки існуюча організація руху не здатна забезпечити повною мірою, зростаючі транспортні потоки, безпекою руху, а як і безперешкодним проїздом перетинів. Проаналізуємо аварійність за останні кілька років у м. Львові.

1.8 Аналіз аварійності в місті Львові та на ділянках ВДМ, що розглядаються

Місто Львів є великим містом, що неминуче веде до великої кількості ДТП. Нижче представлена статистика ДТП з 2015 до 2021 року.

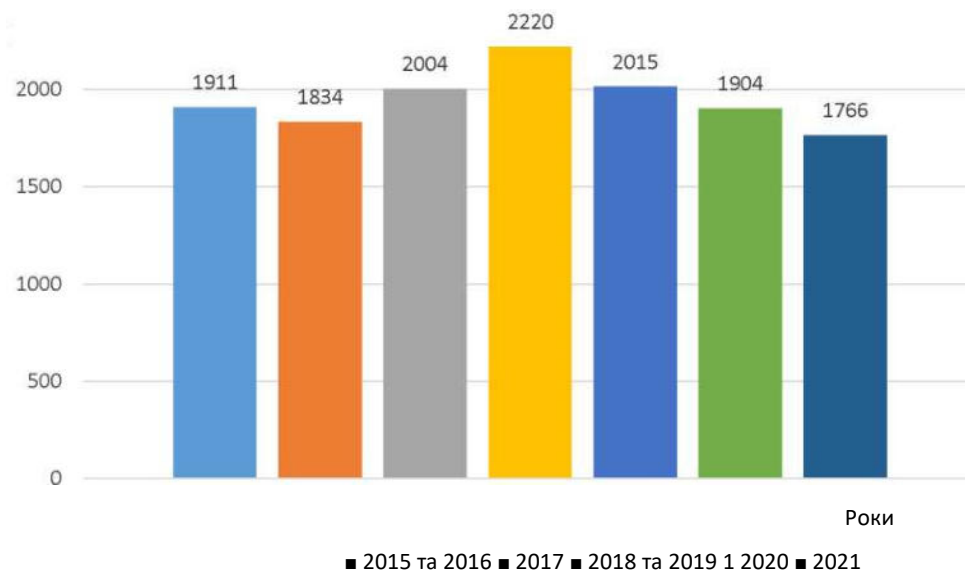


Рисунок 1.16 – Розподіл кількості ДТП у м. Львові за період з 2015 по 2021 рік

З цієї діаграми видно, що кількість ДТП в цілому трохи скоротилася, це можна пояснити тим фактом, що за останні кілька років посилюються покарання

за порушення ПДР, а також введення на деяких перехрестях систем фіксації порушень. Дані системи ведуть до дисциплінування деяких автолюбителів, тим самим покращуючи безпеку руху.

Якщо порівняти кількість ДТП вчинені за перші чотири місяці 2015-2023 років, можна зробити висновок, що кількість подій продовжує скорочуватися, але при цьому кількість поранених (Р) та загиблих (П) фактично не змінюється, що говорить про те, що кількість подій скорочується, але вони стають важчими.

Таблиця 1.2 – Статистика ДТП за перші 4 місяці

Місяці	Роки								
	2019			2020			2021		
	ДТП	П	Р	ДТП	П	Р	ДТП	П	Р
Січень	184	6	207	133	4	159	111	4	134
Лютий	129	8	145	123	2	150	100	4	118
Березень	164	7	198	116	3	124	142	3	155
Квітень	145	4	163	140	4	155	120	2	147
Разом:	622	25	713	512	13	588	473	13	554

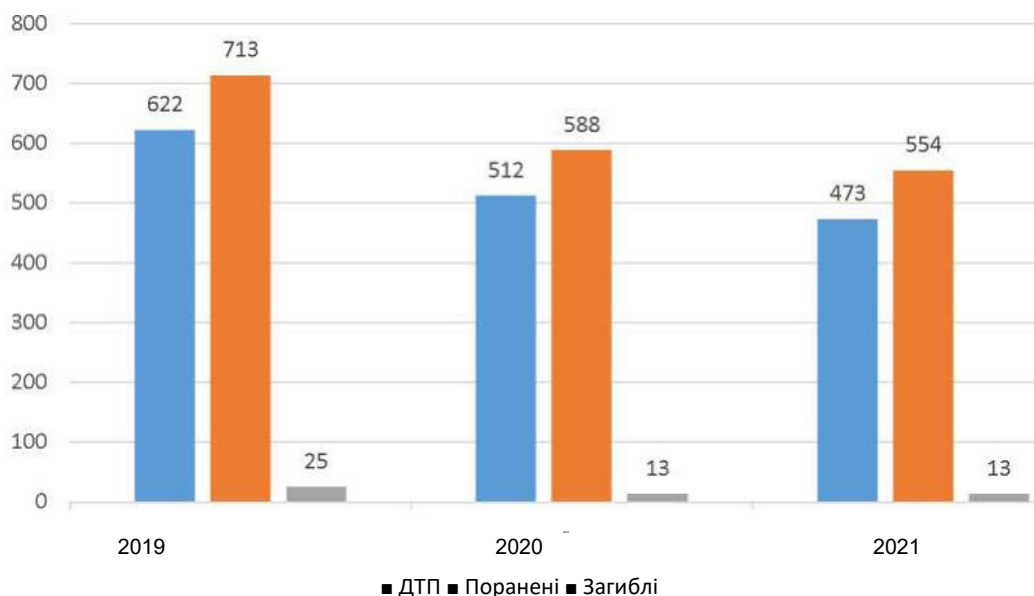


Рисунок 1.17 - Розподіл кількості ДТП у м. Львові з 2019 по 2021 рік

У таблиці 1.2 та на рисунку 1.17 подано статистику ДТП за перші чотири місяці 2019-2017 року, за місяцями. З чого видно, що кількість ДТП скорочується, але важкість наслідків ДТП все ще залишається високою. Можна

зробити висновок, що ДТП стали більш важчими за наслідками.

Необхідно визначити кількість ДТП: що відбувається в кожному районі міста Львова за 2021 рік; кількість ДТП вчинена кожного місяця за 2021 року. Для визначення найбільш аварійних ділянок та пропозиції заходів щодо покращення безпеки дорожнього руху, на прикладі окремих вулиць та перехресть міста. Наприклад, таких як Перехрестя вул. Стрийська – вул. Максимовича та інших.

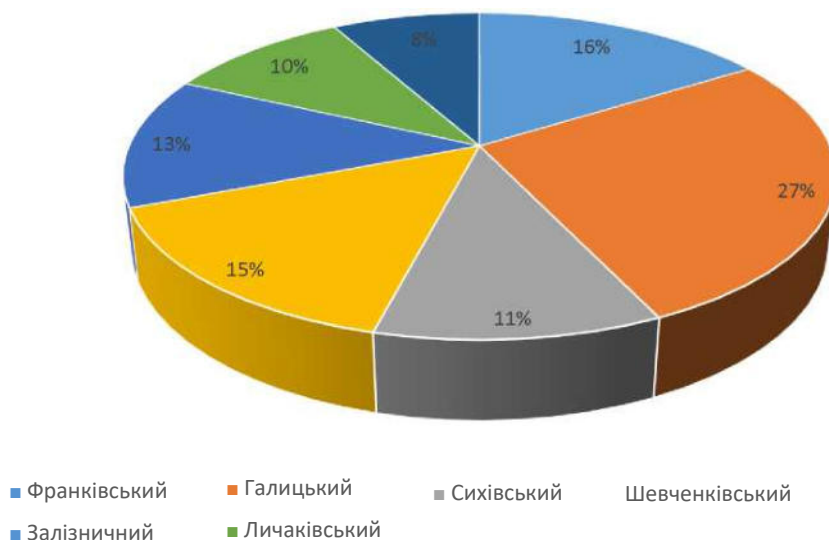


Рисунок 1.18 - Розподіл ДТП по районах м. Львова у 2021 р.

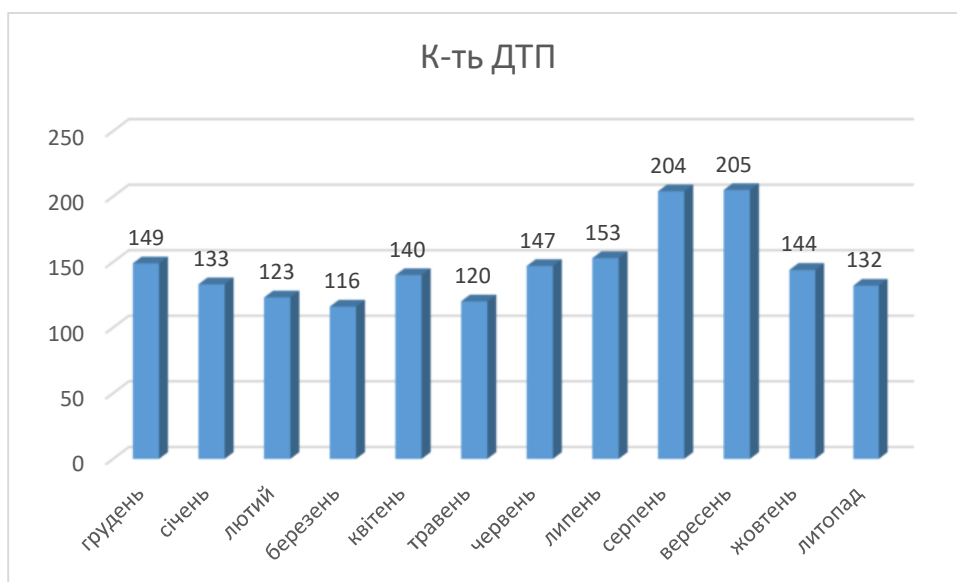


Рисунок 1.19 - Розподіл ДТП за місяцями 2021 року у м. Львові

Як видно з діаграм, найбільша кількість ДТП відбувається в Галицькому,

Стрийському та Франківському районах міста, а найаварійнішими місяцями є серпень та вересень. Значить необхідно застосовувати заходи у даних районах міста, як у найаварійніших.

Найкраще розпочинати проведення заходів у Стрийському районі. Так як у ньому знаходяться основні міські магістралі, а також є найбільш жвавим у місті. Оцінку ефективності даних заходу необхідно проводити у серпні та вересні місяці.

Тепер необхідно визначити дислокацію та тип ДТП на досліджуваних ділянках з метою подальшого використання та визначення заходів щодо організації дорожнього руху на цих ділянках ВДМ.

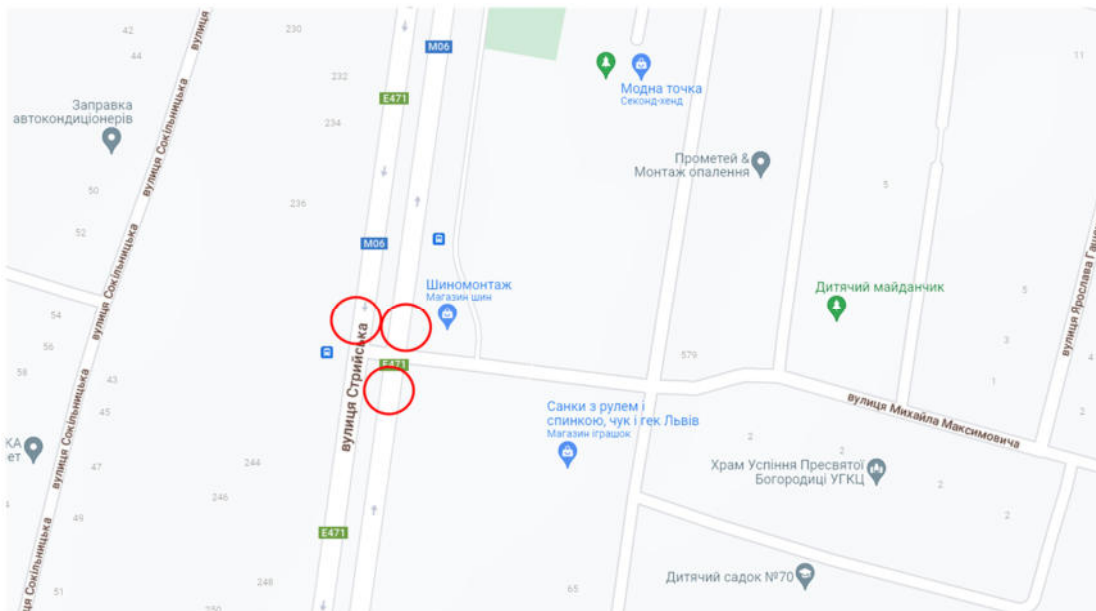


Рисунок 1.20 - Дислокація ДТП на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича

За малюнком 1.20 можна сказати, що основною ДТП на даній ділянці є зіткнення, але тут трапляється наїзд на пішохода в районі житлових будинків. Наїзд на пішохода можна пояснити тим, що майже протягом усього вул. Максимовича відсутні пішохідні переходи. Найближчий перехід перебуває поряд із вулицею Максимовича, що також ускладнює рух.

Розглянувши рисунок із основними зонами ДТП по вул. Стрийській, вул. Максимовича можна сказати, що основними ділянками є ділянки, на яких

відбувається зіткнення великих транспортних потоків, а також перетин транспортних та пішохідних потоків. На позиції 1 може здійснюватися зіткнення транспортних засобів, що рухаються в попутному напрямі внаслідок того, що ТЗ що рухаються позаду можуть наздоганяти ТЗ, що зупинились здійснити лівий поворот на вул. Максимовича чи розворот на вул. Стрийській. Крім цього на цій позиції може відбуватись ігнорування руху пішоходів по пішохідному переходу.

На позиції 2 спостерігається зіткнення ТЗ що рухаються по вул. Стрийській і ТЗ, що повертають на вул. Максимовича чи розвертаються на вул. Стрийській.

Не рідкісні випадки зіткнень людей з автобусами та іншими транспортними засобами, зокрема коли транспортні засоби здійснюють виїзд з вул. Максимовича на вул. Стрийську, вони можуть ігнорувати рух пішоходів по пішохідному переході (позиція 3).



Рисунок 1.21 - Области скоєння ДТП на вул. Стрийська, вул. Максимовича

Висновок: у місті Львові щорічно відбувається велика кількість ДТП, у яких перебувають постраждалі. Необхідно вживати заходів для підвищення безпеки на вулицях міста, вдосконалення ОДР, запровадження інноваційних засобів організації руху, таких як адаптивне регулювання руху у системі АСУ

ДР. Необхідне використання як вітчизняного досвіду таких міст як Київ, і закордонного досвіду. Необхідно визначити доцільність розробки заходів щодо вдосконалення ОДР на ВДМ м. Львова.

1.9 Обґрунтування необхідності застосування методів та заходів щодо вдосконалення регульованого руху на ділянках ВДМ м. Львова.

Транспортні та пішохідні світлофори слід встановлювати на перехрестях та пішохідних переходах поза перехрестям за наявності хоча б однієї з наступних умов. [1]

Умова 1 задано у вигляді поєднань критичних інтенсивностей руху на головній та другорядній дорогах. Введення світлофорного регулювання вважається виправданим, якщо інтенсивність конфліктуючих транспортних потоків, що спостерігається на перехресті, протягом кожного з будь-яких 8 год звичайного робочого дня не менш заданих поєднань зазначених у таблиці 1.3.

Умова 2 задано у вигляді поєднання критичних інтенсивностей конфліктуючих транспортного та пішохідного потоків. Введення світлофорного регулювання вважається виправданим, якщо протягом кожного з будь-яких 8 год звичайного робочого дня по дорозі у двох напрямках рухається не менше 600 од./год. одному, найбільш завантаженому напрямі щонайменше 150 чол/год.

Для населених пунктів із населенням менше 10 тис. чол. знижуються на 30% значення критичних інтенсивностей руху, обумовлені умовами 1 та 2.

Умова 3 полягає в тому, що світлофорне регулювання вводиться, коли умови 1 і 2 повністю не виконуються, але обидва виконуються не менше ніж на 80%.

Таблиця 1.3 – Інтенсивність руху транспортних потоків перетинаються напрямків

Число смуг руху в одному напрямку		Інтенсивність руху транспортних засобів, од./год.	
Головна дорога	другорядна дорога	головною дорогою у двох напрямках	по другорядній дорозі в одному, найбільш завантаженому
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
2 і більше	1	900	75
		800	100
		700	125
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
2 або більше	2 або більше	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225
		480	240

Умова 4 задано певним числом ДТП. Введення світлофорного регулювання вважається виправданим, якщо протягом останніх 12 міс на перехресті сталося щонайменше 3 ДТП (які б запобігли за наявності світлофорної сигналізації) і хоча одне з умов 1 чи 2 виконується щонайменше ніж 80%.

Переведення світлофорів на режим жовтого миготливого сигналу (або застосування для цього спеціального транспортного світлофора типу 7) здійснюють при зниженні інтенсивності руху до 50% і нижче від норм, обумовлених умовами 1 і 2.

Введення світлофорного регулювання у випадках, не передбачених умовами 1-4, доцільно між сусідніми регульованими перехрестями, відстань між

якими перевищує 800 м, якщо ці перехрестя включені до системи координованого керування рухом. Це з ефективністю роботи «зеленої хвилі».

Порівнявши результати обстеження перехрестя вул. Стрийська – вул. Максимовича та аналіз аварійності, з наведеними вище умовами, можна дійти висновку, що установка на даній ділянці світлофорного об'єкта виправдана, умовами 1 та 3.

Дорогу можна назвати магістральною, якщо на ній забезпечується задана швидкість, дорога має певну кількість смуг та задану ширину.

Висновок: відповідно до завдання до кваліфікаційної роботи та виходячи з проведеного аналізу існуючої ОДР та аварійності на ділянках ВДМ м. Львова, що розглядаються, потрібна розробка заходів щодо вдосконалення ОДР та підвищення безпеки в які входять:

- організація регульованого руху на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича;
- організація координованого світлофорного регулювання на вул. Стрийська;
- оцінка ефективності запропонованих заходів щодо вдосконалення ОДР на ділянках ВДМ м. Львова із застосуванням програми моделювання транспортних потоків.

2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Аналіз вітчизняного та закордонного досвіду організації регульованого руху на ВДМ міст

У світі організації руху на ВДМ приділяється особлива увага, оскільки неухильно зростає чисельність населення міст, а відповідно і кількості транспортних засобів. Старі методи організації руху не справляються зі своїм призначенням. Виникають величезні затримки при проїзді перехресть, на яких встановлені світлофорні об'єкти, організація координованого руху частково вирішує цю проблему, але потрібно введення абсолютно нових методів організації дорожнього руху. У Львові необхідно застосовувати сучасні методи організації руху, спираючись на закордонні та вітчизняні методи. У кожній країні існують свої особливі методи вирішення цієї проблеми. Але застосування не всіх їх можливе на ВДМ м. Львова, оскільки на наших дорогах існують свої індивідуальні особливості руху і тому закордонний досвід необхідно адаптувати під особливості нашого руху. Великі успіхи у сфері організації руху роблять такі країни як: Німеччина та Японія.

Коли в'їжджаєш з однієї європейської країни до іншої, на кордоні стоїть знак, що роз'яснює місцеві обмеження швидкості. А у Німеччині на аналогічному знаку навпроти автобану стоїть не максимальна, а швидкість, що рекомендується. На автобані взагалі немає обмеження швидкості. Зрозуміло, такий режим далеко не скрізь, це стан за замовчуванням. Якщо треба, можуть встановити знак 100. Коли на автобані пробка, вмикається знак. Є розумні автобани, які динамічно розподіляють трафік і намагаються таким чином мінімізувати ймовірність пробок. Наприклад, якщо автобан знає, що десь потік просувається повільно, він включає обмеження за кілька кілометрів до цього місця, чим ближче до завантаженої частини, тим обмеження швидкості нижче. У кожній такій конструкції з екранами-знаками вбудовані датчики, які фіксують, як тут їдуть машини. При особливо щільному русі може включатися знак, що

дозволяє рух узбіччям. Так звана «розумна дорога» сама стежить за дотриманням правил дорожнього руху та фіксацією правопорушень. Співробітники патрульної служби переважно займаються автомобілями з іноземними номерами.

Якщо автобан виявляє, що десь їде дуже багато вантажних автомобілів, то він може включити знак «Вантажівкам обгін заборонений», щоб вони не завантажили всю дорогу, обганяючи один одного. Так автобан розподіляє навантаження по собі та автоматично намагається подолати пробки.



Рисунок 2.1 - Вид П - подібної опори з інтерактивними знаками

Така система встановлена на більшості Європейських автошляхів.

Ця система може застосовуватись і в міських умовах.

В основі системи ITS – оптичні датчики, що стежать за дорогою. На перехрестях вони передають сигнали на спеціальні модулі у автомобілях. Ті синхронізують отриману інформацію з даними навігаційної системи та попереджають водія про різноманітні непередбачувані ситуації.

Програма ITS (Intelligent Transportation System) – розробка компанії Nissan, якому останнім часом надається підтримка на рівні уряду Японії. Ця розробка вже проходить обкатку на дорогах загального користування префектури Канагава, а удосконалена версія - на території Технічного центру Nissan в Атсугі (NTC). NTC - місто у місті із своїми вулицями, перехрестями та автобусними маршрутами - ідеальні умови для налагодження ITS.

Базова частина системи, вже допущена на дороги загального користування, - це мережа оптичних датчиків, що комунікують зі спеціальними модулями, встановленими на автомобілях, що беруть участь в експерименті.

Мета - попередити водія про різні несподіванки на дорозі. Про затор, про машину, що наближається другорядною дорогою, про дорожні роботи, діючі обмеження і так далі. А в контрольованих умовах НТС ніссанівці відпрацьовують додаткові заходи щодо підвищення безпеки пішоходів.

Основна причина аварій за участю пішоходів – звичка людей ходити на «червоний». Світлофори на території НТС завжди «зелені» для пішоходів. І «червоні» – для автомобілів. Але тільки-но машина зупиняється перед переходом, її датчик передає сигнал світлофору - і він перемикається на зелене світло. Тобто зв'язок між автомобілем та інфраструктурою стає двостороннім.

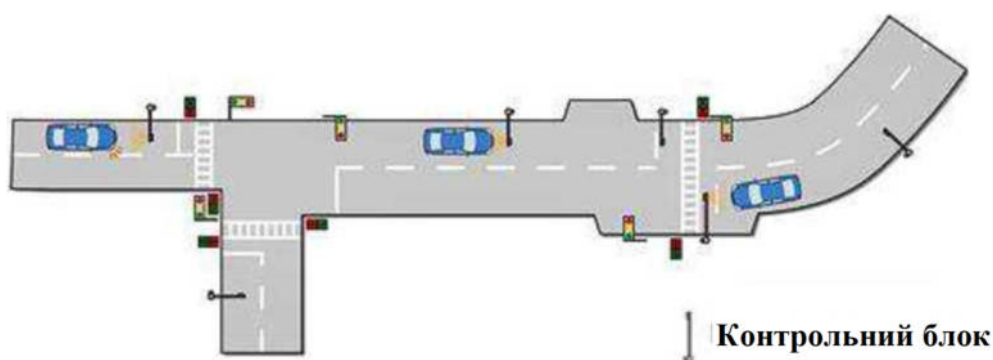


Рисунок 2.2 - Схема перехрестя обладнаного ITS

Однак якщо автомобілі постійно рухатимуться в режимі stop-and-go, збільшиться витрата палива і зростуть викиди шкідливих речовин. Тому оптичні датчики перед перехрестями повинні оцінювати інтенсивність руху, а процесор світлофора - розраховувати фазу перемикання так, щоб автомобілям, що наближаються, не доводилося різко сповільнюватися і прискорюватися.

Але все ж таки пріоритет - безпека пішоходів. Так, наприклад, на під'їзді до місцевого «дитсадка» організована зона інтерактивного контролю швидкості: сигнал про перевищення виводиться прямо на екран бортового комп'ютера машини.



Рисунок 2.3 – Робота інформаційної системи «Nissan»

Заради експерименту ніссанівці оснащують автопарк НТС інтерактивними модулями і комп'ютеризує свою дорожню інфраструктуру. Інтерфейс НМ1 (людина-машина) доповнюється новими функціями: якщо водій ігнорує сигнал світлофора, що забороняє, система НМ1 може втрутитися в процес керування.

Нарешті, в Nissan намагаються вирішити проблему пробок, синхронізуючи роботу одразу кількох світлофорів залежно від інтенсивності потоку. А разом і перемогти черги, що виникають на правих поворотах при виїзді з другорядних вулиць (у нас це були б ліві повороти). Якщо нові елементи системи ІТС успішно пройдуть випробування на території НТС, їх допустять і дороги загального користування префектури Канагава, і незабаром у всій Японії.

Застосування закордонного досвіду на дорогах м. Львова забезпечило б перехід ОДР на новий рівень. Застосування розумних доріг, які здатні самі контролювати потоки автомобілів і перенаправляти їх, інформувати водіїв про ситуацію, що склалася на дорогах. Застосування системи, що дозволяє взаємодіяти автомобілям, як один з одним так і з системою керування дорожнім рухом, що допомогло б уникнути ДТП. Ця система втручалася в керування автомобілям які можуть зробити ДТП за розрахунками даної системи. Тобто скануючи положення, швидкість та інші параметри ТЗ, прогнозуючи подальший рух ТЗ і змінюючи його у разі потреби. Спроектуюмо застосування деяких систем на дорогах м. Львова.

2.2 Організація світлофорного регулювання на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича

Для встановлення світлофорного об'єкту на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича, необхідно враховувати інтенсивність руху ТЗ на даному перехресті та виконати розрахунки.

Для визначення потоку насичення на перехресті, що проектується, застосовуємо наближений емпіричний метод. Для випадку руху в прямому напрямку вулицею або дорогою без поздовжніх ухилів і розмітки потік насичення можна визначити за формулою: [1]

$$M_{\text{Ніжніпр}} = 525 \cdot B_{\text{н.ч.}}, \quad (2.1)$$

де M_n - Потік насичення в наведених автомобілях, од / год;

$B_{\text{н.ч.}}$ - ширина проїжджої частини дороги в даному напрямку руху, м.

Формула справедлива при ширині проїжджої частини від 5,4 до 18 м. Якщо ширина проїжджої частини менше 5,4 м, то для розрахунку можна прийняти дані таблиці.

Якщо потік насичення на перехресті визначається для виділеного поворотного маневру (ліворуч або праворуч) то для однорядного поворотного руху:

$$M_n = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{R}}, \quad (2.2)$$

для дворядного:

$$M_H = \frac{3000}{1 + \frac{1,525}{R}}, \quad (2.3)$$

де R - радіус повороту, м $R = 15$ м, 20 м.

Якщо для виконання поворотних маневрів на перехресті не можна виділити окрему смугу, то потік насичення зменшується, так як автомобілі, що повертають, затримують основний потік, що рухається в прямому напрямку.

Наближена оцінка потоку насичення в даному випадку здійснюється в припущенні, що кожен автомобіль, що повертає ліворуч із загальної смуги руху, еквівалентний - $1,75$ автомобіля, що рухається у прямому напрямку, а повертає праворуч - $1,25$ автомобіля прямого напрямку. В цьому випадку потік насичення визначається за формулою:

$$M_{Hij} = M_{Hijnp} \times \frac{100}{a + 1,75 \cdot b + 1,25 \cdot c}, \quad (2.4)$$

де a , b , c - відповідно частки автомобілів, що рухаються цією смугою прямо, ліворуч, праворуч.

Фазові коефіцієнти розраховуються за такою формулою:

$$\gamma_i = \frac{N_i}{M_{Hi}}, \quad (2.5)$$

Тривалість перехідного інтервалу (проміжного такту) визначається за умови безпечного та повного звільнення перехрестя автомобілями, що закінчують рух через перехрестя за сигналом світлофора в кінці основного такту (зелений сигнал). п

1) Потік насичення (зліва), згідно з виразом (2.4), при $V_{пч.} = 7.5$ м; $a = 82$ %; $b = 0$ %; $c = 18$ %; од/год:

$$M_{Hij} = 525 \times 7,5 \times \frac{100}{82 + 1,75 \cdot 0 + 1,25 \cdot 18} = 3780$$

Потік насичення (праворуч), при $B_{нч} = 8$ м; $a = 83\%$; $b = 17\%$; $c = 0\%$;

$$M_{H12} = 525 \times 8 \times \frac{100}{83 + 1,75 \cdot 17 + 1,25 \cdot 0} = 3785$$

2) фазові коефіцієнти - за формулою (2.5), якщо $N_{11} = 2160$ од/год, $N_{22} = 2596$:

$$\gamma_{11} = \frac{2160}{3780} = 0,57.$$

$$\gamma_{12} = \frac{2596}{3785} = 0,64.$$

У першій фазі за розрахунковий приймаємо коефіцієнт γ_{12}

3) тривалість проміжного такту при $V_a = 50$ км/год; $a_T = 4$ м/с²; $l_i = 7,5$ м; $l_a = 5$ м/с:

$$t_{ni} = \frac{V_a}{7,2 \times a_T} = \frac{3,6(l_i + l_a)}{V_a} \quad (2.6)$$

$$t_{ni} = \frac{50}{7,2 \times 4} = \frac{3,6(7,5 + 5)}{50} = 1,74 + 0,9 = 2,5 \text{ с.}$$

Аналіз другої фази.

1) Потік насичення (зліва), згідно з виразом (2.4), при $B_{лч} = 4,2$ м; $a = 30\%$; $b = 2\%$; $c = 98\%$; од/год:

$$M_{Hij} = 525 \times 7,5 \times \frac{100}{82 + 1,75 \cdot 0 + 1,25 \cdot 18} = 3780$$

Потік насичення (праворуч), при $B_{nc} = 8$ м; $a = 83\%$; $b = 17\%$; $c = 0\%$;

$$M_{H12} = 2075 \times \frac{100}{0 + 1,75 \cdot 2 + 1,25 \cdot 98} = 1647$$

2) фазові коефіцієнти - за формулою (2.5), якщо $N_{21} = 4680$ од/год:

$$\gamma_{11} = \frac{468}{1647} = 0,18.$$

У другій фазі за розрахунковий приймаємо коефіцієнт γ_{21}

3) тривалість проміжного такту при $V_a = 50$ км/год; $l_i = 4,2$ м:

$$t_{ni} = \frac{50}{7,2 \times 4} = \frac{3,6(7,5 + 5)}{50} = 1,74 + 0,9 = 2,5 \text{ с.}$$

Сума проміжних тактів, с:

$$T_n = \sum_{n=1}^i t_{n_i} \quad (2.7)$$

$$T_n = 2,5 + 2,5 = 5 \text{ с.}$$

Сумарний фазовий коефіцієнт:

$$Y = \sum_{n=1}^i \gamma_i \quad (2.8)$$

$$Y = 0,64 + 0,18 = 0,8 \text{ с/}$$

Тоді тривалість циклу регулювання складе, с:

$$T_y = \frac{1,5 \cdot T_u + 5}{1 - Y} \quad (2.9)$$

$$T_y = \frac{1,5 \cdot 5 + 5}{1 - 0,8} = 63 \text{ с.}$$

Тривалість основних тактів становить, с:

$$t_{oi} = \frac{(T_y - T_n) \cdot \gamma_i}{Y} \quad (2.10)$$

$$t_{o1} = \frac{(63 - 5) \cdot 0,64}{0,8} = 46 \text{ с.}$$

$$t_{o2} = \frac{(63 - 5) \cdot 0,18}{0,8} = 13 \text{ с.}$$

Перевіряємо на виконання умови пропуску пішоходів через проїзну частину під час другої фази $B_{пш} = 7,5 \text{ с.}$

$$t_{пш} = 5 + \frac{B_{пш}}{V_{пш}} \quad (2.11)$$

$$t_{пш} = 5 + \frac{7,5}{1,3} = 11 \text{ с.}$$

Як видно з проведених розрахунків, тривалість основних тактів є достатньою для переходу проїзної частини пішоходами. Розрахунковий цикл

світлофора представлений малюнку 2.6

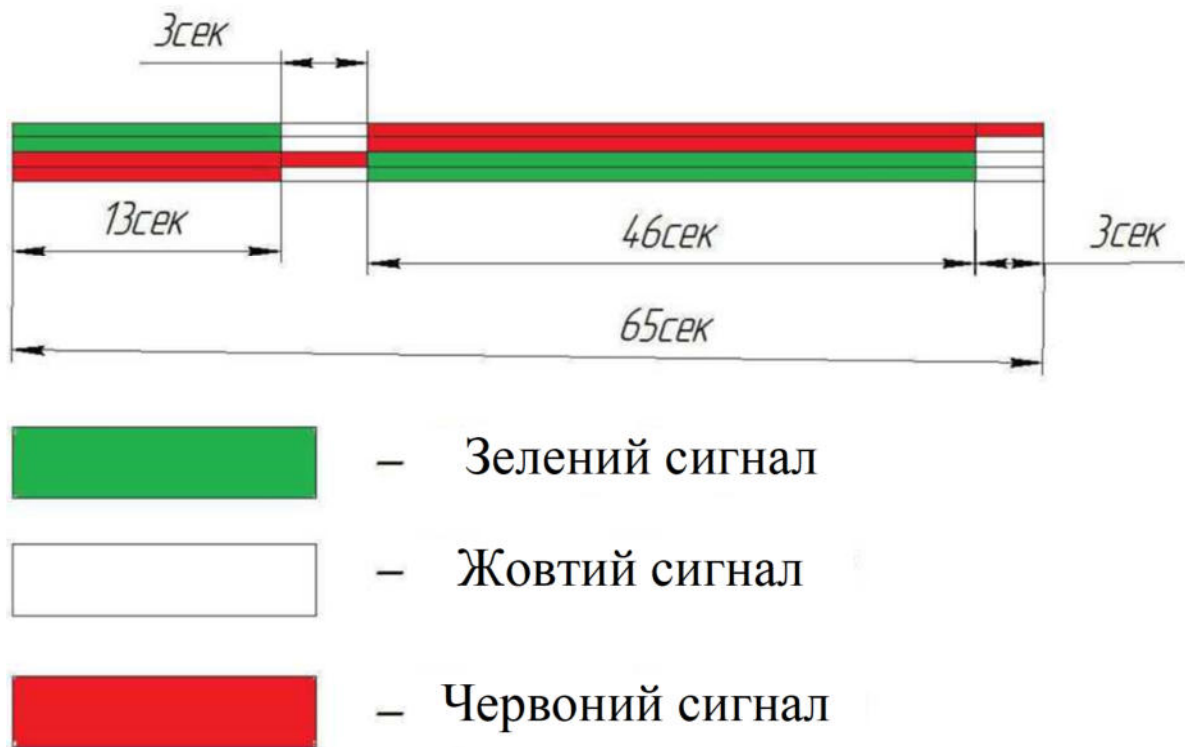


Рисунок 2.6 - Розрахунковий цикл світлофора

Прогнозована інтенсивність руху дозволяє оцінити можливу транспортну ситуацію у тому чи іншому напрямі руху. Згідно з «Посібником з прогнозування інтенсивності руху на автомобільних дорогах» при розробці проектів реконструкції автомобільних доріг або споруд, можна використовувати метод прогнозування інтенсивності руху - метод екстраполяції.

У разі підвищення технічної категорії існуючої дороги необхідно враховувати вищий темп зростання інтенсивності руху на перші 6 років експлуатації.

У цьому випадку прогнозування інтенсивності руху слід виконувати за формулами:

- при прогнозуванні інтенсивності руху у перші 6 років експлуатації;

$$N_t = N_0 \cdot (1 + B_k)^t \quad (2.12)$$

- при прогнозуванні інтенсивності руху після 6 років експлуатації;

$$N_t = N_0 \cdot (1 + B_k)^t \cdot (1 + B)^{t-6} \quad (2.13)$$

де N_t - прогнозована інтенсивність руху на t - рік, авт./год;

N_0 - вихідна інтенсивність руху, авт./год;

B – середньорічний приріст інтенсивності руху.

Показник $B_k = 1,0747$ (тобто приріст на 7,4% щорічно) приймаємо виходячи з середньостатистичного приросту кількості автотранспорту в м. Львові за період 6 років.

Показник $B = 1,0200$ (тобто приріст на 2% щорічно) приймаємо з середньостатистичного зростання населення м. Львова.

На підставі існуючої інтенсивності руху на ділянці ВДМ м. Львова, що розглядається, перетину вул. Стрийська – вул. Максимовича за основними напрямками необхідно визначити передбачувану інтенсивність за формулами (2.12) та (2.13).

У таблиці 2.1 представлені значення прогнозованої інтенсивності руху на ділянці ВДМ, що розглядається, перетині вул. Стрийська – вул. Максимовича.

Таблиця 2.1 – Прогнозована інтенсивність руху на ділянці ВДМ вул. Стрийська – вул. Максимовича

№	Рік	Щорічний відсоток приросту	Прогнозована інтенсивність, од/год		
			Вул. Стрийська (у напрямку до об'їздної)	Вул. Стрийська (у напрямку до центру)	Вул. Максимовича
1	2023	7,47	2644	3128	477
2	2024	7,47	2842	3362	513
3	2025	7,47	3054	3613	551
4	2026	7,47	3282	3883	592
5	2027	7,47	3527	4173	636
6	2028	7,47	3791	4484	684
7	2029	2,00	4155	4916	750
8	2030	2,00	4238	5014	765
9	2031	2,00	4323	5114	780
10	2032	2,00	4409	5217	796
11	2033	2,00	4498	5321	811
12	2034	2,00	4588	5427	828
13	2035	2,00	4679	5536	844
14	2036	2,00	4773	5647	861
15	2037	2,00	4868	5760	878
16	2038	2,00	4966	5875	896
17	2039	2,00	5065	5992	914
18	2040	2,00	5166	6112	932
19	2041	2,00	5270	6234	951

Для розрахунку максимальної пропускної здатності таблиці 2.2 вибираємо відповідну швидкості максимальну пропускну здатність.

Таблиця 2.2 – Значення максимальної пропускної здатності

Δ	V_0		P_{\max} , авт/год	λ , авт/км	L, м	L- l_0 , м
	м/с	км/год				
0	-	-	3600	-	-	-
0,1	28,7	103,4	2122	20	50	45
0,25	18,2	65,4	1713	26	38,5	33,5
0,5	12,8	46,2	1408	30	33,3	28,3
0,75	10,5	37,7	1233	33	30,3	25,3
1	9,1	32,8	1125	34	29,4	24,4
1,25	8,1	29,2	1040	36	27,8	22,8
1,5	7,4	25,7	973	38	26,3	21,3

де Δ - величина, що характеризує частку гальмівного шляху динамічному габариті автомобіля;

λ – інтенсивність руху, авт./км;

L – динамічний габарит, м;

L, l_0 - інтервал між автомобілями, м.

Оскільки ділянку ВДМ, що розглядається, є перетином вулиць у межах м.

Львова, то приймаємо швидкість, рівну 46,2 км/год.

Максимальна пропускна спроможність для існуючих 2-х смуг руху по вул. Стрийська та вул. Максимовича, з урахуванням коефіцієнта багатосмуговості, складе:

$$P = P_{\max} \cdot K_{MH} \quad (2.14)$$

де P_{\max} - максимальна пропускна здатність;

K_{MH} - коефіцієнт багатосмугового: для 2-смугової дороги одного напрямку 1,9, для 3-смугової - 2,7, а для 4-смугової - 3,5.

$$P = 1408 \cdot 1,9 = 2675 \text{ од/год};$$

На малюнку 2.7 представлена проектована схема ОДР, побудована відповідно до ДСТУ.

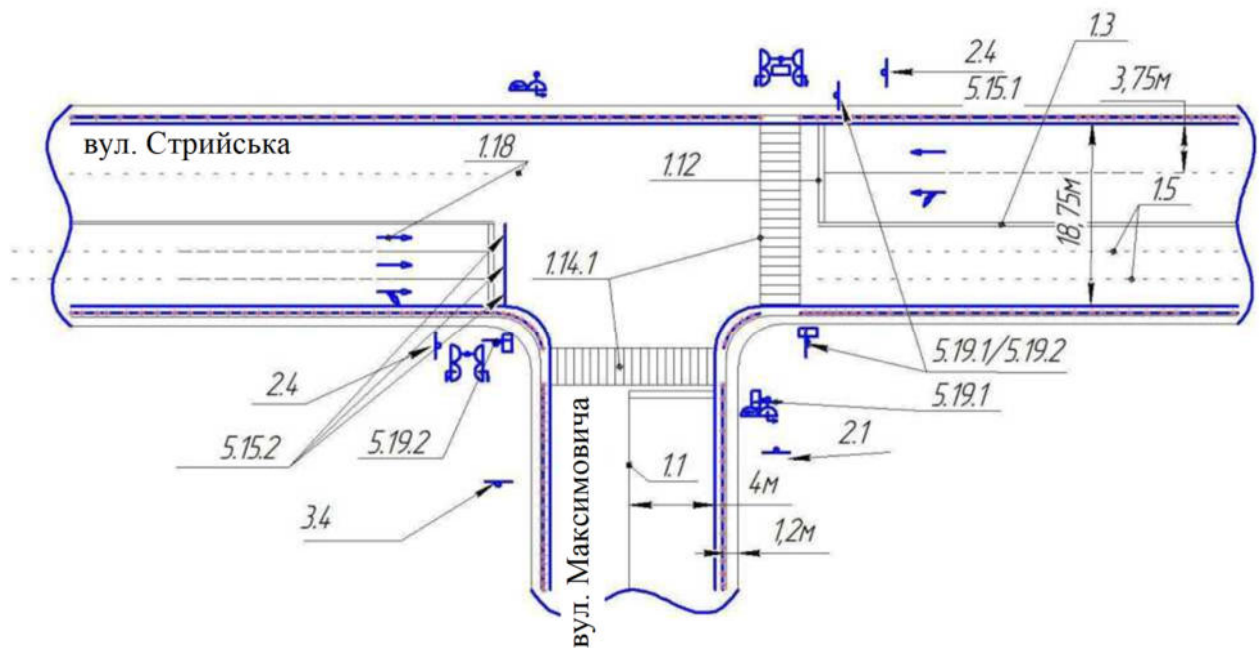


Рисунок 2.7 - Проектована схема ОДР на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича

Оцінити ефективність запропонованих заходах можна за допомогою програми імітаційного моделювання VISSIM.

Моделювання PTV VISSIM



Рисунок 2.8 - Стан транспортних потоків на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича (у програмі VISSIM) за існуючої ОДР

На малюнку 2.8 представлено стан транспортних потоків на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича при існуючій ОДР. При існуючій інтенсивності руху створюються затори деяких ділянках ВДМ. Видно, що через великий потік по вул. Стрийська створюються труднощі для руху вул. Максимовича. Вирішенням цієї проблеми є запровадження світлофорного регулювання, яке забезпечить учасникам, що рухаються з вул. Максимовича безперешкодно здійснювати як правий поворот, так і лівий, який був заборонений (рисунок 2.7).



Рисунок 2.9 - Стан транспортних потоків на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича зі світлофорним регулюванням при проєктованій ОДР

На малюнку 2.9 представлена модель перехрестя вул. Стрийська – вул. Максимовича із встановленим світлофорним об'єктом при проектуванні ОДР. З цієї моделі видно, що час простою учасників руху на вул. Максимовича поменшало (не спостерігається скупчення автомобілів), але деякі труднощі в русі залишилися.

Таблиця 2.3 - Результати моделювання транспортних потоків в Vissim

Критерії	Середній час затримки, сік	Середня швидкість руху, км/год	Середній час простою, с
Існуюча ОДР	98,17	9,65	4,90
Пропонована ОДР	40,15	16,23	2,56

Проаналізувавши результати моделювання транспортних потоків існуючої та запропонованої організації руху. Можна з упевненістю говорити, що нова схема ОДР зменшує час простою, час затримки та збільшує швидкість проходження даної ділянки ВДМ, так само за даної схеми став можливим лівий поворот з вул. Максимовича, який раніше було заборонено. Пропонується запровадити аналогічну схему ОДР на перетині вул. Стрийська – вул. Максимовича. Тим самим зменшивши кількість аварійних ділянок на вул. Стрийська. (Рисунок 2.10). Проект запропонованої ОДР представлений малюнку 2.11

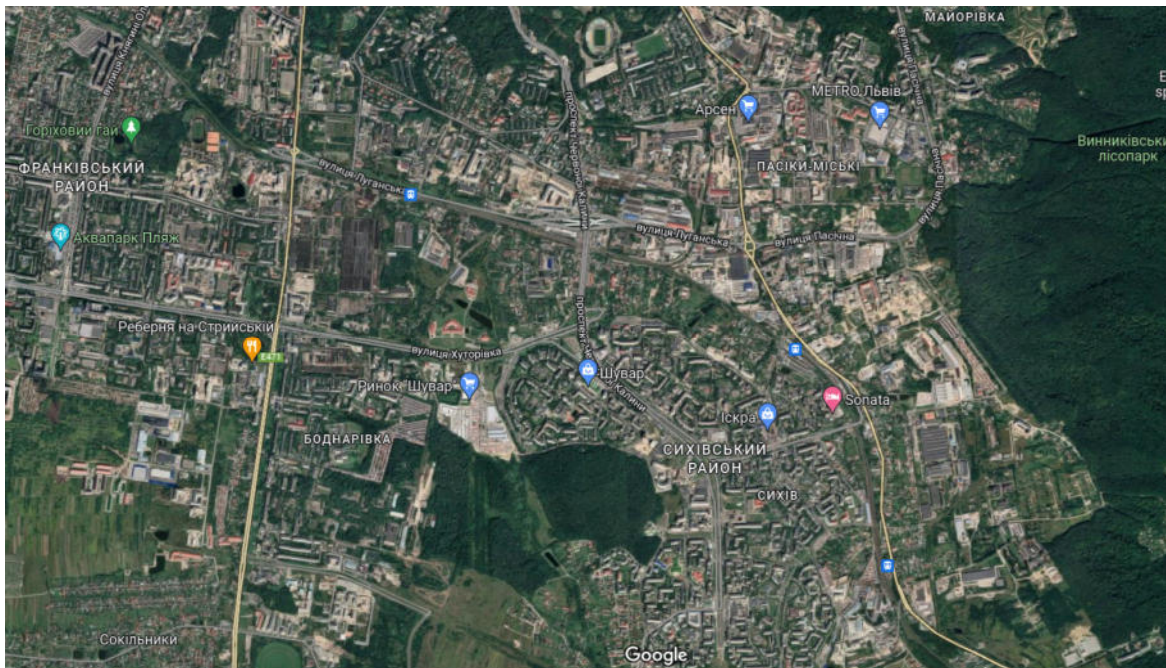


Рисунок 2.10 – Ситуаційний план ділянки вул. Стрийська з перехрестями на яких планується встановлення світлофорних об'єктів

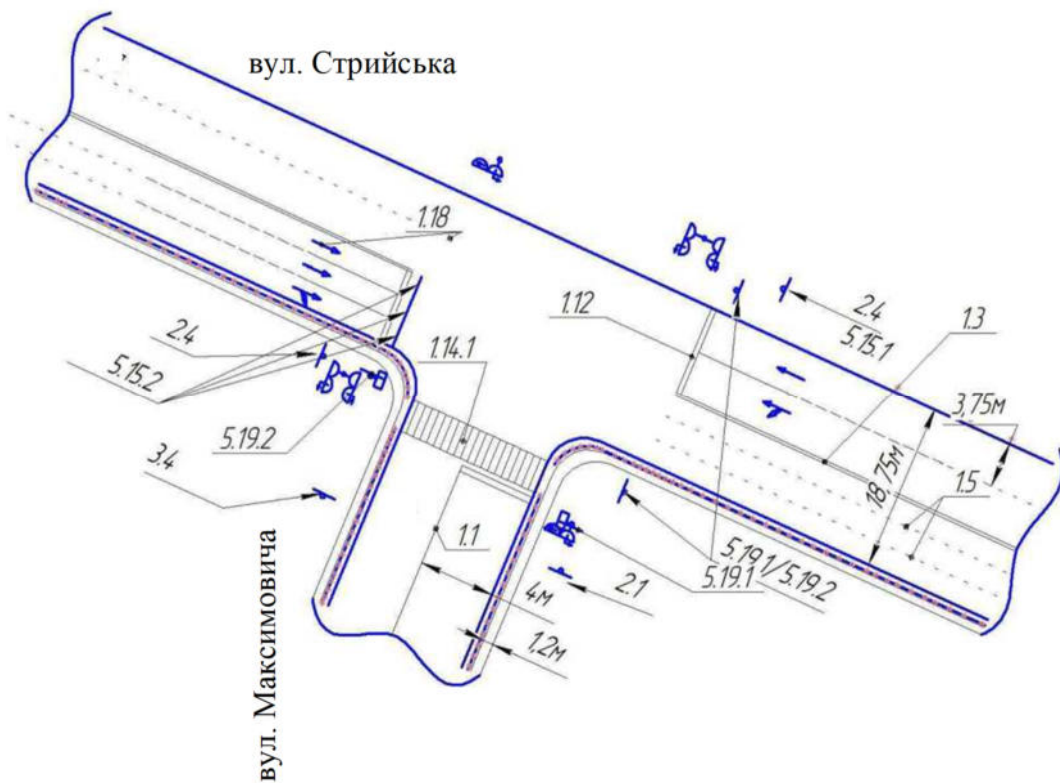


Рисунок 2.11 - Проектована схема ОДР на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича

Аналіз існуючої схеми ОДР на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича з пропонованою показує, що введення світлофорного регулювання

дозволить упорядкувати рух транспортних та пішохідних потоків, тим самим підвищивши безпеку руху на даному перехресті з метою забезпечення пропускної спроможності транспортних потоків на всьому протязі ділянки по вул. Стрийська пропонується організація координованого управління рухом на кшталт «Зелена хвиля».

2.3 Організація координованого управління рухом на ділянці вул. Стрийська

При введенні координованого керування рухом на цьому перехресті можна покращити організацію дорожнього руху. І тому необхідно зробити розрахунки «зеленої хвилі» за формулами: [1]

Від початку зелених сигналів точок, що віддаляються вправо на ширину

$$t_k = (0,3 - 0,4) \cdot T_u \quad (2.15)$$

Проводять похилі горизонталі лінії. Тангенс кута нахилу цих ліній відповідає розрахунковій швидкості

$$tg = \frac{V_p \cdot M_z}{3,6 \cdot M_e} \quad (2.16)$$

де V_p – розрахункова швидкість руху, км/год:

M_z - горизонтальний масштаб, число секунд в 1 см;

M_e - вертикальний масштаб, число метрів в 1 см.

$$t_k = 0,3 \cdot 129 = 39$$

$$tg = \frac{50 \cdot 13}{3,6 \cdot 33} = 5,47.$$

За отриманими даними збудуємо графік координованого управління дорожнім рухом. Графік представлений малюнку 2.12.

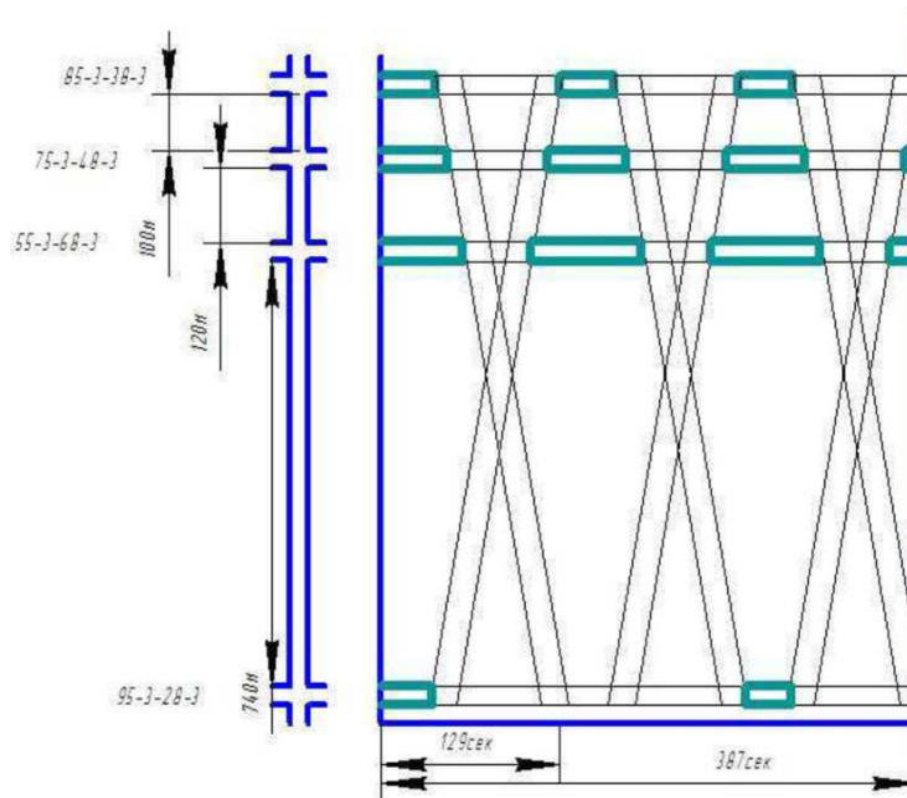


Рисунок 2.12 - Графік координованого управління на вул. Стрийська

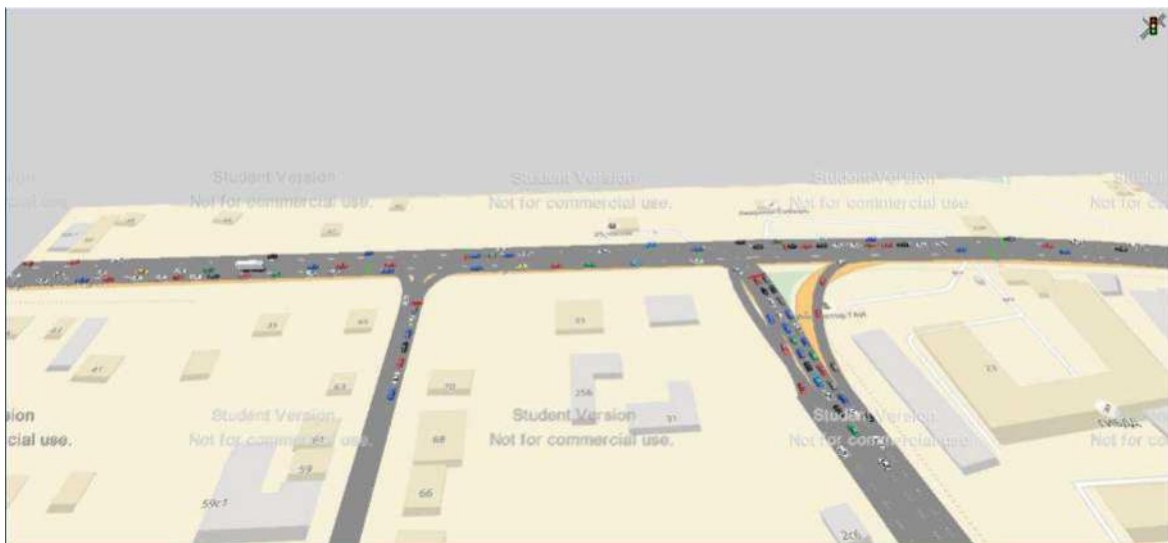


Рисунок 2.13 - Стан транспортних потоків на вул. Стрийська при організації координованого управління рухом

На малюнку 2.13 представлена модель проектової ВДМ з організованою на ній «зеленою хвилею». З аналізу цієї моделі видно, що запровадження цієї моделі ОДР дозволило уникнути затору на перегоні між вул. Максимовича та вул. Стрийська.

Таблиця 2.4 - Результати моделювання транспортних потоків у VISSIM

Критерії	Середній час	Середня швидкість	Середній час
Існуюча ОДР	98,17	9,65	4,90
Проектна ОДР	40,15	16,23	2,15
Координоване	18,20	30,50	1,06
Прогноз 6 років	36,25	20,13	2,68
Прогноз 20 років	65,23	15,9	3,57

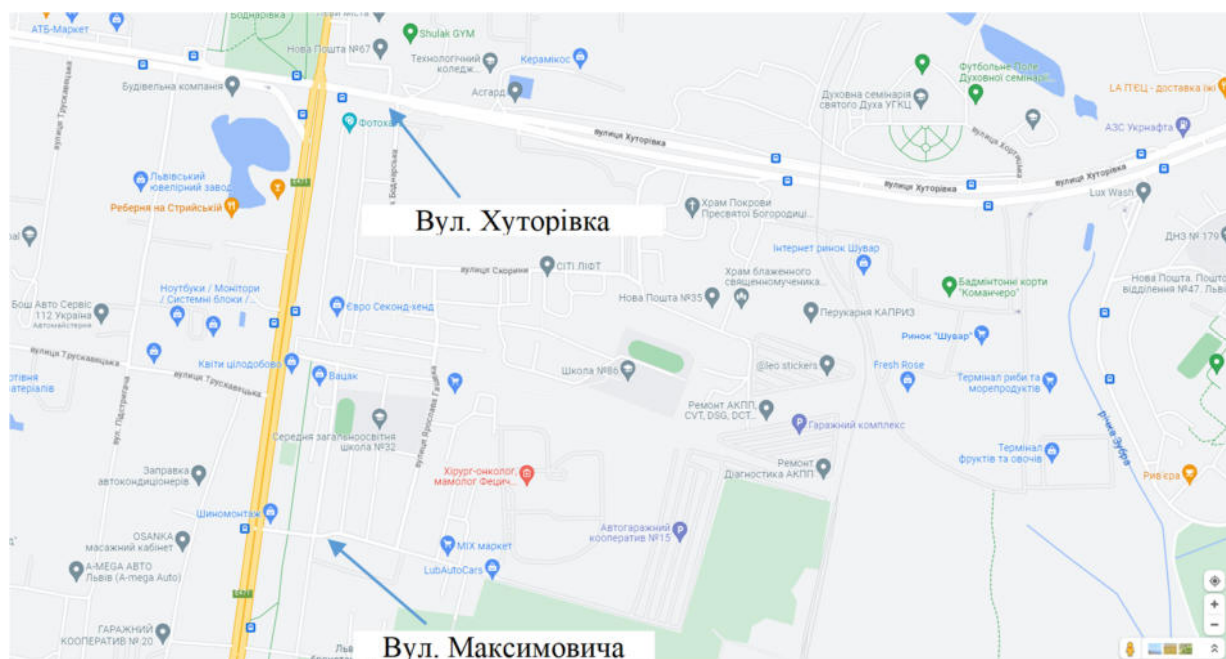


Рисунок 2.14 – Картограма перехресть із вул. Стрийська

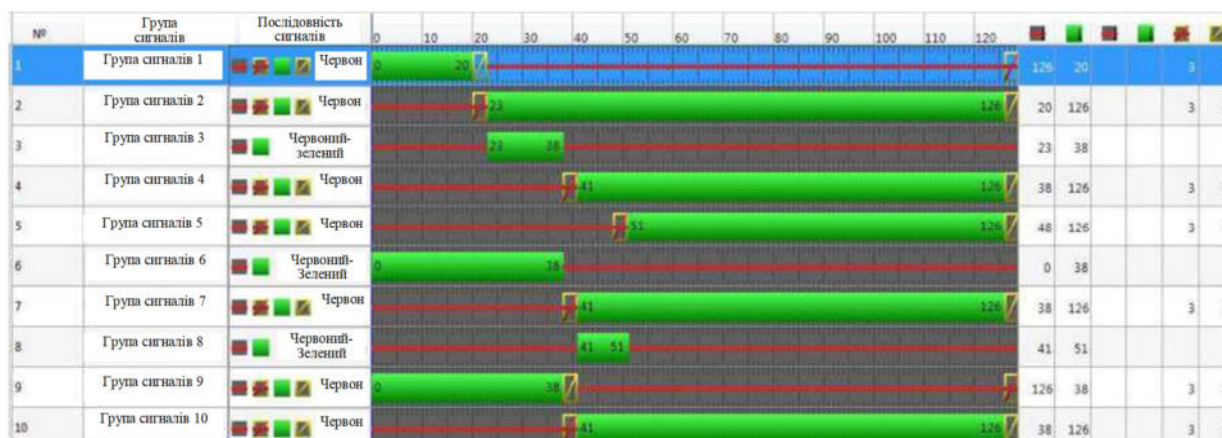


Рисунок 2.15 – Цикл світлофорного регулювання з організацією світлофорного регулювання за принципом «Зеленої хвилі» на вул. Стрийська

На рисунках 2.14-2.15 представлено дислокацію світлофорів та їх цикл. Моделювання транспортних потоків (із застосуванням програми PTV VISSIM) на ділянці ВДМ вул. Стрийська з організацією координованого регулювання руху за принципом «зеленої хвилі» (з урахуванням прогнозованої інтенсивності руху) показало ефективність вжитих заходів. В результаті значно покращилися основні показники (таблиця 2.4 та Рисунок 2.13):

- зменшився середній час затримки;
- збільшилася середня швидкість руху;
- скоротився середній час простою.

2.4 Проект організації адаптивного управління рухом у системі АСУ ДР

У цьому проекті розглядається завдання впровадження адаптивного управління рухом у системі АСУ ДР на гостьових вулицях м. Львова вул. Стрийська, вул. Максимовича. На цих ділянках ВДМ пропонується запровадження «зеленої хвилі».

У таблиці 2.5 представлений перелік засобів технічного забезпечення та їх кількість, які будуть встановлені на ділянці ВДМ, що проектується.

Таблиця 2.5 – Перелік засобів технічного забезпечення

Найменування	Кількість
Комплекс відеофіксації порушень «Каскад»	17
Інформаційні табло	17
Знаки зі змінною інформацією	51
Детектори транспорту	17

У цьому проекті планується використовувати камери фіксації адміністративних правопорушень Каскад. Даний комплекс є багатофункціональними камерами здатними фіксувати до 12 різних правопорушень, у тому числі порушення швидкісного режиму, не надання

переваги пішохідному потоку на пішохідному переході, проїзд на червоний сигнал світлофора, виїзд на зустрічну смугу і т.д. В один комплекс може входити до 8 камер фіксації. Встановлюється на Г-подібну опору над проїжджою частиною.

На ділянці ВДМ, що проектується, для спостереження транспорту використовується «КАСКАД».

Детектор транспорту «КАСКАД» призначений для збору статистичної інформації про параметри транспортних потоків та керування дорожнім рухом. Контролює до 8 смуг руху. Встановлюється збоку від проїжджої частини на Г-подібну опору.

Прилад може виявляти та реєструвати транспортні засоби, що перебувають у русі, так і які зупинилися незалежно від часу доби та залежно від заданих умов контролю. Прилад встановлюється збоку від проїжджої частини на висоті 5 метрів, у нашому випадку крайньої частини Г-подібної опори. Принцип роботи заснований на безконтактному зондування проїжджої частини дорожнього полотна сигналом надвисокої частоти з лінійною частотною модуляцією. Основне призначення приладу – контроль за інтенсивністю руху. Прилад накопичує статистичні дані щодо:

- інтенсивність руху;
- зайнятості зони (відсоткове співвідношення часу, протягом якого зона контролю була зайнята транспортом, та загального часу спостереження);
- середньої швидкості руху; кількості довгомірного транспорту.

Накопичену інформацію пристрій передає зовнішнім пристроям. Детектор також може бути використаний для роботи в автоматизованих системах керування дорожнім рухом, адаптивного керування рухом транспорту, контролю на в'їздах - виїздах швидкісних доріг, проведення транспортних обстежень, автоматичного виявлення дорожньо-транспортних пригод та ін. за допомогою якого передається вся накопичена інформація.

На даній ділянці ВДМ планується встановити 17 Г-подібних опор, на яких буде встановлено 17 комплексів відеофіксації «Каскад». Також на кожній опорі

планується розмістити інформаційні табло по одному на Г-подібних опорах. Детектори транспорту також будуть розміщені на цих опорах у кількості 17 штук. 51 знаків зі змінною інформацією також буде розміщено на Г-подібних опорах. Г-образна опора зображено малюнку 2.14, принцип роботи запропонованої системи малюнку 2.15 а проект вул. Стрийська з дислокацією даних опор.



Рисунок 2.16 - Опора системи фіксації порушень ПДР «КАСКАД»

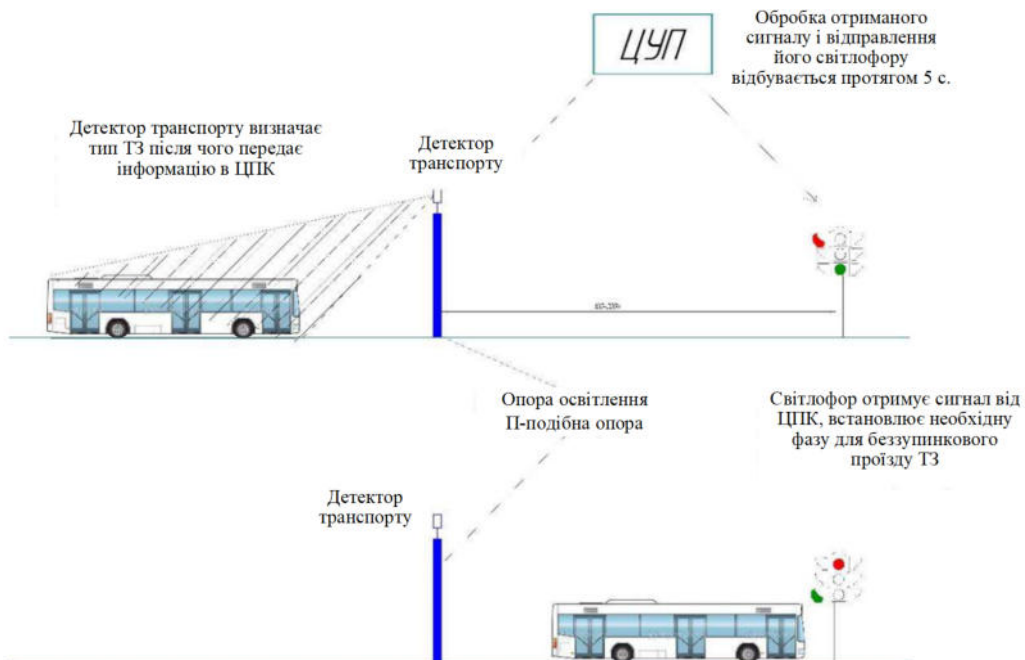


Рисунок 2.17. Організація безперешкодного проїзду через перехрестя із застосуванням адаптивного регулювання

На малюнку 2.17 представлено схему організації безперешкодного руху громадського транспорту через перетин доріг. При під'їзді громадського транспорту до світлофорного об'єкта датчик визначає тип транспорту та після чого відбувається зміна циклу світлофора для проїзду громадського транспорту без зупинки на перехресті.

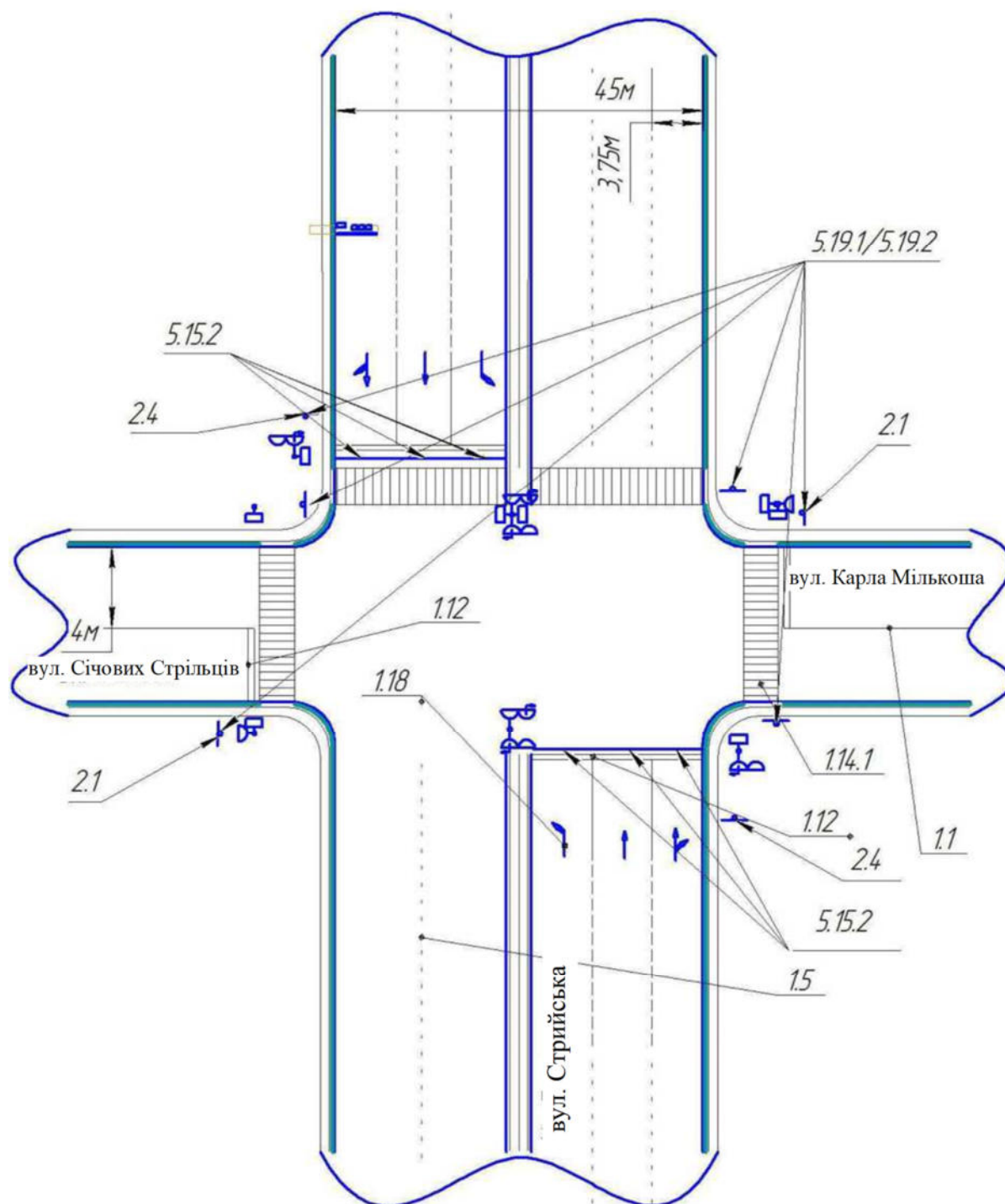


Рисунок 2.18 - Схема проектованої ОДР на ВДМ
м. Львова вул. Стрийська – вул. Карла Мількоша, вул. Січових стрільців

Організація адаптивного регулювання вулицях м. Львова дозволить забезпечити безперешкодний проїзд транспортним засобам майже в центральну частину міста. Встановлені на Г-подібних опорах датчики повинні забезпечити це. Встановлені на Стрийській опори, обладнані системою фотовідеофіксації правопорушень, детектором транспорту, інформаційним табло та знаками змінної інформації, повинні забезпечити своєчасне перемикання світлофорних об'єктів на «зелений сигнал», при русі колона разом з транспортним потоком могла . Після проходження транспортного потоку через перетин світлофорний об'єкт переходить у звичайний режим роботи. Адаптивне регулювання у системі АСУ ДР застосовуватиметься та інших випадках, що з пропуском організованих колон і спец транспорту.

2.5 Розрахунок економічної ефективності заходів щодо вдосконалення ОДР на ділянці ВДМ м. Львова, що розглядається.

Ефективність капітальних вкладень у заходи, що підвищують безпеку руху, визначається зіставленням економії народногосподарських коштів, яку дає впровадження заходів з капітальними витратами, необхідними для здійснення цих заходів.

Розрахунок економії від зниження часу простою транспорту на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича:

Економія від зниження витрат часу транспорту визначається як різниця між швидкістю часу ($C_{тр}$), що втрачається на кожному перетині в існуючих та проєктованих умовах: [9]

$$E_{тр} = C_{затр}^{існ} - C_{затр}^{проект} \quad (2.17)$$

де $E_{тр}$ - економія від зниження витрат часу транспорту на перетині, грн.;

$C_{затр}^{існ}$ - вартість часу простою в існуючих умовах, грн.;

$C_{затр}^{проект}$ - вартість часу простою в умовах, що проектуються, грн.

Якщо результат виходить негативним, це означає, що заходи викликає не зниження, а підвищення витрат часу транспорту, і в подальших розрахунках цей результат враховується зі знаком мінус.

Визначимо вартість часу, що втрачається на цьому перетині в існуючому та проектуваному умовах за формулою:

$$C_{тр} = T \cdot S_{a.г} \quad (2.18)$$

де T - витрати часу, с;

$S_{a.г}$ - вартість авт.-год.

Вартість 1 авт.-години за типами автомобілів приймаємо: вантажний автомобіль – 32,0 грн; легковий автомобіль – 20,0 грн; автобус – 55,0 грн.

Середня вартість 1 авт.-години з урахуванням складу потоку визначиться:

$$S_{a.г} = 32,0D_{зр} + 20,0D_{л} + 55,0D_{а} \quad (2.19)$$

де $S_{a.г}$ - вартість авт.-год. з врахуванням складу потоку, грн;

$D_{зр}$ - питома вага вантажних автомобілів;

$D_{л}$ - питома вага легкових автомобілів;

$D_{а}$ - питома вага автобусів.

$$S_{a.г} = 32,0 \cdot 0,01 + 20,0 \cdot 0,99 + 55,0 \cdot 0 = 20,4 \text{ грн.}$$

Величина витрат часу протягом року (для регульованого перетину) визначається за формулою, авт-годин:

$$T_{тр} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{(N_{гол} + N_{оп}) \cdot t_{сер}}{K_{н}} \quad (2.20)$$

де $N_{гол}, N_{др}$ - інтенсивність руху по головній та другорядній дорозі в годину «пік» у наведених одиницях; t_{cp} - середня затримка одного автомобіля на регульованому перехресті, с.

$$T_{mp} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{(2644+532+477) \cdot 98}{0,1} = 3615739$$

$$T_{mp} = \frac{365}{3600} \cdot \frac{(2644+532+447) \cdot 18}{0,1} = 66411,54$$

Вартість часу простою транспорту на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича складуть, грн:

$$З_{тр. існ.} = 361573,94 \times 20,4 = 7376108,37 \text{ грн ,}$$

$$З_{тр. проект.} = 66411,54 \times 20,4 = 1354795,41 \text{ грн.}$$

За формулою (2.17) визначимо економію від зниження витрат часу транспорту в існуючих та проєктованих умовах

$$E_{mp} = 7376108,37 - 1354795,41 = 6021312,96 \text{ грн.}$$

Введення нової схеми ОДР зменшило час простою, збільшило швидкість руху, що підтверджується і економічною вигодою, що склала 6021312.96 грн. Розрахунковий показник виявився позитивним, а значить при введенні даного проєкту в експлуатацію на практиці дозволить зменшити економічні витрати від простою, що вкотре підтверджує ефективність запропонованих заходів.

3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1. Охорона праці на підприємствах автотранспортного комплексу.

Охорона праці (ОП) — це система правових і соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів і засобів спрямованих на збереження життя і здоров'я людини в процесі праці.

ОП – як наукова дисципліна виникла на перетині соціально-правових, технічних і медичних наук, науки про людину, теорії ризику. Головними критеріями дослідження ОП є людина в процесі праці, виробниче середовище, організація праці.

Завданням ОП є зведення до мінімуму ймовірності пошкодження, травмування чи захворювання працівника, з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

На виробництві чи будь-якій іншій діяльності, керівництво має перш за все створити належний стан безпеки праці. Безпека праці – стан умов праці при яких виключений вплив небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Виробнича небезпека – можливість впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Небезпечні виробничі чинники це ті, вплив яких на працівника за деяких умов призводять до травм чи іншого різкого погіршення здоров'я нещасний випадок (НВ).

Шкідливий виробничий чинник той, дія якого на працівника приводить до професійної захворюваності чи зниження працездатності.

Нещасний випадок – це випадок з працівником, який пов'язаний з раптовим впливом на нього небезпечного виробничого чинника.

Таким чином охорона праці – це наукова дисципліна, що вивчає теоретичні і практичні питання безпеки праці, причини виробничого травматизму і професійні захворювання, причини аварій, вибухів, пожеж і, на основі цих

вивчень, розробляє заходи щодо створення здорових і безпечних умов праці.

Для вирішення цих питань використовується досягнення багатьох галузей:

- трудове право і економіка;
- гігієна праці;
- психологія і фізіологія праці і промислова токсикологія;
 - інженерна психологія; ергономіка;
 - промислова естетика.

Законодавство України стосовно ОП являє собою систему взаємопов'язаних нормативних актів, що регулюють відносини в галузі реалізації держполітики, щодо правових, соціально-економічних і інших засобів і заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі праці. Воно складається із загальних законів України і спеціальних нормативних актів.

Загальними законами, щодо ОП є:

- Конституція України
- Кодекс законів про працю (КЗпП) України
- Закон України “Про охорону праці”.

Кожне підприємство, виробництво чи організація підпорядковується державі. Держава контролює і регулює їх діяльність також у відношенні ОП.

Під управлінням розуміють цілеспрямовану дію на систему „людина – виробництво” з метою досягнення заданих результатів. А під управлінням ОП розуміють підготовку, прийняття і реалізацію рішень спрямованих на забезпечення здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Об'єктом управління охорони праці є діяльність функціональних служб, структурних підрозділів, організацій по забезпеченню здорових і безпечних умов праці на робочих місцях, виробничих ділянках, в цехах, на підприємстві в цілому.

У відповідності до Конституції України кожний громадянин зобов'язаний дотримуватись трудової та виробничої дисципліни.

Адміністрація фірми зобов'язана:

- виконувати вимоги законодавства про охорону праці;
- створювати в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог діючого законодавства;
- розробляти та реалізувати заходи з техніки безпеки і виробничої санітарії;
- забезпечувати працюючих спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту;
- впроваджувати техніку та забезпечувати санітарно-гігієнічні умови праці з метою запобігання виникненню професійних захворювань працівників.

Якщо розглянути більш конкретно ОП водіїв, то можна з'ясувати такі речі:

При роботі водії автомобілів проходять медичний огляд:

1. водії автомобілів - через кожні 5 років;
2. при досягненні віку 60 років - через кожні 2 роки.

Водій автомобіля повинен пам'ятати, що у випадку невиконання вимог, розміщених в Правилах дорожнього руху, інструкції по охороні праці, правилах внутрішнього трудового розпорядку, при виконанні роботи можуть виникнути небезпеки: травмування, враження електричним струмом, отруєння етиловим бензином і вихлопними газами.

Водій автомобіля зобов'язаний:

1. знати і точно виконувати Правила дорожнього руху, команди, сигнали регулювання та керування;
2. при запуску двигуна важіль коробки передач поставити в нейтральне положення;
3. вміти користуватися пожежним інвентарем, та вміло використовувати його в разі виникнення пожежі;

Водієві автомобіля забороняється:

- керувати автомобілем в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння, а також в хворобливому або втомленому стані;
- передавати керування автомобілем особам, що не мають при собі посвідчення на право керування автомобілем даної категорії і не вказаним в шляховому листі;

- самовільно відхилитися від маршруту, вказаного у шляховому листі;
- перевозити у вантажних автомобілях сторонніх осіб, не вказаних у шляховому листі, і не пов'язаних з перевезенням вантажів;
- перевозити вантаж, якщо він закриває огляд дороги;
- перевозити вантаж у несправній тарі;
- відривати з допомогою автомобіля вантаж, що примерз, або знаходиться у землі;
- допускати скупчення на двигуні та його картері бруду, пального, мастила;
- палити в безпосередній близькості від приладів, та системи живлення двигуна автомобіля;
- підігрівати двигун відкритим полум'ям;
- користуватись відкритим вогнем під час перевірки рівня електроліту в акумуляторній батареї, та усунення несправностей механізмів;
- зберігати та перевозити в кабіні бензин, та іншу легкозаймисті рідини;
- брати заводну рукоятку в обхват та використовувати важелі та підсилювачі з метою посилення впливу на неї;
- заправляти автомобіль етилованим бензином з відкритої ємкості та засмоктувати його ротом у шланг, а також продувати ротом паливопровід.

На підприємстві застосовуються такі методи і технічні засоби запобігання нещасних випадків на виробництві.

1. До методів і технічних засобів запобігання нещасних випадків на виробництві відносяться:

- огороження небезпечних зон;
- запобіжні та блокувальні пристрої;
- пристрої пожежної сигналізації, сигнальні кольори та знаки безпеки.

2. Запобіжні та блокувальні пристрої використовуються для попередження поломок окремих частин обладнання і аварій, а також для захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів, так як вони автоматично спрацьовують, коли виникає така загроза і вимикаюць обладнання чи його вузли.

3. Необхідно бути уважним до світлових, звукових та кольорових сигналів.

Вразі нещасного випадку, який може статися з працівником, надається перша допомога. А саме: для припинення сильної кровотечі, необхідно накласти жгут вище рани, до якої забороняється торкатися. Не можна видаляти з рани згустки крові, бруд оскільки це може викликати кровотечу.

Не можна замотувати рану ізоляційною стрічкою.

При сильних термічних опіках:

- дуже обережно зніміть з потерпілою одяг та взуття - краще розріжте її, обпечену поверхню перев'яжіть як свіжу рану, після чого потерпілого треба доставити в лікарню;

- необхідно пам'ятати, що рана від опіку, будучи забруднена, починає нагноюватись і довго не загоюється, тому не можна торкатись руками обпеченої ділянки шкіри та змащувати її будь-якими мазями, маслом, вазеліном або розчинами.

При обмороженні для розтирання замерзлих частин тіла використовуйте сухі і теплі рукавиці або суконки, після того, як обморожене місце почервоніє, змастити його жиром та зав'яжіть теплою пов'язкою;

При ураженні електрострумом:

- швидко звільнити потерпілого від дії струму та викликати лікаря;

- якщо потерпілий знаходиться у свідомості, але до цього був в непритомному стані, його необхідно покласти на спину, накрити зверху і до прибуття лікаря забезпечити йому повний спокій, дивлячись за диханням та пульсом. У разі неможливості швидко викликати лікаря, не дозволяти потерпілому рухатися, доставити його й лікарню;

- при відсутності у потерпілого ознак життя (дихання та пульсу), потрібно зробити йому штучне дихання та масаж серця;

- штучне дихання треба починати робити відразу ж після звільнення від джерела електроструму і продовжувати до прибуття лікаря;

- штучне дихання найкраще робити за методом „з рота в рот”, а у ряді випадків разом з непрямим масажем серця.

ОП включає в себе також і те, як розміщується транспорт під час

зберігання. Умовою зберігання з точки зору ОП являється те, щоб при зберіганні не утворилась ситуація, яка б загрожувала здоров'ю чи життю людини. У місцях зберігання (стоянки) транспортних засобів можуть мати місце такі основні небезпечні виробничі фактори:

- наїзди транспортних засобів на працівників в результаті самовільного руху транспортних засобів, зчепленні і розчепленні автомобіля з причепом (напівпричепом) під час руху заднім ходом;

- падіння працівників на поверхні та з висоти (кузова, буфера, підніжки тощо);

- опускання (падіння) перекидної кабіни вантажного автомобіля, виважених частин транспортних засобів.

3.2. Управління охороною праці на підприємстві.

Управління охороною праці - це підготовка, прийняття та реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення здоров'я та працездатності людини під час праці.

Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною загальної системи керування підприємством. При автоматизованій системі управління, управління охороною праці є її складовою частиною, або підсистемою. Управління охороною праці передбачає участь в цьому процесі практично всіх служб і підрозділів підприємства. Об'єктом управління є діяльність структурних підрозділів, яка спрямована на створення безпечних і здорових умов праці. Управління охороною праці на підприємстві в цілому здійснює його керівник (власник), а в підрозділах (цехах, відділах, службах) - їх керівники або головні фахівці. Координує всю цю діяльність служба охорони праці. Задачі служби охорони праці та її функції викладені в "Типовому положенні про службу охорони праці", яке затверджено наказом Комітету Держнагляду охорони праці від 3 серпня 1993 р. № 73.

Служба охорони праці створюється на підприємствах, установах, організаціях незалежно від форми власності та видів діяльності для виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці.

Для здійснення вищезазначених цілей служба охорони праці повинна вирішувати такі завдання:

а) забезпечувати безпеку виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;

б) забезпечувати працюючих засобами індивідуального та колективного захисту;

в) здійснювати професійну підготовку і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, вести пропаганду безпечних методів праці;

г) забезпечувати оптимальні режими праці і відпочинку працюючих;

д) вимагати професійного добору виконавців для певних видів робіт.

Служба охорони праці створюється на підприємствах, установах та організаціях із числом працюючих 50 чоловік і більше. В організаціях з меншою кількістю працюючих цю службу може представляти інженер, призначений за сумісництвом. На підприємствах загальна чисельність фахівців служби охорони праці встановлюється в залежності від загального числа працюючих, небезпечності та шкідливості виробничих процесів, кількості окремо розташованих від основної бази автоколон. Працівники служби охорони праці повинні мати вищу спеціальну освіту з охорони праці, а також практичний досвід у відповідній галузі виробництва. За важливістю діяльності та оплатою праці вони прирівнюються до працівників провідних відділів та служб підприємства або установи. Підпорядковується служба охорони праці безпосередньо керівнику підприємства (власнику).

У СУОП підприємства, яку здійснює служба охорони праці разом з керівництвом підприємства, основними чинниками є: законодавство України про

охорону праці і про працю, міжгалузеві і галузеві нормативні акти про охорону праці і "Положення про службу охорони праці".

Служба охорони праці повинна мати засоби впливу на виробничу діяльність підприємства. Такий вплив передбачений "Положенням про службу охорони праці". Так, працівники служби охорони праці мають право видавати керівникам підприємств, установ, організацій та їх підрозділам обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків. Припис спеціаліста з охорони праці, у тому числі про зупинення робіт, може скасувати в письмовій формі лише посадова особа, якій підпорядкована служба охорони праці.

Окрім адміністративних заходів рекомендується принцип матеріального заохочення працівників, які сумлінно ставляться до виконання виробничих обов'язків і беруть активну участь у підвищенні безпеки та поліпшенні умов праці.

Положення про матеріальне заохочення розробляється службою охорони праці і затверджується керівником підприємства (власником). Працівники служби охорони праці не можуть залучатися до виконання функцій, не передбачених Законом "Про охорону праці" і "Типовим положенням про службу охорони праці".

3.3. Методи і шляхи вирішення завдань управління охороною праці.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій,

а також контролює їх додержання;

- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- забезпечує виконання необхідних профілактичних заходів відповідно до обставин, що змінюються;

- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, моніторинг за їх технічним станом;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організовує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування, атестацій робочих місць на відповідність нормативно-правовим актам з охорони праці в порядку і строки, що визначаються законодавством, та за їх підсумками вживає заходів до усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства, та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці, забезпечує безоплатно працівників нормативно-правовими актами та актами підприємства з охорони праці;

- здійснює контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони

праці;

- організовує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, і залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків.

Обов'язки працівника щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці:

Працівник зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання і будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

- проходити у встановленому законодавством порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

3.4. Пожежна безпека.

Пожежі наносять суспільству велику матеріальну шкоду приводять до травм і загибелі людей, тому що супроводжуються виникненням небезпечних факторів, таких як відкритий вогонь, підвищена температура, токсичні речовини, дим недостачу кисню, пошкодження і порушення будівель, споруд, вибухи технічного обладнання тощо. Тому виконання правил пожежної безпеки на підприємствах є обов'язковим для всіх посадових осіб та громадян.

Пожежа — це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу і призводить до матеріальних збитків.

Основні умови виникнення пожеж на виробництві:

- необережне поводження з вогнем;

- незадовільний стан електротехнічних пристроїв і порушення правил їх монтажу та експлуатації;
- порушення режимів технологічних процесів;
- несправність опалювальних приладів та невиконання правил їх експлуатації;
- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

Пожежна безпека підприємства - це такий стан промислового об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а у разі її виникнення запобігається вплив на людей небезпечних факторів та забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека промислових підприємств складається із системи запобігання пожежам та системі пожежного захисту.

Система запобігання пожежам — це комплекс організаційних і технічних засобів, спрямованих на виключення можливості виникнення пожежі, на запобігання утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища шляхом регламентації вмісту горючих газів, парів та пилу у повітрі, а також виключення можливості виникнення джерел запалювання або вибуху; забезпечення пожежної безпеки технологічних процесів, обладнання, електроустаткування, систем вентиляції, зберігання сировини та інших матеріалів.

Запобігання пожежам сприяє герметизація виробничого обладнання, заміна горючих речовин на негорючі, які застосовуються в технологічних процесах, обмеження обсягів речовин, що застосовуються і зберігаються; контроль за концентрацією речовин у повітрі в приміщеннях і технологічному обладнанні; застосування робочої і аварійної вентиляції; відведення горючого середовища в спеціальні пристрої і безпечні місця; застосування інгібітуючих і флегматизуючих домішок.

Система пожежного захисту забезпечується застосуванням вогневідсічних пристроїв на технологічних комунікаціях, в системах вентиляції, повітряного опалення і кондиціонування повітря.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

У цій бакалаврській роботі, відповідно до завдання було розроблено заходи щодо розвитку комплексу технічних засобів забезпечення безпеки дорожнього руху на ВДМ м. Львова.

На основі аналізу існуючого стану технічних засобів із забезпечення безпеки обґрунтовано розробку заходів щодо розвитку комплексу технічних засобів.

Запропоновано техніко-організаційні заходи для вирішення питання вдосконалення комплексу технічних засобів щодо забезпечення безпеки дорожнього руху на ВДМ м. Львова за допомогою застосування Автоматизованої системи керування дорожнім рухом адаптивного типу.

Виходячи з існуючої організації дорожнього руху на ділянці вул. Стрийська – вул. Максимовича розроблено проект із встановлення світлофорного об'єкта, а також організації координованого управління рухом по вул. Стрийська з використанням комплексу технічних засобів ОДР. Також було розроблено проект організації АСУДР адаптивного типу на вулицях м. Львова (вул. Стрийська).

Оцінка ефективності запропонованих заходів щодо вдосконалення ОДР на ділянці ВДМ Стрийського району проводилася за допомогою програми імітаційного моделювання транспортних потоків PTV Vissim. Аналіз результатів моделювання показав ефективність запропонованих рішень щодо вдосконалення ОДР. Економічний ефект отриманий від результатів щодо вдосконалення організації руху на перехресті вул. Стрийська – вул. Максимовича підтверджено відповідними розрахунками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. "Handbook of Road Safety Measures" edited by Rune Elvik (2019)
https://www.researchgate.net/publication/334422408_Handbook_of_Road_Safety_Measures
2. "Traffic Engineering Handbook" by ITE (Institute of Transportation Engineers) (2015) <https://www.wiley.com/en-us/Traffic+Engineering+Handbook%2C+7th+Edition-p-9781118762356>
3. "Traffic Flow Theory: Characteristics, Experimental Methods, and Numerical Techniques" by Daiheng Ni and Lianyu Chu (2019)
<https://www.springer.com/gp/book/9789811334371>
4. "Road User Behaviour: Theory and Research" edited by Lisa Dorn and Mark Sullman (2018) <https://www.routledge.com/Road-User-Behaviour-Theory-and-Research-1st-Edition/Dorn-Sullman/p/book/9781138647877>
5. "Road Traffic Congestion: A Concise Guide" by Anthony Downs (2018)
<https://www.elgaronline.com/view/9781788115514.xml>
6. "Traffic Safety and Human Behavior" edited by David Shinar (2017)
<https://www.sciencedirect.com/book/9780128113327/traffic-safety-and-human-behavior>.
7. "Road Traffic Accidents and Road Safety" by Muzammil Sheikh and Abdulbari Bener (2018) <https://www.intechopen.com/books/road-traffic-accidents-and-road-safety>
8. Бондаренко, В. І. (2014). Організація дорожнього руху: Підручник. К.: КНЕУ.
9. Дорожній кодекс України (2010). Відомості Верховної Ради України, 26-27, 357.
10. Криворучко, А. М. (2018). Організація дорожнього руху: Підручник. К.: НУБіП України.
11. Микитюк, В. В. (2012). Організація та безпека дорожнього руху: Навч. посібник. К.: Центр учбової літератури.

12. Слободянюк, О. В. (2015). Організація дорожнього руху в містах: Навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури. 1. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху [Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.]; за ред. М. Ф. Дмитриченка. – К. : Знання України, 2007. – 452 с. – (5 кн./ Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.; кн. 4).

13. Поліщук В.П. Організація та регулювання дорожнього руху: Підручник. / за заг. ред. В.П. Поліщука; О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов, О.В. Красільнікова, О.В. Христенко. – К.: Знання України, 2012. – 467 с.

3. Лобашов О.О. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху»: Навчальний посібник./ О.О. Лобашов, О.В. Прасоленко. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 221 с.

14. ДБН В.2.3-4-2004 "Автомобільні дороги":
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/DB040115.html

15. ДБН В.2.3-5-2006 "Організація дорожнього руху":
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/DB061064.html

16. ДБН В.2.3-6-2006 "Дорожні вулиці міст і селищ":
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/DB061080.html

17. ДБН В.2.3-7-2007 "Будівництво, реконструкція та експлуатація автомобільних доріг загального користування":
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/DB071200.html

18. ДБН В.2.3-10-2013 "Проектування залізничних переїздів":
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/DB131385.html

19. ДБН В.2.3-12-2014 "Організація руху на автомобільних дорогах загального користування":
http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/DB141197.html

Додатки

