

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ
МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТУ НА ТРАНСПОРТНІЙ ПЛОЩІ
М. ЗАПОРІЖЖЯ**

Виконав: студент II курсу, групи Т-313М
спеціальності (напряму підготовки)
275 «Транспортні технології (на
автомобільному транспорті)»

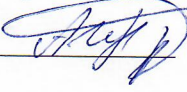
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Попов Я.М. 

(прізвище та ініціали)

Керівник Трушевський В.Е. 

(прізвище та ініціали)

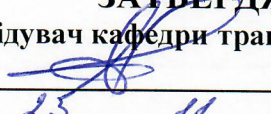
Рецензент Шербана А.В. 

(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 27 «Транспорт»
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри транспортних технологій

 проф. С.М. Турпак
 23 11 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Попову Янісу Манолісовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення ефективності організації руху маршрутного транспорту на Транспортній площі м. Запоріжжя
 керівник проекту (роботи) Трушевський В.Е., канд. техн. наук, доц.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 23 11 2018 року № 361

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 03.12.2018р.

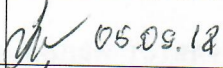
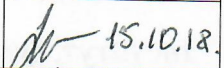
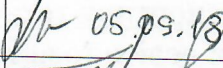
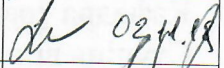
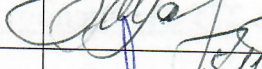
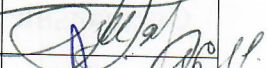


3. Вихідні дані до проекту (роботи) інтенсивності дорожнього руху, геометричні параметри вулично-дорожньої мережі, характеристики маршрутів громадського транспорту, існуючі схеми організації дорожнього руху, дані про дорожньо-транспортні пригоди

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналітична частина; 2 Основна частина; 2.1 Зміна комплексної схеми організації дорожнього руху; 2.2 Організація руху рейкових транспортних засобів; 2.3 Режим роботи світлофорного об'єкту; 3 Соціально-економічна частина; 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

1 Схема району проектування; 2 Характеристики транспортних потоків; 3 Діюча схема ОДР; 4 Діючий режим регулювання; 5 Аналіз ДТП; 6 Матриці параметрів циклу регулювання; 7 Проектна схема ОДР; 8 Схема електрична принципова; 9 Схеми напрямів та траєкторій; 10 Групи безконфліктних напрямів; 11 Проектні режими регулювання; 12 Соціально-економічні показники

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Трушевський В.Е., доц.	 05.09.18	 15.10.18.
Основна частина	Трушевський В.Е., доц.	 05.09.18	 02.11.18
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.	 15.11	 16.11
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доц.	 15.11.18р	 28.11.18р

7. Дата видачі завдання 03.09.2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітична частина	05.10-15.10	
2	Основна частина	16.10-02.11	
3	Економічна частина	05.11-16.11	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	19.11-23.11	
5	Оформлення роботи	26.11-30.11	
6	Отримання зовнішніх рецензій	03.12-12.12	

Студент


 (підпис)

Попов Я.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


 (підпис)

Трушевський В.Е.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 107вс., 15 рис., 30 табл., 14 джерел.

Об'єкт дослідження – перехрестя просп. Соборного та вулиць Святого Миколая, Поштової у м. Запоріжжі.

Мета роботи – дослідження існуючої організації дорожнього руху та розробка заходів з її вдосконалення.

Метод дослідження – аналітичний.

В магістерській роботі проаналізовано поточну дорожньо-транспортну ситуацію на Транспортній площі, зокрема інтенсивності дорожнього руху, транспортні затримки, аварійність. За результатами аналізу запропоновано впровадження оперативних та планувальних заходів з організації дорожнього руху: зміни у дислокації технічних засобів організації дорожнього руху, вдосконалення режиму світлофорного регулювання, зменшення площі перехрестя. Розраховано економічну ефективність впровадження оперативних заходів організації дорожнього руху.

ПОФАЗОВИЙ РОЗ'ЇЗД, ДИСЛОКАЦІЯ, СВІТЛОФОРНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, АВАРІЙНІСТЬ, РОЗМІТКА, СВІТЛОФОРНИЙ ОБ'ЄКТ, ТРАНСПОРТНІ ЗАТРИМКИ

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Загальна характеристика району проектування.....	8
1.2 Загальна характеристика Транспортної площі.....	11
1.3 Характеристика транспортних та пішохідних потоків.....	13
1.4 Характеристика та аналіз дорожніх умов.....	26
1.5 Стан та аналіз аварійності.....	31
1.6 Аналіз науково-технічної інформації.....	49
1.7 Недоліки існуючої схеми організації дорожнього руху постановка задач для її удосконалення	52
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	54
2.1 Зміна комплексної схеми організації дорожнього руху... ..	54
2.1.1 Розташування світлофорів.....	54
2.1.2 Застосування дорожньої розмітки.....	57
2.2. Організація руху рейкових транспортних засобів.....	59
2.3 Режим роботи світлофорного об'єкту.....	65
2.3.1 Введення фазоподібного інтервалу.....	65
2.3.2 Визначення параметрів резервної програми.....	70
2.3.3 Автоматизоване визначення параметрів світлофорного циклу.....	84
3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	85
3.1 Розрахунок капітальних витрат.....	85
3.2 Розрахунок поточних витрат.....	87
3.3 Економія від зменшення затримок транспорту на перехресті ...	89

3.4 Економія від зменшення числа і важкості ДТП.....	92
3.5 Розрахунок терміну окупності.....	95
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	
.....	96
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	96
4.2 Заходи із забезпечення безпеки.....	98
4.3 Заходи із забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.....	100
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	101
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях....	102
Висновки.....	104
Перелік посилань.....	105

ВСТУП

Останнім часом аварійність на автотранспорті в Україні вражає своїми цифрами. На автодорогах України кожного року гине близько 3,5 тисяч людей, біля 35 тисяч одержують травми.

Безвідповідальність учасників дорожнього руху, ігнорування правил, поганий стан доріг, неефективно працююча законодавча система привели до того, що число смертей на дорогах порівняно зі смертністю під час війни.

На сьогоднішній день основними видами дорожньо-транспортних випадків в Україні є наїзд на пішохода, зіткнення.

. Понад три чверті всіх дорожньо-транспортних випадків пов'язані з порушенням правил дорожнього руху водіями транспортних засобів. Біля третини всіх подій пов'язані з неправильним вибором швидкості руху. Кожен сьомий водій, що зробив дорожньо-транспортний випадок, не має права на керування транспортним засобом.

Необхідні корінні зміни відносин держави до цієї проблеми й розробка комплексу законів і заходів для її рішення. Тобто, починаючи від зміни відповідальності за якість дорожнього покриття й закінчуючи відповідальністю за порушення правил дорожнього руху. У рішенні цієї проблеми немає дріб'язків, всі аспекти однаково важливі, будь те розмітка дорожнього покриття або водіння в нетверезому стані. Щоб розвантажити головну вулицю Запоріжжя – проспект Соборний – треба зайнятись паралельними дорогами та розв'язками. Проспект безумовно сама довга та красива вулиця, але при цьому достатньо вузька. Його пропускна здатність при постійно зростаючій чисельності автомобілів гарантує проблему заторів.

В даній магістерській роботі пропонується вдосконалити схему організації дорожнього руху з метою поліпшення умов руху транспортних засобів на ділянці, що розглядається.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика району проектування

Місто Запоріжжя - це обласний центр у Запорізькій області, являє собою великий індустріальний центр України.

Розташований по обох берегах Дніпра, у його нижньому плині, де острів Хортиця довжиною 12 км і шириною 2,5 км розділяє русло ріки на два - Старе й Нове.

В Запорізькій області типовий для степів помітно-континентальний клімат. Річний показник сонячної радіації дорівнює 110 ккал на кв. см. Це зумовлюється інтенсивне нагрівання й висушення поверхні ґрунту, прогрів великих мас повітря й води. Це робить клімат – особливо південної частини області – посушливим. Арктичне повітря з півночі й північного сходу зазвичай викликає похолодання. Вплив сибірського антициклону найбільш у грудні – січні. Але влітку ці повітряні маси, швидко переміщуючись на південь, встигають розігрітися й приносять суховії. З травня по вересень над областю почасти панує тропічне повітря. Тоді стоїть спекотна, суха погода, яка інколи освіжається короткими бурхливими зливами. Запорізька область лежить південніше від смуги високого тиску. Тому пануючими вітрами в зимовий період бувають східні та північно-східні, а влітку – західні та північно-західні. Середня швидкість вітрів невелика: від 3,6 м/с до 4,2 м/с. Середня температура січня в напрямі з півночі на південь змінюється від -5,4 до -3,8 (абсолютний мінімум -39), липня – від +22,6 до 23,5 (абсолютний максимум +41). Найбільші контрасти трапляються взимку [1].

Згубний вплив суховіїв послаблюється близькістю моря. Варто зауважити, що у безкрайньому степовому поясі Євразії Запорізька область відрізняється найм'якішим кліматом. Весна сюди приходить рано й швидко осінь тягнеться довго і спокійно. Багато тихих, ячних днів.

Для першої половини осені звичними є повернення суто літньої погоди – “бабиного літа”. Завдяки довгому вегетаційному періоду (210-220 днів) клімат сприятливий для рослинності. Річний хід температури повітря, відносної вологості повітря та опадів (за місяцями) наведено на рисунку 1.1.

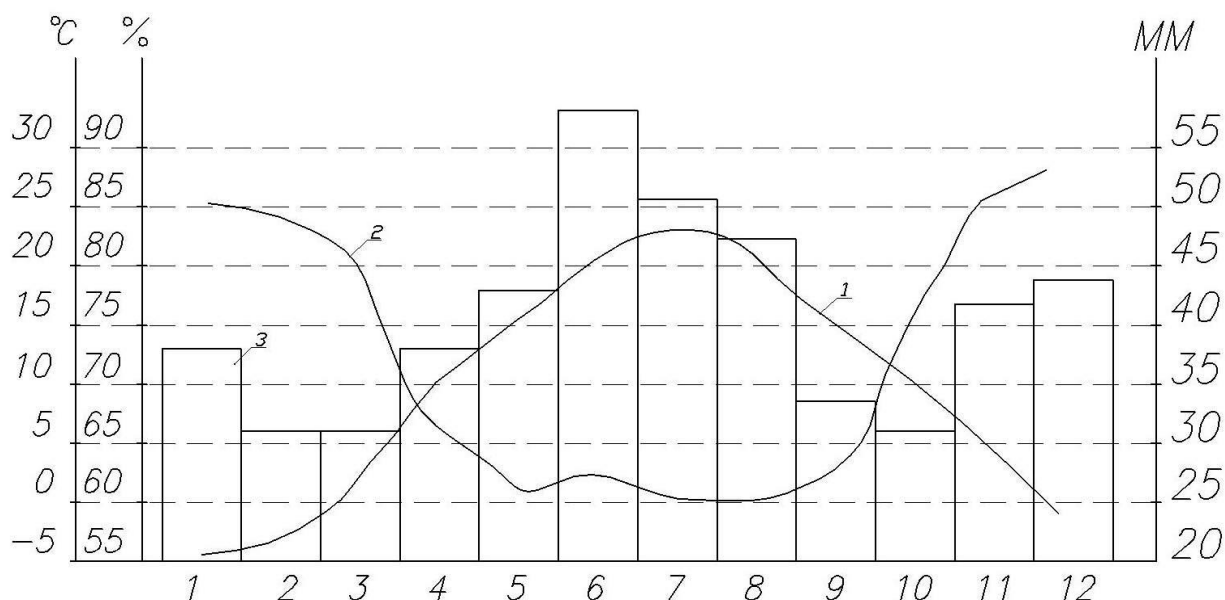


Рисунок 1.1 – Річний хід температури повітря, відносної вологості повітря та опадів (за місяцями): 1 – середньомісячна температура повітря (в С); 2 – відносна вологість повітря (у відсотках); 3 – середньомісячна кількість опадів (у міліметрах).

Місто Запоріжжя є величезний індустріальний центр, яке займає третє місце по промисловому потенціалу та шосте по чисельності населення серед українських міст. Станом на 01.01.2018 чисельність населення в м. Запоріжжі склала 741 тис. осіб або 43,1% від загальної чисельності населення Запорізької області.

Внаслідок падіння народжуваності і зростання смертності в місті сформувалася структура населення, яку відносять до регресивної, коли кількість літніх жителів перевищує кількість дітей.

Протягом 2013 року населення скоротилося на 4,4 тис. чол., рівень народжуваності на 1000 жителів міста склав 9,3, а рівень смертності - 13,6

Промисловий потенціал міста Запоріжжя – це понад 257 промислових підприємств, з них 35 – підприємства металургії та оброблення металу, 78 – машинобудування, 28 – харчової промисловості, 23 – хімічної і нафтохімічної промисловості (підприємства за основними видами промислової діяльності, що включені до щомісячної звітності).

Місто Запоріжжя поділяється на сім районів: Комунарський, Хортицький, Олександрівський, Вознесенівський, Шевченківський, Заводський та Дніпровський.

Поступове зменшення чисельності населення в області почалося з 1994 року.

Запоріжжя - найбільший транспортний вузол на перетинанні залізничних напрямків і великий річковий порт: пристань Запоріжжя й порт ім. Соборний. На східній окраїні проходить автомагістраль Харків - Сімферополь. Відстань від Запоріжжя до Києва автодорогами - 605 км . Повітряне сполучення з Києвом, Сімферополем, Москвою й т.д. Природно, що сектор роздрібної торгівлі не є пріоритетним для Запоріжжя й більша частина інвестицій направляється в промисловість. До 70% житлових будинків розташовані поблизу промислових підприємств, а центр міста зосереджений біля Соборного проспекту й прилягаючих вулиць.

Установка очисних приладів, газо- і запаловловлювачів дуже дорога, не всі заводи можуть дозволити собі їх придбати, або знайти засоби на реконструкцію діючих установок. Варто ширше впроваджувати маловідходні й безвідхідні технології, використати екологічно-чисті види палива, на автомобільному транспорті важливо поліпшувати якість палива й двигунів, ширше застосовувати дизельні двигуни й ін. На

багатьох підприємствах тим або іншому методу вловлюється до 90% пилу й газон. Сприятливий вплив на екологічну обстановку Запоріжжя робить достаток зелених насаджень і водних просторів. У місті розташовані 11 парків - пам'ятників садово-паркового мистецтва, заказник "Дніпровські пороги", багато скверів. У зелене вбрання одягнені бульвари, вулиці, набережні. У цілому площа зелених насаджень, включаючи прилягаючі до міста зелені масиви, становить до 60% загальної території міста. Запоріжжя - це не тільки індустріальний гігант із усіма властивими йому екологічними проблемами.

1.2 Загальна характеристика Транспортної площі

Ріст автомобільного парку і обсягу перевезень веде до збільшення інтенсивності руху, що в умовах міст із історично сформованою забудовою приводить до виникнення транспортної проблеми. Особливо гостро вона проявляється у вузлових пунктах вулично-дорожньої сітки. Тут збільшуються транспортні затримки, утворюються черги і затори, що викликає зниження швидкості повідомлення, невиправдана перевитрата палива і підвищене зношування вузлів та агрегатів транспортних засобів.

Умови руху на автомобільних дорогах постійно змінюються. Причинами цього є сезонні і добові коливання інтенсивності і складу потоку, метеорологічні умови і стан доріг. Чим більше амплітуда цих змін, тим більше необхідним стає оперативне керування рухом [2].

Основними задачами такого керування є досягнення максимального рівня пропускної здатності дороги і забезпечення безпеки руху при випередженнях й обмеженнях, що накладаються на транспортний потік. При цьому керуючі впливи на проспекті Соборному зводяться в основному до обмеження швидкостей руху, перебудовань транспортних засобів, в'їздів на дорогу, до закриття окремих ділянок

доріг з перекладом потоку на дублюючі дороги, попередження водія про майбутні зміни умов руху.

При проходженні стажування було виявлено перехрестя, яке має недоліки в регулюванні дорожнього руху, що передусім впливають на громадський транспорт. Це Транспортна площа, на якій з проспектом Соборним перетинаються вулиці Поштова, Святого Миколая. Перехрестя має світлофорне регулювання.

Схема ділянки що розглядається наведена на листі 1 графічної частини роботи.

Проспект Соборний має три смуги в напрямку від вул. Бацарної до Автовокзалу, та дві смуги у протилежному напрямку. Перша смуга виділена дорожньою розміткою та відповідними знаками для громадського транспорту від Ломаної вулиці до вулиці Покровської. По проспекту Соборному рухається власний та громадський транспорт, рух вантажним автомобілям заборонений.

Вулиця Святого Миколая має по одній смузі в кожному напрямку.

Вул. Поштова має по одній смузі в кожному напрямку та трамвайні колії з боку вул. Базарної. А з боку вулиці Земського лікаря Лукашевича має три смуги в одному напрямку: одну в зустрічному і одну трамвайну колію.

Перехрестя має світлофорне регулювання. Всі світлофорні об'єкти працюють в локальному режимі жорсткого регулювання за однією добовою програмою.

Дане перехрестя перетинають наступні міські маршрути: **1**- вул. Базарна - Дослідна станція, **2** – вул. Базарна – Передатна, **3** - 4-й Південний мкр. – вул. Гарнізонна, **7** – вул. Базарна – вул. Технічна, **9** – вул. Олімпійська – вул. Богдана Завади, **14** – 3й Південий мкрн-н - Павлокічкас, **29** - Річковий вокзал – Мокрянський кар'єр, **37** – Південий ЖМС -Аертопорт, **40, 40a** – пр. Соборний - обл. лікарня, **42** – 4й Південний - 3й Шевченківський, **43** – 4й Південий - 3й Шевченківський, **44**

– Запоріжжя 1-Шевченківський, **46** – Космічний мкр-н - вул. Сергія Синенка, **50** – вул. Сергія Синенка - 4й Південий мкр-н, **52** – Універсам - Автовокзал, **55** – вул. Рубана- вокзал Запоріжжя-1, **61** – Арматурний з-д – 4-й Південний мкр., **62**– 4й Південний-Металургів, **63** – Космічний мкр-н – БК ЗАлК (по вул. Перемоги), **63a** – Космічний мкр-н – БК ЗАлК, **67** – Осипенківський - 3й Південий мкр-н, **74** – Запоріжжя 1-3й Шевченківський мкр-н, **75** – вул Героїв 37-го батальону – 4-й Південний мкр. **76** – вул.Олімпійська – вул. Розенталь, **17** – Осипенківський мкр-н – Вокзал Запоріжжя 1, **18** – Бородинський мкр-н – 4-й південний мкр-н, **59** – Набережна – вул. Чумаченка, **80** – Космічний мкр-н – Річковий порт, **81** – Бородинський мкр-н – 4-й Південний мкр., **84** – вокзал Запоріжжя 1 – Бородинський мкр-н, **85** – Набережна - вул Європейська, **88** – Бородинський - 4й Південий, **99** – Набережна- 4й Південий,

Тролейбусні маршрути : **3** – вул Піщана - 4-й Південний мкр., **8**– Симферопольське шосе - В. Хортиця, **14** – вул.Чумаченка - Набережна.

На перехресті проспекту Соборного і вулиці Поштової повертають праворуч трамвайні маршрути: **1** – Цирк – вокзал Запоріжжя-1, **3** – Запоріжжя -1 –Запоріжжя-Ліве, **16** –Запоріжжя-1 – Павло-Кічкас; а ліворуч повертають – **10** – майдан Волі – М'ясокомбінат, **12** – майдан Волі – Запоріжжя-Ліве, **14** – Цирк – Автострада, **15** – майдан Волі – Шевченківський мкр-н [3].

1.3 Характеристика транспортних та пішохідних потоків

Режим руху транспортного потоку формується під впливом багатьох факторів. Він змінюється як в просторі, тобто відносно дороги, так і в часі (година доби, сезон року). Основними факторами, що

формують режим руху, є: характеристики транспортного потоку , дорожні умови, стан транспортних засобів, особливості водіїв, погодні умови.

До характеристик транспортного потоку слід віднести: інтенсивність транспортного потоку; склад транспортного потоку .

До дорожніх умов слід віднести: ширину проїзної частини і узбіч; величину поздовжнього уклону; величину радіусу кривих в плані; відстань видимості; взаємне сполучення елементів дороги; наявність перешкод на дорозі і поруч з нею; стан проїзної частини і узбіч; ступінь облаштування пересічень і примикань в одному рівні; наявність на дорозі невдало розташованих місць відпочинку і обслуговування; довжину ділянок з несприятливими дорожніми умовами.

До стану транспортних засобів слід віднести: стан гальмівної системи; потужність двигуна; здатність автомобіля швидко розганятись; габаритні розміри і вагу автомобіля; ступень обладнання автомобілів засобами інформації водіїв інших автомобілів (сигнали повороту, гальмування).

До факторів, що залежать від водія, слід віднести: стаж роботи водія; стан водіїв; мету поїздки; психофізіологічні особливості водіїв.

До факторів, пов'язаних з погодними умовами, слід віднести: стан покриття (величина коефіцієнту зчеплення); відстань видимості; ширина проїзної частини взимку.

До факторів часу слід віднести: зміну інтенсивності руху за годинами доби; зміну складу і інтенсивності руху за сезонами року.

Сумісний вплив всіх вище згаданих факторів призводить до зміни режимів руху. В кожному конкретному випадку режим руху буде визначатися сполученням тих чи інших факторів. Зміна режимів руху у просторі обумовлено, головним чином, впливом дорожніх умов, а також зміною інтенсивності руху, складу транспортного потоку і погодних умов вздовж дороги.

На зміну режимів руху транспортного потоку у просторі в значній мірі впливає зміна складу транспортного потоку, яке може бути пов'язано з районом прокладання дороги, а також з сезоном року. Крім впливу факторів погодних умов і складу транспортного потоку зміна режимів руху може бути пов'язана із зміною технічного стану автомобілів, виникнення дорожньо-транспортної події, раптовою зупинкою автомобіля, тощо [4-6].

Вихідним параметром взаємодії всіх цих факторів є швидкість руху транспортного потоку. Ця характеристика найбільш повно відображує всі процеси, які мають місце в реальних умовах роботи транспортного потоку і прямо або посередньо пов'язана практично зі всіма факторами, які формують режими руху.

Інтенсивність руху – це кількість транспортних засобів, що проходять через перетин дороги за одиницю часу. Як розрахунковий період часу для визначення інтенсивності руху приймають рік, місяць, добу, годину та більш короткі проміжки часу (хвилини, секунди) залежно від поставленого завдання спостереження. На автомобільних дорогах можна виділити окремі ділянки й зони, де рух досягає максимальних розмірів, у той час як на інших ділянках він в кілька разів менший. Така просторова нерівномірність показує насамперед нерівномірність розміщення вантажо- та пасажироутворюючих пунктів та їхнього функціонування [7].

Найважливіше значення в проблемі організації руху має нерівномірність руху протягом року, місяця, доби й навіть години. Назва *години пік* є умовним і викликано лише тим, що година є основною одиницею виміру часу. Тривалість найбільшої інтенсивності руху може бути відповідно більше й менше години. Тому найбільш точним буде поняття піковий період, під яким мають на увазі тривалість часу, протягом якого інтенсивність, обмірювана по малих відрізках часу,

значно перевищує середню інтенсивність періоду найбільш жвавого руху.

Найбільш часто інтенсивність руху транспортних засобів і пішоходів у практиці організації руху характеризують її годинним значенням. При цьому найбільше значення має показник інтенсивності в години пік, тому що саме в цей період виникають найбільш складні завдання організації руху. Необхідно, однак, мати на увазі, що інтенсивність у годинники пік у різні дні тижня, місяця й року може мати неоднакове значення.

На протязі п'яти днів тижня був здійснено перелік інтенсивності транспортного та пішохідного потоків. Перелік здійснювався в різні дні тижня (понеділок, вівторок, середа, четвер, п'ятниця) та в різний час дня (ранковий період з 6.30 до 10.00, денний період з 10.00 до 15.00, вечірній період з 15.00 до 20.00). Інтенсивність зводилася до приведеної та розраховувалось середнє значення. Склад транспортного потоку характеризується співвідношенням у ньому транспортних засобів різного роду. Склад транспортного потоку значно впливає на всі параметри, що характеризують дорожній рух. Разом з тим склад потоку звичайно відбиває загальний склад парку автомобілів у країні, області, місті.

Склад транспортного потоку впливає на завантаження доріг, що пояснюється насамперед істотною різницею в габаритних розмірах автомобілів.

Склад транспортного потоку характеризується співвідношенням в ньому транспортних засобів різного типу. В залежності від переваги в потоці того чи іншого типу транспортного засобу умовно транспортний потік відносять до однієї з трьох груп:

- 1) змішаний потік (30 - 70 % легкових автомобілів, 70 - 30 % вантажних автомобілів);
- 2) переважно вантажний (> 70 % вантажних автомобілів);

3) переважно легковий (> 70 % легкових автомобілів).

Транспортний потік на ділянці Транспортної площі відноситься до третьої групи.

Склад транспортного потоку наведений у таблиці 1.1.

Напрямки, що позначені у табл. 1.1 числами:

- 1 – від вул. Базарна -прямо;
- 2 – від вул. Базарна – ліворуч;
- 3 – від автовокзалу прямо;
- 4 – від автовокзалу - праворуч;
- 5 – вул. Поштова (від шкл№11) – прямо;
- 6 – вул. Поштова (від шкл№11) – праворуч;
- 7 - вул. Поштова (від шкл№11) – ліворуч;
- 8 – від вул. Святого Миколая – прямо;
- 9 - від вул. Святого Миколая – праворуч;
- 10 - від вул. Святого Миколая – ліворуч (лист 2 графічної частини).

Таблиця 1.1 – Склад транспортного потоку у приведених одиницях

Напрявлення	Склад транспортного потоку							
	Легкових автомобілів	Мікроавтобусів	Вантажних автомобілів до 2х т	Вантажних автомобілів від 2х до 6 т	Вантажних автомобілів від 6 до 8 т	Автобусів	Тролейбусів	Трамваїв*
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ранковий період								
1	222	267	0	0	0	200	11	-
2	187	6	1	4	0	11	0	-
3	800	400	3	-	-	200	-	-
4	44	-	3	-	-	-	-	-
5	178	100	47	-	-	67	-	-
6	133	-	13	-	-	1	-	-
7	111	3	7	-	-	-	-	-
8	111	100	4	4	-	-	-	22

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	67	-	3	1	-	-	-	5
10	36	-	1	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	9
Разом	1887	876	82	9	-	479	11	36
Денний період								
1	444	267	-	-	-	200	5	-
2	89	3	1	-	-	4	-	-
3	489	267	47	-	-	120	-	-
4	22	-	10	1	-	-	-	-
5	67	47	27	-	-	-	-	-
6	17	4	20	-	-	1	-	-
7	67	40	33	-	-	-	-	-
8	102	-	5	4	-	-	-	10
9	116	-	3	3	-	-	-	4
10	22	-	1	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	4
Разом	1435	628	147	8	-	325	5	18
Вечірній період								
1	533	333	-	-	-	267	11	-
2	133	67	1	-	-	7	-	-
3	622	333	67	-	-	133	-	-
4	67	-	7	-	-	-	-	-
5	133	67	33	-	-	-	-	-
6	89	-	13	-	-	-	-	-
7	89	7	13	-	-	-	-	-
8	111	-	3	1	-	-	-	14
9	133	-	7	4	-	-	-	5
10	44	-	1	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	6
Разом	1954	807	145	5	-	407	11	25

* - кількість трамваїв надана в фізичних одиницях.

У напрямках вул – Базарна – праворуч у бік вулиць Святого Миколая та Поштової рух заборонений.

Загальний склад транспортного потоку на Транспортній площі наведений у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Загальний склад транспортний потік на Транспортній площі

Період часу	Склад транспортного потоку, %							
	Легкових автомобілів	Мікро-автобусів	Вантажних автомобілів до 2х т	Вантажних автомобілів від 2х до 6х т	Вантаж. Авт.- в від 6 до 8 т	Автобусів	Тролей-бусів	Трам-ваїв
Ранок	55,8	25,9	2,42	0,26	0	14,1	0,32	1,06
День	55,92	24,47	5,72	0,31	0	12,66	0,7	0,7
Вечір	58,25	24	4,32	0,14	0	12,1	0,32	0,74

Розподіл інтенсивності руху за часом доби на перехресті показано на рисунку 1.2.

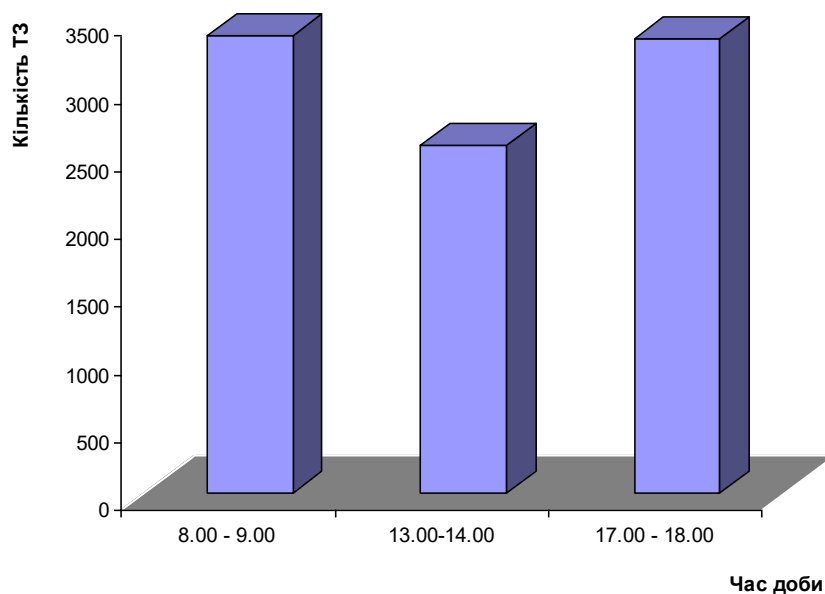


Рисунок 1.2 – Розподіл інтенсивності руху за часом доби на перехресті

Швидкість руху є найважливішим показником дорожнього руху, тому що характеризує його цільову функцію. Найбільш об'єктивною характеристикою швидкості транспортного засобу на дорозі може служити крива, що характеризує її зміну протягом усього маршруту руху.

Однак одержання таких просторових характеристик для безлічі автомобілів, що рухаються, є складним. У практиці організації руху прийнято характеризувати швидкість руху транспортних засобів миттєвими її значеннями V_a , зафіксованими в окремих типових точках дороги. Вимірювачем швидкості доставки вантажів і пасажирів є швидкість повідомлення V_p яка визначається як відношення відстані між точками повідомлення до часу знаходження транспортного засобу в шляху. Великою, зворотною швидкості повідомлення, є темп руху, що вимірюється часом, затраченим на подолання одиниці довжини шляху ($хв/км$). Цей вимірювач досить зручний для розрахунків часу доставки пасажирів і вантажів на різні відстані. Миттєва швидкість транспортного засобу й відповідно швидкість повідомлення залежать від багатьох факторів та схильні до значних коливань.

Швидкість транспортного засобу в межах його тягових можливостей у сучасному дорожньому русі визначає водій, що є керуючою ланкою в системі АВД. Водій постійно прагне вибрати найбільш доцільний режим швидкості, виходячи із двох головних критеріїв: мінімально можливої втрати часу й забезпечення безпеки руху. У кожному випадку на ухвалення рішення впливає характеристика водія: його кваліфікація, психофізіологічний стан, мета руху. Так, дослідження, проведені в однакових дорожніх умовах на одному типі автомобілів, показали, що швидкість руху автомобіля для різних водіїв високої кваліфікації може коливатися в межах $\pm 10\%$ від середнього значення, для малодосвідчених водіїв ця різниця набагато більша.

Також впливають параметри транспортних засобів і дороги на швидкість руху. Верхня межа швидкості визначається його максимальною конструктивною швидкістю яка залежить головним чином від питомої потужності двигуна. Максимальна швидкість сучасних автомобілів коливається в широких межах залежно від їхнього типу. Вона становить (приблизно): 200 км/год для легкових

автомобілів великого й середнього класу; 150 - для легкових автомобілів малого класу; 100 - для вантажних автомобілів середньої вантажопідйомності; 85 - для вантажних автомобілів великої вантажопідйомності й 75 км/год - для важких автопоїздів.

Спостереження показують, що водій веде автомобіль із максимальною швидкістю лише у виняткових випадках і короткочасно, тому що це сполучено з надмірно напруженим режимом роботи агрегатів автомобіля; крім того, наявні на дорозі навіть незначні підйоми вимагають для підтримки стабільної швидкості запасу потужності. Тому навіть при сприятливих дорожніх умовах водій веде автомобіль із максимальною швидкістю тривалого руху або крейсерською швидкістю. Крейсерська швидкість для більшості автомобілів становить 70-85% від максимальної швидкості. Таким чином, на прямолінійних і горизонтальних ділянках упоряджених доріг очікуваний діапазон миттєвих швидкостей для різних типів сучасних автомобілів при їхньому вільному русі становить 60 - 160 км/год [8].

Однак реальні дорожні умови вносять істотні виправлення у фактичний діапазон спостережуваних швидкостей руху. Ухили, криволінійні ділянки й нерівності покриття дороги звичайно викликають зниження швидкості як внаслідок великої витрати потужності й обмеженості динамічних властивостей автомобілів, так й у зв'язку з необхідністю забезпечення стійкого руху транспортних засобів. Ці об'єктивні фактори особливо позначаються на швидкості найбільш швидкохідних автомобілів. У зв'язку із цим фактичний діапазон миттєвих швидкостей вільного руху автомобілів на горизонтальних ділянках магістральних вулиць і доріг нашої країни становлять 50 - 120 км/ч. Ці цифри не відносяться до доріг, що не мають належного покриття або зі зруйнованим покриттям, де швидкість може понизитися до 10-15 км/год – навіть досягти ще меншого значення.

Результати вимірювань групуємо і обробляємо відповідно методам математичної статистики та вносимо їх до відомості обробки даних швидкостей руху автомобілів.

Перед тим, як почати вимірювання, визначимо представництво експериментальної вибірки. При експериментальному дослідженні дорожнього руху потрібно забезпечити достатній об'єм інформації, який дозволить дати об'єктивну оцінку параметра, що вивчається.

Після обробки за допомогою статистичних функцій додатку Excel отримано для напрямку вул. Базарна- Автовокзал $\bar{V} = 50,23$ км/год, $\sigma_v = 1,81$ км/год. Відповідно до цих значень швидкість 85%-го забезпечення дорівнює 52,11 км/год. Для напрямку Автовокзал – вул. Базарна - $\bar{V} = 41,93$ км/год, $\sigma_v = 2,71$ км/год. Відповідно до цих значень швидкість 85%-го забезпечення дорівнює 44,74 км/год. Оскільки значення швидкості повинні бути кратними 5 км/год, тому швидкість координації приймаємо 55 км/год. та 45 км/год. відповідно.

Суттєвий вплив на швидкість руху роблять ті елементи дорожніх умов, які пов'язані з особливостями психофізіологічного сприйняття водія та упевненістю керування, підкреслюючи нерозривність елементів системи АВД і вирішальний вплив водіїв на характеристики сучасного дорожнього руху.

Значний вплив на фактичну швидкість руху автомобілів роблять метеорологічні умови, а в темний час доби - освітлення дороги. Таким чином, швидкість вільного руху у зв'язку з тим, що на неї впливають багато причин, є випадковою величиною і для потоку однотипних автомобілів характеризується звичайно нормальним законом розподілу або близьким до нього. Швидкість сполучення визначається також частотою зупинок, які доводиться робити для пропуску перетинаючих потоків транспортних засобів, а також посадки - висадки пасажирів.

Будь-яке зниження швидкості руху транспортних засобів у порівнянні з розрахунковою швидкістю для даної ділянки дороги, а тим більше перерва в русі (зупинка), приводять до втрати часу й відповідно до економічних втрат. Тому при організації дорожнього руху особлива увага повинне бути звернене на затримки руху. До затримок варто відносити не тільки всі змушені зупинки транспортних засобів перед перехрестями, залізничними переїздами, при заторах на перегонах, але також і зниження швидкості транспортного потоку в порівнянні з розрахунковою (або дозволеною) для даної дороги.

При визначенні оптимальної швидкості руху необхідно враховувати не тільки втрати часу, але й витрати, пов'язані з витратою палива, зношуванням автомобіля, аварійністю, які можуть збільшуватися в міру економії часу (росту швидкості).

Для руху транспортних потоків з оптимальною швидкістю необхідно підвищити перепускную спроможність вулиць та магістралей, а це можливо лише за допомогою раціональної організації руху пішохідних потоків.

До основних показників, що характеризують пішохідні потоки, відносяться швидкість, інтенсивність і щільність пішохідного руху. Швидкість руху людини спокійним кроком коливається в середньому в межах від 0,5 до 1,5 м/с і залежить від: віку й стану здоров'я; мети пересування; дорожніх умов (рівності, поздовжнього ухилу й слизькості покриття); навколишнього середовища (видимості, опадів, температури повітря).

Відповідно до проведеного в МАДІ дослідженням [9], залежно від типу й стану дорожнього покриття швидкість руху пішоходів на пішохідних переходах при темпі руху, що вважається по візуальній оцінці спокійним кроком, може змінюватися в 2,2 рази, залежно від віку – в 1,7 рази, від довжини переходу – в 1,4 рази. Швидкість руху пішоходів на переходах вулиць із широкою проїзною частиною

більша, ніж на вузькій проїзній частині. Пересування пішоходів можуть також характеризуватися величиною, зворотною швидкості, – темпом руху, вимірюваним у с/м. На швидкість руху людей в умовах інтенсивного пішохідного потоку істотний вплив робить його щільність, при досягненні значення якої більш ніж 0,5 люд/м² створюються відчутні перешкоди в пішохідному потоці, що сприяє зниженню швидкості пішохідного потоку. Крім того, дуже істотним фактором є психологічний вплив небезпеки на пішоходи при переході ними через проїзну частину, у зв'язку із чим на переходах швидкість значно вища, ніж при русі по тротуарах або тим більше по прогулянкових паркових алеях.

В якості середніх показників швидкості пішоходів приведені у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Значення швидкості пішоходів

Місце руху	Значення, м/с
Рух по тротуару:	
у вільних умовах	0,6-0,8
у стиснутих умовах	0,4-0,5
Рух по наземних пішохідних переходах:	
при малій щільності руху	1,1-1,3
при високій щільності руху	0,8-1,0
Рух по алеї	0,5

Однак швидкість руху людей може бути й значно вища наведених величин, особливо це характерно для чоловіків у віці 19-25 років, які можуть при швидкому кроці розвивати швидкість 3,3 - 3,6 м/с, а при швидкому бігу до 6 - 7 м/с. При цьому різко збільшується відстань, на якій людина може зупинитися при виявленні небезпеки. Якщо при русі спокійним кроком ця відстань на сухому покритті не перевищує

1-1,5 м, то при зазначених вище швидкостях руху зупинний шлях зростає до 3,3-9 м. Ця обставина з більшою для водіїв раптовістю появи на проїзній частині людей створює підвищену небезпеку й повинна роз'яснитися при проведенні виховної роботи з учасниками руху.

Інтенсивність руху пішоходів коливається в дуже широких межах залежно від характеру вулиці або дороги й від розташованих на них об'єктів притяжіння. Особливо висока інтенсивність руху пішоходів характерна для головних і торговельних вулиць великих міст, а також у зоні транспортних пересадних вузлів (вокзали, станції та ін.). Як правило, на пішохідних переходах при цьому інтенсивність руху становить 20 - 25% обсягу руху вздовж вулиці [10,11].

Для пішохідних потоків характерна значна нерівномірність протягом доби, так період найбільш жвавого руху спостерігається протягом 12 годин. Протягом цього періоду коефіцієнт годинної нерівномірності може бути прийнятий орієнтовно 1,5. Однак дані для розробки конкретних рішень повинні бути отримані натурними спостереженнями. Щільність пішохідного руху коливається в широких межах і впливає на швидкість руху пішоходів і відповідно на пропускну здатність пішохідних шляхів. Так само, як і для транспортного потоку, гранична щільність пішохідного руху визначається відповідними габаритними розмірами об'єктів, що рухаються. Так, габаритна площа людини в статичному положенні в літньому одязі становить 0,1—0,2 м², у зимовому одязі може досягати 0,25 м², а при наявності ручної поклажі може збільшуватися до 0,5 м².

Одним з додаткових показників, якому необхідно застосовувати при рішенні питань організації пішохідних переходів, є час затримок. Затримки можна визначати за фактичним часом, загубленому кожною людиною, змушеною чекати можливості переходу, або за

середнім значенням цього часу, віднесеному до кожного пішохода, що проходить через даний перехід.

Інтенсивність пішохідного потоку на перехресті пр. Соборного та вул. Поштової та Святого Миколая в залежності від часу приведена в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5- Інтенсивність пішохідного потоку

Напрямок 11	Напрямок 12	Напрямок 13	Напрямок 14	Напрямок 15
в ранковий годинний пік				
198	71	71	115	115
в денний період часу				
126	88	88	132	132
в вечірній годинний пік				
75	37	37	45	45

Напрямок 11 – через вул. Поштову біля школи № 11

Напрямок 12 - через вул. Святого Миколая

Напрямок 13 – через вул. Поштову

Напрямки – 14,15 – через пр. Соборний

1.4 Характеристика та аналіз дорожніх умов

"Дорожні умови" (ДУ) розуміють як сукупність геометричних параметрів і транспортно-експлуатаційних якостей дороги, які мають безпосереднє відношення до руху. Ця сукупність параметрів може бути поділена на дві групи: постійні і змінні.

До постійних відносяться параметри і характеристики доріг, що не змінюються в часі, в процесі експлуатації або змінюються дуже рідко (під час реконструкції або капітального ремонту). Це параметри поздовжнього профілю, радіуси кривих в плані, довжини прямих і кривих тощо (лист 3 графічної частини).

До змінних відносяться параметри і характеристики доріг, що змінюються на протязі року в результаті сезонних коливань метеорологічних умов і якості утримання дороги. Це - стан покриття і обочин, ширина проїзної частини і обочин, наявність і стан з'їздів і перетинань, стан інженерного улаштування доріг, видимість в плані тощо.

Найважливішим фактором, що впливає на режими руху через сприйняття водія, є відстань видимості на дорозі й ширина смуги руху. Під відстанню видимості розуміється довжина ділянки дороги перед автомобілем, видимого водієм. Ця величина визначає можливість для водія завчасно оцінити умови руху й спрогнозувати обставини. Обов'язковою умовою безпеки руху є перевищення відстані видимості над величиною зупинного шляху даного транспортного засобу в конкретних дорожніх умовах.

При малій дальності видимості водій втрачає можливості прогнозувати обставини, відчуває невпевненість і знижує швидкість автомобіля.

Ширина смуги руху, призначеної для руху одного ряду автомобілів і виділена звичайно поздовжньою розміткою, потребує точність траєкторії руху автомобіля. Чим менша ширина смуги, тим більш тверді вимоги пред'являються до водія й тим більша його психічна напруга при забезпеченні точного положення автомобіля на дорозі.

Дорожні умови є важливою складовою частиною умов руху і визначними в формуванні режимів руху, його зручності і безпеки. Всі

параметри, що складають дорожні умови, впливають на стан дороги, взаємодію автомобіля з дорогою, самопочуття водія і в кінцевому результаті на режим і безпеку руху. Однак, цей вплив проявляється по-різному і в різній мірі. Так, на механічну взаємодію автомобіля з дорогою безпосередній вплив чинять поздовжні і поперечні уклони проїзної частини, радіуси кривих в плані і профілі, рівність, зчіпні якості покриттів. Ширина проїзної частини і узбіччя впливає на можливість маневрування автомобіля по ширині і взаємодії зустрічних або попутних потоків руху.

Видимість в плані і профілі, крутість укосів, зовнішній вигляд дороги психологічно впливають на водія і його емоційний стан. Крім цього, на стан водіїв суттєвий вплив має рівність покриття, сумісність геометричних параметрів плану і профілю, організації руху тощо.

На режим руху найбільший вплив мають такі геометричні параметри як ширина проїзної частини і узбіччя, величини поздовжніх уклонів, радіуси кривих в плані і видимість в плані і профілі. Встановлено функціональні залежності швидкості руху від вказаних параметрів, а також суттєвий вплив геометричних параметрів на безпеку руху.

Багато елементів дороги впливають не прямо, а побічно на умови руху. Так, наприклад, міцність земельного полотна і дорожнього одягу впливають на рівність покриття і через неї на швидкість і безпеку руху. Висота насипу і глибина виїмки, крутизна укосів визначають снігозаносність дороги, тобто умовами руху взимку. Велике значення має взаємне поєднання цих характеристик і елементів.

Крім геометричних параметрів на режим руху суттєвий впливають транспортно-експлуатаційні характеристики, з яких найбільш важливими є рівність і коефіцієнт зчеплення покриття. Обидва параметри в значній мірі залежать від міцності дорожнього одягу і структури поверхні покриття, але найбільший вплив має стан покриття і

узбіччя. Під дією погодно-кліматичних факторів поверхня покриття може бути сухою чистою, сухою забрудненою, мокрою чистою, мокрою брудною, покритою частково снігом і повністю засніженою, покритою плівкою ожеледиці. Всі ці стани інтегрально можуть бути оціненими показником рівності і коефіцієнтом зчеплення покриття. Всі ці показники змінюються не тільки по довжині дороги, але й в часі.

Всі ці моменти необхідно враховувати при оцінці дорожніх умов, а також при аналізі їх відповідності вимогам транспортних потоків.

Важливе значення в питаннях організації і безпеки руху належить проїзній частині автомобільної дороги, тобто кількості, ширині і розміщенню смуг для руху транспортних потоків.

При проектуванні автомобільних доріг безпека дорожнього руху забезпечується суворим додержанням нормативів. Основними характеристиками плану дороги є радіуси кругових кривих. На кривих з радіусом рівним або більшим нормативного забезпечується стійкість автомобіля проти заносу при умові, що він рухається зі швидкістю, яка не перевищує розрахункову.

Основними транспортно-експлуатаційними характеристиками повздожнього профілю є уклони підйомів та спусків, радіуси випуклих та вгнутих вертикальних кривих. Раціональне поєднання цих елементів забезпечує необхідну видимість дороги, створює умови для безпечного руху автомобілів з розрахунковими швидкостями. Невдале розміщення цих елементів, або недотримання їх нормативних величин знижує середню швидкість, збільшує різницю між швидкостями руху окремих автомобілів, сприяє збільшенню кількості і тяжкості ДТП.

На крутих підйомах та спусках спостерігається збільшення різниці між швидкістю найбільш швидкісних та тихохідних автомобілів. Значні уклони впливають на довжину гальмівного шляху, так на спусках довжина шляху гальмування збільшується. Саме цими причинами можна пояснити зростання кількості ДТП на кривих підйомах і спусках.

Аналіз багатьох даних підтверджує доцільність обмежених подовжніх похилів на автомобільних дорогах вищих категорій до 30%о - 40%о.

Основні причини деформації доріг. Руйнування й деформації автомобільних доріг і дорожніх споруджень викликаються впливом природно-кліматичних факторів і транспортних засобів. Під впливом транспортних засобів накопичуються залишкові деформації, що приводять до руйнування дорожніх одягів. Цьому сприяють природно-кліматичні фактори, що викликають перегрів, перезволоження, промерзання й вивітрювання дорожнього одягу, а також ґрунту земляного полотна.

Так, восени під впливом атмосферних опадів й у результаті підйому рівня ґрунтових вод ґрунт земляного полотна значно перезволожиться, що приводить до його розущільненню й навіть втрати несучої здатності. Узимку, у період промерзання земляного полотна, відбувається подальший приплив ґрунтових вод до обрію промерзання, що веде до подальшого перезволоження земляного полотна і його розущільненню. Навесні, під час відтавання земляного полотна, ґрунт найбільш перезволожений і розущільнений. У цей період конструкція дорожнього одягу має найменшу міцність. Під впливом зазначених факторів і транспортних навантажень руйнується дорожній одяг і земляне полотно. Все це необхідно враховувати при контролі робіт з ремонту й утримання автомобільних доріг.

Освітлення доріг та заходи з розпізнавання інженерно-дорожнього облаштування в темну пору доби. Більшість тієї інформації, яку сприймають і використовують водії, до них надходить через органи зору. Тому умови видимості відіграють величезну роль у можливості безпечної їзди. В темноті очі сприймають контрасти, деталі і рухи вздовж дороги значно гірше, ніж вдень. Це є однією з причин чому небезпечність ДТП в темноті значно вища, ніж при денному світлі, причому це відноситься до всіх груп учасників руху. Для моторизованих

транспортних засобів ризик скоєння ДТП в темряві в 1,5-2,0 рази вищий, ніж при денному світлі.

Освітлення доріг та інші заходи, вжиті для підвищення розпізнавання інженерно-дорожнього облаштування, повинні знизити ризик виникнення ДТП за рахунок того, що вони полегшують можливість визначення меж дороги, виявлення інших учасників руху, підвищують розпізнавання дорожніх знаків, сигнальних стовпчиків, покажчиків напрямку руху та розмітки, світлофорів (лист 4 графічної частини).

Дорожнім освітленням є будь-яке штучне освітлення доріг, вулиць, перехресть та пішохідних доріжок. Для підвищення розпізнавання дорожніх знаків використовують світлоповертальну плівку, яку наклеюють на щиток знака, а для кращої видимості дорожньої розмітки та сигнальних стовпчиків використовують світлоповертальні скляні мікрокульки, які наносять на поверхню розмітки та сигнальних стовпчиків.

1.5 Стан та аналіз аварійності

Статистика дорожньо-транспортних пригод. Дорожньо-транспортною подією називають подію, що порушила нормальний процес дорожнього руху і викликала поранення, загибель людей чи пошкодження транспортних засобів і дорожніх споруд. Аналіз обставин виникнення дорожньо-транспортних подій дозволив виявити їх спільні риси, що дало можливість розробити класифікацію дорожньо-транспортних подій.

Зараз прийнята наступна класифікація дорожньо-транспортних подій:

– зіткнення, коли механічні транспортні засоби, що рухаються, зіткнулися між собою;

- перекидання, коли механічний транспортний засіб втратив стійкість і перекинувся;
- наїзд на нерухому перешкоду, коли механічний транспортний засіб наїхав або ударився в нерухомий предмет;
- наїзд на пішохода, коли механічний транспортний засіб наїхав на людину або вона сама наштовхнулася на механічний засіб, що рухався, і отримала травму;
- наїзд на транспортний засіб, що стоїть, коли механічний транспортний засіб наїхав або ударився в механічний транспортний засіб, що стоїть;
- наїзд на гужовий транспорт;
- наїзд на тварин;
- інші події.

Згідно "Закону про дорожній рух" та правил дорожнього руху облік дорожньо-транспортних подій повинен проводитися органами внутрішніх справ, підприємствами і організаціями, міністерствами і відомствами, що мають транспортні засоби, дорожніми і комунальними організаціями. Лікувальні і профілактичні установи, Міністерство охорони здоров'я, другі міністерства і відомства ведуть облік постраждалих, які при міністерства і відомства ведуть облік постраждалих, які при дорожньо-транспортних подіях звернулися або були доставлені для проявлення медичної допомоги.

Прийнята система обліку дорожньо-транспортних подій дає можливість оцінити стан аварійності, визначити розміри втрат, що несе суспільство в результаті аварій, аналізувати умови і причини виникнення дорожньо-транспортних подій і приймати міри по їх ліквідації.

В число загиблих при дорожньо-транспортних подіях включаються люди, які померли від отриманих поранень на місці дорожньо-транспортної події або на протязі семи діб з моменту події. В число поранених при дорожньо-транспортній події включаються люди, які

отримали тілесні пошкодження, що викликали втрату працездатності або необхідність госпіталізації на строк не менше одного дня, чи призначення амбулаторного лікування після подачі першої медичної допомоги. Призначення амбулаторного лікування підтверджується документами медичних закладів.

Облікова картка дорожньо-транспортної події створюється на основі первинних документів, що оформлюється черговою групою державної автомобільної інспекції на місці дорожньо-транспортної події (протокол або довідку про дорожньо-транспортну подію, схема дорожньо-транспортної події, протокол огляду транспортних засобів, протокол огляду місця дорожньо-транспортної події, пояснення водіїв, показання свідків).

До місць концентрації ДТП необхідно відносити окремі ділянки автомобільних доріг, що мають специфічні умови руху і заздалегідь відомі як аварійно - небезпечні (перехрестя в одному рівні, залізничні переїзди, круті підйоми і спуски, криві в плані з радіусом, меншим нормативного, наземні пішохідні переходи, майданчики для зупинки і стоянки автомобілів, автобусні зупинки, автозаправні станції, місця з розташуванням споруд побутово-торговельного призначення та інших служб дорожнього сервісу), де скоїлось за останні три повні календарні роки чотири або більше ДТП чи три за останній повний календарний рік за умови, коли значення $K_{лр}$ перевищує 0,4.

Перехрестя Транспортної площі є достатньо складним. Так як перетинаються чотири вулиці – це проспект Соборний, вулиці Поштова, Святого Миколая, Земського лікаря Лукашевича. Є перетинання трамвайних колій у трьох напрямках. Статистичні дані про дорожньо-транспортні пригоди у цьому районі за п'ять років наведені у таблиці 1. 6.

Основною задачею детального дослідження обставин дорожньо-транспортних пригод є виявлення їх реальних причин з метою вибори саме тих заходів організації дорожнього руху, що максимально

впливатимуть на зниження імовірності виникнення саме цих видів дорожньо-транспортних пригод (лист 5 графічної частини).

Таблиця 1.6 – Загальна статистика дорожньо-транспортних подій

	Дата скоєння ДТП	Час скоєння ДТП	Наслідки ДТП	Місце скоєння ДТП	Вид ДТП
1	2	3	4	5	6
2013 рік					
1	31.01.	11-00	1-0-0	б.24 пр. Соборний	зіткнення
2	4.03.	7.50	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Зіткнення
3	11.03	13.35	1-0-0	б.22 пр. Соборний	Зіткнення
4	16.03	11.00	1-0-1	Перехр. 3 вул Горького	Наїзд на пішохода
5	27.03	13.10	1-0-0-	б.20 пр. Соборний	Зіткнення
6	7.04	23.40	1-0-1	Зуп. Вул. Базарна	Наїзд на пішохода
7	12.04	12-50	1-0-1	Зуп. Вул. Базарна	Наїзд на нер.авто
8	01.06	14.30	1-0-0	б.22 пр. Соборний	Зіткнення
9	03.06	12-20	1-0-0	б.24 пр. Соборний	Зіткнення
10	10.07	11-50	1-0-0	ел.оп.347	зіткнення
11	25.07	8.40	1-0-0	б.22 пр. Соборний	Зіткнення
12	12.08	13-00	1-0-0	пер.пр.Соборний з вул. Святого Миколая	Зіткнення
13	06.10	12.10	1-0-0	б.26 пр. Соборний	Зіткнення
14	11.10	19-10	1-0-0	б.23 пр. Соборний	Зіткнення
15	02.11	18-40	1-0-0	Пер.з вул Амосова	Зіткнення
16	03.11	14.00	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
17	06.11	10.40	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
18	07.11	18.05	1-0-0	б.24 пр. Соборний	Зіткнення
19	09.12	21-05	1-0-3	б.23 пр. Соборний	Зіткнення
20	11.12	23-00	1-0-1	х Транспортна площа	Наїзд на пішохода
21	12.12	7-30	1-0-1	Зуп.в. Базарна	Наїзд на пішохода
2014 рік					
1	05.01	17.00	1-0-0-	Ел опора	Наїзд на перешкоду

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6
2	10.01	12-00	1-0-0	б.23 пр. Соборний	Зіткнення
3	16.01	14-45	1-0-0	Ел опора	Наїзд на перешкоду
4	28.01	15-30	1-0-0	б.26 пр. Соборний	Зіткнення
5	11.02	14-00	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
6	16.02	15-50	1-0-0	Ел опора	Наїзд на перешкоду
7	12.03	10-40	1-0-0	х Транспортна площа	Зіткнення
8	15.03	20-50	1-0-1	Б.26 пр. Соборний	Наїзд на пішохода
9	21.03	14-00	1-0-0	х вул Амосова	Зіткнення
10	23.03	12-30	1-0-1	х Транспортна площа	Зіткнення
11	28.03	18.30	1-0-1	Зуп.в. Базарна	Наїзд на пішохода
12	05.04	10-00	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
13	13.04	13-00	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
14	27.04	15\0-00	1-0-1	х Транспортна площа	Наїзд на пішохода
15	27.04	18-30	1-0-1	х вул Амосова	Зіткнення
16	28.04	9-30	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
17	08.05	17-30	1-0-0	б.23 пр. Соборний	Зіткнення
18	22.05	14-00	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
19	24.05	22.30	1-0-1	Б.26 пр. Соборний	Наїзд на пішохода
20	05.06	15-00	1-0-0	Б.13 пр. Соборний	Наїзд на нерух.авто
21	16.06	17.35	1-0-0	х Транспортна площа	Зіткнення
22	25.06	11-50	1-0-0	х Транспортна площа	Зіткнення
23	09.07	11-00	1-0-1	Ел опора	Наїзд на перешкоду
24	13.07	22-15	1-0-1	х Транспортна площа	Наїзд на пішохода
25	14.07	19.30	1-0-0	х Транспортна площа	Зіткнення
26	29.07	16.10	1-0-0	Ел опора	Наїзд на перешкоду
27	07.08	14.00	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Зіткнення
28	15.08	17.50	1-0-0	б.28 пр. Соборний	Зіткнення
29	19.08	14.50	1-0-0	б.24 пр. Соборний	Наїзд на перешкоду
30	03.09	23-00	1-0-1	Вул Базарна	Зіткнення

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6
31	07.09	17.30	1-0-0	Міст. р. Мокра Московка	Зіткнення
32	09.09	8-10	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Зіткнення
33	21.09	16-20	1-0-0	х Транспортна площа	Зіткнення
34	21.10	13-00	1-0-0	х Транспортна площа	Зіткнення
35	03.12	12-30	1-0-0	Ел опора	Наїзд на перешкоду
36	12.12	18-20	1-0-0	Ел опора	Наїзд на перешкоду
37	12.12	19-45	1-0-0	Ел опора	Зіткнення
38	13.12	17-15	1-0-0	Ел опора	Зіткнення
39	14.12	15-00	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
40	14.12	21.20	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
41	27.12	15.00	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
2015 р.					
1	15.01	15.20	1-0-0	Ел опора	Зіткнення
2	23.01	16-00	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
3	03.02	19.00	1-0-0	б.23 пр. Соборний	Нерух.авто
4	13.02	14.05	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
5	27.03	15.00	1-0-0	б.26 пр. Соборний	Нерух.авто
6	29.03	9-15	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Зіткнення
7	08.04	10-35	1-0-0	Перехр. з вул Горького	Зіткнення
8	18.04	17.30	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
9	20-04	19-00	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Наїзд на велосипед.
10	21.04	10.30	1-0-0	Ел опора	Наїзд на перешкоду
11	25.04	16-40	1-0-0	Ел опора	Нерух.авто
12	04.05	14.10	1-0-0	Вул Базарна	Зіткнення
13	13.05	18.30	1-0-0	Ел опора	Нерух.авто
14	20.05	02-00	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Зіткнення
15	20.05	10.00	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
16	20.05	11.30	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Зіткнення
17	20.05	16.00	1-0-0	б.26 пр. Соборний	Зіткнення
18	28.05	16.30	1-0-0	Ел опора	Нерух.авто

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6
20	12.08	13.40	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
21	17.08	18.0	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
22	12.09	9-45	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
23	12.09	17-30	1-0-0	б.28 пр. Соборний	Наїзд на перешкоду
24	30.09	12-20	1-0-0	Ел опора	Зіткнення
25	07.10	19-20	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
26	21.10	9-00	1-0-1	Транспортна площа	Наїзд на пішохода
27	21.10	10.-5	1-0-0	Пер.з вул Амосова	Зіткнення
28	14.11	14-20	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
29	05.12	9-30	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
30	10.12	20-00	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Зіткнення
31	25.12	13-20	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Зіткнення
2016 р.					
1	20.01	15-20	1-0-0	б.13 пр. Соборний	Зіткнення
2	24.01	12.00	1-0-0	б.15 пр. Соборний	Зіткнення
3	24.01	13-45	1-0-0	х з вул.Горького	Зіткнення
4	06.02	12.00	1-0-0	б.22 пр. Соборний	Зіткнення
5	14.02	11-30	1-0-0	х з вул.Кірова	Зіткнення
6	19.02	12-30	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
7	09.04	11-00	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
8	02.05	17-20	1-0-0	х з вул. Поштова	Зіткнення
9	15.05	8-15	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
10	30.06	12-30	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
11	13.07	8.30	1-0-0	б.17 пр. Соборний	Зіткнення
12	20.07	13-05	1-0-0	х з вул. Амосова	Зіткнення
13	01.08	11-15	1-0-0	Ел опора	Нерух.авто
14	06.08	15-30	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
15	26.08	11-30	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
16	19.09	9-35	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
17	28.09	8-15	1-0-1	Транспортна площа	Зіткнення
18	29.10	13-30	1-0-0	б.24 пр. Соборний	Зіткнення
19	30.10	13.10	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
20	15.12	14-50	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
21	31.12	19-20	1-0-0	б.22 пр. Соборний	Зіткнення

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	4	5	6
2017 р.					
1	13.01	16.30	1-0-0	б.17 пр. Соборний	Зіткнення
2	19.01	14-15	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
3	24.02	12-55	1-0-0	б.13 пр. Соборний	Зіткнення
4	10.03	12-00	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
5	13.03	8-00	1-0-0	б.23 пр. Соборний	Зіткнення
6	25.03	10-35	1-0-0	б.22 пр. Соборний	Зіткнення
7	26.03	9-55	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
8	17.04	13-25	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
9	03.05	13-20	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
10	14.05	17-20	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
11	22.06	9-00	1-0-0	Транспортна площа	Нерух.авто
12	22.06	9.55	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
13	27.07	11-20	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
14	16.08	16-30	1-0-1	х з вул. Амосова	Наїзд на пішохода
15	17.08	21-30	1-0-1	б.14а пр. Соборний	Наїзд на пішохода
16	31.08	14-00	1-0-0	Транспортна площа	Нерух.авто
17	04.09	12-50	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
18	05.09	10-30	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
19	10.09	17.45	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
20	24.09	15.00	1-0-0	б.22 пр. Соборний	Нерух.авто
21	25.09	13.30	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
22	30.09	15-00	1-0-0	б.23 пр. Соборний	Зіткнення
23	10.11	16-10	1-0-0	Ел. опора	Зіткнення
24	30.11	10-00	1-0-0	х з вул Святого Миколая	Зіткнення
25	02.12	9-30	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення
26	14.12	19-30	1-0-0	Транспортна площа	Зіткнення

Аналіз дорожньо-транспортних пригод. Детальний аналіз всіх видів ДТП неможливий без виявлення факторів і причин, що їх викликають. Погляди на фактори і причини, що лежать в основі ДТП,

мінються з накопиченням досвіду організації руху і дослідних робіт в області безпеки руху.

Якісний аналіз ДТП служить для встановлення причинно-наслідкового зв'язку виникнення ДТП і ступені їх впливу на тяжкість наслідків ДТП. Цей аналіз дозволяє виявити причини і фактори виникнення ДТП.

Аналіз причин виникнення дорожньо-транспортних подій дозволив звести їх в наступні однорідні по характеру групи:

- недотримання правил дорожнього руху учасниками цього руху;
- неправильний вибір швидкісного режиму руху;
- незадовільний технічний стан механічних транспортних засобів;
- неправильне розміщення і кріплення вантажу;
- незадовільне обладнання і утримання елементів дороги і дорожньої обстановки;
- незадовільна організація дорожнього руху.

Не дивлячись на те, що кожна ДТП є випадкове явище, аналітичний аналіз великого об'єму інформації дозволяє знаходити спільні закономірності її виникнення. Існують три характерні напрямки вивчення матеріалів обліку ДТП, які необхідні для цілей організації дорожнього руху:

1. Оцінка стану аварійності на визначеній території і виявлення тенденцій в її змінах в зв'язку з заходами по організації дорожнього руху, що проводилися.

2. Виявлення причин і факторів, обумовлених виникненням ДТП, і розробка заходів для їх ліквідації.

3. Виявлення місць і ділянок дороги з найбільшою концентрацією ДТП.

Відповідно трьом напрямкам аналізу виділяються і три його метода: кількісний, якісний і топографічний.

Кількісний аналіз ДТП оцінює рівень аварійності по місцю і часі їх звершення. Топографічний аналіз призначений для визначення місць

концентрації ДТП в просторі. Розрізняють три види топографічного аналізу: карту ДТП, лінійний графік ДТП, масштабну схему (ситуаційний план) ДТП.

Кількісний аналіз дорожньо-транспортних подій.

Аналіз статистики дорожньо-транспортних подій за п'ять років наведений в таблиці 1.22, показав, що простежується тенденція зростання кількості подій.

Загальна кількість ДТП по роках наведена у таблиці 1.7 та на рисунку 1.3.

Таблиця 1.7 – Аналіз дорожньо-транспортних подій по роках

2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.
21	41	31	21	26

Аналіз розподілу дорожньо-транспортних подій по видам наведений в таблиці 1.8, показав, що переважаючими видами є наїзд зіткнення і на пішохода.

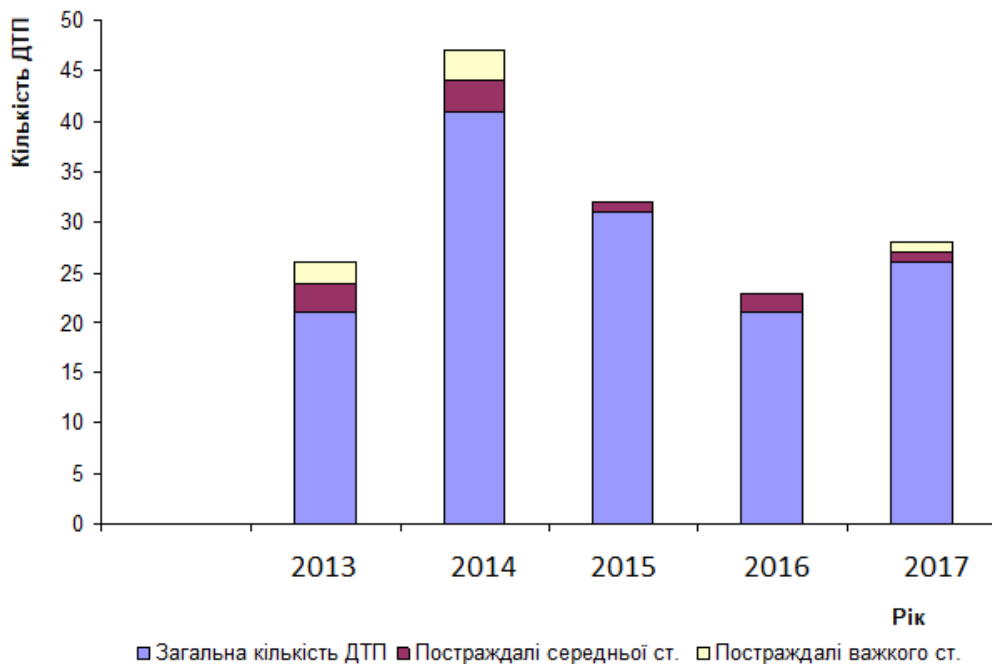


Рисунок 1.3 - Загальна кількість ДТП та постраждалих в ДТП за 5 років

Аналіз ДТП за видами наведений у таблиці 1.8 і показаний на рисунку 1.4.

Таблиця 1. 8 – Аналіз дорожньо-транспортних подій за видами

Вид ДТП	Роки				
	2010	2011	2012	2013	2014
Зіткнення	13-0-3	29-0-4	23-0-3	20-0-0	21-0-0
наїзд на пішохода	4-0-4	4-0-4	-	-	2-0-2
наїзд на нерухомий транспорт	1-0-1	6-0-1	4-0-0	1-0-0	3-0-0
падіння	-	1-0-1	1-0-1	-	-
Наїзд на перешкоду	3-0-0	1-0-1	2-0-0	-	-
Наїзд на велосипедиста	-	-	1-0-0	-	-

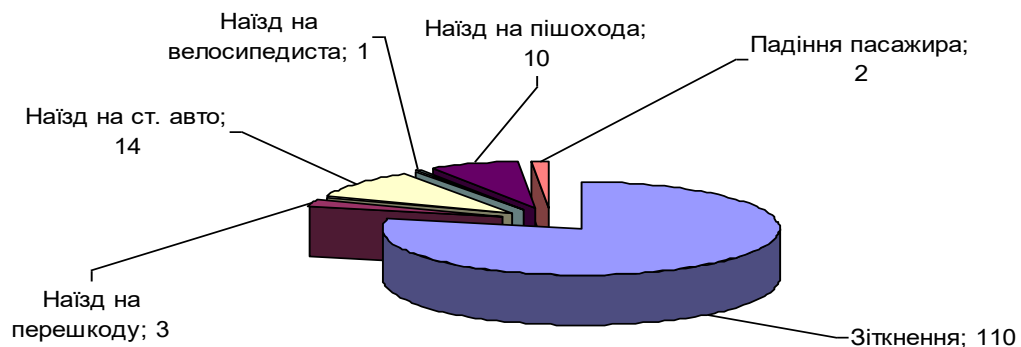


Рисунок 1.4 – Аналіз ДТП за видами за 5 років

Статистика розподілу дорожньо-транспортних подій по місяцям року наведено в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Статистика дорожньо-транспортних подій по місяцям року

Місяць	Кількість ДТП					
	2010	2011	2012	2013	2014	Загалом
Січень	1	4	2	3	2	12
Лютий	0	2	2	3	1	8
Березень	4	5	2	0	4	15
Квітень	2	5	5	1	1	14
Травень	0	3	8	2	2	15
Червень	2	3	0	1	2	8
Липень	2	4	0	1	2	9
Серпень	1	3	2	3	3	12
Вересень	0	2	3	2	6	13
Жовтень	2	0	3	2	-	7
Листопад	4	0	1	0	2	7
Грудень	3	0	3	2	2	10

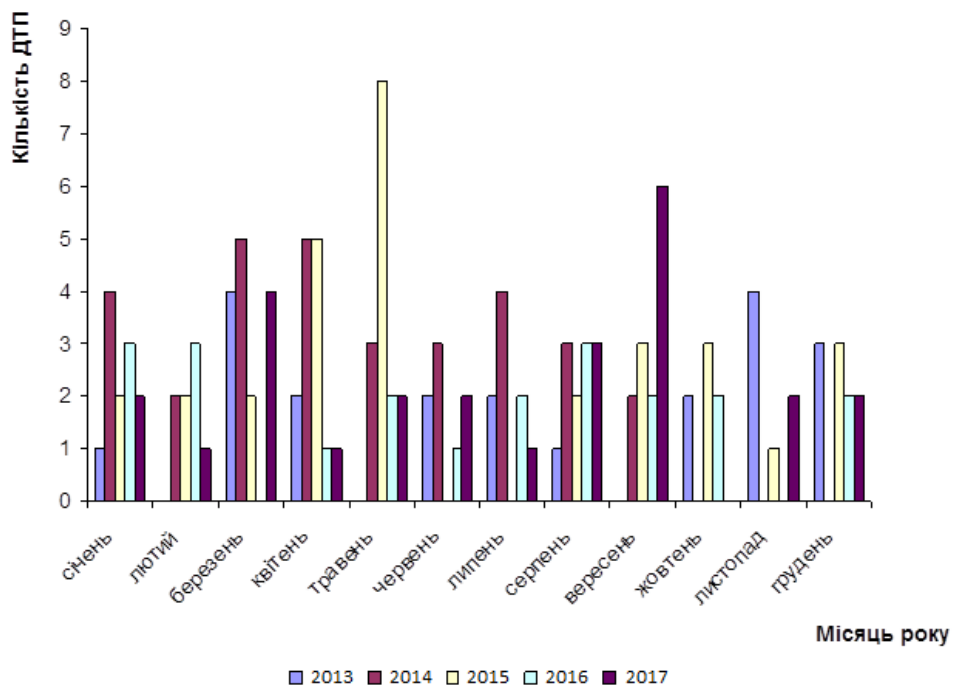


Рисунок 1.5 - Аналіз ДТП по місяцям року за 5 років

Аналіз розподілу дорожньо-транспортних подій по годинам доби наведено в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Аналіз дорожньо-транспортних подій по годинам доби

Час	Кількість ДТП					
	2010	2011	2012	2013	2014	Загалом
7.00 – 8.00	2	0	0	0	0	2
8.00 – 9.00	1	1	0	3	1	6
9.00 - 10.00	0	1	4	1	4	10
10.00 – 11.00	1	2	4	0	3	10
11.00 – 12.00	3	2	1	4	1	11
12.00 – 13.00	3	3	1	4	3	14
13.00 – 14.00	2	2	1	4	3	12
14.00 – 15.00	2	6	2	1	2	13
15.00 – 16.00	0	6	2	2	2	12
16.00 – 17.00	0	2	3	0	3	8
17.00 – 18.00	0	6	2	1	2	11
18.00 – 19.00	2	3	2	0	0	7
19.00 – 20.00	1	2	3	1	1	8
20.00 – 21.00	0	1	2	0	0	3
21.00 – 22.00	1	1	0	0	1	3
23.00 – 24.00	2	1	0	0	0	3
2.00 – 3.00	0	0	0	1	0	1

Аналіз ДТП за годинами доби за п'ять років показаний на рисунку 1.6.

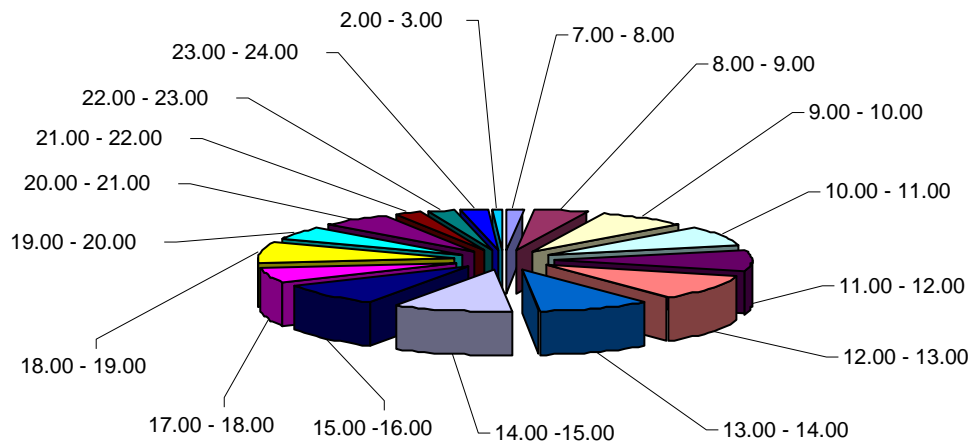


Рисунок 1. 6 - Аналіз ДТП за годинами доби за п'ять років

Аналіз розподілу дорожньо-транспортних подій по місяцям року наведений в таблиці 1.24, показує, що найбільш дорожньо-транспортних подій відбувається у травні. А також у квітні та вересні..

Коефіцієнт тяжкості дорожньо-транспортних подій визначається як співвідношення кількості загиблих до кількості поранених за період, що розглядається розраховується по формулі:

$$K_T = \frac{N_z}{N_n}; \quad (1.5)$$

де N_z – кількість загиблих за період, що розглядається;

N_n – кількість поранених за період, що розглядається.

Виходячи з аналізу ДТП загиблі відсутні, тобто $K_T = 0$.

Топографічний аналіз дорожньо-транспортних подій дає можливість зробити висновки, що більшість дорожньо-транспортних подій виникає в зонах злиття та переплетіння транспортних потоків.

Причини й фактори, що сприяють виникненню подій. Дорожньо-транспортні випадки викликаються різними причинами й вивчення їх досить важливо для розробки заходів щодо забезпечення безпеки руху. Виявлено, що розміри аварійності й травматизму перебувають у прямої залежності від наступних основних факторів: чисельності населення міста; чисельності транспортних засобів у місті; розмірів транспортної мережі; коефіцієнта використання транспортних засобів; стану доріг, їхнього встаткування й благоустрою; технічного стану транспортних засобів й ін.

Основні причини дорожньо-транспортних випадків, що тягнуть за собою смертельні випадки й каліцтва: з вини водіїв - 20. %, з вини пішоходів і велосипедистів - 5%: через технічну несправність транспорту - 5%, через несправність доріг - 70%. За даними Міжнародного конгресу по безпеці руху, основна причина подій укладається в недбалості або помилках водіїв й у несправності автомобілів.

Дорожньо-транспортні випадки в містах часто повторюються на певних ділянках: перехрестях, зупинних пунктах, крутих поворотах, вулицях з інтенсивним рухом, з вузькими проїзними частинами, із крутими ухилами й поганим висвітленням. Повторення подій на тому самому місці пов'язане із планувальними або іншими недоліками даної ділянки дороги, що і є основною причиною виникнення подій.

Фактори, що викликають дорожньо-транспортні випадки, підрозділяються на дві групи:

- 1) суб'єктивні - водії, пішоходи й пасажери;
- 2) об'єктивні - стан шляху, технічний стан транспорту, освітленість дороги, місцеві умови, атмосферні умови й т.д.

Дорожньо-транспортні випадки, що виникають із вини водіїв, виникають при: порушенні вказівок сигналів і знаків; перевищенні встановленої швидкості, особливо в перехрестях, при поворотах; порушенні правил руху в зупинних пунктів масового пасажирського

транспорту; керуванні машиною в нетверезому стані; недотриманні переважного права проїзду або встановлених правил обгону; виїзді на лінію на несправній машині; необережній їзді в погану погоду (туман, ожеледь й ін.); недотриманні інтервалу між транспортними засобами по довжині або зазору в смугах руху.

З вини пасажирів дорожньо-транспортні випадки виникають при: вході й виході під час руху; проїзді на виступаючих частинах транспорту; ходінні по проїзній частині; виході із зупиненої машини на проїзну частину; переході вулиці на червоний сигнал світлофора або в забороненому місці; нетверезому стані пішохода.

Передумовами, що створюють умови для дорожньо-транспортних випадків, є наступні конструктивні недоліки рухливого складу масового пасажирського транспорту: несправні устрої для автоматичного закривання дверей; наявність виступаючих частин; розташування дверей перед колісьми; відсутність міжвагонних запобіжних сіток трамвайних поїздів; погана освітленість транспортних засобів; недосконала або несправна гальмова система; відсутність приладів й устроїв, що сигналізують про перевищення припустимої швидкості руху, і цілий ряд інших.

Наявні статистичні дані показують, що дорожньо-транспортні випадки із причин їхнього виникнення розподіляються в такий спосіб:

- найбільше число подій, пов'язаних з винністю водія, відбувається через перевищення швидкості, неувважності водія, виїзду па ліву сторону дороги й необережному проїзду зупинних пунктів пасажирського транспорту; перехід пішоходами проїзної частини в невстановленому місці або перед близько, що рухається транспортом, ходьба по проїзній частині при наявності тротуарів, несподіваний вихід на проїзну частину через транспортний засіб; події, пов'язані з технічним станом транспортних засобів, виникають через несправність гальмової системи й рульового керування; події, пов'язані з дорожніми умовами, виникають

із причин недостатньої освітленості й ожеледі на проїзній частині, відсутності тротуарів, недостатньої ширини її.

Як ми вже відзначали, виникнення кожного дорожньо-транспортного випадку зв'язано звичайно з декількома причинами й факторами. У середньому на кожні 100 подій доводиться близько 250 причин і факторів. За статистичним даними, більшість дорожньо-транспортних випадків пов'язане з об'єктивними факторами.

Зазначені вище дані характеризують розподіл подій із причин їхнього виникнення в цілому для всіх транспортних засобів. Для різних видів транспорту цей розподіл неоднаково.

Зіставлення даних обліку дорожньо-транспортних випадків по різних країнах, як було зазначено вище, утрудняється різною системою обліку, тому для порівняльного аналізу в міжнародному масштабі частіше використовують дані про дорожньо-транспортні випадки зі смертельними исходами, по яких; є найбільш повні відомості у всіх країнах. Розподіл цієї категорії подій із причин виникнення для всіх країн носить наступний характер (дані наведені в %):

Нетверезий стан водіїв.....	5 – 8
Несправність транспортних засобів.....	15 - 20
Погана видимість через непогоду, забруднення лобових стекол, осліплення фарами зустрічних машин.....	5 - 20
Погані дорожні умови (мокре покриття, лід, бруд і т.д.).....	15 - 20
Недотримання правил руху.....	40 – 50

Правильне встановлення причин дорожньо-транспортного випадку сприяє розробці ефективних заходів щодо зниження їхньої кількості.

У відповідності зі статистичними даними найбільша кількість подій виникає через недотримання правил руху й перевищення швидкості з вини водія. Слід також вжити заходів щодо підвищення рівня безпеки руху пішоходів, що рухаються пішохідними переходами в зоні перехрестя.

Аналіз причин ДТП наведений у таблиці 1.10 та показаний на рисунку 1.6.

Таблиця 1.10 – Аналіз дорожньо-транспортних пригод

Причини ДТП	Роки				
	2013	2014	2015	2016	2017
управління ТЗ в нетверезому стані	4	4	3	4	2
порушення швидкісного режиму	8	27	20	12	20
несправний ТЗ	3	2	3	1	1
незадовільний стан доріг	5	6	4	3	2
світлофорне регулювання	1	2	1	1	1

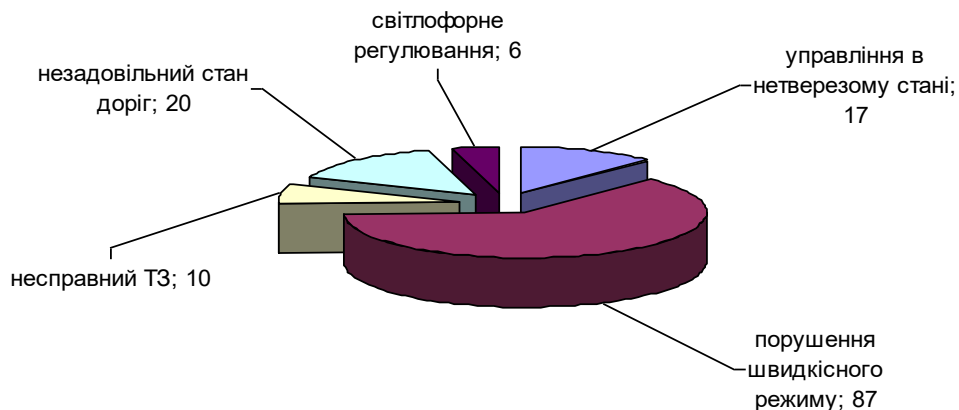


Рисунок 1.6 – Аналіз причин ДТП за п'ять років

Аналіз показав, що більшу частину подій становлять зіткнення транспортних засобів, а також наїзди на пішоходів. Основною причиною цих подій є порушення правил руху водіями.

За даними економічної комісії ООН для Європи, події з вини водіїв становлять тільки 20%, а кількість подій, що виникають внаслідок порушення правил руху пішоходами, - 40%. Однак співвідношення різних

видів подій і причин їхнього виникнення по окремих містах коливається в значних межах. Це обумовлюється не тільки місцевими умовами, по н до деякої міри різними підходами до оцінки причин виникнення подій.

1.6 Дослідження науково-технічної інформації

У патенті [12] запропоновано пристрій автоматичного регулювання руху трамваїв. Він містить детекторний, серієсний, шунтовий контакти, датчики струму, пристрій логіки, який відрізняється тим, що попередне визначення подальшого напрямку руху трамвая детектуванням електричного струму, що проходить через детекторний і серієсний електричні контакти, та визначення моменту звільнення перехрестя трамваєм детектуванням електричного струму проходить через шунтові контакти.

Винахід відноситься до автоматизованих систем управління дорожнім рухом, а саме до транспортних детекторів.

Відомі транспортні детектори, що працюють на радіолокаційному принципі [13] та визначають наявність транспортних засобів на основі ефекту Доплера. Відомі також пристрої контролю інтенсивності руху транспортних засобів, засновані на індукційному принципі. Ці пристрої містять датчики (сенсори), розташовані під дорожнім полотном у вигляді індукційного мікрозонда або індукційної петлі (наприклад, фірми «Еліс», Росія [12]).

Описані прилади можуть визначити наявність трамваю на певній ділянці колії, проте не дозволяють встановити напрямку його подальшого руху у випадку, якщо попереду є стрілка. Проте, наявність такої інформації необхідна для здійснення гнучкого регулювання руху трамваїв на перехресті за допомогою світлофора, оскільки різні

відгалуження трамвайної колії можуть керуватися різними світлофорними напрямками.

Відомий також «пристрій для приведення у дію трамвайних стрілок з поїзда» [12]. Цей пристрій за допомогою бездротового зв'язку передає на привод трамвайної стрілки сигнали про напрям руху трамвайного поїзда, а також про проходження першого і останнього вагона трамвайного поїзда.

Недоліком конструкції аналога є те, що він може визначити напрям руху трамвайного поїзда лише після проходження ним стрілки а також те, що пристрій потребує власної детекторної системи.

За прототип прийнято «автоматизовану систему управління стрілочним переводом трамвайної колії» [8].

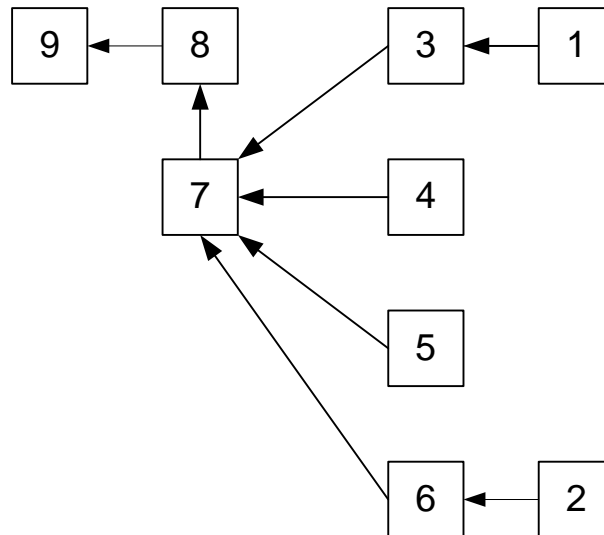
Ця система функціонує таким чином. В нормальному положенні стрілка переведена для руху праворуч. Напруга (± 600 В) від контактної мережі потрапляє на перетворювач та перетворюється у низьку напругу (± 28 В). Низька напруга заряджає конденсатор, що забезпечує енергією серієсний соленоїд, який переводить стрілку в положення для руху ліворуч. Спрацювання соленоїда відбувається, коли трамвай, що наближається до стрілки, проїздить серієсний електричний контакт, встановлений на контактній мережі, з ввімкненим електродвигуном. У випадку, якщо трамвай проїздить серієсний електричний контакт з відімкненим двигуном (накатом), спрацювання соленоїда не відбувається, і стрілка залишається в положенні для руху праворуч. Для повернення стрілки в початковий стан після проїзду її трамваєм з напрямку ліворуч на лівому відгалуженні контактної мережі встановлюється шунтовий електричний контакт, що спрацює, коли його проїздить трамвай незалежно від того, чи ввімкнено двигун. Цей контакт забезпечує спрацювання шунтового соленоїда трамвайної стрілки, що повертає стрілку в початкове положення для руху прямо. При наближенні наступного трамваю процес повторюється.

Задачами винаходу є визначення подальшого напрямку руху трамвайного поїзда заздалегідь до проходження ним автоматизованої стрілки з метою передачі в дорожній контролер сигналу виклику фази регулювання для беззупинкового пропуску трамвайного поїзду, а також недопущення виїзду на перехрестя трамвайного поїзду до моменту, поки попередній поїзд не залишить перехрестя.

Для виконання задачі до «автоматизованої системи управління стрілочним переводом» [12] вводяться: детекторний контакт, шунтовий контакт на праве відгалуження колії, реле струму в електричних ланцюгах соленоїдів стрілки, детекторного контакту, шунтового контакту правого відгалуження стрілки, блок логіки.

Схема винаходу наведена на рис. Детекторний контакт 1, встановлений на контактній мережі трамваю при проходженні струмознімача опиняється під напругою 600 В, внаслідок чого в його електричному ланцюзі протікає струм. Датчик 3 фіксує цей струм. Датчики 4 та 5 фіксують струм, що проходить через шунтовий та серієсний соленоїди відповідно, які знаходяться у ящику трамвайної стрілки. Датчик 6 фіксує появу струму у ланцюзі шунтового контакту правого відгалуження колії 2. Датчики 3 - 6 подають сигнали до блоку логіки 7, який визначає прибуття трамваю на ділянку перед стрілкою за сигналом датчика 3, вибір водієм напрямку руху за спрацюванням або не спрацюванням серієсного соленоїда (його фіксує датчик 5), залишення поїздом перехрестя по лівому відгалуженню колії (це фіксує датчик 4 в момент спрацювання шунтового соленоїду), залишення поїздом перехрестя по правому відгалуженню колії (це фіксує датчик 6 в момент проходження струму в ланцюзі шунтового контакту, встановленого на правому відгалуженні колії), і на основі обробки цих сигналів, спрямовує виклики в дорожній контролер 8 для відповідних фаз регулювання. Контролер 8, в свою чергу, керує в тому числі і додатковим світлофором 9, що регулює рух трамваїв, і який встановлено в перерізі трамвайної

колії, де знаходиться детекторний контакт. Наявність цього світлофора виключає можливість переведення стрілки для руху ліворуч наступним трамваєм в той час, коли попередній трамвай це не минув стрілочний перевод.



1.7 Недоліки існуючої схеми організації дорожнього руху постановка задач для її удосконалення

До недоліків існуючої організації дорожнього руху слід віднести невідповідність діючої схеми вимогам безпеки руху та незабезпечення максимальної пропускну здатності смуг руху у перерізах стоп-ліній.

Існуюча схема пофазового роз'їзду не забезпечує максимального використання резервів потоку насичення у всіх фазах регулювання.

Значна довжина перехрестя вздовж проспекту Соборний призводить до необхідності введення до режиму світлофорного об'єкта перехідних інтервалів великої тривалості, що негативним чином впливає на рівні завантаження рухом під'їздів до перехрестя.

Частота ввімкнення дозволяючого сигналу для трамваїв не відповідає інтервалу їх руху, через що з'являються ненавантажені рухом трамвайні фази, особливо у вечірній та нічний час.

Для усунення виявлених недоліків необхідно:

- провести реконструкцію перехрестя із застосуванням планувальних заходів організації дорожнього руху:
 - визначити оптимальний з точки зору мінімізації затримок транспортних засобів, пасажирів та пішоходів режим регулювання;
 - ввести гнучку схему регулювання із застосуванням викличної трамвайної фази;
 - привести у відповідність до вимог ДСТУ дислокацію технічних засобів регулювання.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Зміна комплексної схеми організації дорожнього руху

2.1.1 Розташування світлофорів

Всі світлофори згідно рекомендацій ДСТУ 4092-2002 розміщуємо у відповідності з наступними варіантами, перевага у використанні яких для різних типів і виконань світлофорів вказана в табл. 2.1.

Розташування світлофора перед перехрестям:

а – праворуч від проїзної частини;

б – над проїзною частиною;

в – ліворуч від проїзної частини на розділювальній смузі, направляючому острівці чи острівці безпеки;

г – ліворуч від проїзної частини. Варіант може застосовуватись на дорогах з одностороннім рухом транспортних засобів. При двосторонньому русі варіант допускається при кількості смуг зустрічного руху не більше трьох, при цьому світлофори повинні розташовуватись на консольних опорах;

Розташування світлофора на території перехрестя:

д – ліворуч на розділювальній смузі, направляючому острівці чи острівці безпеки;

е – праворуч на розділовій смузі, направляючому острівці чи острівці безпеки;

Розташування світлофора за перехрестям (регульованим пішохідним переходом):

ж – на розділовій смузі, направляючому острівці чи острівці безпеки;

з – ліворуч від проїзної частини;

і – праворуч від проїзної частини.

Варіанти ж, з, і можуть застосовуватись тільки у випадках, якщо відстань між стоп-лінією та світлофором не перевищує 25 м.

Таблиця 2.1 – Розташування світлофорів.

Виконання світлофора	Призначення світлофора	Перевага при розміщенні світлофора по варіантам								
		а	б	в	г	д	е	ж	з	і
Т.1.1	Основний	1	2	-	-	-	-	-	-	-
	Дублюючий	-	6	1	2	3	-	4	5	-
П.1.1	Основний	6	-	-	-	-	-	-	6	-

Зважаючи на зазначене в табл. 2.2, пропонується основні світлофори з усіх напрямів регулювання розташовувати праворуч від проїзної частини перед перехрестям та розміщувати на стійках або на щоглах зовнішнього освітлення чи контактної мережі, тобто обирається найкращий варіант – перший.

Дублюючі світлофори згідно з табл. 2.2 пропонується розташовувати перед перехрестям ліворуч від проїзної частини. Така можливість відсутня на підходах просп. Соборний з боку вул. Амосова та вул. Поштова з боку вул. Земського лікаря Лукашевича. На цих підходах посередині проїзної частини знаходяться трамвайні колії, тому розташування там світлофорів не є можливим. На підході по просп. Соборний з боку вул. Базарної розташовуємо дублюючий світлофор ліворуч від проїзної частини на острівці безпеки, тобто обираємо перший варіант розташування. На підході по вул. Святого Миколая розташовуємо дублюючий світлофор ліворуч від проїзної частини перед перехрестям, оскільки острівець безпеки та розділова смуга відсутні. В цьому випадку можливо обрати другий варіант, оскільки проїзна частина

має по одній смузі руху в кожному напрямі; світлофор розташовується на стійці.

На підході по просп.. Соборний з боку вул. Амосова та по вул. Поштова з боку вул. Земського лікаря Лукашевича дублюючі світлофори розташовувати ліворуч від проїзної частини немає можливості, оскільки вони будуть закриті від водіїв трамвайними поїздами. В той-же час розташовувати дублюючі світлофори за перехрестям неможливо відповідно до вимог [5], оскільки в такому випадку відстань від них до стоп-лінії перевищить 25м. Тому ухвалюємо рішення про вибір найгіршого з варіантів розташування дублюючих світлофорів – перед перехрестям над проїзною частиною. Зважаючи на близьке розташування контактної мережі, світлофори встановлюємо тросах.

Розташування світлофорів відносно розмітки 1.12 “Стоп-лінія” повинно забезпечувати розпізнаваність їх сигналів водіями перших транспортних засобів, що стоять біля неї (див рис. 2.1).

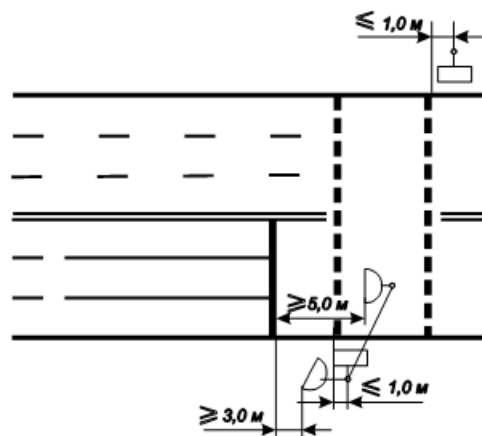


Рисунок 2.1 - Нормативні відстані до світлофорів вздовж проїзної частини

Рекомендована відстань в горизонтальній площині від транспортних світлофорів до розмітки 1.12 “Стоп-лінія” на підході до регульованої ділянки повинна бути не менше 5,0 м при встановленні їх над проїзною

частиною й не менше 3,0 м при встановленні збоку від проїзної частини. При використанні світлофорів типу 3 відстань в горизонтальній площині від транспортного світлофору, встановленого збоку від проїзної частини, до стоп-лінії на підході до регульованої ділянки допускається зменшувати до 1,0 м .

За відсутності на регульованому переході розмітки 1.14.3 пішохідні світлофори повинні бути встановлені так, щоб відносно транспортних засобів, що наближаються до переходу, пішохідний світлофор з правої сторони проїзної частини знаходився на ближній межі переходу, а з лівої сторони – на дальній. При наявності дорожньої розмітки 1.14.3 допускається встановлювати пішохідні світлофори в одному перетині дороги.

2.1.2 Застосування дорожньої розмітки

Дорожня розмітка поділяється на горизонтальну та вертикальну і використовується окремо або разом з дорожніми знаками, вимоги яких вона підкреслює або уточнює.

Горизонтальна дорожня розмітка встановлює певний режим і порядок руху. Наноситься на проїзній частині або по верху бордюру у вигляді ліній, стрілок, написів, символів тощо фарбою чи іншими матеріалами відповідного кольору згідно з пунктом 1 розділу 34 Правил дорожнього руху.

Вертикальна розмітка у вигляді смуг білого і чорного кольору на дорожніх спорудах та елементах обладнання доріг призначена для зорового орієнтування.

Дорожня розмітка, особливо в темну пору доби та в умовах недостатньої видимості, а також при високій інтенсивності дорожнього руху сприяє підвищенню безпеки руху та зменшує кількість дорожньо-

транспортних пригод, причиною яких є порушення водіями вимог правил дорожнього руху щодо початку руху та зміни його напрямку.

Що стосується регульованих перехресть, то дорожня розмітка позначає на них межі пішохідних переходів та вказує місця зупинки транспортних засобів на заборонний сигнал. Крім того, розмітка позначає межі смуг для руху та дозволені напрями руху ними, попереджає водія про наближення до перехрестя (лист 6, 7 графічної частини).

У разі застосування напрямних пристроїв та підвищених острівців безпеки вертикальна дорожня розмітка позначає межі проїзної частини, сприяє візуальному орієнтуванню.

Відомість дорожньої розмітки, що її слід нанести, наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Відомість дорожньої розмітки

Номер розмітки	Назва	Довжина. м
1.1	Вузька суцільна	140
1.3	Подвійна суцільна	70
1.6	Лінія наближення	150
1.7	Тонка пунктирна	300
1.8	Товста пунктирна	50
1.12	Стоп-лінія	37
1.14.3	Регульований пішохідний перехід	47,5
1.16.1	Острівець безпеки	10
1.18	Напрямок руху смугою	-
2.7	Позначає підвищений острівець безпеки	4

2.2 Організація руху рейкових транспортних засобів

В результаті аналізу проведеного дослідження інтенсивності дорожнього руху на перехресті можна зборонити висновок, що частота прибуття до ліній регулювання трамвайних поїздів в середньому менша, ніж один поїзд за цикл регулювання. Таким чином, враховуючи напружений рух на перехресті та достатньо високе завантаження підходів до перехрестя, а також його включення в систему координації доцільно перевірити можливість застосування авторегулювання щодо груп напрямів, до яких включено траєкторії руху трамваїв.

З цією метою досліджуємо можливість автоматизації трамвайної стрілки та використання електроконтактів, що задіяні в схемі стрілки в якості датчиків для системи авторегулювання.

При застосуванні на вулично-дорожній мережі міст автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУДР) постає необхідність корекції координованих світлофорних режимів з огляду на транспортні засоби громадського користування, яким через особливі динамічні характеристики та наявність зупинок притаманні режими руху, відмінні від режимів загального транспортного потоку. В той-же час через високу у порівнянні з легковим автомобілем пасажиромісткість простої транспортних засобів громадського користування призводять до значних сукупних втрат часу учасниками дорожнього руху, передусім тими пасажирами, що перебувають в цих транспортних засобах та, через збільшення інтервалів руху, тими пасажирами, що чекають на цей транспорт на зупинках [11].

У системах ізольованого світлофорного регулювання та в АСУДР ефективно здійснювати коригування параметрів регулювання залежно від прибуття до зони регулювання рухомого складу громадського транспорту дозволяють системи авторегулювання, що в основному діють

за алгоритмами, які залежать від прийнятих стратегій регулювання. Системи пріоритетного пропуску громадського транспорту можуть бути класифіковані по трьом стратегіям: пасивна, активна та адаптивно-оперативна [13,14]. Пасивні стратегії працюють безперервно незалежно від того, чи наявний перед перехрестям рухомий склад громадського транспорту, чи ні та не вимагають системи виявлення рухомого складу громадського транспорту. Активні стратегії використовують системи виявлення рухомого складу громадського транспорту для того, щоб виявити транспортні засоби, які підлягають пріоритету. Адаптивна оперативна стратегія забезпечує пріоритет, одночасно випробовуючи та оптимізуючи задані критерії роботи.

Для ефективного застосування алгоритмів активної стратегії необхідно надійно та своєчасно виявити наближення транспортного засоби громадського користування до зони регулювання. Для цього використовуються датчики різної конструкції та різного принципу дії.

Пропонується в якості датчиків використати серієсний та шунтовий контакти автоматизованої трамвайної стрілки, а також додати детекторний контакт, функцією якого є виявлення трамвайного поїзду незалежно від напрямку руху (лист 8 графічної частини).

Розглянемо будову запропонованої схеми.

На листі 8 схематично зображено контактний дріт 1 та рейки 2. Регулювання руху трамваїв здійснюється за допомогою транспортного світлофору типу Т 5.1 (рис. 2.2). Рух дозволяється лише в разі ввімкнення одночасно нижнього сигналу і одного або кількох верхніх, з яких лівий дозволяє рух ліворуч, середній — прямо, правий — праворуч. Якщо ввімкнено лише три верхні сигнали — рух заборонено (рис. 2.3) [5].

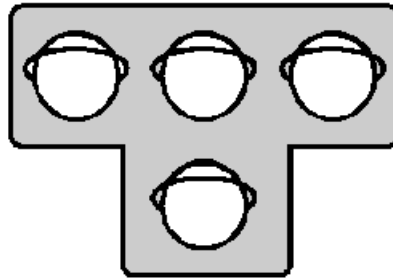


Рисунок 2.2 - Світлофор типу 5.1

Відповідно до п. 7.6 ДСТУ 4100-2002, транспортні світлофори типу 5 повинні застосовуватись тільки для безконфліктного регулювання руху трамваїв, а також маршрутних автобусів і тролейбусів, що рухаються по спеціально виділеній смузі, тому напрями регулювання, що обслуговуються світлофором цього типу не повинні мати конфліктних точок злиття і перетину з іншими транспортними та пішохідними напрямими, що враховується при визначенні структури циклу регулювання.

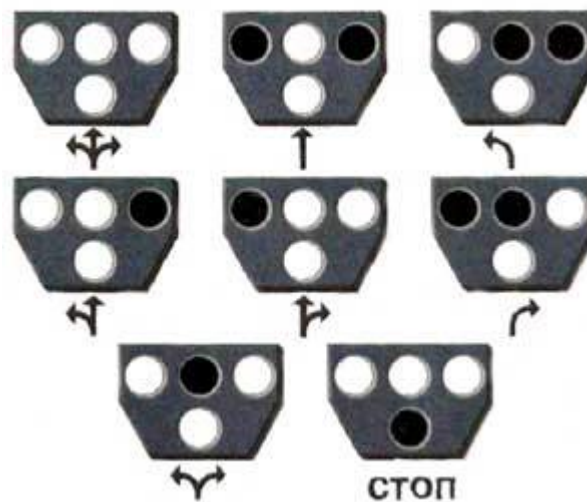


Рисунок 2.3 - Значення сигналів трамвайного світлофора

Джерело живлення випромінювачів 4 розташовується в дорожньому контролері. Пропонується застосувати низьковольтне джерело з міркувань техніки безпеки. Сериєсний контакт 5 слугує для переведення стрілки, а також у нашій схемі використовується для передачі сигналу про наявність трамвайного поїзду, який здійснює поворот ліворуч. До цього контакту підключається електромагнітне реле, яке, отримавши електричний сигнал від цього контакту, самоблокується.

Пропонується застосувати схему самоутримання реле (рис. 2.4), яка в загальному випадку функціонує таким чином: замиканні перемикача А реле самоблокується, при цьому розмикання перемикача А не призводить до відпускання реле. Відпускання відбувається лише при розмиканні перемикача В. Принцип само утримання реле полягає у тому, що фронтіві контакти контактної групи (на рис. 2.4 - верхній та середній) під час спрацювання реле замикаються та забезпечують шунтування перемикача А, пропускаючи таким чином струм для живлення обмотки реле в обхід перемикача А при його розімкненні. Перемикач В знаходиться в нормальнозамкненому стані та при розмиканні знеструмлює ланцюг, який забезпечує живлення обмотки в обхід перемикача А.

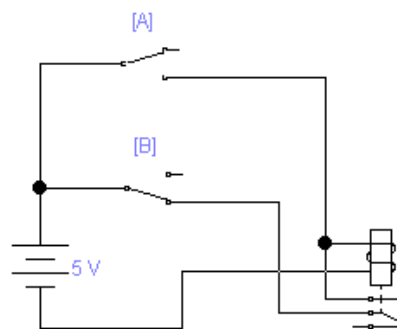


Рисунок 2.4 - Принцип самоблокування реле

На схемі трамвайної стрілки функції перемикача А виконує сериєсний контакт, а функції перемикача В – шунтовий контакт 6.

Сериєсний контакт активує відповідне електромагнітне реле лише у тому випадку, коли двигун трамваю, пантограф якого проходить цей контакт, ввімкнений, тобто перемикач 8 замкнено. В іншому разі реле залишається відпущеним. Для виявлення трамвайних поїздів, що проходять зону серієсного контакту з відімкненим двигуном, а значить не повертають ліворуч, застосовується детекторний контакт 7. Трамвайна стрілка спрацьовує від напруги контактної мережі трамваю 600В, струм у якій забезпечує тягова підстанція 9.

Крім зазначених компонентів, у схемі мають застосування напівпровідникові діоди, призначені для забезпечення окремого живлення світловипромінювачів світлофора.

Описана вище схема працює в кількох режимах залежно від стану контактів та підходах до стрілки та на виходах з неї (лист 9 графічної частини).

Перший режим відповідає відсутності трамвайних поїздів будь-якого напрямку руху на підходах до стрілки. В цьому режимі серієсний, шунтовий контакти та контакт-детектор розімкнені. Всі реле у схемі відпущені, через напівпровідникові реле та тилові контакти реле здійснюється подача напруги на три верхніх сигнали трамвайного світлофора.

В другому режимі забезпечується ввімкнення дозволяючого сигналу для руху праворуч. Трамвайний поїзд, що рухається праворуч, проходить ділянку серієсного контакту з відімкненим двигуном, що відповідає розімкненим станам перемикачів Space та 2. Проте. Під час проходження контакту-детектора 1, пантограф замикає контактний дріт та ланцюг цього контакту, забезпечуючи подання сигналу на відповідне електромагнітне реле. Реле самоблокується та приводить у дію інше реле, тилові контакти якого, розмикаючись, відключають заборонний сигнал трамвайного світлофора (три верхніх випромінювачі). Фронтіві контакти цього реле, замикаючись, забезпечують ввімкнення

дозволяючого сигналу для руху праворуч. Самоблокування реле знімається при проходженні поїздом шунтового контакту 3, який спрацьовує незалежно від стану двигуна. Шунтовий контакт активує електромагнітне реле, тилові контакти якого, розмикаючись, розривають ланцюг, який шунтує мережу відпущеного контакта-детектора 1. При цьому схема повертається в початковий стан.

У третьому режимі забезпечується рух трамваїв, що повертають ліворуч. При цьому трамвайний поїзд, що проходить зону серієсного контакту 2, рухається з ввімкненим двигуном. Будова серієсного контакту забезпечує відрив пантографа від контактного дроту та підключення мережі живлення трамваю послідовного до обмотки електромагнітного реле, яка підключена до ланцюга серієсного контакту. При цьому двигун трамваю працює, перемикач Spase замкнений. Електромагнітне реле при цьому самоблокується та активує інше реле, що забезпечує подання напруги на середній випромінювач верхнього ряду трамвайного світлофора (рух прямо). Крім того, спрацьовує контакт-детектор 1, оскільки його активація відбувається незалежно від стану трамвайного двигуна та забезпечує відімкнення заборонного сигналу і ввімкнення сигналу, що дозволяє руху праворуч. Одночасне ввімкнення сигналу, що дозволяє рух праворуч та середнього випромінювача верхнього ряду трамвайного світлофора забезпечує появу сигналу, що дозволяє рух прямо і праворуч.

При проходженні трамвайним поїздом шунтового контакту 3 відбувається спрацювання електромагнітного реле. Обмотка якого підключена до шунтового контакту. Тилові контакти цього реле, розмикаючись, забезпечують зняття самоблокування реле серієсного та детекторного контактів, таким чином схема повертається у початковий стан: сигнал, що дозволяє рух прямо і праворуч вимикається, вмикається заборонний сигнал.

2.3 РЕЖИМ РОБОТИ СВІТЛОФОРНОГО ОБ'ЄКТУ

2.3.1 Введення фазоподібного інтервалу

Збільшення інтенсивності дорожнього руху і, як наслідок, зростання ступенів завантаженості рухом підходів до регульованих перехресть вимагає більш повної адаптації режимів світлофорного регулювання до дорожньо-транспортної ситуації. Апаратура автоматизованих систем управління дорожнім рухом на сучасному етапі розвитку здатна забезпечити підвищення гнучкості світлофорного регулювання без суттєвого здороження обладнання [13]. Сучасні дорожні контролери дозволяють керувати сигнальними групами світлофорних об'єктів незалежно одна від одної, реалізуючи принцип відповідності тривалості дозволяючого сигналу регулювання ступеню завантаження підходу до перехрестя за цим напрямом регулювання. Крім того, на практиці набувають широкого застосування транспортні детектори, підключення яких до працюючих в автоматичному режимі дорожніх контролерів дозволяє визначати тривалості сигналів регулювання виходячи з реальної дорожньо-транспортної ситуації. Проведені дослідження [10] дозволяють зробити висновок, що небезпека виконання певних маневрів транспортними засобами на регульованих перехрестях є високою, оскільки ці маневри пов'язані із виникненням небезпечних конфліктів між пішоходами і транспортними засобами, а також транспортних засобів між собою. До таких маневрів належить, зокрема, виконання повороту ліворуч. У [4] рекомендується при інтенсивності лівоповоротного маневру більшій за 120 зведених транспортних одиниць на годину забезпечити безконфліктність лівоповоротної траєкторії із зустрічним потоком.

Виконання цієї вимоги призводить, як правило, при формуванні структури світлофорного циклу методом поєднання неконфліктних напрямів регулювання [5], до введення в структуру циклу додаткової фази регулювання. У випадку, коли інтенсивність лівоповоротного транспортного потоку незначно перевищує величину 120 одиниць за годину, величина фазового коефіцієнту додаткової фази регулювання, призначеної для пропуску лівоповоротного потоку, буде невеликою. Це призведе до того, що при розрахунку тривалості циклу світлофорного регулювання за формулою Вебстера [4], значення тривалості основного такту фази, що включає лівоповоротний напрям, буде менше за 7с. При виконанні корекції основних тактів необхідно буде пропорційно збільшити всі тривалості основних тактів, що призведе до невиправданого збільшення тривалості циклу світлофорного регулювання та, як наслідок, збільшення тривалості затримок транспортних засобів перед лініями регулювання.

Для уникнення такої ситуації пропонується перевірити можливість заміни фази регулювання, що містить лівоповоротний напрям *фазоподібним інтервалом*, наявність якого в структурі світлофорного циклу забезпечить збільшення тривалості дозволяючого світлофорного сигналу з того підходу, з якого виконується поворот ліворуч по відношенню до тривалості дозволяючого сигналу зустрічного напрямку.

З метою забезпечення можливості застосування такого методу при пофазному принципі управління світлофорною сигналізацією при розрахунку тривалостей елементів циклу регулювання за формулою Вебстера пропонується кілька формальних ходів.

Припустимо, що лівоповоротний потік з інтенсивністю руху N_n більше 120 одиниць за годину рухається з першого напрямку регулювання. При формуванні першої фази регулювання будемо вважати, що інтенсивність лівого повороту за першим напрямом регулювання складає 119 зведених одиниць за годину. Таке припущення

дає нам можливість включити зустрічні напрями 1 та 2 в першу фазу регулювання, а разом із ними додати до цієї фази пішохідні напрями, за якими рухаються пішоходи, що переходять проїзні частини, на які транспортні засоби виконують повороти. Частина потоку лівоповоротних транспортних засобів, що за годину наблизиться до 119 зведених одиниць зможе виконати поворот ліворуч впродовж першої фази регулювання. Частина потоку, що складає надмірну над 119 одиниць за годину інтенсивність $N_{над}$, буде залишатися перед стоп-лінією напрямом 1 в очікуванні наступного дозволяючого сигналу. Значення цієї інтенсивності можна встановити за формулою:

$$N_{над} = N_l - 119, \quad (2.1)$$

Для пропуску цієї інтенсивності пропонується виділити *псевдонапряма регулювання 5*, що може входити до структури світлофорного циклу, проте не відповідає жодному зеленому сигналу на світлофорах перехрестя. Цей псевдонапряма лівого повороту пропонується безконфліктно ввести у наступну фазу регулювання для забезпечення максимальної пропускної спроможності для надмірної інтенсивності. Таким чином, складається формальна схема пофазового роз'їзду, в другу фазу якої включається безконфліктний псевдонапряма 5 та повністю неконфліктні з ним напрями 1 та 12 (конфліктні точки з напрямом 5 відсутні). В третю фазу включаються транспортні та пішохідні напрями з підходів іншої вулиці (рис. 2.5). Потік насичення для напрямом 1 в першій фазі регулювання пропонується визначати з урахуванням наявності повороту ліворуч з крайньої лівої смуги. У другій фазі регулювання напрям регулювання 1 вже не буде рухатися крайньою лівою смугою, оскільки для кожного напрямом регулювання слід виділяти як мінімум одну смугу руху [4], і крайня ліва смуга буде виділена для

напряму 5. З цієї смуги поворот буде виконуватися безконфліктно і лише в одному напрямку, тому відповідно до [4], потік насичення цього напрямку буде визначатися в залежності від радіуса поворотної траєкторії.

Зважаючи на те, що псевдонапряма регулювання не має відповідного йому зеленого сигналу на світлофорі, реальна схема пофазового роз'їзду буде мати вигляд, наведений на рис. 2.6.

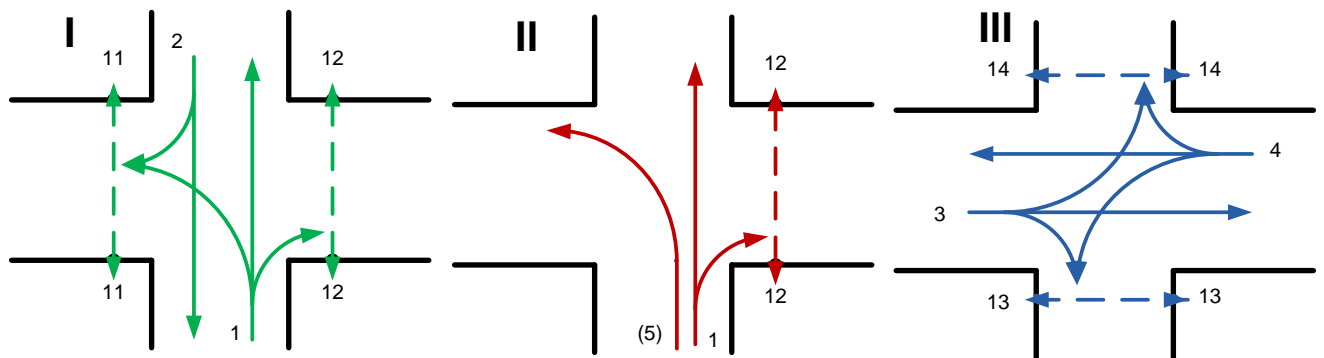


Рисунок 2.5 – Формальна схема пофазового роз'їзду

Розглядаючи цю схему, можна зробити висновок, що фаза I¹ не містить напрямів регулювання, що включені лише до неї. Таким чином, її застосування призводить до збільшення тривалості дозволяючого сигналу у напрямі 1 відносно дозволяючого сигналу у зустрічному напрямі регулювання 2. Це збільшення складатиметься з часу, необхідного для виїзду з перехрестя транспортних засобів, що завершують рух у першій фазі за напрямом 2 (напрямами 2 і 5 конфліктні, отже між їх включенням необхідна наявність додаткового такту), а також часу, протягом якого лівоповоротний потік надмірної інтенсивності, що в середньому доводиться на один цикл регулювання, минає стоп-лінію та виїздить з перехрестя. Крім того, немає необхідності у проведенні

перевірки тривалості основного такту цієї фази на мінімум 7с. При проведенні такої перевірки для напрямку 1 слід враховувати, що тривалість дозволяючого сигналу цього напрямку складається з тривалості першої фази регулювання та основного такту другої фази регулювання [6].

При зміні порядку чергування фаз регулювання у світлофорному циклі можливе переміщення у часі фазоподібного інтервалу, призначеного для виконання повороту ліворуч відносно фази регулювання, до якої включено прямих і зустрічний напрями по вулиці, з якої виконується поворот ліворуч з інтенсивністю транспортного потоку, більшою за 120 зведених одиниць за годину.

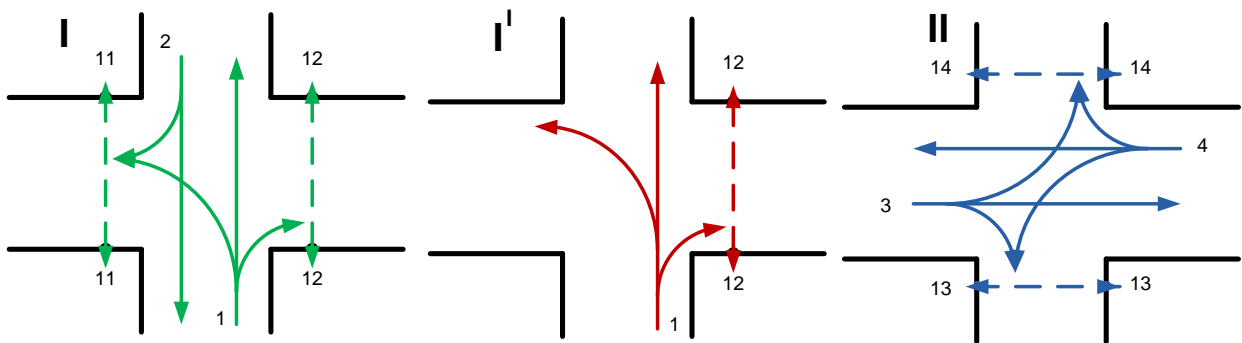


Рисунок 2.6 – Реальна схема пофазового роз'їзду

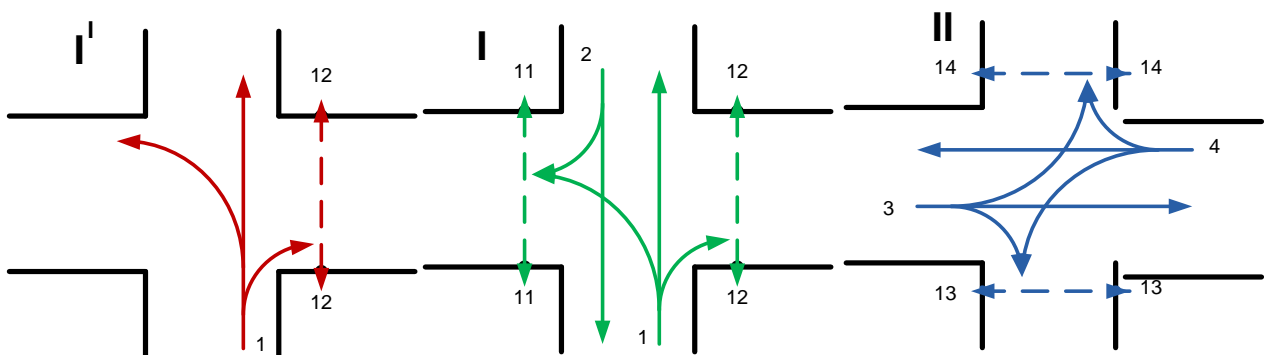


Рисунок 2.7 – Схема пофазового роз'їзду з введенням раннього старту

При цьому можливі два варіанти розташування фазоподібного інтервалу: зелений додатковий та ранній старт, що показано на рис. 2.6 і 2.7 відповідно. Зміна структури циклу в такому випадку, як і звичайно, може призводити до зміни значення його тривалості за рахунок оптимізації перехідних інтервалів, а також до зміни параметрів графіків координованого регулювання за рахунок переміщення стрічок безперервного часу. Однак, на практиці застосування раннього старту є менш розповсюдженим, ніж зеленого додаткового, оскільки небезпечним моментом є час переходу з фази I' на фазу I, про який водії, що повертають ліворуч за напрямом 1 ніяк не інформуються, хоча з моменту початку першої фази регулювання втрачають перевагу у русі.

Зважаючи на зазначене, пропонується до структури світлофорного циклу у другій і третій програмах ввести додатковий фазоподібний інтервал для забезпечення повороту ліворуч з проспекту Соборний на вул. Поштова в напрямі вул. Земського лікаря Лукашевича. З метою підвищення безпеки руху від фазоподібного інтервалу визначити як «зелений додатковий» та зміну його типу під час оптимізації структури циклу світлофорного регулювання заборонити.

2.3.2 Визначення параметрів резервної програми

За визначенням [10], координоване регулювання – це такий режим роботи світлофорного об'єкту, в якому тривалість елементів циклу регулювання та їх чергування залежить не лише від дорожньо-транспортної ситуації на регульованому перехресті, а й від ситуації на інших перехрестях, по поєднані маршрутом координованого регулювання. Як вже було зазначено, сусіднє перехрестя переходить до числа нерегульованих о 22:00, тому з цього часу регулювання на

перехресті, що розглядається, виконується контролером незалежно від інших перехресть за резервною програмою.

Параметри світлофорного циклу резервної програми приймаються з урахуванням 50-% зменшення значень інтенсивностей дорожнього руху у порівнянні з вечірнім піковим періодом.

Порядок чергування сигналів, їх вигляд і значення, прийняті в Україні, відповідають міжнародній конвенції про дорожні знаки і сигнали. Сигнали можуть чергуватися в різних комбінаціях. У даному проекті сигнали чергуються так:

червоний – червоний з жовтим – зелений – зелений проблісковий – жовтий – червоний тощо.

Метою введення на перехресті світлофорного регулювання є розділення у часі транспортних та пішохідних потоків з метою зменшення кількості та ступенів небезпеки точок перехрестя, де перетинаються траєкторії руху транспортних засобів та пішоходів, що прямують у різних напрямках – конфліктних точок.

Для розрахунку параметрів режиму світлофорного об'єкта, тобто тривалостей та чергування світлофорних сигналів сигнальних груп застосовують різні схеми формалізації світлофорних режимів. Найчастіше застосовують фазний принцип та принцип сигнальних груп.

У випадку застосування фазного принципу світлофорний цикл розбивається на фази, до яких включаються напрямки руху транспортних засобів, що можуть проїздити перехрестя одночасно, не створюючи небезпечних конфліктів.

Між фазами передбачаються перехідні інтервали, протягом яких транспортні засоби, що рухаються у попередній фазі, полишають перехрестя, а транспортні засоби з напрямів, що будуть здійснювати рух у наступній фазі, готуються його розпочати.

Головним принципом фазного методу є ввімкнення зеленого сигналу за усіма напрямками, транспорт з яких здійснює рух у даній фазі,

одночасно із початком відпрацювання фази. Натомість у принципі сигнальних груп поняття фази не використовується, а моменти ввімкнення та вимкнення сигналів, що дозволяють рух, за напрямками задаються певним чином.

На перехресті управління роботою світлофорів виконується декількома сигнальними групами. Почергове надання права на рух через перехрестя в певних напрямках припускає періодичність або циклічність роботи світлофорного об'єкту.

Період, протягом якого діє певна комбінація світлофорних сигналів, називається тактом регулювання. Такти можуть бути основними і проміжними. Під час основного такту дозволений або заборонений рух певної групи транспортних засобів і пішоходів. Проміжний такт служить для підготовки до передачі права на рух наступної групи учасників руху. Вказана підготовка означає звільнення перехрестя від транспортних засобів і пішоходів, що мали право на рух під час попереднього основного такту. У проекті проміжний такт доводиться на зелений проблісковий і жовтий сигнали, тривалість яких, по діючому нормативу, складає $3s$. кожен. Якщо значення проміжного такту t_{di} менше $6s$., то на циклограмі від зеленого сигналу відкладається спочатку значення проміжного такту, потім вліво – жовтий і зелений проблісковий сигнали. У таких випадках зелений миготливий сигнал перекриває зелений основний. Якщо t_{di} більше $6s$., то після основного відкладаємо відразу зелений проблісковий і жовтий сигнали. Частина проміжного сигналу перейде на червоний сигнал. Сукупність проміжних тактів називається перехідним інтервалом.

До параметрів резервної програми відносяться тривалості основних тактів регулювання і перехідних інтервалів.

Тривалості основних тактів регулювання пропорційні рівням завантаження рухом підходів до перехрестя, тому вихідними даними є

інтенсивності дорожнього руху. Для резервної програми визначимо інтенсивності як $\frac{1}{2}$ від пікових значень. Дані наведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Інтенсивності дорожнього руху

Напрямок регулювання	Напрямок руху	Інтенсивність, од/год
1	прямо	578
	праворуч	37
	ліворуч	3*
2	прямо	572
	праворуч	0
	ліворуч	104
3	прямо	117
	праворуч	51
	ліворуч	54
4	прямо	58
	праворуч	72
	ліворуч	23
5	праворуч	3*
7	прямо	7*

* - трамваї

Для визначення тривалостей перехідних інтервалів необхідно матрицю відстаней до дальніх конфліктних точок перевести у матрицю мінімальних часових проміжків за формулою:

$$t_{\partial j}^i = t_p + \frac{V_k}{2a^k} + \frac{|B_j^i| + l_a}{V_k} + 2 \quad (2.2)$$

де t_p - термін реакції водія, с (0,8., .1.2 с),

v_k - швидкість руху, м/с

a^k - прискорення уповільнення, $a^k = 2,5 \dots 3,0$ м/с²;

B_j^i - елемент конфліктної матриці, м;

l_a - довжина наведеного автомобіля, м ($l_a = 5$ м).

Швидкість руху визначається як середня зі швидкостей 85-% забезпечення, отриманих на основі вибірки:

$$v_k = \frac{45 + 52}{2} = 48,5 \text{ км / год} .$$

Для трамвайних напрямів тривалості мінімальних проміжків не розраховуються через малу швидкість трамвайних поїздів, а приймаються 9с. Мінімальне значення тривалості проміжку 6с. У випадку, якщо елемент матриці відстаней до дальніх конфліктних точок від'ємний, значення швидкості при підстановці зменшується на 30%. Результати обчислення округлюються в більший бік до цілого числа.

Наприклад, для елемента матриці $B[1,3]$

$$t_{\delta j}^i = 1 + \frac{48.5 / 3.6}{2 \times 2.75} + \frac{35 + 5}{48.5 / 3.6} + 2 = 8.41 \approx 9 \text{ с} .$$

Результати розрахунку наведено у табл. 2.4.

Тривалість перехідного інтервалу визначається як максимум тривалостей мінімальних проміжків між напрямими регулювання, що змінюються у відповідних фазах. Для визначення цих тривалостей, керуючись структурою світлофорного циклу (лист 6 графічної частини), складаємо таблиці 2.5 – 2.7.

Таблиця 2.4 – Матриця мінімальних часових проміжків

Напрями	1	2	3	4	5	6	7
1	0	0	9	9	8	8	8
2	0	0	9	9	0	0	8
3	5	9	0	0	8	6	5
4	5	10	0	0	6	5	6
5	9	0	9	9	0	0	0
6	6	0	6	6	0	0	6
7	9	9	9	9	0	9	0

Спираючись на дані про інтенсивність дорожнього руху, можна встановити, що необхідності у включенні до резервної програми фаз 2, 4 немає..

Таблиця 2.5 – Визначення тривалості перехідного інтервалу фази 1

Переходи	Проміжки	Тривалості, с
Переходи з фази 1 на фазу 3	t[1-3]	9
	t[1-4]	9
	t[2-3]	9
	t[2-4]	9
max	ПІ1	9

Таблиця 2.6 – Визначення тривалості перехідного інтервалу фази 3

Переходи	Проміжки	Тривалості, с
Переходи з фази 3 на фазу 5	t[3-7]	5
	t[3-5]	8
	t[4-7]	6
	t[4-5]	6
max	ПІ1	8

Таблиця 2.7 – Визначення тривалості перехідного інтервалу фази 5

Переходи	Проміжки	Тривалості, с
Переходи з фази 5 на фазу 1	t[7-1]	9
	t[7-2]	9
	t[5-1]	9
	t[5-2]	0
max	ПІ1	9

Наявність в одному циклі фаз 5 та 6 виключається, тому проводимо розрахунок за умови наявності фази 6, для якої необхідно відвести більше часу зважаючи на віддаленість конфліктних точок по трамвайній траєкторії

Таким чином, встановлено тривалості перехідних інтервалів:

$$t_{III}^I = 9c \quad t_{III}^I = 8c \quad t_{III}^I = 9c$$

Втрачений у циклі час:

$$L = \sum_{i=1}^m (t_{III}^i - 1) \quad (2.3)$$

де $t_{III}^i = \max_{k=1}^n (t_{\partial j}^i)$;

m - кількість фаз регулювання на перехресті.

До втраченого часу додається тривалість проїзду трамвайним поїздом зі швидкістю 20 км/год відстані до дальньої конфліктної точки.

$$L = (9 - 1) + (8 - 1) + (9 - 1) + \frac{45}{20 / 3.6} = 31c$$

При ширині проїзної частини, більшої за 5.4м, величина потоку насичення визначається за емпіричною формулою:

$$M_n = 525 \cdot H, \quad (2.4)$$

де H - ширина проїзної частини, м.

Якщо $H < 5,4$ м, користуються таблицею 2.8.

Таблиця 2.8 – Значення потоків насичення

H , м	3,0	3,3	3,6	4,2	4,8	5,2
M_n , од./год	1850	1875	1950	2075	2475	2700

Якщо рух на перехресті каналізований, M_n визначається для кожної смуги руху окремо згідно з таблицею 3.3.

Якщо поворот праворуч чи ліворуч виконується безконфліктно з окремої смуги, то потік насичення залежить від радіуса повороту:

$$M_n = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{r}} \quad (2.5)$$

де r - радіус повороту, який визначається як середнє арифметичне між початковим і кінцевим радіусами руху ТЗ, м.

Якщо поворотні маневри здійснюються із загальної смуги руху і доля ТЗ, що повертають, більша за 10%, користуються формулою:

$$M_n^k = \frac{M_n}{\alpha + 1,75\beta + 1,25\gamma} \quad (2.6)$$

де M_n - величина потоку насичення розрахована для прямого напрямку, од./год;

α, β, γ - частка ТЗ із загального потоку, що рухаються відповідно прямо, ліворуч, праворуч.

Оскільки значення ширини проїзної частини H знаходяться на числовій вісі між даними, для яких є табличні значення, проведемо лінійну інтерполяцію за формулою:

$$M(H) = M(H_0) + \frac{M(H_1) - M(H_0)}{H_1 - H_0} (H_1 - H_0) \quad (2.7)$$

Для напрямку 1, перша смуга

Значення потоку насичення для інших смуг наведено в табл. 2.9.

$$M(3.75) = + \frac{2075 - 1950}{4.2 - 3.6} (3.75 - 3.6) = 1981 \text{ од} / \text{год}$$

Для визначення необхідності корекції табличних значень потоку насичення необхідно встановити інтенсивності дорожнього руху по кожній смузі окремо. Цю інтенсивність визначаємо з припущення, що потік розділяється по смугах рівномірно, окрім випадків, коли напрями руху встановлено дорожніми знаками. Результати визначення – в табл. 2.10.

Таблиця 2.9 – Значення потоку насичення

Напря́м	Сму́га	М, од/год
1	2	1933
2	1	1981
	2	1933
	3	1933
3	1	1981
	2	1933
	3	1933
4	1	1981

Таблиця 2.10 - Інтенсивності дорожнього руху

Напря́м регулювання	Сму́га	Напря́м руху	Інтенсивність, од/год
1	1	прямо	270
		праворуч	37
	2	прямо	308
2	1	прямо	286
	2	прямо	286
	3	ліворуч	104
3	1	праворуч	51
	2	прямо	117
	3	ліворуч	54
4	1	прямо	58
		праворуч	72
		ліворуч	23

Отримані величини потоків насичення підлягають корекції. Наприклад. По першій смузі напрямку 1 здійснюється рух прямо і

праворуч. Частка повороту праворуч перевищує 10% від загальної інтенсивності. За формулою 2.6 маємо:

$$M_{n1}^1 = \frac{1981}{0.87 + 1,25 \times 0.12} = 1943 \text{ од} / \text{год}$$

Значення коефіцієнтів корекції та скоригованих потоків насичення наведено в табл. 2.11.

Для кожної смуги руху визначається загальна інтенсивність дорожнього руху $N_{заг}$.

Для кожної смуги кожного з поєднаних у фази напрямів розраховують значення фазових коефіцієнтів:

$$y_i^j = \frac{N_{заг-i}}{M_n} \quad (2.8)$$

Наприклад, для першої смуги напрямом 1 значення фазового коефіцієнту дорівнює:

$$y_{1-1}^1 = \frac{307}{1943} = 0.158$$

Значення фазових коефіцієнтів для інших напрямів регулювання наведено в табл. 2.11.

Зі значень фазових коефіцієнтів для смуг напрямів, що включені для кожної з фаз регулювання обираються максимальні.

$$y_{\max}^1 = 0.159 \quad y_{\max}^1 = 0.095$$

Таблиця 2.11 - Розрахункові значення

Напрямок регулювання	Смуги руху	α	β		M , од/год	$N_{заг}$, од/год	y_i^j
1	1	0,87	0,12	0	1943	307	0,158
	2	1	0	0	1933	308	0,159
2	1	1	0	0	1981	286	0,144
	2	1	0	0	1933	286	0,148
	3	0	0	1	1105	104	0,094
3	1	0	1	0	1584	51	0,032
	2	1	0	0	1933	117	0,061
	3	0	0	1	1105	54	0,049
4	1	0,37	0,47	0,15	1610	153	0,095

Для фази, для якої базисним є трамвайний напрям, фазовий коефіцієнт не визначається.

Далі розраховують фазовий коефіцієнт перехрестя як суму максимальних фазових коефіцієнтів, дозволених у фазі напрямів руху:

$$Y_k = \sum_{j=1}^m y_{j_{\max}} \quad (2.9)$$

$$Y_k = 0.159 + 0.095 = 0.254$$

Якщо інтенсивність руху будь-якою однією смугою більша 400...600 од./год, цикли розраховують за формулою:

$$T_k = \frac{0,9L_k}{0,9 - Y_k} \quad (2.10)$$

В іншому випадку – за формулою Вебстера:
для трифазних циклів:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot L_k + 5}{1 - Y_k} \quad (2.11)$$

для двофазних циклів:

$$T_k = \frac{2 \cdot L_k}{1 - Y_k} \quad (2.12)$$

Цикл регулювання трифазний, проте Тривалість циклу визначається таким чином:

$$T_k = \frac{1,5 \cdot 31 + 5}{1 - 0,254} = 69,25c$$

Тривалість основного такту обчислюють так:

$$t_o^i = \frac{y^i}{Y} (T_k - L_k) - 3 \quad (2.13)$$

де y^i - фазовий коефіцієнт відповідної фази.

Для першої фази регулювання:

$$t_o^i = \frac{0,159}{0,254} (69,25 - 31) - 3 = 21c$$

Для другої фази регулювання:

$$t_o^i = \frac{0.095}{0.254} (69.25 - 31) - 3 = 12c$$

Необхідно розрахувати коефіцієнти корекції, що розраховуються за наступними формулами:

$$k_2^j = \frac{H/V_n + 5 - t_o^i}{t_3^i} \quad (2.14)$$

$$k_2 = \frac{7}{t_3^i} \quad (2.15)$$

де H – ширина проїзної частини, що перетинають пішоходи, м;

V_{niu} - швидкість руху пішоходів, м/с $V_{niu} = 1.3$ м/с [10].

Для першої фази регулювання ширина проїзної частини, що її переходять пішоходи, $H^1 = 23$ м, для другої фази $H^2 = 11,25$ м.

$$k_2^j = \frac{23/1.3 + 5 - 9}{21} = 0.65$$

$$k_2^j = \frac{11.25/1.3 + 5 - 8}{12} = 0.47$$

$$k_2 = \frac{7}{21} = 0.33$$

$$k_2 = \frac{7}{12} = 0.58$$

Максимальне значення серед коефіцієнтів корекції складає 0,65, воно не перевищує 1, отже корекція основних тактів не потрібна.

Розрахунком встановлено, що тривалості основних тактів мають такі значення:

$$t_o^1 = 21c, t_o^2 = 12c, t_o^3 = 8c$$

2.3.3 Автоматизоване визначення параметрів світлофорного циклу

Для автоматизованого визначення параметрів світлофорного циклу використовується програма «Курс-13». Вихідними даними для розрахунку параметрів є матриця відстаней до дальніх конфліктних точок (табл. 2.4), структура світлофорного циклу (лист 10 графічної частини) та інтенсивність дорожнього руху, значення якої встановлено окремо для кожного періоду часу в аналітичній частині.

Результати розрахунку параметрів циклу наведено в табл. 2.12, а циклограми світлофорного регулювання – на листі 11 графічної частини.

Таблиця 2.12 – Результати автоматизованого розрахунку

Програма	Перехідні інтервали, с				Основні такти, с			
	1	2	3	6	1	2	3	6
Ранковий пік	6	6	8	9	18	2	18	14
Вечірній пік	6	6	8	9	25	1	12	14

3 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних витрат

До капітальних витрат відносяться витрати на розширення проїзної частини, що призводить до збільшення площі твердого покриття на 70.95 м²; демонтаж 2 світлофорних сигнальних пристроїв; монтаж 10 світлофорних сигнальних пристроїв; встановлення несучого тросу довжиною 30 м; закупівля та встановлення 21 дорожнього знака.

Витрати на спорудження 1 м² твердого покриття становлять 1700 грн., таким чином витрати на спорудження всієї площі покриття становитимуть:

$$K_n = 70.95 \times 1700 = 120615 \text{ грн} \quad (3.1)$$

Витрати на монтаж (демонтаж) 1 світлофора становлять 560 грн., вартість кабельних робіт 78 грн/м кабелю, довжина кожного кабелю 5 м таким чином витрати на монтажні роботи зі світлофорами становлять

$$K_c = (2 + 10) \cdot (560 + 5 \times 78) = 11400 \text{ грн} \quad (3.2)$$

Витрати на придбання 1 м несучого тросу становлять 12 грн., довжина тросу 30м, вартість кабельних робіт 78 грн/м таким чином витрати на трос дорівнюватимуть:

$$K_m = 12 \times 30 = 360 \text{ грн} \quad (3.3)$$

Витрати на встановлення тросу становитимуть:

$$K_m = 30 \times 78 = 2340 \text{ грн} \quad (3.4)$$

Витрати на закупівлю та встановлення дорожніх знаків K_3 розраховані в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Витрати на дорожні знаки

Тип знаку	Вартість 1 знаку	Кількість знаків	Сума
Трикутний	444	1	444
Круглий	546	3	1638
Квадратний	566	16	9056
Прямокутний	625	0	0
Табличка	290	1	290
Разом		21	11428

Витрати на встановлення 21 дорожнього знаку на трасах та стовпах з урахуванням вартості встановлення 430 грн/шт. становитимуть:

$$K_3 = 21 \times 430 = 9030 \text{ грн}$$

Капітальні витрати на придбання світлофорів становитимуть з урахуванням необхідності придбання 2 транспортних світлофорів, 6 пішохідних світлофорів та 1 трамвайного світлофора та їх вартості 15206 грн, 8986 грн та 3300 грн відповідно.

$$K_{св} = 2 \times 15206 + 6 \times 8986 + 3300 = 87628 \text{ грн}$$

Вартість 2 стійок по 3229 грн складатиме

$$K_{ст} = 2 \times 3229 = 6458 \text{ грн}$$

Витрати на контролер авторегулювання становитимуть 31080 грн.

Таким чином, сума капітальних вкладень становитиме:

- на влаштування твердого покриття:

$$K_1 = 120615 \text{ грн} \quad (3.5)$$

- на технічні засоби ОДР:

$$K_2 = 360 + 11428 + 87628 + 6458 + 31080 = 136954 \text{ грн} \quad (3.6)$$

- на виконання робіт

$$K_3 = 11400 + 2340 + 9030 = 22770 \text{ грн} \quad (3.7)$$

Загальні капітальні витрати становлять:

$$K_3 = 120615 + 136954 + 22770 = 280339 \text{ грн}$$

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Поточні витрати складаються з витрат на відновлення дорожньої розмітки, на оплату електричної енергії, що її споживають світлофори.

За проектом встановлення додаткових світлофорних сигнальних пристроїв передбачається, але вони замінюють лампові отже поточні витрати на електрику відсутні.

Розрахунок площі дорожньої розмітки наведено в табл.. 3.2

Таблиця 3.2 – Відомість дорожньої розмітки

Тип розмітки	Довжина, м	Ширина, м	Зафарбована частина	Площа, м ²
1.1	140	0,1	1	14
1.5	50	0,1	0,33	1,65
1.6	150	0,1	0,66	9,9
1.7	300	0,1	0,5	15
1.12	37	0,4	1	14,8
1.3	70	0,2	1	14
1.8	50	0,2	0,5	5
1.16.1	6	0,4	0,5	1,2
2.3	4	0,5	1	2
1.14.3	47,3	0,4	0,4	7,568
Загалом	854,3			85,118

Витрати на нанесення 1 м² розмітки становлять 85 грн., таким чином витрати на нанесення розмітки:

$$C_n = 85.118 \cdot 85 = 7235.03 \text{ грн.} \quad (3.5)$$

Витрати на електрику для нових восьми світлофорів становитимуть (електрична потужність одного 7 Вт):

$$C_e = 2.55 \times 0,007 \times 365 \times 24 \times 8 = 12510 \text{ грн / рік} \quad (3.6)$$

Амортизаційні витрати на тверде покриття (з урахуванням вартості робіт) для першого року експлуатації становлять:

$$A = K_1 \times 0,08 = 120615 \times 0,08 = 9650 \text{ грн / рік}$$

Амортизаційні витрати на технічні засоби (з урахуванням вартості робіт) для першого року експлуатації становлять:

$$A = (K_2 + K_3) \times 0,24 = (136954 + 22770) \times 0,24 = 38334 \text{ грн}$$

Загальні амортизаційні витрати для першого року експлуатації становитимуть:

$$A = 9650 + 38334 = 47984 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати на ремонт дороги та технічних засобів становлять:

$$C_{\text{дор-тз}} = 120615 \times 0,02 + 136954 \times 0,05 = 9260 \text{ грн / рік}$$

Загальні експлуатаційні витрати становлять:

$$C = 7235 + 12510 + 47984 + 9260 = 76989 \text{ грн / рік}$$

3.3 Економія від зменшення затримок транспорту на перехресті

Економія від зменшення затримок на перехресті визначається добутком різниці тривалостей затримок в проектному та базовому варіантах та вартості цієї різниці затримок.

$$E_{\text{затр}} = C_{\text{затр.баз}} - C_{\text{затр.проект}} \quad (3.6)$$

За базовим варіантом під час трамвайної фази регулювання транспортні засоби з інших напрямів очікували на про слідування трамваю. Трамвайна фаза наявна в кожному циклі регулювання і її

тривалість складає 20с. Тривалість циклу регулювання складає 81с. Таким чином, середня затримка однієї одиниці всіх видів транспорту, окрім трамваю за базовим варіантом складає:

$$z_6 = \frac{20 / 2}{81} = 0,123c / c$$

Для годинного інтервалу:

$$z_6 = \frac{(20 / 2) \cdot 3600}{81 \cdot 3600} = 0,123год / год$$

При переведенні світлофора в режим часткового авторегулювання затримку всіх напрямів будуть створювати лише трамвайні поїзди, що фактично прибувають. Тривалість трамвайної фази складатиме 23с. При аналізі даних розрахованої інтенсивності дорожнього руху можна встановити, що в середньому за годину до перехрестя прибуває 15 трамвайних поїздів, кожен з яких буде створювати затримку у 23с. Таким чином, годинна середня затримка одного автомобіля складатиме:

$$z_{np} = 23 / 2 \times 15 = 172.5c / год$$

Для годинного інтервалу:

$$z_{np} = \frac{172.5}{3600} = 0.048год / год$$

Таким чином, економія часу від зменшення затримок складе:

$$\Delta z = 0.123 - 0.048 = 0.075год / год$$

При середньому значенні інтенсивності дорожнього руху на магістральних напрямках 2302 од/год, затримки зведених одиниць складатимуть:

$$\Delta Z = 0.075 \times 2302 = 172.65 \text{ год} / \text{год}$$

З урахуванням тривалості години-пік, річна економія часу від зменшення затримок для приведених автомобілів становитиме:

$$\Delta Z = 172.65 \times 6 \times 365 = 378103.5 \text{ год} / \text{рік}$$

Вартість базових затримок фізичних автомобілів визначається таким чином:

$$C_{mz} = \frac{Z_{zag} \cdot D_i \cdot S}{K_{ze}} \quad (3.8)$$

де Z_{zag} - загальні транспортні затримки, год/рік;

D_i - частка в потоці транспортних засобів і-го виду;

K_{ze} - коефіцієнт зведення ТЗ і-го типу до легкового автомобіля;

S - вартість машино-години і-го виду ТЗ.

Наприклад, для мікроавтобусів:

$$C_{mz} = \frac{378103,5 \cdot 0,29 \cdot 400}{1,5} = 29240004 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості затримок пасажирів транспортних засобів провадиться за формулою:

$$C_{nac} = \frac{Z_{zag} \cdot D_i \cdot P \cdot K_{enm} \cdot S_n}{K_{ze}} \quad (3.9)$$

де L – пасажиромісткість і-го виду ТЗ;

$K_{впм}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості;

S_n – вартість години часу пасажирів.

Таблиця 3.4 – Параметри розрахунку вартості затримок

Тип транспортного засобу	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт
Частка в потоці, %	47	1	23	29
Пасажиромісткість	4		50	18
Коеф. використ. пасажиромісткості	0,4		0,75	0,75
Вартість машино-години, грн	333	550	770	400

Таблиця 3.5 – Результати розрахунку вартості затримок

Вид транспортного засобу	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт	РАЗОМ
Транспортні затримки, год/рік	177709	1891	28988	73100	281687
Вартість затримок пасажирів, грн/рік	6371921	0	24360736	22115312	52847969
Вартість згаяних машино-годин, грн/рік	59176979	1039785	22320710	29240004	111777477
ЗАГАЛОМ, грн/рік	65548900	1039785	46681446	51355316	164625446

$$E_{затр} = 164625446 \times 0.2 = 32925089 \text{ грн/рік}$$

3.4 Економія від зменшення числа та важкості ДТП

Економія від зменшення числа ДТП встановлюється порівнянням збитків від ДТП на ділянці вулично дорожньої мережі до та після впровадження заходів.

(3.10)

З урахуванням коефіцієнту зниження аварійності k :

$$E_{дтп} = C_{дтпдо} - kC_{дтпдо} \quad (3.11)$$

Коефіцієнт зниження аварійності розраховується на основі частинних коефіцієнтів за формулою:

$$k = \prod (1 - k_i) \quad (3.12)$$

де k_i - частинні коефіцієнти зниження аварійності (таблиця 3.6)

Таблиця 3.6 - Значення k_i

Захід	k_i	$1-k_i$
Встановлення дорожніх знаків	0,34	0,66
Встановлення світлофорів	0,35	0,65
Горизонтальна розмітка перехрестя	0,38	0,62
Добуток коефіцієнтів		0,26598

$$k = 0,26$$

Розрахунок ефекту по ДТП наведено в табл. 3.7 та 3.8 та на листі 12 графічної частини роботи.

Таблиця 3.7 - Збитки від ДТП

Наслідки ДТП	Збиток від одного ДТП, грн
Матеріальні збитки	100000
Середні поранення	150000
Важкі поранення	175000
Смертельний випадок	200000

Таблиця 3.8 - Розрахунок збитків від ДТП

Наслідки ДТП	Збиток від одного ДТП, грн	Кількість ДТП за рік	Збиток за рік за базою, грн/рік	k	Збиток за рік за проектом, грн/рік
Матеріальні збитки	100000	21	2100000	0,26	546000
Середні поранення	150000		0	0,26	0
Важкі поранення	175000		0	0,26	0
Смертельний випадок	200000		0	0,26	0
Загалом		21	2100000	0,26	546000

$$E_{ДТП} = 2100000 - 546000 = 1554000 \text{ грн / рік}$$

3.5 РОЗРАХУНОК ТЕРМІНУ ОКУПНОСТІ ПРОЕКТА

Сумарна економія від впровадження заходів ОДР розраховується за формулою:

$$E = E_{затр} + E_{ДТП} - C \quad (3.13)$$

$$E = 32925089 + 1554000 - 76989 = 34402100 \text{ грн} / \text{рік}$$

Термін окупності проекту:

$$T_{іе} = \frac{K}{E} \quad (3.14)$$

$$T_{ок} = \frac{280339}{34402100} = 2,97 \text{ діб}$$

Таблиця 3.9 -Техніко-економічні показники проекту

Показник	Базове значення	Проектне значення
Капітальні вкладення, грн.	-	280339
Річні експлуатаційні витрати, грн	-	76989
Амортизаційні витрати, грн./рік	-	47984
Середня транспортна затримка приведеного автомобіля, год./год.	0,123	0,048
Економія від зменшення затримок транспорту та пасажирів, грн/рік	-	32925089
Збитки від ДТП, грн./рік	2100000	546000
Економія від зменшення кількості та важкості ДТП, грн./рік	-	1554000
Загальна економія, грн./рік	-	34402100
Термін окупності проекту, діб	-	3

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У магістерській роботі «Підвищення ефективності організації руху маршрутного транспорту на Транспортній площі м. Запоріжжя» досліджується режим світлофорного регулювання дорожнього руху на Транспортній площі м. Запоріжжя та вплив введення адаптивного регулювання із застосуванням детекторів наближення та напрямку руху трамваїв на транспортні затримки. Передбачено також зміну розташування світлофорів, дорожніх знаків, наведення дорожньої розмітки за новою схемою.

На підготовчому етапі виконання магістерської роботи необхідно зібрати великий обсяг числової інформації, що характеризує дорожньо-транспортну ситуацію на об'єкті проектування. Збирання інформації проводиться методом натурних спостережень в зоні перехрестя, в рухомому складі (трамваях) та шляхом фіксації даних з апаратури центру управління автоматизованою системою керування дорожнім рухом.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

До потенційних небезпек для дослідника дорожньо-транспортної ситуації належать.

1. Небезпека падіння на тротуар спеціальних частин контактної мережі, спричинене їх зачепленням стумознімачем трамвая (в зоні перехрестя), наслідком чого стає травмування дослідника.

2. Небезпека наїзду трамвая на спостерігача через сходження з рейок (в зоні перехрестя), наслідком чого стає дорожньо-транспортна пригода. На означеному перехресті протягом 2017-го року зафіксовано 6

випадків сходження трамваїв з рейок. 100% випадків мали місце в кривій.

3. Небезпека ураження дослідника електричним струмом через доторкання до металічної світлофорної стійки, що опинилася під напругою із-за пошкодження ізоляції живильних дротів (в зоні перехрестя), наслідком чого стає електротравма.

4. Небезпека скоєння дорожньо-транспортної пригоди, спричиненої наїздом на працівників спеціального монтажно-експлуатаційного підприємства, що наводять дорожню розмітку, наслідком якої є травмування працівників.

5. Небезпека впливу аерозолю, що містить у своєму складі зважені у повітрі мікрокраплі розмічальної фарби та розчинника розмічальної фарби утвореного по причині наведення дорожньої розмітки фарбою (в зоні перехрестя), що може призвести до подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, алергічних проявів.

Розчинники емалевої фарби, що застосовується для нанесення дорожньої розмітки (уайт-спірит, скипидар, сольвент, ксилол) належать до групи легколетучих речовин, за нормальної температури починають випаровуватися на відкритому повітрі.

6. Пожежа у рухомому складі електротранспорту (трамваї), спричинена займанням електрообладнання та матеріалів салону через замикання на корпус лінії живлення напругою 600 В)і, як наслідок, втрата свідомості під впливом продуктів горіння і опік.

7. Оцінка надійності системи матеріально-технічного постачання і виробничих зв'язків.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Для уникнення падіння на тротуар спеціальних частин контактної мережі, відповідно до *наказу Державного комітету з житлово-комунального господарства «Про затвердження Правил експлуатації трамвая та тролейбуса»*, перед виїздом на лінію справність пружин та кріплень струмознімачів, бандажів, графітових вставок повинна бути перевірена. Експлуатація трамваїв з пошкодженими струмознімачами не допускається.

Відповідно до *ДБН В.2.3-18:2007 «Трамвайні та тролейбусні лінії»*, тримачі кривих (пристрої, що фіксують положення контактних проводів контактної мережі на кривій та забезпечують плавний прохід голівки струмоприймача в місці злому контактного проводу)) повинні мати поперечні розтяжки (троси), що утримують їх положення при максимально припустимих навантаженнях з урахуванням впливу вітру. Крім того, мінімальна відстань від осі колії на прямих ділянках до будинків, споруд і пристроїв приймається за наведеною в стандарті таблицею, а на кривих ділянках її треба додатково збільшувати залежно від радіусу кривої.

2. Згідно *ДБН В.2.3-18:2007 «Трамвайні та тролейбусні лінії»*, на кривих ділянках колії мінімальні відстані від осі колії до будинків, споруд необхідно збільшувати на величину виносу або звису вагона. Перехід від прямих до кривих ділянок колії треба виконувати із застосуванням перехідних кривих, радіуси та довжину яких треба приймати відповідно до стандарту. Крім того, для кривих ділянок колії гранично допустимий поздовжній ухил, прийнятий для прямих ділянок, треба зменшувати на величину, еквівалентну додатковому опору руху від кривої.

3. Для попередження виникнення електротравми запропоновано такі заходи.

1) Встановлення запобіжників, автоматичних вимикачів (ПУЕ-2014), номінальне значення сили струму для яких визначене з урахуванням їх спрацювання у разі виникнення короткого замикання на землю (стікання струму через заземлення) через пошкодження ізоляції кабелів, які заводяться до світлофорної стійки.

2) Підключення світлофорних стійок до захисного заземлення та проведення щорічного випробування захисного заземлення на предмет відповідності величини опору заземлення величі, що встановлена ПУЕ - 2014.

3) Використання в апаратах управління світлофорами пристроїв захисного відключення (ПЗО) та диференційних автоматичних вимикачів. Відповідно до *НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок*, пристрої захисного відключення встановлюються для уникнення ураження людини електричним струмом, що виникає між провідником, який знаходиться під напругою, та землею. Принцип дії пристрою полягає у порівнянні величин електричного струму. Що проходить через фазний та нульовий дроти. У випадку виявлення різниці, що є більшою за уставку приладу, він спрацьовує. Знімаючи напругу з електроприладу.

4. Для запобігання дорожньо-транспортним пригодам проводиться огороження місця проведення робіт відповідно до вимог *СОУ 45.2-00018112-006:2006. Безпека дорожнього руху. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг* (рис. 4.1). У разі необхідності проведення робіт у нічний час (аби не спричиняти затори), в зоні проведення робіт застосовується додаткове освітлення, що встановлюється на наявних електроопорах у вигляді додаткових ліхтарів та прожекторів відповідно *ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» (розділ «Зовнішнє освітлення міських і сільських поселень»)*.

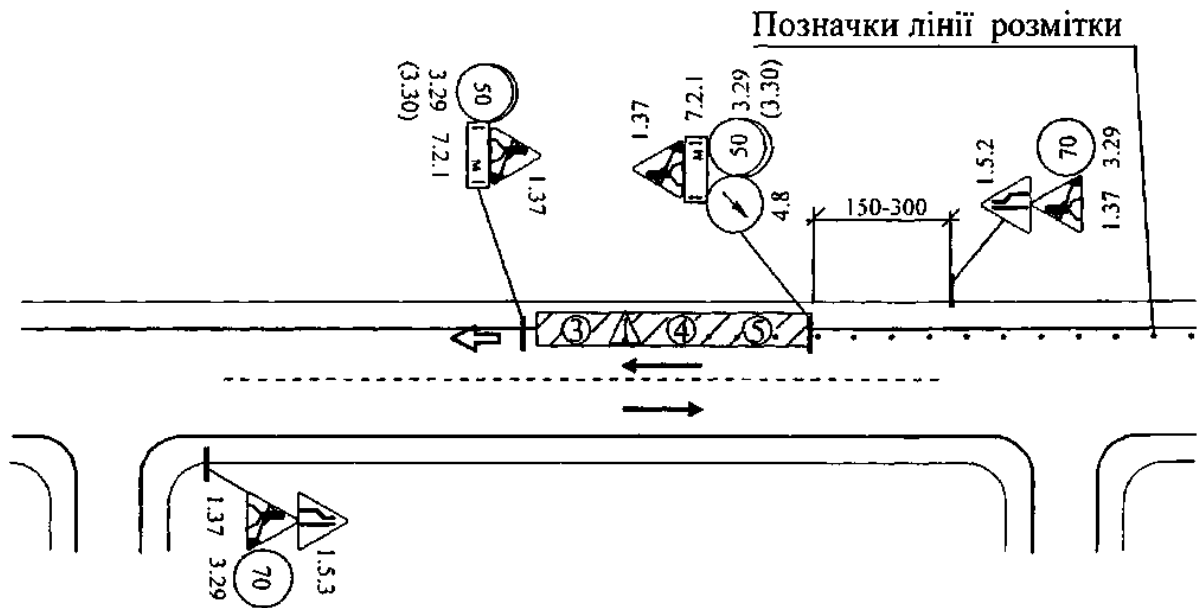


Рисунок 4.1 – Дислокація засобів регулювання на місці дорожніх робіт

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

5. Для уникнення небезпеки вдихання аерозолю, утвореного при розсіюванні фарби розмічальною машиною, пропонується, відповідно ДСТУ 2587:2010 «Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування», для розмітки проїзних частин з інтенсивністю руху транспорту більше 3000 од. за добу застосовувати зносостійкі матеріали. На ділянці, що розглядається, інтенсивність руху складає 1500 од. за годину. До таких матеріалів належить гарячий пластик, який не вимагає застосування хімічно активного розчинника.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

6. Відповідно до ДСТУ 4799:2007 «Вагони трамвайні пасажирські. Вимоги пожежної безпеки та методи контролювання», трамвайний вагон повинен бути оснащений двома порошковими вогнегасниками із зарядом вогнегасної речовини не менше ніж 5 кг, один з яких повинен знаходитися у відділенні водія. Якщо трамвайний вагон є зчленованим, то кількість вогнегасників повинна бути не менше одного на кожну секцію, у трамвайному потязі - не менше одного на кожний вагон, крім того, що знаходиться у відділенні водія.

До місця, призначеного для вогнегасника, повинен бути забезпечений вільний доступ. Місце для вогнегасників повинно мати розміри не менше ніж 600 мм × 200 мм × 200 мм.

У місцях розташованості вогнегасників не повинно бути дій прямих сонячних променів, а також безпосередньо дій опалювальних і нагрівальних приладів.

Місця розташованості вогнегасників не повинні створювати перешкоди для пасажирів і водія, у тому числі і під час їх евакуювання.

Конструкція кріплення вогнегасника повинна відповідати вимогам *ДСТУ 3675-98. Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань*, унеможливлувати випадання його під час руху, бути зручною для встановлення та оперативного зняття вогнегасника і не повинна закривати своїми елементами маркувальні написи.

4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

7. Спеціально монтажно-експлуатаційне підприємство, що здійснює обслуговування світлофорних об'єктів слід належним чином підготувати до продовження виконання основних функцій із забезпечення функціонування світлофорів у випадку зниження надійності системи матеріально-технічного постачання і виробничих зв'язків.

Для визначення системи заходів, необхідних для підвищення стійкості підприємства до роботи у надзвичайних умовах, коли постачання обладнання та відправлення апаратури на ремонт не є можливими, скористаємося методом моделювання крайніх станів та поставимо на меті забезпечити роботу підприємства без зв'язку із суміжниками протягом двох місяців. Проблемними можуть бути такі питання: відсутність запасних частин. Відсутність кваліфікованих кадрів. Відсутність обладнання для ремонту.

1) внесення до тендерних умов в якості бажаного вибір постачальника світлофорного обладнання та апаратури управління ним підприємства, що знаходиться у місті Запоріжжі.

2) створення місячного запасу повністю готових до роботи блоків управління світлофорними об'єктами та блоків перемикання світлофорних сигналів.

3) уніфікація світлофорного обладнання, відмова від великої номенклатури деталей, перехід на елементну базу, що розповсюджена в інших системах автоматизованого управління.

4) глибоке освоєння будови та принципу функціонування апаратури фахівцями високого класу, що забезпечує, у разі критичної необхідності, проведення капітальних ремонтів без залучення сторонніх організацій.

5) дублювання систем управління за принципом, що дублююча система має простішу будову, меншу функціональність, проте високу надійність.

6) придбання обладнання, що не застосовується в звичайних умовах, тому має великий термін служби (засоби глибокої діагностики, осцилографи, паяльні станції).

4.5 Висновки по розділу «Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях»

У магістерській роботі «Підвищення ефективності організації руху маршрутного транспорту на Транспортній площі м. Запоріжжя» досліджується режим світлофорного регулювання дорожнього руху на Транспортній площі м. Запоріжжя.

Виявлено ряд небезпек, щодо проведення дослідницької роботи та запропоновано заходи для їх уникнення, до яких належать: дотримання вимог Правил експлуатації трамвая та тролейбуса та вимог ДБН щодо трамвайних ліній; застосування захисного заземлення; позначення місця проведення робіт; застосування термопластика при наведенні дорожньої; комплектування трамваїв вогнегасниками; підвищення надійності роботи світлофорної служби за умов відсутності підприємств-суміжників.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі виконано дослідження організації і регулювання дорожнього руху на перехресті просп. Соборного та вул. Святого Миколая (Транспортна площа).

В результаті дослідження встановлено ряд недоліків в частині архітектурного планування перехрестя та підходів до нього.

З метою зменшення втрат часу та покращення дорожньо-транспортної ситуації запропоновано збільшити площу твердого покриття.

Також проведено дослідження аварійності на перехресті. Встановлено основні причини дорожньо-транспортних пригод та недоліки в організації дорожнього руху.

З метою зменшення втрат часу учасниками дорожнього руху запропоновано застосувати в якості транспортних детекторів контакти автоматичної трамвайної стрілки, розташовані на контактній мережі. Визначено структуру світлофорного циклу з урахуванням трамвайних викличних фаз.

В результаті запровадження запропонованих змін в планування перехрестя та режим регулювання буде отримано економію у розмірі близько 34,5 млн. грн./рік за рахунок зменшення затримок у русі транспорту та пасажирів й зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сайт Запорізької міської ради [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://zp.gov.ua>.
2. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1982 – 288 с.
3. Правила розміщення та обладнання зупинок міського електро- та автомобільного транспорту, затверджені наказом Державного комітету України по житлово-комунальному господарству №21 від 15.05.1995р.
4. ДСТУ 2587:2014 Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування.
5. ДСТУ 4092-2002 Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та умови безпеки.
6. ДСТУ 4100-2014 Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.
7. Клишковштейн Г.И. Организация дорожного движения. / Г.И. Клишковштейн. – М.: Транспорт, 2001. – 240 с.
8. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1991. – 183 с.
9. Конспект лекцій з дисципліни «Автоматизовані системи управління на транспорті» (для студентів 4 курсу всіх форм навчання напряму підготовки 1004 «Транспортні технології»). Укл.: В.С. Віниченко – Харків: ХНАМГ, 2010. – 68 с.
10. Кременец Ю.А. Технические средства регулирования дорожного движения / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский. – М.: Транспорт, 1988. – 242 с.
11. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов./ Е.М. Лобанов – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.

12. Патент 94668 Україна, МПК G08G1/042. Пристрій автоматичного регулювання руху трамваїв / Трушевський В.Е., Єресов В.І., Дідківська Л.С. Заявл. 03.06.2014; опубл. 25.11.2014, Бюл. №22. – 4 с.
13. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах : монографія / Є. Ю. Форнальчик, І. А. Могила, В. Е. Трушевський, В. В. Гілевич ; за заг. ред Є. Ю. Форнальчика. – Львів :Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 236 с.
14. Полищук В.П. Проектирование автоматизированных систем управления движением на автомобильных дорогах / В.П. Полищук К.: КАДИ, 2003. – 94 с.