

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний

(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра

(ступінь вищої освіти)

на тему ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ НА
ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПЕРЕЇЗДІ В РАЙОНІ ПЕРЕХРЕСТЯ ПРИВОКЗАЛЬНОЇ
ВУЛ. ТА ВУЛ. М. ЛАСТОЧКІНА У МІСТІ ЗАПОРІЖЖІ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи T-810

Спеціальності 275 Транспортні технології

(за видами)

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

«Організація перевезень і логістичне управління
на залізничному транспорті»

ШЕВЧЕНКО А.Б.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник ТРУШЕВСЬКИЙ В.Е.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ЩЕРБИНА А.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Транспортний
Кафедра «Транспортні технології»
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) «Організація перевезень і логістичне управління на залізничному транспорті»
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ГУРПАК

« 20 » травня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ШЕВЧЕНКА Андрія Богдановича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення рівня безпеки руху поїздів на залізничному переїзді в районі перехрестя Привокзальної вул. та вул. М. Ласточкина у місті Запоріжжі

керівник проєкту (роботи) к.т.н., ТРУШЕВСЬКИЙ Вячеслав Едуардович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» травня 2024 року №248

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) схема організації дорожнього руху в районі перехрестя

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

1 Аналітична частина, 2 Розрахункова частина, 2.1 Вдосконалення схеми організації дорожнього руху, 2.2 Організація руху на залізничному переїзді, 2.3 Визначення режиму роботи сигналізації залізничного переїзду, 3 Економічна частина, 3.1 Розрахунок капітальних витрат, 3.2 Розрахунок поточних витрат, 3.3 Економія від зменшення затримок транспорту на перехресті, 3.4 Розрахунок терміну окупності

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ТРУШЕВСЬКИЙ В.Е., доцент		
2	ТРУШЕВСЬКИЙ В.Е., доцент		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		

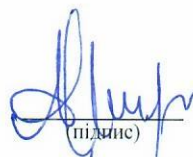
7. Дата видачі завдання «20» травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 20.06.	

Студент(ка)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Андрій ШЕВЧЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)


(підпис)

Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 50 с., 24 табл., 12 рис., 10 використаних джерел.

ВУЛИЦЯ, ДОРОЖНІ ЗНАКИ, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА,
ЗАЛІЗНИЧНИЙ ПЕРЕЇЗД, КООРДИНОВАНЕ РЕГУЛЮВАННЯ,
ПЕРЕХРЕСТЯ, СВІТЛОФОРНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ,
ЦИКЛ РЕГУЛЮВАННЯ

Об'єкт дослідження – ділянка поблизу залізничного переїзду,
розташованого біля перехрестя Привокзальної вул. та вул. Ласточкина..

Мета проекту – підвищення рівня безпеки руху на вказаній ділянці.

Метод дослідження – аналітичний, графічний, використання ЕОМ.

У дипломній роботі запропоновано комплекс заходів щодо
підвищення рівня безпеки руху у районі залізничного переїзду, що
розташований поблизу перехрестя Привокзальної вулиці та вулиці
Ласточкина. Запропоновані заходи належать більшою частиною до
оперативних заходів організації дорожнього руху та зміни структури й
параметрів режиму світлофорного регулювання.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу.....	2
РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Аналіз вулично-дорожньої мережі.....	7
1.2 Дорожньо-транспортна ситуація в районі проектування	10
1.3 Дослідження характеристик транспортного потоку	12
1.3.1 Визначення інтенсивності дорожнього руху	12
1.3.2. Визначення розрахункової швидкості	18
1.4 Аналіз дорожньо-транспортних пригод	20
1.5 Аналіз недоліків та постановка задач дипломного проектування	27
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	28
2.1 Вдосконалення схеми організації дорожнього руху	28
2.2 Організація руху на залізничному переїзді	30
2.3 Визначення режиму роботи сигналізації залізничного переїзду	35
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	41
3.1 Розрахунок капітальних витрат	41
3.2 Розрахунок поточних витрат.....	42
3.3 Економія від зменшення затримок транспорту на перехресті	44
3.4 Розрахунок терміну окупності.....	47
ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	50

ВСТУП

Широке застосування автоматизованих систем керування дорожнім рухом на вулично-дорожній мережі великих міст є значною інвестицією в поліпшення дорожньо-транспортної ситуації, а саме у зменшення кількості та тяжкості дорожньо-транспортних пригод за участю водіїв, пасажирів, пішоходів та велосипедистів, а також забезпечення найбільш повного використання пропускнуої здатності вузлів вулично-дорожньої мережі.

За рахунок оптимізації режимів світлофорного регулювання підвищується частка ефективного часу у циклі світлофорного регулювання, внаслідок чого зменшується непродуктивні затримки транспортних засобів перед перехрестями.

На залізничних переїздах найбільша небезпеку являють собою дорожньо-транспортні пригоди, пов'язані із наїздом рухомого складу залізниці на транспортні засоби автомобільного транспорту та на пішоходів. Для уникнення таких дорожньо-транспортних пригод необхідно застосовувати додаткові технічні засоби регулювання дорожнього руху в районі залізничних переїздів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз вулично-дорожньої мережі

В якості ділянки проектування обрано вулицю Привокзальну, що поєднує Соборний проспект з Набережною магістраллю. Це вулиця районного значення з регульованим рухом. Між перехрестями з Соборним проспектом на вулицю Ласточкина розташовано регульований залізничний переїзд, на якому під'їзна колія підприємства «ЗАЗ» та річкового порту перетинає вулицю Привокзальну.

Розглядаються шляхи вдосконалення організації дорожнього руху на перехресті Привокзальної вулиці з вулицею Ласточкина та на залізничному переїзді поблизу цього перехрестя. Також до ділянки проектування належить регульований в жорсткому режимі пішохідний перехід через Привокзальну вулицю, розташований між залізничним переїздом та перехрестям з Соборним проспектом.

Вказана ділянка вулично-дорожньої мережі складається з двох вулиць. Одна з яких має різну ширину проїзної частини на ділянці до перехрестя та після нього. Значення цих величин на відповідних ділянках наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Ширина проїзної частини. м

Ділянка вулично-дорожньої мережі	Ширина проїзної частини, м
Привокзальна вулиця	14,5
Вулиця Ласточкина з боку вул. Автозаводської до перехрестя з вул. Привокзальною	9,0
Вулиця Ласточкина з боку виїзду з підприємства «Радіоприлад» до перехрестя з вул. Привокзальною	6,0

В Комунарівському районі світлофорні об'єкти працюють у ізольованому режимі. Основні вулиці району: проспект Соборний, вул. С. Серікова, вул. Космічна, вул. Чумаченка, вул. Говорухи, вул. Юності, вул. М. Ласточкина, вул. Привокзальна, Набережна магістраль. Середні інтенсивності на цих вулицях в «години-пік» наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Середні інтенсивності в «години-пік»

№	Вулиця	Інтенсивність, од/год
1	проспект Соборний	1200-1800
2	вул. Космічна	900-1200
3	вул. Привокзальна	400-500
4	Набережна магістраль	1000-1400

Тепер зробимо аналіз вулично-дорожньої мережі на відрізок вул. С. Серікова та Набережна магістраль. На цьому відрізку знаходиться 4 регульованих перехрестя та 1 перехрестя регулюється за допомогою дорожніх знаків. Вулиця має одно, двох та трьох смугову проїзну частину в кожному напрямі. Вздовж нього розташовані магазини, підприємства. Також посеред вулиці проходить трамвайні колії.

На вулицях відсутня розмітка, не вистачає на деяких перехрестях дорожніх знаків, поганий стан проїзної частини у місцях де її перетинає залізничний переїзд «АвтоЗАЗа» та трамвайні колії. Тому цей відрізок потребує ремонту доріг, нанесення дорожньої горизонтальної розмітки та встановлення дорожніх знаків.

Ця головна вулиця, за допомогою якої відбувається сполучення між вокзалом Запоріжжя 1 та центром міста, а також між сусідніми містами. Вздовж проспекту розташована велика кількість торговельних центрів, магазинів, підприємств, учбових закладів. В 2003 році на проспекті проводилась реконструкція для поліпшення умов руху транспорту, зниження коефіцієнту завантаження та ступеню складності перехресть (рис. 1.1).

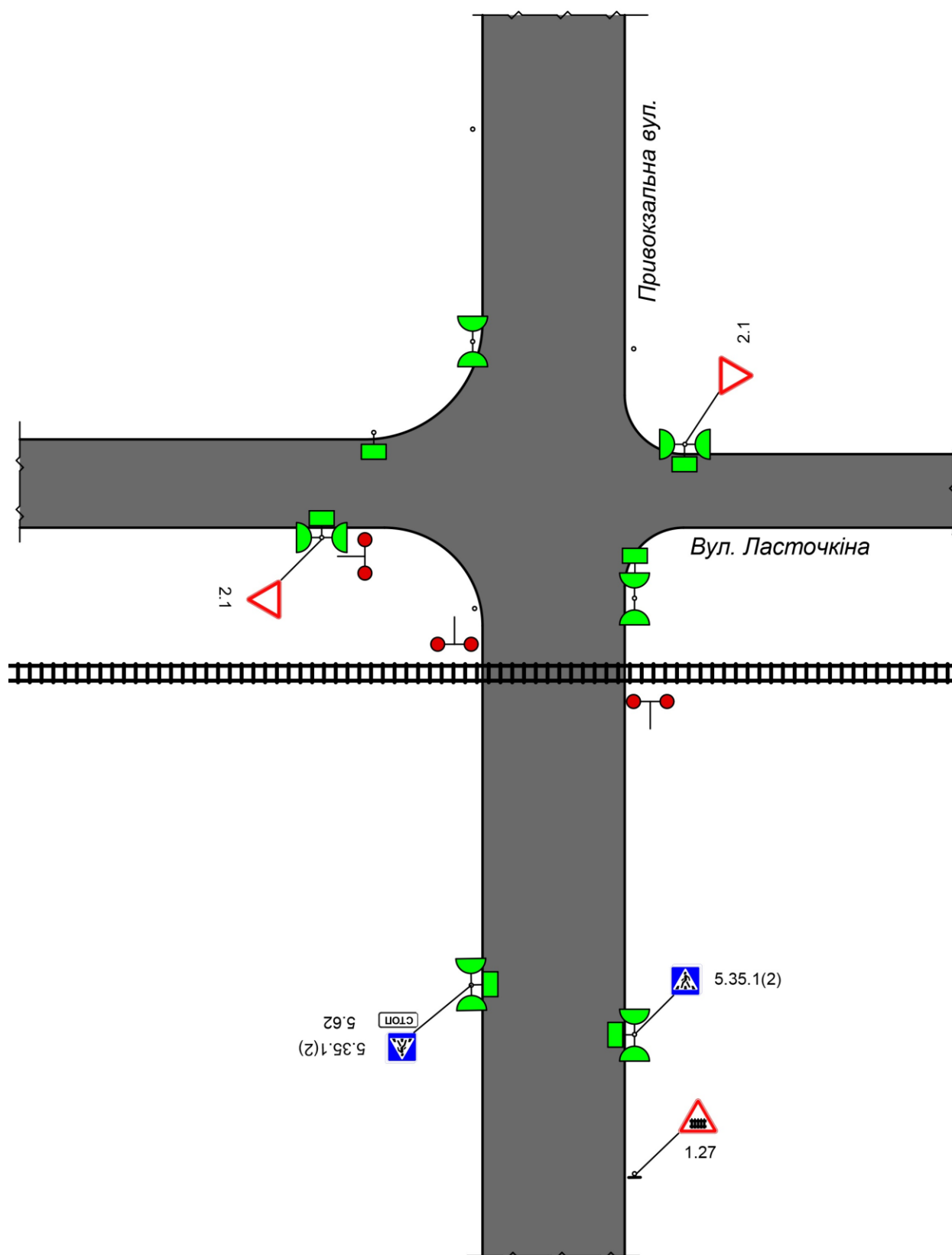


Рисунок 1.1 – Діюча схема організації дорожнього руху

1.2 Дорожньо-транспортна ситуація в районі проектування

Перехрестя проспекту Соборного та вул. Привокзальної Т-подібне. Рух не регулюється. На даному перетині рухаються такі транспортні засоби: легкові автомобілі, мікроавтобуси, автобуси, тролейбуси. Головна дорога – проспект Соборний змінює напрямок, що видно з таблички 7.8 «зміна напрямку головної дороги», та повертає на вул. Привокзальну. Перед самим перехрестям дорога перетинається з трамвайною колією, що є виїзд з оборотного кільця. В кожному напрямі транспортні засоби рухаються по двох смугах.

На під'їзді від просп. Соборного до вул. М. Ласточкина встановлено на металевих стойках дорожні знаки 5.35.1(2), якими позначені пішохідні переходи.

Перехрестя вул. Привокзальна – вул. М. Ласточкина +-. Регулювання дорожнього руху здійснюється транспортними і пішохідними світлофорами, а також застосовуються дорожні знаки 1.27 «залізничний переїзд зі шлагбаумом», 2.1 «дати дорогу», 5.35.1(2) «пішохідний перехід», 5.62 «місце зупинки». На перехресті дорожня розмітка відсутня на момент проведення дослідження діючої схеми організації дорожнього руху.

Світлофорне регулювання перехрестя має трифазний цикл. Цикл регулювання складає 73 с. У першу фазу рухаються транспортні засоби, які знаходяться на вул. Привокзальній, у другу здійснюється частково безконфліктний лівий поворот з вул. Привокзальної (від залізничного вокзалу) на вул. Ласточкина, протягом третьої фази відбувається роз'їзд транспортних засобів по вул. М. Ласточкина. Регульований пішохідний перехід через Привокзальну вулицю забезпечує пропуск пішохід під час, що відводиться для руху транспорту по вул. Ласточкина.

До недоліків в організації і регулювання дорожнього руху належить повна відсутність дорожньої розмітки.

Що стосується до режиму світлофорного регулювання, то використання третьої фази регулювання за даних інтенсивностей руху не можна вважати повністю обґрунтованим. Оскільки йдеться про фазоподібний складний перехідний інтервал, то необхідність забезпечення частково безконфліктного маневру на даному перехресті потребує спеціального вивчення, тому при проектуванні слід розглянути варіант спрощеної структури циклу.

Крім того, розташування світлофорних сигнальних пристроїв не відповідає вимогам ДСТУ 4092-2002 в частині дислокації дублюючих світлофорів. Стандартом встановлено, що в усіх випадках варіанти розташування дублюючих світлофорів, за яких вони знаходяться перед перехрестям є більш доцільними. Крім того, застосування дублюючих світлофорів, розташованих на стійках, при кількості смуг зустрічного руху більше однієї не допускається.

Застосування та розташування дорожніх знаків визначається вимогами державного стандарту 4100-2021. Відповідно до діючої схеми дислокації дорожніх знаків можна відзначити кілька суттєвих недоліків. На регульованих пішохідних переходах в більшості випадків відсутні двосторонні знаки 5.35.1 (2) «Пішохідний перехід», наявність яких є обов'язковою у разі, якщо в добовому режимі світлофорного об'єкту передбачено програму «жовте миготіння». Відсутність з боку Новокузнецької вулиці знаку 1.27 «Залізничний переїзд без шлагбауму» також є порушенням стандарту. Перед перехрестям по привокзальній вулиці відсутні знаки 2.3 «Головна дорога», які визначають черговість проїзду в нерегульованому режимі. При наближенні до перехрестя від вокзалу Запоріжжя – 1 після регульованого переходу відсутній дорожній знак 5.62 «Місце зупинки», що визначає вимогу зупинитися на заборонний сигнал розташованого поруч світлофора, хоча той знаходить на виїзді з переходу.

1.3 Дослідження характеристик транспортного потоку

1.3.1 Визначення інтенсивності дорожнього руху

При формуванні інформації про стан дорожнього руху в першу чергу необхідні дані, що характеризують транспортний потік.

Багаторічний закордонний і вітчизняний досвід наукових досліджень і практичних спостережень за транспортними потоками дозволив виділити найбільш об'єктивні показники. В міру удосконалювання методів і апаратури для дослідження транспортних потоків номенклатура показників, використовуваних в організації дорожнього руху, продовжує розвиватися. Найбільше часто застосовуваними є: інтенсивність транспортного потоку, його склад по типах транспортних засобів, щільність потоку, швидкість руху, затримки руху. Охарактеризуємо ці й інші показники транспортного потоку.

Інтенсивність транспортного потоку (інтенсивність руху) N , - це число транспортних засобів, що проїжджають через перетин дороги за одиницю часу. Як розрахунковий період часу для визначення інтенсивності руху приймають рік, місяць, доба, година і більш короткі проміжки часу (хвилини, секунди) у залежності від поставленої задачі спостереження і засобів виміру. На УДС можна виділити окремі ділянки і зони, де рух досягає максимальних розмірів, у той час як на інших ділянках воно в кілька разів менше. Така просторова нерівномірність відбиває насамперед нерівномірність розміщення вантажо- і пасажирообразуючих пунктів і місць їхнього притягання.

Нерівномірність транспортних потоків у часі (протягом року, місяця, доби і навіть години) має найважливіше значення в проблемі організації дорожнього руху.

Термін «година пік» є умовним і порозумівається лише тим, що година є основною одиницею виміру часу. Тривалість найбільшої інтенсивності руху може бути чи більше менше години. Тому найбільш точним буде

поняття піковий період, під яким мають на увазі час, протягом якого інтенсивність, обмірювана по малих відрізках часу (наприклад, за 15-хвилинними спостереженнями), перевищує середню інтенсивність періоду найбільш оживленого руху. Періодом найбільш оживленого руху на більшості міських і внеміських доріг звичайно є 16-годинний відрізок часу протягом доби (приблизно з 6 до 22 ч).

В умовах перенасичення ВДС транспортним потоком на ряді магістралей великих міст протягом практично всього активного періоду доби спостерігається «пікова» інтенсивність, що супроводжується пробковими явищами.

Тимчасова нерівномірність транспортних потоків може бути охарактеризована відповідним коефіцієнтом нерівномірності. Цей коефіцієнт може бути обчислений для річний, добової і вартувий нерівномірності руху. Нерівномірність може бути виражена як частка інтенсивності руху, що приходить на даний відрізок часу, або як відношення інтенсивності, що спостерігається, до середнього за однакові проміжки часу.

Необхідно відзначити, що застосовують поняття обсяг руху на відміну від інтенсивності руху. Під обсягом руху розуміють фактичне число автомобілів, що проїхали по дорозі протягом прийнятої одиниці часу, отриманий безупинним спостереженням за позначений період.

Найбільше часто інтенсивність руху транспортних засобів і пішоходів у практиці організації руху характеризують їхніми годинними значеннями. При цьому найбільш важливий цей показник у пікові періоди. Необхідно, однак, мати на увазі, що інтенсивність руху в «години пік» у різні дні тижня може мати неоднакові значення.

На дорогах з більш високим рівнем інтенсивності руху транспортних засобів менше нерівномірність руху та більш стабільніше інтенсивність у пікові періоди.

Для двох смугової дорозі з зустрічним рухом загальну інтенсивність характеризують звичайно сумарним значенням зустрічних потоків, тому що

умови руху і, зокрема, можливість обгонів визначаються завантаженням обох смуг. Якщо ж дорога має розділову смугу і зустрічні потоки ізольований друг від друга, то сумарна інтенсивність зустрічних напрямків не визначає умови руху, а характеризує лише сумарну роботу дороги як спорудження. Для таких доріг інтенсивність руху в кожному напрямку має самостійне значення.

Склад транспортного потоку характеризується співвідношенням у ньому транспортних засобів різного типу. Цей показник значно впливає на всі параметри дорожнього руху. Разом з тим склад транспортного потоку в значній мірі відбиває загальний склад парку автомобілів у даному регіоні.

Склад транспортного потоку впливає на завантаження доріг (скрутність руху), що порозумівається насамперед істотною різницею в габаритних розмірах автомобілів. Якщо довжина легкових автомобілів 4-5 м, вантажних 6-8 м, то довжина автобусів досягає 11 м а автопоїздів 24 м. Зчленований автобус (тролейбус) має довжину 16,5 м. Однак різниця в габаритних розмірах не є єдиною причиною необхідності спеціального обліку складу потоку при аналізі інтенсивності руху.

При обстеженнях транспортних потоків великої інтенсивності визначені труднощі представляє задача точного визначення вантажопідйомності кожного вантажного автомобіля.

При описі характеристик транспортного потоку, як у писемній формі, так і у виді графіків, варто звернути увагу на необхідність указувати відповідну розмірність у фізичних одиницях (авт/год) чи в приведених (од/год).

Для рішення практичних задач ОДР можуть бути використані коефіцієнти зведення до легкових автомобілів які наведені у таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Коефіцієнти зведення транспортних засобів до легкового автомобіля

Вид транспортного засобу	Коефіцієнт зведення
Легковий автомобіль	1
Автобус, тролейбус	3
Мікроавтобус	1,5
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 1,5 т	1,5
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 8 т	2
Вантажний автомобіль вантажопідйомністю до 12 т	3
Автопоїзд	4

За допомогою коефіцієнтів приведення можна одержати показник інтенсивності руху в умовних приведених одиницях, од/год,

$$N_{np} = \sum_1^n (N_i K_{npi}), \quad (1.1)$$

де N_i - інтенсивність руху автомобілів даного типу; K_{npi} - відповідні коефіцієнти приведення для даної групи автомобілів; n – число типів автомобілів, на які розділені дані спостережень.

Далі йдуть результати обліку інтенсивності руху на ділянці, що проектується (див. табл. 1.4).

Позначення під'їздів до перехрестя у прив'язці до назв вулиць, що складають вулично-дорожню мережу прилеглу до ділянки проектування, наведено на рис. 1.1.

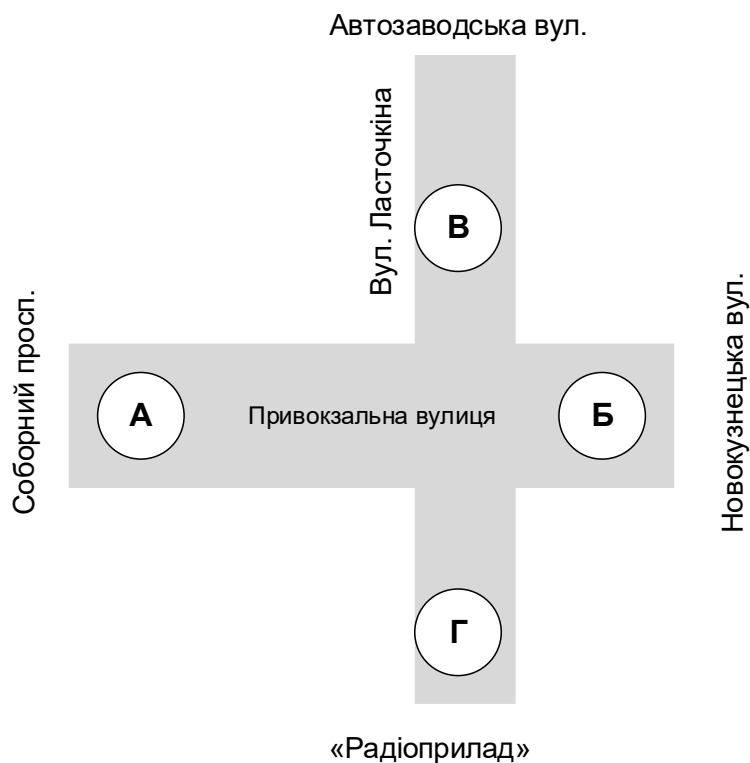


Рис. 1.1 – Позначення під'їздів до перехрестя Привокзальної вул. та вул. Ласточкина

Таблиця 1. 4 - Результати обліку інтенсивності руху на перехресті вулиці Привокзальна та вулиці М. Ласточкина

Вид транспортного засобу	Інтенсивність руху, авт/год											
Робочий день, 16.00 – 17.00												
Під’їзд	А			Б			В			Г		
Напрямок*	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Легковий автомобіль	201	0	10	200	17	4	1	9	3	1	0	3
Вантажний автомобіль	4	0	4	27	2	3	2	0	4	1	1	0
Мікроавтобус	40	0	5	54	1	0	0	10	0	0	0	1
Автобус	3	0	1	1	1	0	0	5	0	0	0	0
Тролейбус	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0

* - напрям 1 – прямо, 2 – праворуч, 3 – ліворуч.

Приведену інтенсивність руху транспортних потоків розраховуємо для всіх напрямків руху. Результати обчислень наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1. 5 - Результати обліку інтенсивності руху на перехресті вулиці Привокзальна та вулиці М. Ласточкина

Під'їзд	А			Б			В			Г		
Напрямок*	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Інтенсивність руху, од./год.	284	0	28,5	347	25,5	10	5	39	11	3	2	5

* - напрям 1 – прямо, 2 – праворуч, 3 – ліворуч.



На перехресті вул. Привокзальна – вул. М. Ласточкина такі види транспортних засобів: легкові автомобілі – 74 %, вантажні автомобілі – 8 %, мікроавтобуси – 15 %, тролейбуси та автобуси – 3%. Набільш навантаженими є прямі напрямки руху під'їздів А та Б.

Цифрограма інтенсивностей руху вміщена на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Діаграма складу транспортного потоку, %

1.3.2. Визначення розрахункової швидкості

З метою виявлення реального значення швидкості руху було проведено дослідження швидкості руху з використанням радарного вимірювача.

До вибірки включалися швидкості руху транспортних засобів, що не є тихохідними (дорожня техніка) та маршрутними. Як зазначено у [8], швидкість руху на перегонах магістралі описується нормальним законом розподілу ймовірностей. При цьому щільність розподілу ймовірностей окремих транспортних засобів є функцією двох параметрів і описується нормальним законом розподілу ймовірностей, диференціальна функція якого має вигляд:

$$f(v) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v-\bar{v})^2}{2\sigma_v^2}}, \quad (1.2)$$

де $\bar{v}$ - середня швидкість транспортного потоку;

σ_v - середнє квадратичне відхилення швидкостей окремих ТЗ.

Результати статистичної обробки отриманої вибірки вміщено в табл. 1.6..

Таблиця 1.6 – Статистичні характеристики вибірки швидкостей руху, км/год.

Максимальне значення	62
Мінімальне значення	36
Середнє значення	49
Стандартне відхилення	7
Величина 85-% забезпечення	57

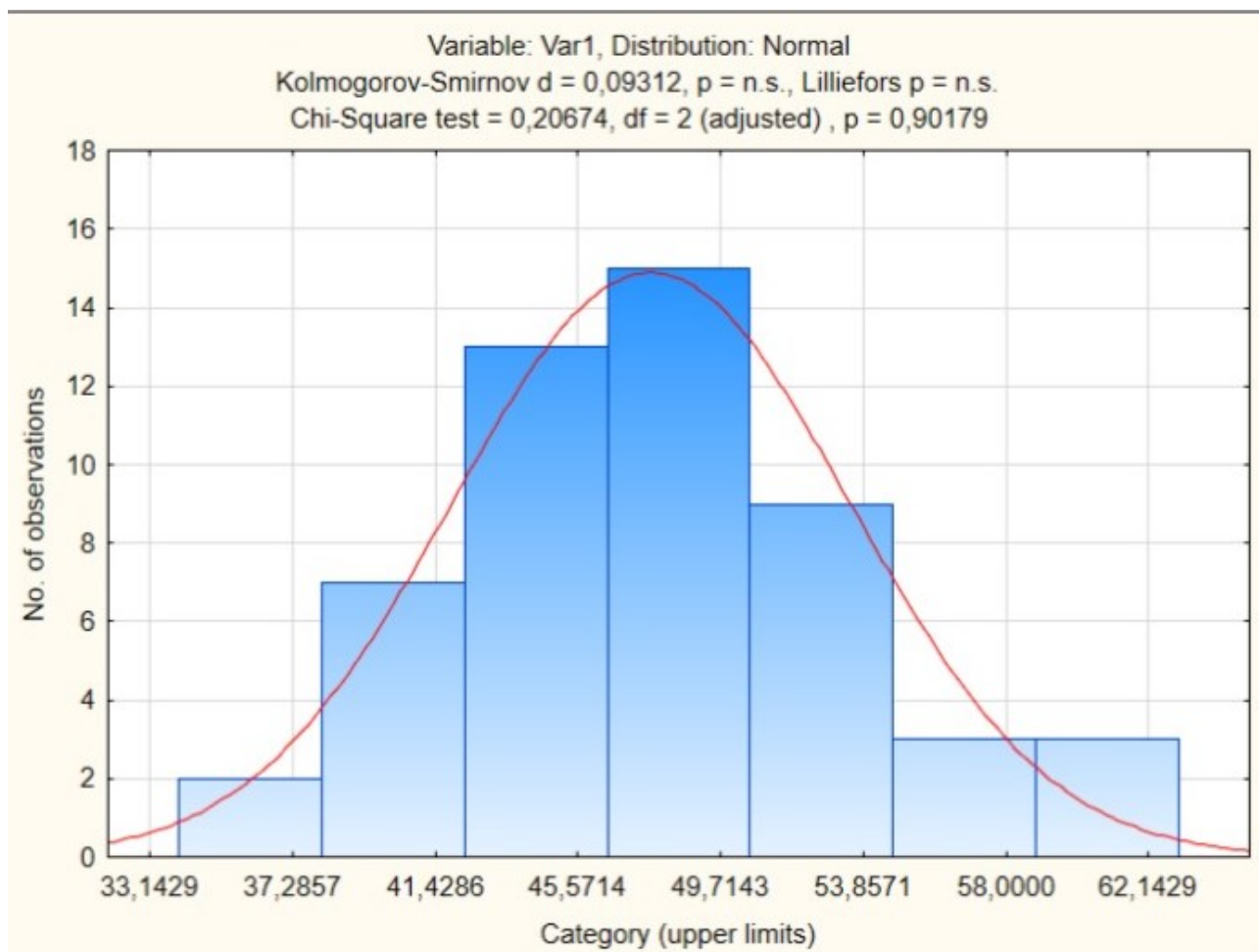


Рисунок 1.3 – Розподіл швидкостей руху

1.4 Аналіз дорожньо-транспортних пригод

Для характеристики дороги з точки зору безпеки дорожнього руху використовують такі поняття як коефіцієнт відносної аварійності та коефіцієнт безпеки.

Коефіцієнт відносної аварійності – це кількість ДТП за рік що віднесена до річної інтенсивності руху та довжині дорожньої ділянки.

Коефіцієнт безпеки – це відношення допустимої швидкості руху до швидкості руху можливої при вході до цієї ділянки.

Зосередження зусиль кваліфікованих фахівців з організації дорожнього руху на виявленні цих місць (ділянок) концентрації, їх обстеженні та розробці і впровадженні заходів по забезпеченню в них безпеки руху дозволяє досягти зменшення аварійності.

Розробка і впровадження заходів по забезпеченню безпеки дорожнього руху в місцях концентрації ДТП повинні базуватися на детальному аналізі всіх автоаварій на даній ділянці, в тому числі, з матеріальними збитками, та результатах обстежень цих місць (табл. 1.8).

Таблиця 1.8 – Критерії віднесення до місця концентрації ДТП

Міста	Кількість населення, тис. чол.	Кількість ДТП, що скоєні протягом:		
		одного року	двох років	трьох років
Найбільші	більше 1000	3	5	6
Більші	250-1000	3	4	5
Великі	100-250	-	3	4
Середні та малі	до 100	-	-	3

Місця концентрації ДТП – це перехрестя вулиць чи доріг, зупинки пасажирського транспорту загального користування, пішохідні переходи, залізничні переїзди, штучні споруди та інші елементи дороги, які

визначаються критерієм (таблиця 1.8). Доцільна довжина ділянки концентрації ДТП – 50...100м.

З метою визначення місць концентрації ДТП проводиться картографічний аналіз. Він здійснюється шляхом нанесення спеціальними позначками місць скоєння ДТП на карту міста. При цьому повинні бути вказані:

- вид ДТП – наноситься червоним кольором для ДТП з потерпілими людьми та синім – з матеріальними збитками;
- дата скоєння ДТП;
- реєстраційний номер картки обліку місць ДТП чи запису в журналі.

Нанесення ДТП здійснюється протягом доби після його реєстрації. Місця, в яких кількість ДТП сягнула граничного значення, позначаються на карті контуром червоного кольору, та підлягають негайній постанові на облік.

На кожне місце концентрації ДТП заводиться картка обліку, до якої заносяться всі автопригоди, скоєні в даному місці за період картографічного аналізу до зняття з обліку. В картці фіксуються час та обставини скоєння ДТП, його наслідки, дорожні умови.

ДТП – це пригода, що викликає загибель чи ушкодження людей або пошкодження транспортних засобів, доріг, вантажів та інших споруд. Види ДТП: зіткнення, перевертання, наїзд та інші.

По ступеню тяжкості ДТП поділяються на: ДТП з загибеллю людей, з травмуванням людей, з матеріальною шкодою.

Було зібрано інформацію про дорожньо-транспортні пригоди, що сталися на ділянці проектування протягом 2016-го року.

Отримані дані занесено до таблиці 1.9, а також на їх основі проведено аналіз аварійності, результати якого наведено на рис. 1.3.

Таблиця 1.9 – Аналіз аварійності за 2021 рік

№	Час та дата скоєння пригоди	Місце скоєння пригоди	Наслідки		Вид пригоди
			загинуло	поранено	
1	2	3	4	5	6
1	25.05 четвер 7:20	вул. Привокзальна	0	0	зіткнення
2	21.06 середа 12:30	вул. Привокзальна → С. Серікова	0	1	зіткнення
3	08.07 субота 19:03	ел. оп. № 223	0	0	зіткнення
4	27.08 неділя 10:00	буд. 8 → Космічного мкр.	0	0	зіткнення
5	09.09 субота 17:12	перехрестя з вул. М. Ласточкина	0	0	зіткнення
6	19.10 четвер 11:10	ел. оп. № 302	0	0	наїзд на пішохода
7	21.12 четвер 21:05	перехрестя з вул. М. Ласточкина	0	0	зіткнення
8	23.01 понеділок 21:37	вул. Привокзальна	0	1	зіткнення
9	19.02 неділя 17:15	ел. оп. № 305 → Запоріжжя 1	0	1	зіткнення
10	11.04 вівторок 7:17	вул. М. Ласточкина	0	0	зіткнення
11	30.04 неділя 18:57	перехрестя з вул. Привокзальна	0	0	наїзд на пішохода
12	12.05 п'ятниця 19:00	буд. 6 → Запоріжжя 1	0	0	зіткнення
13	14.06 середа 19:40	ел. оп. № 298	0	0	зіткнення
14	24.06 субота 9:25	перехрестя з вул. М. Ласточкина	0	0	зіткнення
15	08.08 вівторок 10:12	→ Привокзальна	0	0	зіткнення
16	07.04 вівторок 7:50	буд.11 Привокзальна → С. Серікова	0	0	зіткнення
17	19.04 п'ятниця 15:00	буд 6 → С. Серікова	0	0	зіткнення
18	23.06 понеділок 13:50	від Привокзальна → Космічний мкр.	0	0	наїзд на ТЗ
19	06.07 п'ятниця 18:58	→ Привокзальна	0	0	зіткнення

Закінчення таблиці 1.9

1	2	3	4	5	6
20	20.08 середа 22:20	М. Ласточкина → Комсомольської	0	0	зіткнення
21	10.09 понеділок 19:50	Привокзальна → Комсомольської	0	0	наїзд на ТЗ
22	24.09 п'ятниця 20:00	Привокзальна → С. Серікова	0	0	зіткнення
23	24.12 понеділок 12:30	перехрестя з вул. М. Ласточкина	0	0	зіткнення

Також були побудовані графіки розподілення кількості ДТП. На них чітко видно як змінюється крива в залежності від місяців року, днів тижня та часу доби. Графіки наведено на рис.1.3 – 1.6.



Рисунок 1.3 – Розподіл ДТП за видами

Можна стверджувати, що абсолютна більшість ДТП є зіткненнями. Один з основних видів ДТП – наїзд на перешкоду – протягом 2016-го року на перехресті та ділянці поблизу нього не зафіксований.

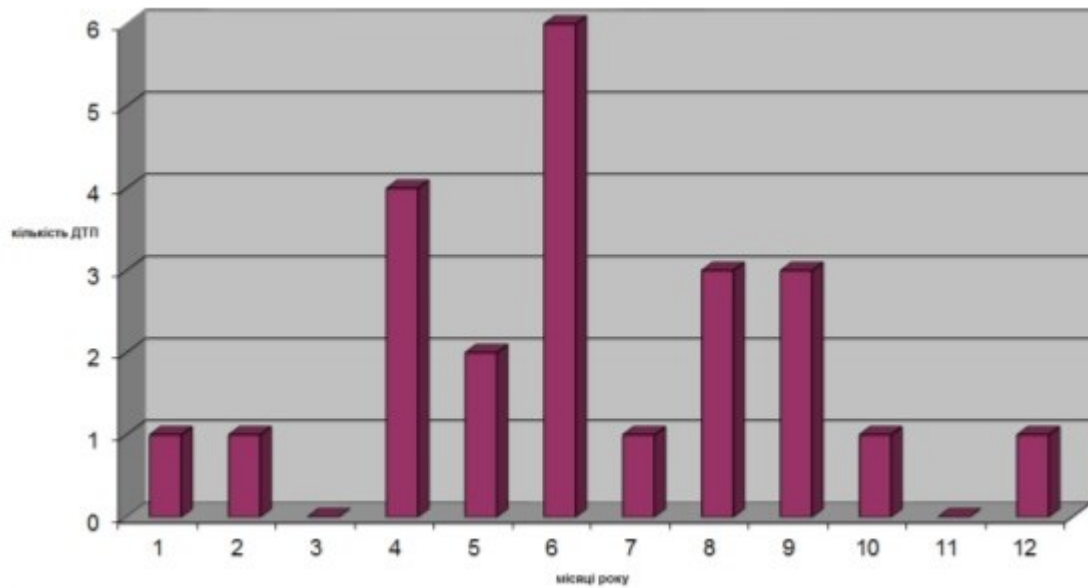


Рисунок 1.4 – Розподіл ДТП за місяцями року

Найбільша кількість ДТП сталася в червні місяці, що пояснюється зростанням інтенсивності дорожнього руху в напрямку наявного поблизу об'єкта тяжіння – залізничного вокзалу.

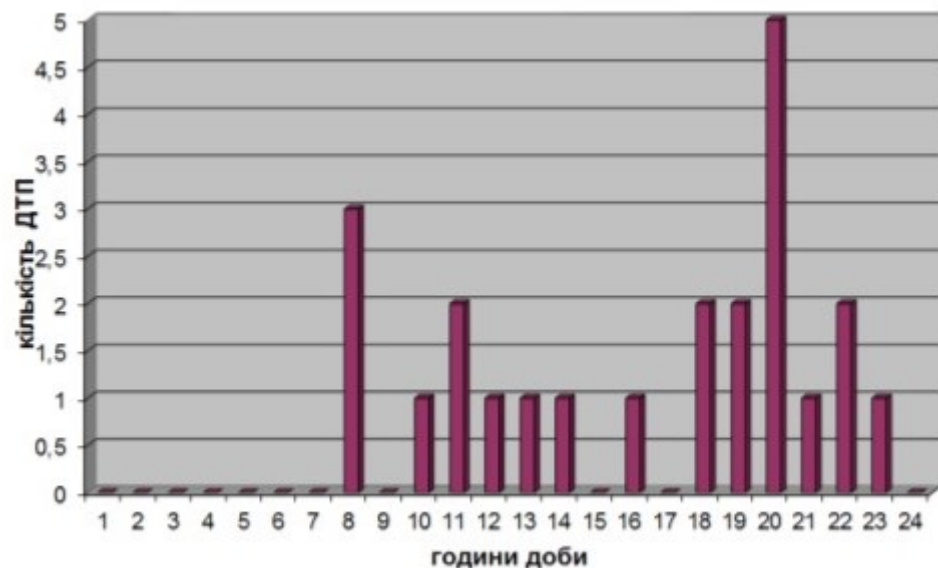


Рисунок 1.5 – Розподіл ДТП за годинами доби

За годинами доби максимум спостерігається від 20-ї до 21-ї години. Цей проміжок не належить до години-пік, отже, пікове зростання

інтенсивності руху не чинить суттєвого впливу на аварійність на цьому перехресті. Протягом інших активних з точки зору дорожнього руху годин аварійність розподіляється рівномірно.

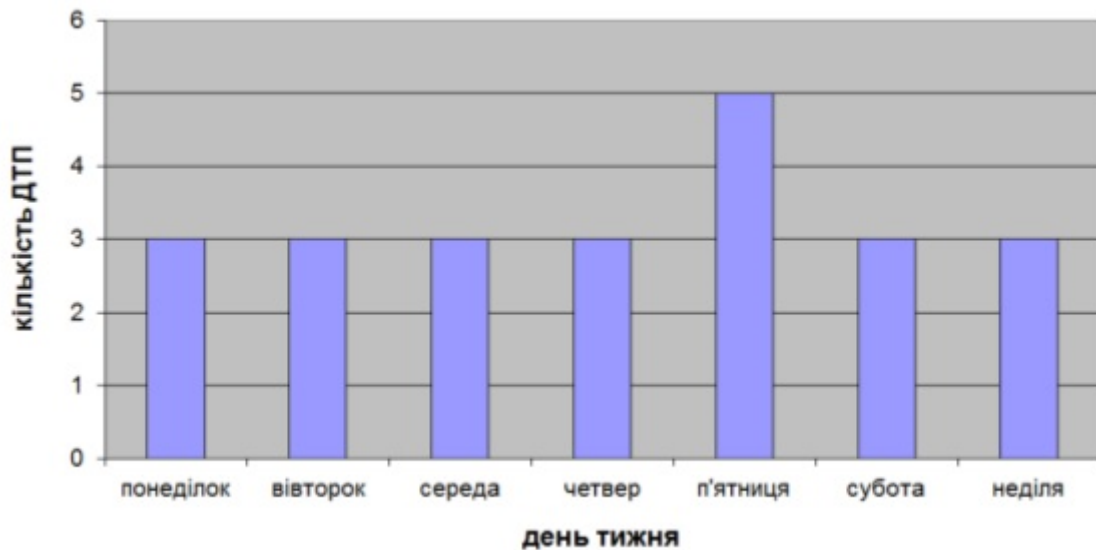


Рисунок 1.6 – Розподіл ДТП за днями тижня

За днями тижня максимальна кількість пригод доводиться на п'ятницю, що пояснюється збільшенням інтенсивності руху до вокзалу Запоріжжя-1. Для більш докладного визначення впливу цього фактору слід детально проаналізувати пригоди, що сталися саме у п'ятницю.

В результаті аналізу ДТП встановлено, що причини більшості пригод не мають сезонного або пікового характеру, отже, провоковані постійними недоліками та порушеннями.

Можна зробити висновок, що вдосконалення розташування та режимів роботи технічних засобів регулювання руху, їх оновлення призведуть до часткового усунення цих причин, що постійно проявляються.

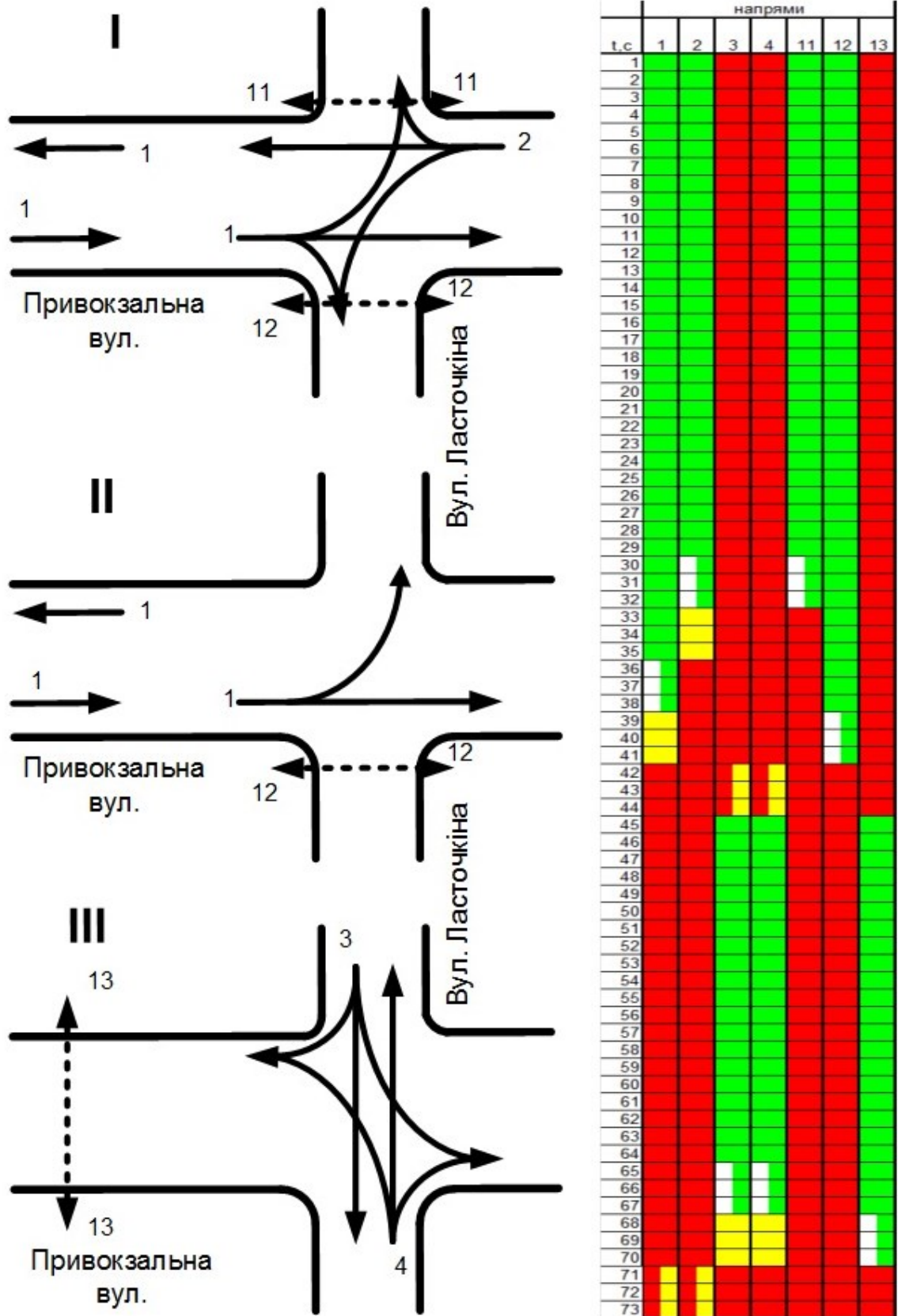


Рисунок 1.7 – Діючий режим світлофорного регулювання

1.5 Аналіз недоліків та постановка задач дипломного проектування

В ході дослідження організації дорожнього руху та параметрів транспортного потоку на ділянці Привокзальної вулиці від перехрестя з Соборним проспектом до перехрестя з вул. Ласточкина та самого перехрестя з вул. Ласточкина виявлено кілька недоліків у застосуванні технічних засобів організації дорожнього руху.

- невідповідність розташування та порядку застосування технічних засобів регулювання дорожнього руху (дорожніх знаків та світлофорів) визначеному у державних стандартах порядку їх застосування та розташування на вулиці;

- відсутність дорожніх знаків, наявність яких є обов'язковою для забезпечення належного рівня організації дорожнього руху на ділянці, що розглядається;

- відсутність дорожньої розмітки, яка відповідно до Правил дорожнього руху уточнює вимоги інших засобів регулювання та визначає порядок використання проїзних частин для руху;

- невідповідність режиму роботи світлофорного об'єкту значенням інтенсивностей руху транспортних засобів.

Для усунення означених недоліків пропонуються такі заходи організації дорожнього руху:

- 1) з метою підвищення безпеки руху на залізничному переїзді забезпечити автоматизований режим роботи світлофорної сигналізації та шлагбаумів на ньому у разі наближення поїзду;

- 2) відновити дорожню розмітку;

- 3) застосувати дорожні знаки відповідно до вимог державного стандарту та додати знаки, наявність яких є обов'язковою або рекомендується.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Вдосконалення схеми організації дорожнього руху

З метою підвищення рівня безпеки дорожнього руху в районі залізничного переїзду та на прилеглому до нього перехресті Привокзальної вулиці та вулиці Ласточкина застосовується нові дорожні знаки та наводиться дорожня розмітка. Оскільки через залізничний переїзд рух здійснюється по кількості смуг, більший ніж одна в кожному напрямі, то необхідно на під'їздах до залізничного переїзду встановити дорожні знаки 5.16, які відповідним чином позначають кількість смуг, виділену для руху через переїзд. Оскільки в зоні залізничного переїзду відбувається регулювання, то перестроювання між смугами в цій зоні є забороненим, тому використовується дорожня розмітка 1.1 (тонка суцільна лінія). Для позначення траєкторії руху вздовж головної дороги на перехресті Привокзальної вулиці та вулиці Ласточкина застосовується дорожня розмітка 1.7 (тонка пунктирна лінія). На під'їздах до перехрестя застосовується розмітка 1.12, яка показує місця зупинки транспортних засобів перед залізничним переїздом та перед перехрестям. Оскільки по вулиці Ласточкина ширина проїзної частини дозволяє виділити більш ніж дві смуги руху, то організовуються трисмуговий рух: в напрямку перехрестя рух по двом смугам, в напрямку від перехрестя – по одній смузі, тому на під'їзді до перехрестя позначається дорожнім знаком 5.17 кількість смуг для руху в кожному напрямку.

Розташування транспортних світлофорів виконується відповідно ДСТУ 4092-2002, а саме дублюючі світлофори переважно ставляться з лівого боку від проїзної частини. Оскільки на зустрічній смузі є більш ніж одна смуга руху, то дублюючий світлофор встановлюється на кронштейні таким чином, аби забезпечити його видимість з крайньої лівої смуги при руху в напрямку перехрестя. Схема показана на рис. 2.1.

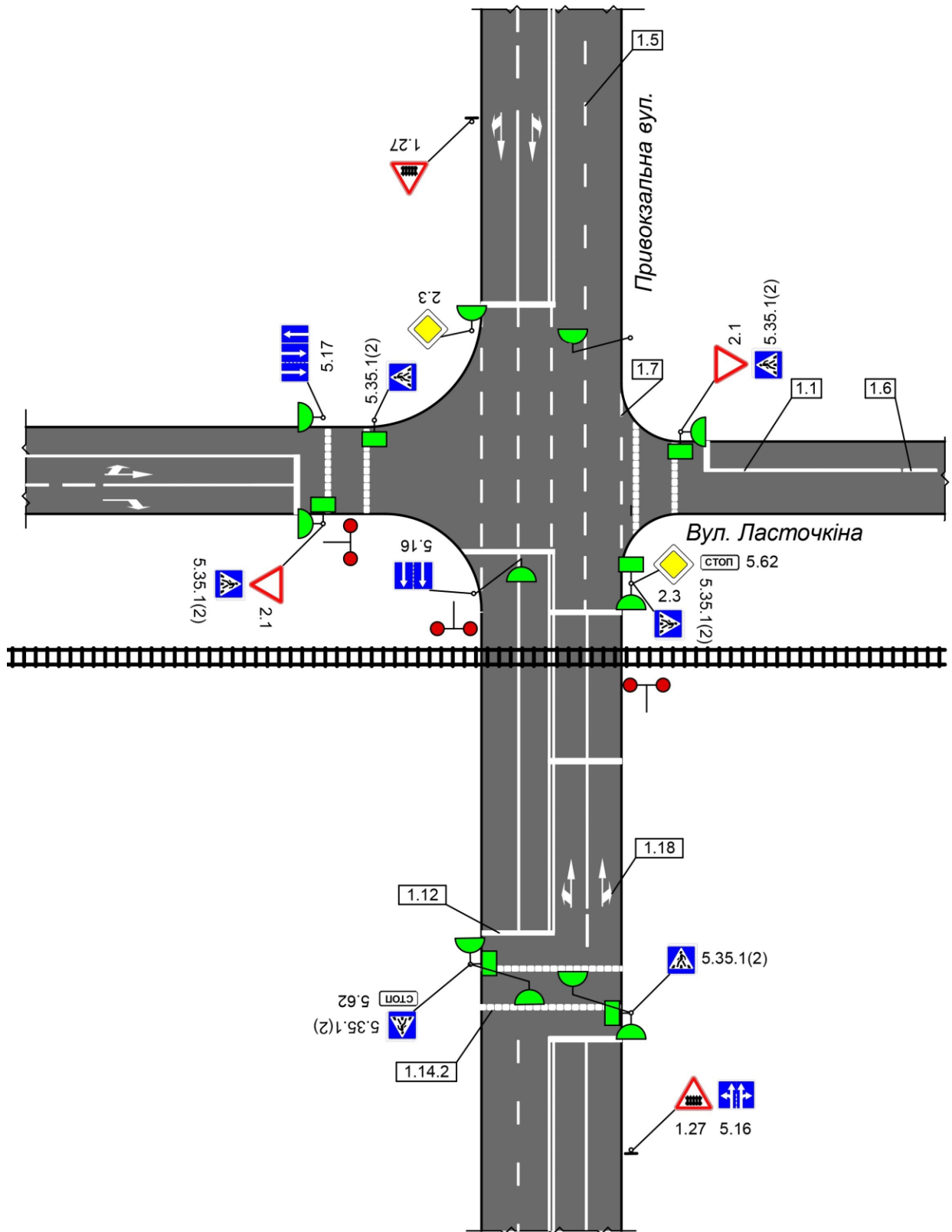


Рисунок 2.1 – Схема організації дорожнього руху

2.2 Організація руху на залізничному переїзді

Залізничні переїзди вналежать до числа особливо небезпечних ділянок автомобільних доріг. Дорожньо-транспортні випадки на них, як правило, приведуть до людських жертв і значному матеріальному збитку. Застосовувані тут технічні засоби організації руху повинні вчасно попереджати водіїв про наближення до; переїзду, оповіщати про підхід потяга, при необхідності забезпечувати зупинку транспортних засобів і запобігання їхнього виїзду на переїзд, а також визначений порядок русі на цій ділянці.

У залежності від швидкості й інтенсивності руху потягів, інтенсивності руху транспортних засобів на автомобільній дорозі і ступені забезпечення видимості залізничні переїзди можуть бути охоронювані і не охоронювані, що встановлює начальник відділення залізниці за узгодженням з поліцією.

Переїзди, охоронювані цілодобово у кілька змін, обладнають шлагбаумами, а охоронювані в одну зміну при наявності переїздної світлофорної сигналізації можуть експлуатуватися без шлагбаумів. Шлагбауми бувають автоматичні і неавтоматичні. Останні, у свою чергу, можуть бути з чи електроприводом механізовані. Їх відкривають і закривають вручну за допомогою лебідки.

Світлофорна сигналізація, як правило, застосовується на переїздах з рухом громадського транспорту, з інтенсивним рухом потягів і автотранспортних засобів, в умовах незадовільної видимості, а також на переїздах, розташованих на під'їздах і станційних коліях з маневровим характером руху.

Устаткування залізничних переїздів регламентується спеціальною Інструкцією з улаштування та експлуатації залізничних переїздів, затвердженою Наказом міністерства транспорту і зв'язку країни № 54 від

26.01.2007р. Як приклад на рис. 2.1 показана схема розміщення засобів керування рухом на охоронюваних залізничних переїздах.

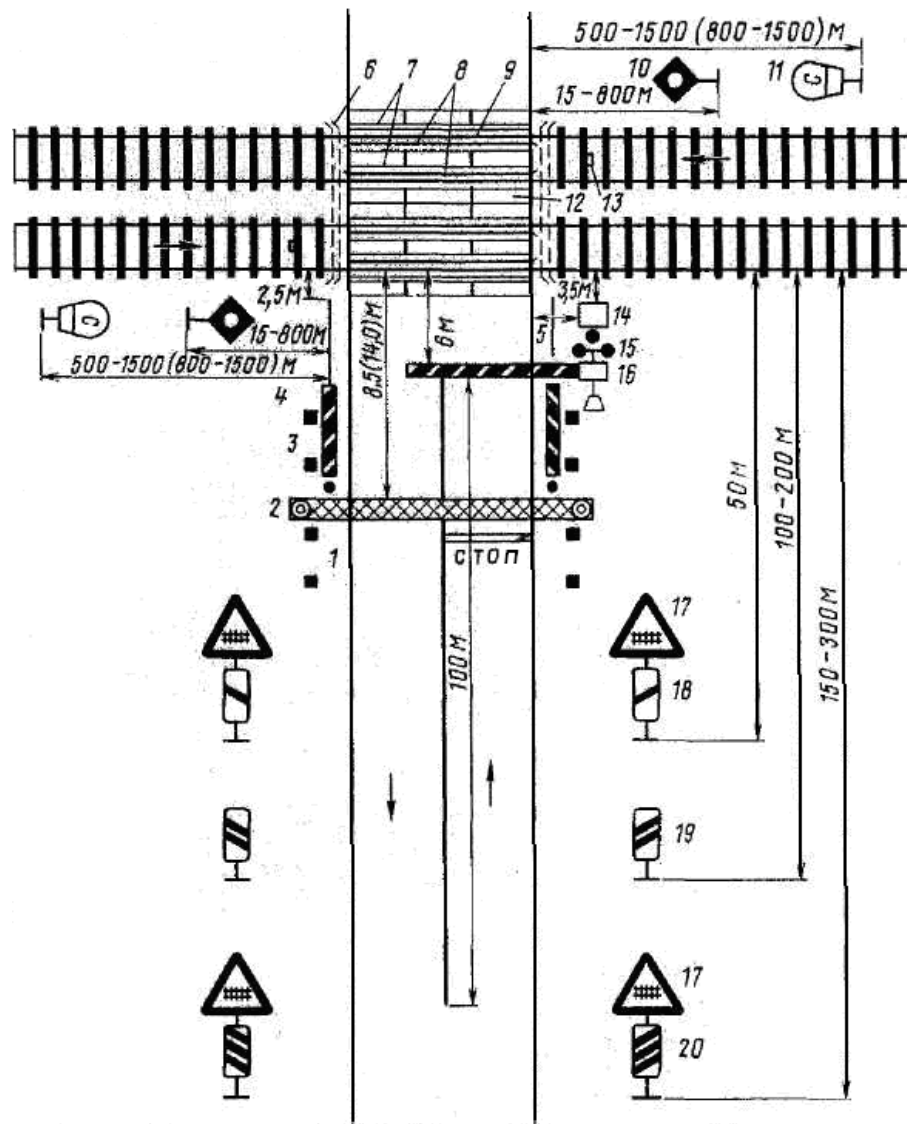
Переїзди обладнають типовим настилом і огороженнями (стовпчиками, поручні), установлюваними не ближче 0,75 м від краю проїзної частини. При інтенсивному русі пішоходів по типових проектах улаштовують спеціальні пішохідні доріжки.

Шлагбауми встановлюють із правої сторони на узбіччі автомобільної дороги по обидва боки переїзду на висоті 1 - 1,25 м від проїзної частини і перекривають велику частину дороги, залишаючи з лівої сторони не перекритої проїзну частину шириною не менш 3 м. Відстань між автоматичного шлагбаума до першої рейки повинне бути не менш 6 м. На випадок ушкодження основних шлагбаумів установлюють запасні ручного дії на відстані не менш 1 м від основних. Вони знаходяться постійно у відкритому положенні. Бруси шлагбаумів (основних і запасних) фарбують похилими смугами червоного і, що чергуються, білого кольорів.

Нормальне положення основних автоматичних шлагбаумів - відкрите, а неавтоматичних - закриті. Їх відкривають тільки для пропуску транспортних засобів при відсутності потяга, що наближається.

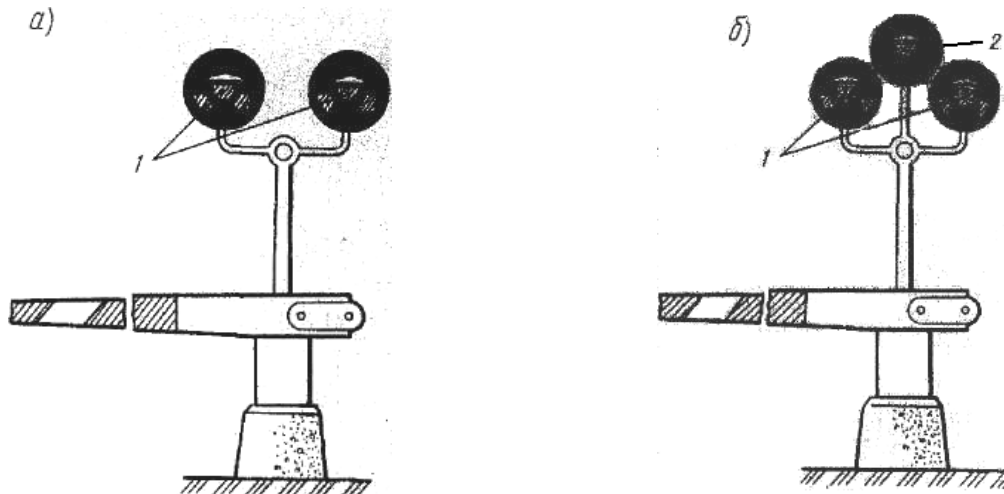
На електрифікованих лініях залізниць по обидва боки переїзду на відстані від крайнього рейки не менш 8,5 м (для переїздів, що знову споруджуються: 14 м) установлюють габаритні ворота. На їхній верхній поперечці кріплять знак 3.13 з цифрою на знаку "4,6 м". На опори габаритних воріт наносять вертикальну розмітку 2.1. Поперечини дерев'яних воріт офарблюють поперечними смугами чорного і білого кольорів, а обмежувальні планки червоними і білими смугами.

Перед переїздами у разі облаштування їх світлофорною сигналізацією застосовують світлофори з двома горизонтально розташованими і поперемінно миготливими червоними сигналами (рис. 2.2, а). Допускається сигналізація, що передбачає, крім червоних миготливих, білий сигнал (рис. 2.2, б).



1- край проїжджена частини автомобільної дороги; 2 - габаритні ворота; 3 - запасні горизонтально-поворотні шлагбауми; 4 - стовпчики, що обгороджують; 5 - поручні; 6 - водовідвідні лотки; 7 - дерев'яні бруси; 8 - контррельси; 9 - шляхові рейки; 10 - загороджувальний світлофор; 11 - сигнальний знак "С"; 12 - залізобетонні чи плити асфальтобетонне покриття; 13 - стоїка для установки червоного щита і сигнального ліхтаря; 14 - будинок переїзної посадки; 15 - світлофор переїзду; 16 - автоматичний шлагбаум; 17 - дорожній знак 1.27

Рис. 2.2. Устаткування залізничного переїзду, що охороняється



а – без білого сигналу; б – з біло-місячним сигналом; 1 - червоні миготливі сигнали;
2 – з біло-місячний сигнал

Рис. 2.3. Світлофор залізничного переїзду

Вимикання білого миготливого (при його наявності) і включення червоних миготливих сигналів відбуваються одночасно із сигнальними ліхтарями на брусах шлагбаумів і подачею звукового сигналу до підходу потяга за розрахунковий час.

Цей час визначають виходячи з максимальної швидкості руху потягів і мінімальної швидкості транспортних засобів, що звільняють за цей час переїзд. Звичайно розрахунковий час складає 40-50 с. Через 5-11 після включення червоних сигналів загороджувальні бруси шлагбаумів починають плавно опускатися. Відкривається шлагбаум у зворотному порядку.

Про наближення до залізничних переїздів зі шлагбаумами і без них водіїв попереджають за допомогою знаків «залізничний переїзд». Ці знаки належать до категорії, що обов'язково повторюється.

Для заборони маневрування на підходах до залізничного переїзду (не менш чим за 100 м) по осі проїзної частини наносять суцільну лінію розмітки

1.1 чи 1.3 у залежності від числа смуг руху. Лінією 1.1 позначають границі смуг руху і край проїзної частини.

У разі, якщо через залізничний переїзд дозволено рух по двох та більше смугах в одному напрямі, перед переїздом встановлюється інформаційно-вказівний знак, що інформує про кількість смуг, якими транспорт може рухатися через переїзд в даному напрямі. У разі відсутності такого знаку, Правилами дорожнього руху встановлено, що рух транспорту повинен здійснюватися лише в один ряд в кожному з напрямів.

У випадках незадовільної видимості потягів, що наближаються, необхідно забезпечити обов'язкову зупинку транспортних засобів перед переїздами, що не охороняються. При відсутності світлофорів з цією метою не ближче 10 м від крайньої рейки встановлюють знак 2.2 «проїзд без зупинки заборонено». Перед знаком 2.2 чи світлофором наносять стоп-лінію (розмітку 1.12).

Правила дорожнього руху забороняють обгін і стоянку транспортних засобів за 100 м до переїзду. Тому знаки, що забороняють обгін і стоянку, як правило, у цих умовах не застосовують. При необхідності на підходах до неохоронного переїзду шляхом установки знака 3.24 вводиться обмеження швидкості.

На підходах до переїздів з боку залізниці повинні бути встановлені попереджувальні знаки "С" про подачу машиністом звукового сигналу. Знаки "С" установлюють із правої сторони по ходу руху потягів на відстані 500-1500 м до переїзду. Перед неохоронними переїздами з незадовільними умовами видимості за 250 м до переїзду цей знак повторюється.

На охоронних переїздах на зовнішній стінці будинку розташовано пульт керування шлагбаумами. У випадку наявності автоматичного шлагбаума пульт застосовується при несправностях системи блокування (несправність рейкових ланцюгів, колійних реле і т.д.). При неавтоматичному шлагбаумі, але обладнаному електроприводом, його закривають чи відкривають з пульта вручну.

2.3 Визначення режиму роботи сигналізації залізничного переїзду

У разі автоматичного управління переїзною сигналізацією перемикання світлофорів та закриття шлагбаумів відбувається після сигналу, що надходить з рейкової мережі.

Автоматична сигналізація залізничного переїзду складається із світлофорів загородження та транспортних світлофорів. У випадку, коли рейкова мережа на ділянці наближення не шунтується колісними парами моторвагонного складу, ввімкнено світлофори загородження, а на транспортних світлофорах ввімкнено білий проблисковий сигнал. Коли колісні пари шунтують рейкову мережу ділянки наближення, то світлофори загородження вимикаються, а на транспортних світлофорах вмикається червоний сигнал по чергово в кожній з червоних секцій (рис. 2.4, 2.5).

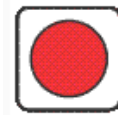


Рисунок 2.4 – Світлофор загородження

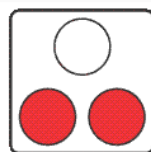


Рисунок 2.5 – Світлофор транспортний

В момент в'їзду поїзда на ділянку наближення біло-місячний сигнал змінюється на червоний по чергово миготливий. Через час, що дорівнює $t_{з.м.}$, починають закриватися вхідні шлагбауми, вони закриваються 5 с. Після

закриття вхідних шлагбаумів починається відлік часу на проїзд переїзду між стоп-лініями. Закриваються вихідні шлагбауми, вони закриваються 5 с. Проходить час затримки поїзда $t_{затр}$. На переїзд заїздить локомотив. Через переїзд рухається поїзд. Як тільки останній вагон залишає переїзд, відкриваються вихідні шлагбауми (5с), потім відкриваються вхідні шлагбауми (5с), потім замість червоних миготливих сигналів вмикається білий миготливий сигнал.

Відстань між стоп-лініями на переїзді розраховується за схемою в залежності від кількості колій (ширина колії 1520 мм, відстань між вісями колій 6м). Час від закриття шлагбаумів до прибуття локомотиву на переїзд приймається 0,5 хв. Діаграма роботи технічних засобів регулювання дорожнього руху на переїзді має вигляд, наведений на рис. 2.6.

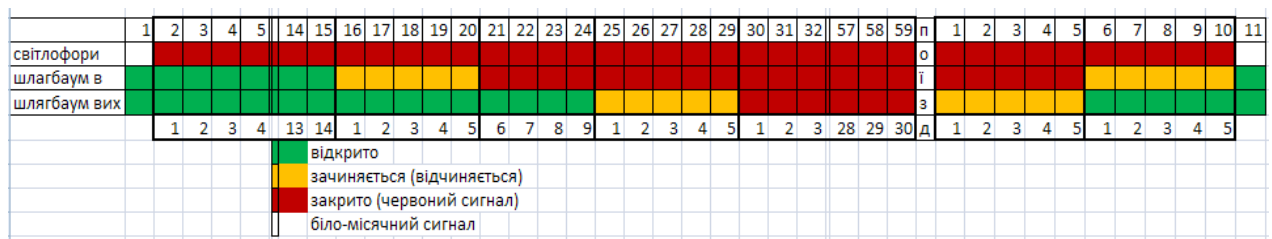


Рисунок 2.6 – Приклад побудови діаграми роботи технічних засобів

Довжина ділянки наближення розраховується за формулою:

$$L = V_n \times (t_{з.ш.} + 2t_{спр} + \frac{B_{стоп} + L_{авт}}{V_a} + t_{затр}), \quad (2.1)$$

де V_n - встановлена швидкість руху поїздів на ділянці, м/с;

$B_{стоп}$ - відстань між стоп-лініями на переїзді, м;

$L_{авт}$ - максимальная розрахункова довжина автомобіля, м;

V_a - розрахункова швидкість руху автомобілів через переїзд, м/с;

$t_{з.ш.}$ - час від спрацювання світлофора до початку закриття шлагбауму на в'їзді, с

$t_{спр}$ - час спрацювання шлагбауму, с;

$t_{затр}$ - час від закриття шлагбаумів до прибуття локомотиву на переїзд, с.

$$\begin{aligned} t_{з.ш.} &= 1 + \frac{V_a}{2 \times 2.75} + \frac{L_{авт} + 3}{V_a}, \text{але} \\ t_{з.ш.} &\geq 6 + \frac{L_{авт}}{V_a} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Під час дослідження інтенсивностей руху встановлено, що транспортним засобом з максимальною довжиною є тролейбус, довжина кузова якого складає 12м.

$$\begin{aligned} V_a &= \frac{57}{3,6} = 15,8 \text{ м / с} \\ t_{з.ш.} &= 1 + \frac{15,8}{2 \times 2.75} + \frac{12 + 3}{15,8} = 4,8, \text{але} \\ t_{з.ш.} &\geq 6 + \frac{12}{15,8}; t_{з.ш.} \geq 6,8 \end{aligned}$$

Округливши в більший бік до цілого, отримаємо $t_{з.ш.} = 7 \text{ с}$. Значення $B_{стоп}$ отримуємо шляхом вимірювання на проектній схемі організації дорожнього руху, зважаючи на масштаб. $B_{стоп} = 21,5 \text{ м}$. Максимальну швидкість руху поїздів приймаємо 40 км/год., зважаючи на те, що переїзд знаходиться в межах під'їзної колії.

$$V_n = \frac{40}{3,6} = 11,1 \text{ м / с}$$

$$L = 11,1 \times (7 + 2 \cdot 5 + \frac{21,5 + 12}{15,8} + 30) = 545 \text{ м}$$

Для побудови діаграми роботи технічних засобів регулювання дорожнього руху на переїзді слід визначити час від закінчення закриття вхідних шлагбаумів до початку закриття вихідних. Протягом цього часу автомобіль, що рухається з нормативною швидкістю, повинен проїхати відстань між стоп-лініями.

$$t' = \frac{B_{смон} + L_{авт}}{V_a} \quad (2.3)$$

$$t' = \frac{21,5 + 12}{15,8} = 2,1 \text{ с}$$

Округливши в більший бік до цілого, отримаємо $t' = 3 \text{ с}$. На основі проведених розрахунків будуємо діаграму роботи технічних засобів регулювання дорожнього руху на переїзді (рис. 2.7).

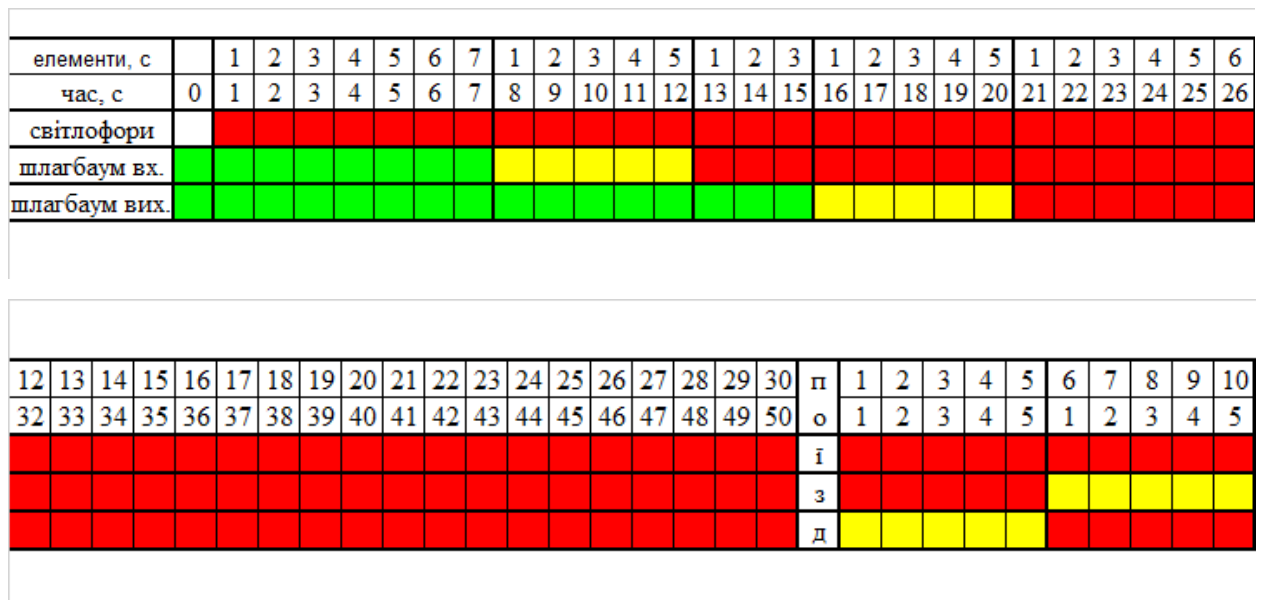


Рисунок 2.7 – Режим роботи сигналізації

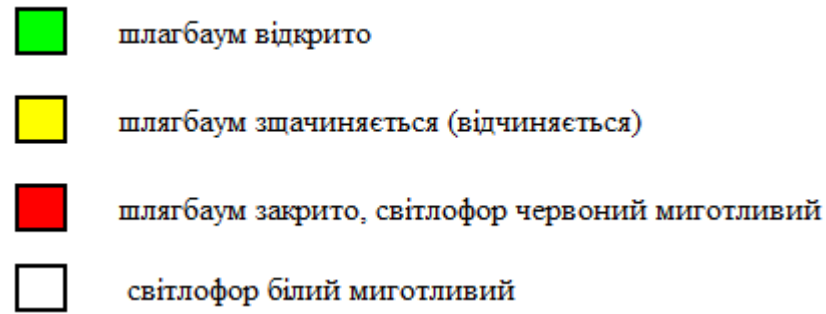
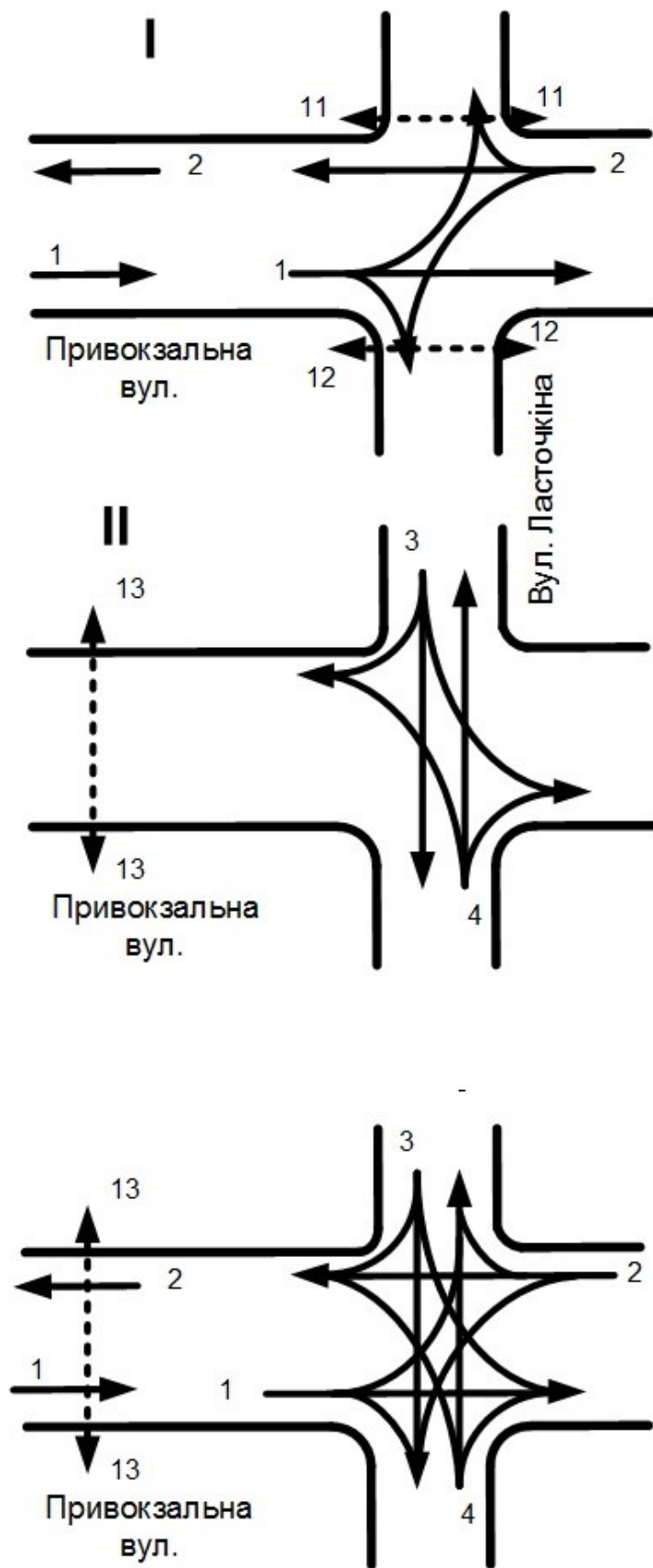


Рисунок 2.8 – Умовні позначення на діаграмі роботи технічних засобів

Автоматичне керування засобами сигналізації на залізничному переїзді дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки дорожнього руху через цей переїзд, оскільки наближення поїздів фіксується спеціальними датчиками, які працюють на основі рейкових мереж, тобто на принципі утворення електричного зв'язку між рейками, який створюється шляхом проходження електричного струму через вісь рухомого складу.

При наближенні поїзда до залізничного переїзду відбувається спрацювання датчика на такій відстані яка дозволить сигналізації на переїзді безпечно спрацювати і закрити рух транспортних засобів і пішоходів до того часу, коли поїзд наблизиться до переїзду. Параметри режиму роботи транспортних світлофорів на залізничному переїзді, а також часові інтервали закриття шлагбауму підібрані таким чином, що транспортний засіб, який рухається з розрахунковою швидкістю та знаходиться на відстані від стоп-лінії переїзду, меншій ніж потрібно для його зупинки перед стоп-лінією з урахуванням гальмівного шляху та часу реакції водія на зміну сигналу транспортного світлофора перед залізничним переїздом, може продовжити рух через залізничний переїзд із розрахунковою швидкістю. Після його прослідування закриється спочатку вхідний шлагбаум на переїзд а потім після закриється вихідний шлагбаум. Режим транспортних світлофорів на перехресті та на переїзді узгоджується (рис. 2.9).



	напрями						
t,c	1	2	3	4	11	12	13
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							

Рисунок 2.9 – Проектний режим регулювання

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок капітальних витрат

До капітальних витрат належать витрати на придбання 50 м кабелю, 15 дорожніх знаків (12 квадратних, 2 прямокутних, 1 трикутний). Також до капітальних витрат належать витрати на кабельні роботи з 50 м кабелю, монтажу 15 дорожніх знаків, монтажу 5 світлофорів, демонтажу 6 світлофорів.

Довжина кабелів складає 50 м, вартість кабелю складає 39 грн/м, таким чином витрати на кабель становитимуть:

$$K_{\kappa} = 50 \cdot 39 = 1950 \text{ грн}$$

Витрати на закупівлю світлофорів K_c (5 транспортних типу 1.3) при ціні 1 світлофора 19085 грн. становитимуть:

$$K_c = 5 \cdot 19085 = 95425 \text{ грн}$$

Витрати на закупівлю дорожніх знаків K_z (12 квадратних, 2 прямокутних, 1 трикутний):

$$K_{\text{знак}} = 12 \cdot 951 + 2 \cdot 1344 + 906 = 15006 \text{ грн}$$

Довжина кабелів складає 50м, вартість кабельних робіт 219 грн./м таким чином витрати на кабельні роботи дорівнюватимуть:

$$K_m = 50 \cdot 219 = 10950 \text{ грн} \quad (3.1)$$

Витрати на монтаж 1 світлофора становлять 979 грн., таким чином витрати на монтажні роботи зі світлофорами становлять

$$K_c = (5 + 6) \cdot 979 = 10769 \text{ грн} \quad (3.2)$$

Витрати на встановлення 15 дорожніх знаків на електроопорах з урахуванням вартості встановлення 209 грн/шт. становитимуть:

$$K_s = 15 \cdot 209 = 3135 \text{ грн}$$

Таким чином, сума капітальних вкладень становитиме:

- на технічні засоби ОДР (збільшення основних фондів):

$$K_1 = 15006 + 95425 + 1950 = 112381 \text{ грн} \quad (3.3)$$

- на виконання робіт

$$K_2 = 3135 + 10769 + 10950 = 24854 \text{ грн} \quad (3.4)$$

Загальні капіталовкладення дорівнюють:

$$K = 112381 + 24854 = 137235 \text{ грн}$$

3.2 Розрахунок поточних витрат

Поточні витрати складаються з витрат на відновлення дорожньої розмітки, на оплату електричної енергії, що її споживають світлофори, а також робіт, пов'язаних з ремонтом технічних засобів.

Демонтовано без повторного встановлення 1 світлофор, що працюватиме 10 годин щоденно за потужності одного випромінювача 0,075 кВт, та вартості однієї кВт×год електрики 5 грн. Тому річна економія від зменшення споживання електрики:

$$C_{ce} = (0,075 \cdot 1) \cdot 10 \cdot 365 \cdot 5 = 1369 \text{ грн} / \text{рік}$$

Розрахунок площі дорожньої розмітки наведено в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Відомість дорожньої розмітки

Тип розмітки	Довжина, м	Ширина, м	Зафарбована частина	Площа, м ²
1.1	150	0,1	1	15
1.5	50	0,1	0,33	1,65
1.6	100	0,1	0,66	6,6
1.7	100	0,1	0,5	5
1.12	60	0,4	1	24
1.14.2	58	0,4	0,4	9,28
Загалом	518			61,53

Витрати на нанесення 1 м² розмітки становлять 304,93 грн., таким чином витрати на нанесення розмітки:

$$C_p = 304.93 \cdot 61,53 = 18762 \text{ грн} \quad (3.5)$$

Амортизаційні витрати на технічні засоби для першого року експлуатації становлять:

$$A = K \times 0,24 = 137235 \cdot 0,24 = 32936 \text{ грн.} / \text{рік}$$

Експлуатаційні витрати на ремонт технічних засобів становлять:

$$C_{\text{рем-тз}} = 112381 \cdot 0,05 = 5619,05 \text{ грн / рік}$$

Загальні експлуатаційні витрати складають:

$$C = -C_{\text{св}} + C_p + A + C_{\text{рем-тз}}$$

$$C = -1369 + 18762 + 32936 + 5619,05 = 55949 \text{ грн / рік}$$

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.

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

Середню затримку одного автомобіля при ізолюваному регулювання обчислюють за формулою Вебстера, с:

$$\bar{t}_m = 0,9 \left(AT_u + \frac{1}{N_m} B \right), \quad (3.7)$$

$$\text{де } A = \frac{(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)}, \quad B = \frac{x^2}{2(1-x)}, \quad \lambda = \frac{t_{om}^m + 1}{T_u}; \quad x = \frac{y}{\lambda};$$

T_u – тривалість світлофорного циклу, с;

N_m – інтенсивність руху транспорту, од/год;

t_{om}^m – фазовий коефіцієнт транспортної фази.

Загальна затримка транспортних засобів за годину складатиме:

$$T_m = 0,9N_m(AT_u + \frac{1}{N_m}B). \quad (3.8)$$

Затримка всіх пасажирів транспортних засобів за годину складатиме:

$$T_{nac} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\alpha^i T_m}{k_{np}^i} P_i k_{n-m}^i \right), \quad (2.33)$$

де P_i – пасажиромісткість транспортного засобу даного типу;

α^i – частка в потоці транспортних засобів i -го типу;

k_{n-m}^i – коефіцієнт використання пасажиромісткості для даного типу транспортного засобу;

k_{np}^i – коефіцієнт зведення даного типу транспортного засобу до легкового автомобіля; m – загальна кількість типів транспортних засобів.

За базовим та проектним варіантами перехрестя регулюються в локальному режимі. Проте, змінюються тривалості світлофорних сигналів. Розрахунок тривалості затримок наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Тривалість затримок транспорту та пасажирів перед стоп-лініями перехрестя за базовим варіантом

напря́м	1,00	2,00	3,00	4,00
N, од./год.	311,00	432,00	55,00	10,00
M, од./год.	3806,25	3806,25	3150,00	1850,00
y	0,08	0,11	0,02	0,01
t _{зел} , с	38,00	32,00	20,00	20,00
λ	0,56	0,47	0,30	0,30
x	0,15	0,24	0,06	0,02
B	0,01	0,04	0,00	0,00
A	0,11	0,16	0,25	0,25
t _{затр} , с/год	2092,28	4288,70	864,01	155,19
t _{затр} , год/рік	2121,34	4348,26	876,01	157,34
разом	7502,96			

Таблиця 3.3 – Тривалість затримок транспорту та пасажирів перед стоп-лініями перехрестя за проектним варіантом

напрям	1,00	2,00	3,00	4,00
N	311,00	432,00	55,00	10,00
M	3806,25	3806,25	3150,00	1850,00
y	0,08	0,11	0,02	0,01
t _{зел} , с	27,00	27,00	11,00	11,00
λ	0,56	0,56	0,24	0,24
x	0,15	0,20	0,07	0,02
B	0,01	0,03	0,00	0,00
A	0,11	0,11	0,29	0,29
t _{затр} , с/год	1475,27	2122,74	727,48	130,67
t _{затр} , год/рік	1495,76	2152,22	737,59	132,48
разом	4518,05			

Різниця затримок складає таким чином:

$$\Delta Z = 7503 - 4518 = 2985 \text{ год./ рік} \quad (3.9)$$

Визначаємо умовну економію від заощадженого часу. Розрахунок вартості затримок транспортних засобів провадиться за формулою:

$$C_{mz} = \frac{Z_{zag} \times D_i \times S}{K_{zg}} \quad (3.10)$$

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

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

K_{zg} - коефіцієнт зведення ТЗ i -го типу до легкового автомобіля;

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

Розрахунок вартості затримок пасажирів транспортних засобів провадиться за формулою:

$$C_{nac} = \frac{Z_{zag} \times D_i \times \Pi \times K_{впм} \times S_g}{K_{zg}} \quad (3.11)$$

де Π – пасажиромісткість i -го виду ТЗ;

$K_{\text{вим}}$ – коефіцієнт використання пасажиромісткості;

$S_{\text{п}}$ – вартість години часу пасажирів.

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для визначення вартості затримок

Тип транспортного засобу	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт
Частка в потоці, %	74	8	3	15
Пасажиромісткість	4		50	18
Коеф. використ. пасажиромісткості	0,4		0,75	0,75
Вартість машино-години, грн	233,72	377,75	681,55	454,36
Вартість години людини, грн	48,0			

Таблиця 3.5 – Результати визначення вартості затримок

Вид транспортного засобу	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт	РАЗОМ
Транспортні затримки, год/рік	2208,90	119,4	29,85	298,5	2656,65
Вартість затримок пасажирів, грн/рік	169643,52	0	53730	193428	416801,52
Вартість згаяних машино-годин, грн/рік	516264,11	45103,4	20344,3	135626	717338,19
ЗАГАЛОМ, грн/рік	685907,63	45103,4	74074,3	329054	1134139,7

$$E_{\text{затр}} = 1134140 \cdot 0,2 = 226828 \text{ грн. / рік}$$

3.4 Розрахунок терміну окупності

Сумарна економія від впровадження заходів ОДР розраховується за формулою:

$$E = E_{\text{затр}} - C \quad (3.11)$$

$$E = 226828 - 55945 = 170879 \text{ грн. / рік}$$

Термін окупності проекту:

$$T_{ок} = \frac{K}{E} \quad (3.12)$$

$$T_{ок} = \frac{137235}{170879} = 0,8 \text{ року}$$

Можна зробити висновок, що капітальні вкладення в проект окупаються протягом двох місяців функціонування автоматизованої системи управління дорожнім рухом за рахунок зниження транспортних затримок перед стоп-лініями перехрестя й переходу.

Проект є економічно вигідним.

Техніко-економічні показники наведено в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 - Техніко-економічні показники проекту

Показник	Базове значення	Проектне значення
Капітальні вкладення, грн.	-	137235
Річні експлуатаційні витрати, грн	-	55949
Тривалість затримок транспорту і пасажирів, год./рік	7503	4518
Економія від зменшення затримок, грн/рік	-	226828
Загальна економія, грн./рік	-	170879
Термін окупності проекту, років	-	0,8

ВИСНОВКИ

Відповідно до отриманого завдання, в дипломній роботі проаналізовано стан безпеки дорожнього руху на перехресті Привокзальної вулиці та вулиці Ласточкина та залізничного проїзду, який знаходиться в районі перехрестя.

В результаті аналізу встановлено недоліки в організації дорожнього руху, що негативним чином впливають на рівень безпеки руху та зменшують пропускну здатність перехрестя та залізничного переїзду.

З метою їх усунення змінено схему організації дорожнього руху та запроваджено автоматизований режим роботи залізничної проїзної сигналізації на залізничному переїзді. Внаслідок упровадження запропонованих заходів знижується затримки транспортних засобів перед переїздом та підвищується рівень безпеки дорожнього руху. Запропонований проект є економічно доцільним та купується протягом одного року.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Manual on Uniform Traffic Control Devices. – Режим доступу: <http://mutcd.fhwa.dot.gov/htm/2009/part4/part4c.htm>.
2. Запорізька міська рада. Офіційний сайт. URL: <https://zp.gov.ua/uk/page/shevchenkivskij> (дата звернення: 18.05.2023)
3. Паспорт Шевченківського району міста Запоріжжя. URL: https://zp.gov.ua/upload/editor/pasport_18-01-2023.pdf (дата звернення: 18.05.2023)
4. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука, О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2012. – 467 с.
5. Правила дорожнього руху України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-%D0%BF#Text> (дата звернення: 21.05.2023)
6. Григор'єв В.І. Дослідження обставин, факторів та причин, які впливають на виникнення дорожньо-транспортних пригод / В.І. Григор'єв // Безпека дорожнього руху України. – 2005. – №1–2. – С. 43–50.
7. ДСТУ 4100:2021 Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_4100_2014.pdf (дата звернення: 23.05.2023)
8. ДСТУ 2587:2021 Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_2587_2021.pdf (дата звернення: 23.05.2023)
9. Дзюба О.П. Елементи теорії масового обслуговування в організації дорожнього руху / О.П. Дзюба, Н.Т. Кунда. – К.: УТУ, 1996. – 28 с.