

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему ВДОСКОНАЛЕННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПО
ФОРТЕЧНІЙ ВУЛ. М. ЗАПОРІЖЖЯ
ШЛЯХОМ ВВЕДЕННЯ МЕРЕЖЕВОЇ КООРДИНАЦІЇ

Виконав: студент ІІ курсу, групи Т-311м

Спеціальності 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)


Володимир ГЕРАСИМЕНКО
(прізвище та ініціали)
Керівник  Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)
Рецензент  Андрій ЩЕРБИНА
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет транспортний
 Кафедра «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти магістр
 Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

(код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

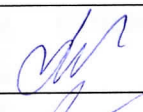
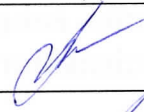
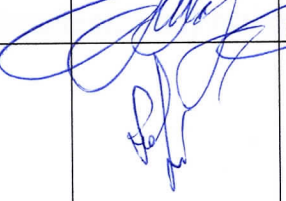
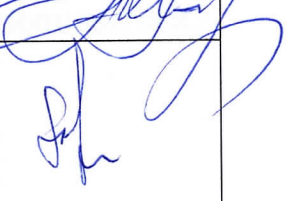
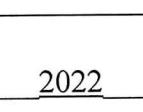
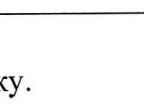
ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
«Транспортні технології»
 Сергій ТУРПАК
 «24» 10 2022 року

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

Герасименка Володимира Валерійовича
 (прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема проєкту (роботи) Вдосконалення регулювання дорожнього руху по Фортєчній вул. м. Запоріжжя шляхом введення мережевої координатії
 керівник проєкту (роботи) Трушевський Вячеслав Едуардович,
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 затверджені наказом закладу вищої освіти від «31» жовтня 2022 року №352
- Строк подання студентом проєкту (роботи) 12.12.2022.
- Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Основні характеристики дорожнього руху в районі проєктування. 2. Геометричні характеристики вулично-дорожньої мережі. 3. Дані про ДТП. 4. Діючі режими світлофорного регулювання.
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Дослідницька частина. 2.1. Проєктування заходів організації дорожнього руху. 2.2. Визначення локальних режимів світлофорної сигналізації. 2.3. Визначення параметрів мережевого графіку координатії. 3. Економічна частина. 4. Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація магістерської роботи у вигляді слайдів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

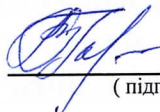
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Трушевський В.Е., доцент		
Основна частина	Трушевський В.Е., доцент		
Економічна частина	Харченко Т. В., ст. викладач		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М. І., доцент		

7. Дата видачі завдання « 24 » жовтня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

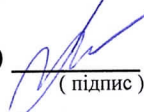
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	24.10-07.11.2022	
2	Основна частина	07.11-27.11.2022	
3	Економічна частина	28.12-05.12.2022	
4	Охорона праці	05.12-10.12.2022	
5	Оформлення МР	10.12.-13.12.2022	
6	Перевірка МР на плагіат	12.12.-18.12.2022	
7	Отримання зовнішніх рецензій	12.12.-16.12.2022	
8	Захист магістерських робіт	19.12.-23.12.2022	

Студент(ка)


 (підпис)

 Володимир ГЕРАСИМЕНКО
 (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


 (підпис)

 Вячеслав ТРУШЕВСЬКИЙ
 (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 77 с., 20 табл., 12 рис., 11 джерел.

ДОРОЖНІЙ РУХ, БЕЗПЕКА РУХУ, СВІТЛОФОР, ДОРОЖНЯ РОЗМІТКА, КООРДИНОВАНЕ РЕГУЛЮВАННЯ, ТЕЛЕМЕХАНІКА, ДИСТАНЦІЯ, ГРАФІК.

Об'єкт дослідження – район перехрестя Соборного проспекту та Фортечної вулиці у м. Запоріжжі.

Мета роботи – аналіз та удосконалення організації та регулювання дорожнього руху в районі перехрестя Соборного проспекту та Фортечної вулиці у м. Запоріжжі.

Методи дослідження – документальний аналіз матеріалів дорожньо-транспортних пригод, картографічне дослідження геометричних характеристик вулично-дорожньої мережі, візуальний підрахунок інтенсивності дорожнього руху, графо-аналітичний метод побудови графіків координованого світлофорного регулювання.

Досліджено організацію та регулювання дорожнього руху на перехресті Соборного проспекту та Фортечної вулиці м. Запоріжжя, при цьому виявлено недоліки у застосуванні технічних засобів організації дорожнього руху. За результатами дослідження визначено параметри мережевого графіку координованого світлофорного регулювання із застосуванням графо-аналітичного методу.

ЗМІСТ

	с.
Завдання.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	6
1 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Аналіз дорожньо-транспортної ситуації.....	8
1.2 Аналіз виявлених недоліків та постановка задач проєктування.....	27
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ.....	28
2.1 Проєктування організації дорожнього руху.....	28
2.1.1 Проєктування розміщення дорожніх знаків.....	28
2.1.2 Проєктування нанесення дорожньої розмітка.....	30
2.1.3 Проєктування розміщення світлофорів та дорожнього обладнання	31
2.2 Визначення локальних режимів світлофорної сигналізації	33
2.2.1 Розщеплення фаз	39
2.2.2 Трифазний цикл	42
2.3 Визначення координованих режимів світлофорної сигналізації.....	44
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	52
3.1 Розрахунок капітальних витрат	52
3.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат	53
3.3 Економія від зменшення затримок транспорту на перехресті	54
3.4 Економія від зменшення кількості та важкості ДТП	56
3.5 Розрахунок терміну окупності проєкту	59
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	61
4.1 Аналіз потенційних небезпек	61
4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	62

4.2.1 Заходи з пожежної безпеки.....	62
Висновки	64
Перелік джерел посилання	65
Додаток А – Аналіз потенційних небезпек	66
Додаток Б – Заходи по забезпеченню безпеки	70
Додаток В – Категорії робіт для дослідників лабораторії	72

ВСТУП

Швидкий розвиток та посилення ролі автомобільного транспорту в економіці збільшення інтенсивностей дорожнього руху при недостатньому рівні його організації створюють небезпечні передумови для посилення дорожньої аварійності та до збільшення непродуктивних витрат на транспортні затримки. Така ситуація лише погіршує стан економіки країни, збільшуючи частку логістичної складової у вартості товарів та послуг.

Застосування світлофорного регулювання є одним з найпоширеніших оперативних заходів організації дорожнього руху, який, порівняно з іншими заходами, має найбільший вплив на рівень безпеки дорожнього руху та на рівень транспортних затримок учасників дорожнього руху, не вимагаючи значних капітальних вкладень у реалізацію заходів організації дорожнього руху.

Науковий підхід до запровадження координованого світлофорного регулювання, до оптимізації параметрів його режимів відкриває серйозні перспективи використання резервів пропускної здатності регульованих перехресть та загалом ділянок вулично-дорожньої мережі.

1 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

1.1 АНАЛІЗ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНОЇ СИТУАЦІЇ

Запоріжжя – місто в Україні, обласний центр Запорізької області, розташований на лівому та на правому берегах річки Дніпро. Об'єднуючись з оточуючими його населеними пунктами та селищами міського типу, Запоріжжя утворює так звану Запорізьку агломерацію. Чисельність населення обласного центру – 710 тисяч осіб, а площа міської території 240 км². Серед найзначніших міст України Запоріжжя виділяється як промисловий, адміністративний, культурний та освітній регіональний хаб. В межах території міста розташований річковий порт та кілька великих залізничних станцій, що виконують як транзитні функції, так і функції транспортного забезпечення промислових підприємств. Четверте за величиною велике індустріальне місто України, найбільш розвиненими галузями промисловості у якому є машинобудування, чорна та кольорова металургія, оброблювальна та будівельна галузь.

Площа міста Запоріжжя становить 33 099 га. За величиною території на 1000 жителів — 39 га, цей показник приблизно дорівнює середньому для великих українських міст (40 га) та приблизно збігається із аналогічною цифрою для приблизно відповідного за розташуванням міста — Дніпра (33 га).

Понад 4 тис. га з міської площі займають поверхні водних об'єктів (12,8%), близько 8 тис. га займає промислово-виробнича зона із транспортно-складськими об'єктами, спецтериторії, приблизно 17,6% міських земель застосовуються як сільськогосподарські угіддя. Вільні міські землі, що становлять 1,6% від загальної площі міста, вони розділені на невеликі ділянки та приблизно порівну розгруповані на плані міста.

Атлантично-континентальний клімат у місці гостро виражається літніми місяцями у вигляді стійкої спеки та суховіїв. Метеорологічне літо за нормою температурного фону починається з першої декади травня та зазвичай триває до середини жовтня. Протягом помірно теплої зими нормою вважається

тривала відсутність стійкого снігового покриву та часті відлиги, що швидко змінюються приморозками. У середньому, висота сніжного покриву становить 14 см, найбільша зареєстрована величина — 35 см.

Середня річна температура + 9,0 °С, середня температура в липні + 22,8 °С, а в січні — 4,9 °С.

Тривала літня спека зумовлює віднесення міста за рівнем забезпеченості водою до посушливої зони. Середньорічна кількість опадів сягає 443 мм, а випаровування з поверхні суходолу дорівнюють — 480 мм, з водної поверхні — 850 мм. В літні місяці, особливо у другій його половині часто проявляється грозова активність, що супроводжується сильними тривалими зливами, які активно прискорюють ерозійну поверхневу руйнацію структури грантів.

Основні напрямки вітру протягом весняно-літнього періоду — північний і північно-східний, у холодний період — північно-східний і східний. Середня швидкість вітру складає 3,8 м/сек, посилюючись до 4,2 м/сек на околицях міста в районах відсутності багатоповерхової забудови. Максимальна швидкість вітру, до 28 м/сек, спостерігається один раз на 15-20 років.

Приблизно 45 днів протягом року у місті трапляється тумани. Найбільше число туманів — 60 на рік.

У межах міської території розташований найбільший острів на Дніпрі — Хортиця, землі якого належать до території історико-культурного заповідника та заказника «Дніпровські пороги».

Хортиця — найбільший острів не лише на Дніпрі, а на усіх річках Європи, довжиною 12 км, шириною 2,5 км. Його площа складає близько 2,5 тис. га. На думку вчених, він утворився більше 2 мільйонів років тому у результаті геологічного розлому, який відколов частинку Українського кристалічного щита. Природа острова унікальна. На його території поєднуються усі ландшафти України: плавневі ліси та луки, справжні та петрофітні степи, скелясті відшарування гранітів, балки, нагорні діброви, висячі болота, озера.

Запоріжжя — шосте за населенням місто України. Станом на 1 лютого 2022 року населення Запоріжжя налічувало 710 146 осіб (рис. 1.1).

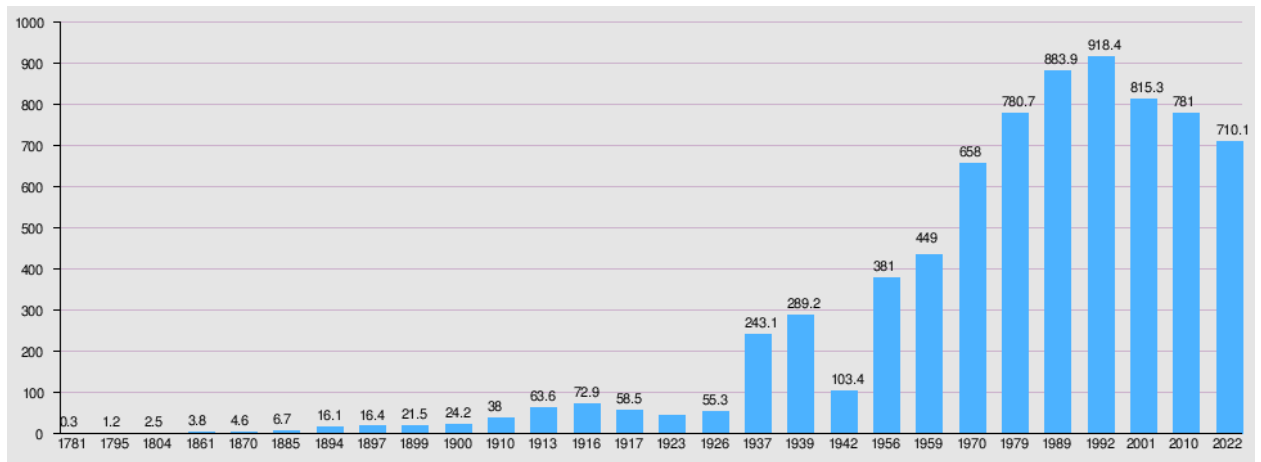


Рисунок 1.1 – Чисельність населення Запоріжжя за роками

Місто Запоріжжя – один з найбільших промислових мегаполісів країни. У ньому зосереджені машинобудівний, енергетичний і металургійний комплекс державного значення. Вигідне географічне розташування й розвинута транспортна інфраструктура роблять місто особливо привабливим для іноземних партнерів.

Металургійний комплекс міста представлений такими відомими підприємствами чорної та кольорової металургії, як ВАТ «Запорізький металургійний комбінат «Запоріжсталь» – провідний виробник прокату, сталі та чавуну; ПАТ «Запорізький завод феросплавів» – провідний виробник феросплавів; ПАТ «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат» – єдиний в Україні виробник первинного алюмінію (наразі виробляє алюмінієву катанку); ПАТ «Електрометалургійний завод «Дніпрспецсталь» – виробник спеціальних сталей; ДП «Титано-магнієвий комбінат» – єдиний в Україні виробник губчатого титану, який також виробляє титанові зливки.

Економіко-визначальні підприємства галузі:

- ПАТ «ЗАЗ» - єдине в Україні підприємство, яке має повний цикл виробництва легкових автомобілів, виробляє також вантажні автомобілі та автобуси;

- АТ «Мотор Січ» - провідна компанія світу, яка виробляє надійні двигуни до авіаційної техніки, а також промислові газотурбінні установки;
- ПАТ «Запоріжтрансформатор» - один з лідерів світового трансформаторобудування;
- ПАТ «Український графіт» - провідний виробник графітованих електродів для електричних печей;
- ПАТ «Запорізький завод важкого кранобудування» - одне з найбільших кранобудівних підприємств;
- КТ «Запорізький завод високовольної апаратури «Вакатов і компанія» - визнаний в Україні лідер постачальників високовольних вимірювальних трансформаторів, комплектних розподільчих пристроїв середньої напруги та високовольних роз'єднувачів;
- КП «Науково-виробничий комплекс «Іскра» - провідний розробник та виробник наземної радіолокаційної техніки оборонного комплексу України;
- Державне підприємство «Запорізький державний авіаційний ремонтний завод «МіГремонт» - спеціалізується на ремонті авіаційної техніки;
- ПАТ «Запорізький завод надпотужних трансформаторів» - виготовляє силові масляні трансформатори та автотрансформатори, проте виробничі потужності підприємства дозволяють виробляти повний спектр трансформаторного обладнання;
- ПАТ «Запорізький механічний завод» - виробляє запасні частини до рухомого складу залізничного транспорту;
- ПАТ «Запорізький електроапаратний завод» - спеціалізується на виробництві силових напівпровідникових перетворювачів.

Найбільша кількість підприємств зосереджена в Заводському районі міста.

Економічному розвитку Запоріжжя сприяє його вигідне розташування на перехресті всіх видів транспортних шляхів: залізничних, автомобільних, водних, повітряних. Наявність розвинутої інфраструктури дає можливість виконувати значні обсяги перевезень пасажирів і вантажів.

Місто має ряд стратегічних трас таких як Одеса-Мелітополь-Новоазовськ, Харків-Сімферополь-Севастополь та Бориспіль-Дніпропетровськ-Запоріжжя.

Розгалужена мережа залізничних доріг з'єднує Запоріжжя з містами України та країнами СНД.

На долю автомобільного та залізничного транспорту припадає велика частка як вантажних, так і пасажирських перевезень.

Важливу роль відіграє велика суднохідна артерія – ріка Дніпро.

Значна частина загального потоку вантажу припадає на Запорізький річковий вантажний порт. Порт відкритий для заходу судів типу «річка-море», вантажопідйомністю до 5000 тон з осіданням до 4 м. Приймаються пасажирські судна місткістю до 700 пасажирів.

Місто має розвинуту систему автомобільних доріг, загальною площею 8143,3 тис. м², довжиною – 998,7 км.

Регіон Запорізької дирекції залізничних перевезень має загальну протяжність залізничних колій 121 км, у т.ч. електрифікованих – 110 км, двоколійних – 27 км. Умісті діють 2 пасажирських залізничних вокзали Запоріжжя-І та Запоріжжя-ІІ.

Пасажирські перевезення виконують 1 трамвайне депо, 2 тролейбусних парки, 26 автотранспортних підприємств різних форм власності та ДП «Адміністрація річкових портів». Міська маршрутна мережа наприкінці 2013 року складалась з 10 трамвайних, 8 тролейбусних маршрутів та 96 автобусних маршрутів.

Важливу роль у транспортній системі області та міста відіграє КП «Міжнародний аеропорт Запоріжжя».

Зв'язок з іншими населеними пунктами здійснюється за допомогою 4 магістралей: трьох магістралей національного значення та однієї магістралі міжнародного значення:

а) М-18 (Харків-Сімферопіль-Ялта) магістраль міжнародного значення, яка проходить по дотичній до міста Запоріжжя. Виїзд на неї можна здійснити з Заводського, Шевченківського та Комунарівського районів міста.

б) Н-08 (Запоріжжя-Бориспіль) магістраль національного значення, вихід на яку можна здійснити з Ленінського району міста.

в) Н-15 (Запоріжжя-Донецьк) магістраль національного значення, вихід на яку можна здійснити з Шевченківського району міста.

г) Н-23 (Запоріжжя-Кіровоград) магістраль національного значення, вихід на яку можна здійснити з Ленінського району міста.

Запоріжжя складається з 7 районів:

Олександрівський (стара назва – Жовтневий) (76 тис. чол.)

Район межує з Вознесенівським. Прийнято вважати що від греблі в сторону залізничного вокзалу - Жовтневий район. А від дамби в бік порту - Орджонікідзевський район.

Олександрівський район охоплює стару частину міста.

На його території знаходиться велика кількість підприємств та установ, а також великі житлові масиви.

Особливістю району є наявність 3-х університетів. Студентів - близько 10 тисяч.

Через територію району проходять щоденні пасажиропотоки жителів Комунарського та Шевченківського районів, студентів, населення інших районів міста на Центральний ринок.

Заводський (61 тис. чол.).

Адміністративний район Запоріжжя, в якому зосереджені промислові підприємства міста. У район входять: житловий масив Павло-Кічкас, селище Запоріжжя Ліве, вул. Скворцова (виїзд на трасу "Харків-Сімферополь"), село Подпорожнянка.

Комунарський (140 тис. чол.).

Загальна площа району 61,1 км². Вважається одним з найбільш екологічно чистих районів міста.

В районі знаходиться 15 базових підприємств, у тому числі "АвтоЗАЗ", "Радіоприлад" та інші. У районі побудовані і заселені більше 700

багатоповерхових будинків, в тому числі "спальний" житловий масив "Південний" (120 багатоповерхівок), і 7200 будинків приватного сектора.

Через район проходять три магістралі міського значення - Набережна магістраль, вул. Космічна, вул. Ласточкина, пр. 40-річчя Перемоги.

Комунарський район - південні ворота Запоріжжя. Основні щоденні пасажиропотоки - жителі району, які виїжджають у центр міста.

Дніпровський (152 тис. чол.)

В районі знаходиться 190 промислових підприємств, 721 підприємство сфери обслуговування. У районі побудовані і заселені 809 багатоповерхових будинків, і 9650 будинків приватного сектора.

Через район проходять три магістралі міського значення - Набережна магістраль, вул. Незалежної України, вул. Південне шосе, вул. Північне шосе, пр. Соборний, пр. Металургів, вул. Гребельна.

Дніпровський район - північні ворота Запоріжжя. Основні щоденні пасажиропотоки - жителі району, які виїжджають у центр міста, пасажиропотоки Хортицького району, Бородинського і Осипенківського мікрорайонів, пасажиропотоки працівників заводів металургійного циклу.

Вознесенівський (106 тис. чол.)

Район охоплює центральну частину міста. На його території знаходиться велика кількість підприємств та установ, а також великі житлові масиви.

Особливістю району є наявність на його території органів влади Запоріжжя, найбільша кількість підприємств сфери обслуговування, в тому числі, великі супермаркети і Вознесенівський ринок.

Через територію району проходять щоденні пасажиропотоки жителів Комунарського, Шевченківського, Олександрівського, Дніпровського та Хортицького районів.

Хортицький (122 тис. чол.)

Один з найбільших районів міста. Переважають 9-поверхові будинки. Свого часу вважався спальним районом. При створенні міста планувався для населення 150-200 тис. Жителів. Знаходиться на Правому березі Дніпра.

Відділений від міста Островом Хортицею і двома мостами. За рахунок своїх великих розмірів з'єднується з Дніпровським районом (через Верхню Хортицю).

Шевченківський (157 тис. чол.)

Шевченківський район - один з найбільш старих районів міста. Дуже багато приватного сектора, але також дуже багато і новобудов-багатоповерхівок. Отчсті вважається "спальним" районом. складається з 1,2 і 3 мікрорайону. В основному розташованих вздовж вулиці Чарівна.

За свідченням археологів, поселення на території сучасного Запоріжжя відомі з часів Середньостогівської культури (5 до — середина 4 тисячоліття до н. е.) — залишки давнього поселення було знайдено на північно-східному куті острова Хортиці. Інший відомий археологічний пам'ятник — Вознесенський комплекс — кам'яна споруда, яку пов'язують із хозарами, булгарським ханом Аспарухом (VII ст.), Князем Святославом Ігоровичем (X ст.).

Формування сучасного міста пов'язане з Олександрівською фортецею, поблизу якої формувався так званий «фурштат», де селилися будівельники-селяни, каторжники, персонал обслуги фортеці, відставні солдати. Після остаточного захоплення Криму росіянами 1783 року Дніпровська лінія втратила військове значення і була скасована, внаслідок чого 1800 року Олександрівська фортеця втратила статус військового об'єкту.

1806 року поселення близько 2 тисяч осіб отримало статус повітового міста під назвою Олександрівськ. На околицях міста існували поселення вихідців з Німеччини, які прибували на запрошення Катерини II з 1787 року. Отак, на північний захід від міста Олександрівськ раніше існувало село Вознесенка (сучасна територія м. Запоріжжя), а також низка німецьких менонітських колоній Хортицької волості(Кічкас (Ейнлаге), колонія Хортиця, Розенталь, Шенвізе тощо).

1873 року завдяки проведенню залізниці місто поступово перетворилося на важливий транспортний вузол, де вантажі перевантажувалися із залізниці

на річковий транспорт, що слідував на Одесу. Потужний поштовх до подальшого розвитку промисловості дало місту спорудження 1902 року залізниці, що поєднала місто з Криворізьким та Донецьким басейнами.

23 березня 1921 року Олександрівська губернія стала називатися Запорізькою. Згодом перейменували і губернське місто Олександрівськ на Запоріжжя. Протягом довоєнних п'ятирічок місто стало великим індустріальним центром, чому сприяло відкриття 1932 року ДніпроГЕСу — найпершої з дніпровських гідроелектростанцій. Разом з тим було збудовано такі підприємства як завод листових сталей («Запоріжсталь»), коксохімічний, алюмінієвий, феросплавів, завод інструментальних сталей (тепер «Дніпроспецсталь»).

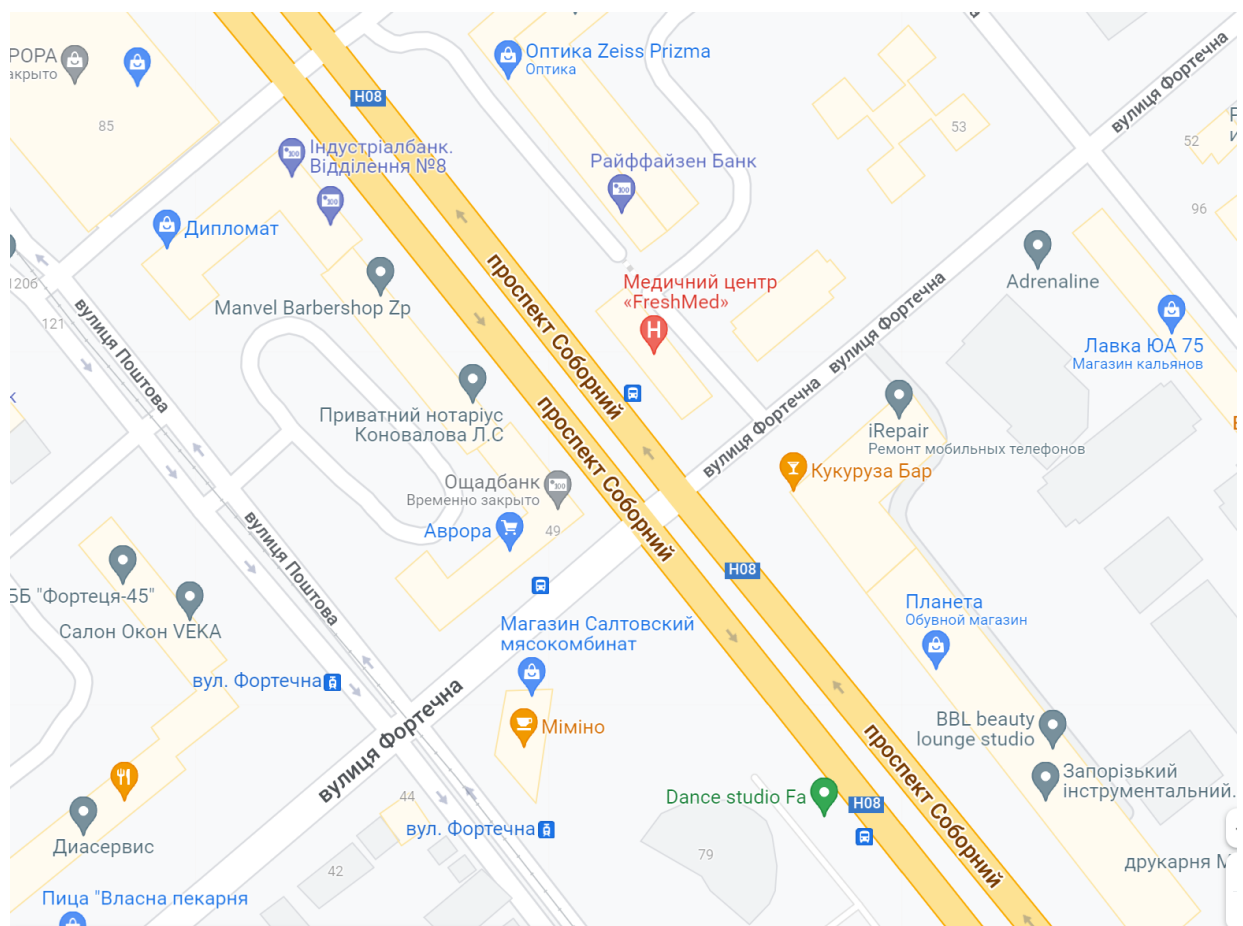


Рисунок 1.2 – Схема району проектування

Повоєнні роки відзначені подальшим ростом міста. У 1950-ті — 1960-ті роки було закладено житлові масиви Вознесенка, Космічний та Шевченківський, а в 1970-ті — Хортицький, Бородинський, Осипенківський та Південний. Було введено в експлуатацію Запорізький трансформаторний завод, заводи високовольтної апаратури, «Запоріжкабель» та «Перетворювач». Наприкінці 1980-х років населення міста досягло свого максимуму — близько 900 тис. осіб, після чого почало зменшуватись.

Житловий будинок лише один, який розташований на просп. Соборний перед перехрестям праворуч при напрямі руху від порту ім. Соборний. Оскільки будинок виконано у формі літери П, то вхід та в'їзд до прибудинкової території виконується з паралельної до просп. Соборний вулиці Горького. Прибудинкова територія оточена парканом і має лише один вхід. На території розташовано дитячий майданчик, місця відпочинку, у вигляді лавок, а також відведені місця для паркування автомобілів.

Ділянку проектування оточують 3 будинки.. При русі по просп. Соборний у бік порту ім. Соборний до перехрестя розташовується 8-поверхова будівля ЗАТ "Запорізький інструментальний завод ім. Войкова" перший поверх якого використовується як торгівельна площа. За перехрестям розташована 2-поверхова будівля, яка використовується як редакція газети «Запорізька Січ».

При русі по просп. Соборний у бік вокзалу «Запоріжжя-1» до перехрестя розташований 4-поверховий житловий будинок, перший поверх (від просп. Соборний) та цокольний поверх (від вул. Фортечна) якого використовується як торгівельна площа.

Перехрестя представляє собою перетин магістральної вулиці районного значення (просп. Соборний) та вулиці місцевого значення (вул. Фортечна).

Просп. Соборний є магістральною вулицею районного значення оскільки поєднує декілька районів та проходить через центр міста. Вул.

Фортечна є вулицею місцевого значення оскільки забезпечує зв'язок лише між мікрорайонами та має відносно невелику протяжність.

Просп. Соборний має по три смуги руху у кожному напрямі, шириною 3,75 м (крайня права смуга), 3,5 м та 3,25 м (крайня ліва смуга) та розділову смугу шириною 2 м. Вул. Фортечна має по дві смуги руху у кожному напрямі шириною по 3,5 м кожна, розділова смуга відсутня. Бульвари відсутні.

Зупинки громадського транспорту розташовуються наступним чином: по просп. Соборний у бік порту ім. Соборний одразу за перехрестям, у бік залізничного вокзалу Запоріжжя-1 – за перехрестям на відстані 150 м, на вул. Фортечна одразу за перехрестям просп. Соборний – вул. Фортечна при русі у бік Набережної магістралі. Через зупинки на просп. Соборний курсують маршрутні транспортні засоби, які курсують за маршрутами № 40, 43, 46, 48, 52, 53, 55, 56, 61, 62, 63А, 74, 75, 76, 77, 77А, 80, 81, 84, 85, 88, 98, а також тролейбуси № 3, 8, 14. Інтервал руху маршрутних транспортних засобів 5-7 хвилин, тролейбусів – в середньому 8 хвилин. Через зупинку на вул. Фортечна курсують наступні маршрути: №14, 31, 40А, 63, 67, 99. Інтервал руху 10-15 хвилин. Рух тролейбусів по вул. Фортечна відсутній. Рух трамваїв здійснюється по вул. Горького, яка перетинає вул. Фортечна паралельно просп. Соборний на квартал нижче від проспекту. Ці зупинки можна вважати пересадочним пунктом, оскільки на цьому перехресті відгалужуються маршрути, які пролягають через вул. Перемоги, тобто при русі по просп. Соборний, дані зупинки часто використовують для пересадки на маршрути, які сліднують через вул. Перемоги. Жодна із зупинок не є кінцевим пунктом.

На перехресті просп. Соборний – вул. Фортечна пішохідні переходи наземні, рух на них регулюються пішохідними світлофорами, позначені вони розміткою 1.14.2, але знаки 5.35.1 та 5.35.2 відсутні з усіх під'їздів до перехрестя. Пішохідні огороження відсутні.

Мости, шляхопроводи та перетини в різних рівнях на даному перехресті відсутні.

Вокзали, автовокзали та аеропорти поблизу перехрестя відсутні. Центральний автовокзал знаходиться на просп. Соборний на відстані 2,3 км від перехрестя при русі від порту ім. Соборний, залізничний вокзал знаходиться на просп. Соборний на відстані 3,6 км від перехрестя у тому ж напрямі.

Основними місцями тяжіння є: школа №3, яка розташована на квартал вище від просп. Соборний на перехресті вул. Фортечна – вул. Держинського, графік роботи з 7:30 до 18:00; кафе «Coffee life», яке працює з 8:00 до 22:00; ресторан «Soho», працює з 10:30 до 02:00; нічний клуб «Jet», який працює з 20:00 до 04:00; ТРЦ «Аврора», який працює з 10:00 до 22:00, а також біля десятка невеликих магазинів, які працюють з 7:00 до 21:00-22:00. Також поряд з перехрестям є невеликий сквер, який в світлий час доби активно використовується для прогулянок, особливо з дітьми.

На перехресті просп. Соборний – вул. Фортечна регулювання руху здійснюється за допомогою світлофорів. Відсутні додаткові секції, розчеплення фаз та заборона на проведення окремих маневрів.

Засоби каналізування руху присутні на просп. Соборний у вигляді знаків 5.18 та на вул. Фортечна при русі від Набережної магістралі у вигляді знаку 5.16.

Автостоянки поблизу перехрестя просп. Соборний – вул. Фортечна відсутні, окрім декількох місць для стоянки у дворі будинку № 81.

Рух вантажного транспорту по просп. Соборний заборонений, по вул. Фортечна він відсутній, оскільки вул. Фортечна є недоцільною для використання руху вантажного транспорту. Спеціально відведені смуги для громадського транспорту відсутні. Зважаючи на те, що маршрутні транспортні засоби мають достатню мобільність, вони можуть рухатись будь-якою смугою. Тролейбуси, що рухаються по просп. Соборний, як

правило, займають крайню праву смугу, але у деяких випадках рухаються по другій смузі.

Обслуговування об'єктів торгівлі з просп. Соборний не відбувається, як правило, воно виконується з вул. Фортечна, а якщо є така можливість (наприклад ТРЦ «Аврора») з вулиць паралельних просп. Соборний, на яких рух не такий пошавлений (наприклад вул. Горького).

Однобічний та реверсивний рух, а також зональні обмеження у русі на перехресті та підходах до нього відсутні.

Пропускна здатність достатня, затори виникають лише при виникненні непередбачуваних ситуацій.

Для проведення повного аналізу перехрестя просп. Соборний – вул. Фортечна отримані дані про ДТП на перехресті за 2012-2014 роки приведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Дані про ДТП на перехресті просп. Соборний – вул. Фортечна

Дата скоєння	Час скоєн ня годин	Дні неділі	Вид пригоди	Вулиця	Загиб лих усьог о	Травмова но усього	Привязка
1	2	3	4	5	6	7	8
15.02.2012	13	3	Зіткнення	Просп. Собор- ний	0	0	Вул. Фортечна
31.03.2012	22	6	Зіткнення	Просп. Собор- ний	0	0	Вул. Фортечна
06.04.2012	15	5	Зіткнення	Просп. Собор- ний	0	0	Вул. Фортечна
08.05.2012	15	2	Наїзд на пішохода	Просп. Собор- ний	0	1	Вул. Фортечна
20.06.2012	0	3	Наїзд на пішохода	Просп. Собор- ний	0	1	Вул. Фортечна

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
27.06.2012	16	3	Зіткнення	Просп. Собор- ний	0	0	Вул. Фортечна
30.08.2012	9	4	Зіткнення	Просп. Собор- ний	0	0	Вул. Фортечна
21.09.2012	17	5	Зіткнення	Просп. Собор- ний	0	0	Вул. Фортечна
30.09.2012	8	7	Зіткнення	Просп. Собор- ний	0	0	Вул. Фортечна
20.10.2012	0	6	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
26.11.2012	20	1	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
10.12.2012	19	1	Наїзд на ТЗ, що стоїть	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
03.01.2013	17	4	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
06.02.2013	13	3	Наїзд на пішохода	Просп. Соборний	0	1	Вул. Фортечна
02.03.2013	16	6	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
13.07.2013	20	6	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
09.09.2013	18	1	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
26.10.2013	1	6	Наїзд на пішохода	Просп. Соборний	0	1	Вул. Фортечна
24.11.2013	18	7	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
12.01.2014	11	7	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна

Закінчення таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
22.01.2014	17	3	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
16.03.2014	9	7	Наїзд на пішохода	Просп. Соборний	0	1	Вул. Фортечна
20.03.2014	14	4	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
15.04.2014	8	2	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
15.05.2014	17	4	Наїзд на пішохода	Просп. Соборний	0	1	Вул. Фортечна
25.09.2014	16	4	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
26.11.2014	8	3	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна
18.12.2014	18	4	Зіткнення	Просп. Соборний	0	0	Вул. Фортечна

На основі даних приведених в табл. 1.1 проведений аналіз розподілу ДТП за видами, часом доби, днями тижня, місяцями року, роками, важкістю наслідків, кількістю учасників та постраждалих. Результати аналізу приведені нижче у вигляді діаграм на рис. 1.3 – 1.7.

Головною задачею проведення аналізу дорожньо-транспортної аварійності є пошук причин ДТП, особливо тих, які можливо усунути чи зменшити їх прояв шляхом застосування оперативних заходів організації дорожнього руху.

Перевагою оперативних заходів в такому випадку є також і те, що вони можуть бути швидко скасовані у випадку закінчення дії небезпечних факторів.

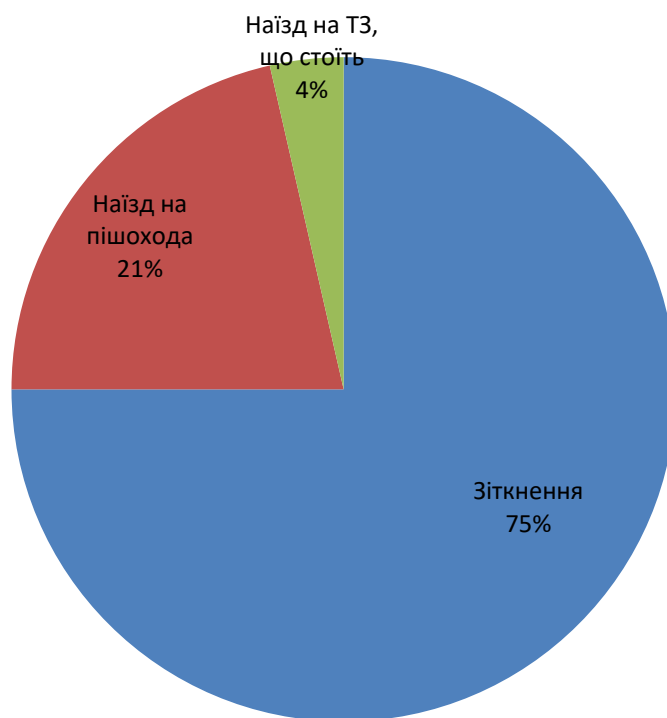


Рисунок 1.3 – Діаграма розподілу кількості дорожньо-транспортних пригод за видом пригоди

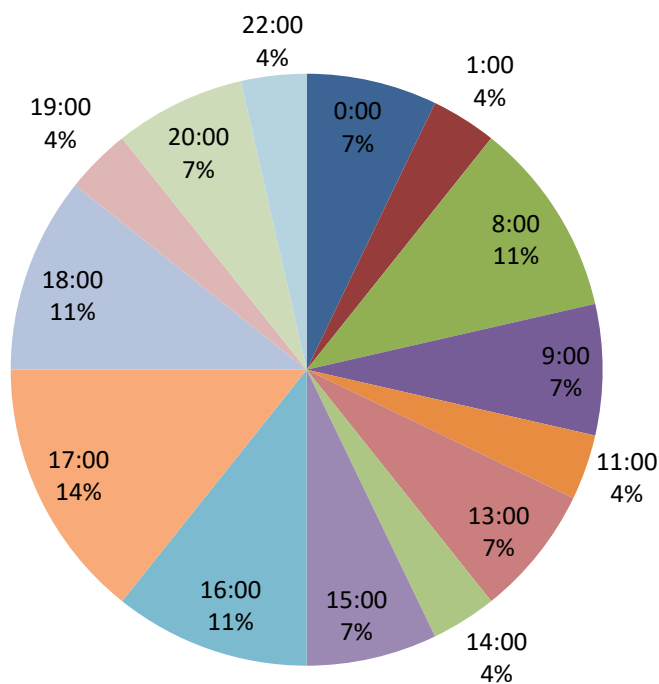


Рисунок 1.4 – Діаграма розподілу кількості дорожньо-транспортних пригод за годинами доби

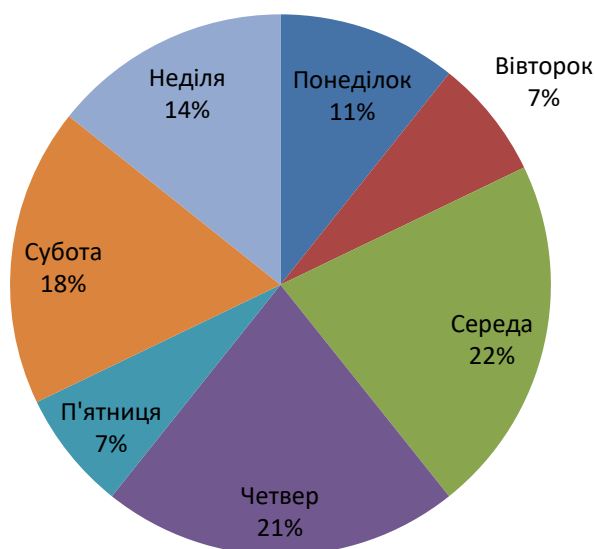


Рисунок 1.5 – Діаграма розподілу кількості дорожньо-транспортних пригод за годинами доби



Рисунок 1.6 – Діаграма розподілу кількості дорожньо-транспортних пригод за місяцями року

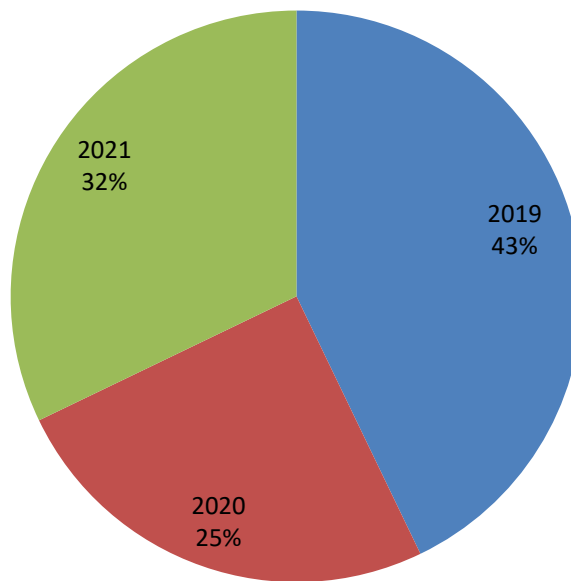


Рисунок 1.7 – Діаграма розподілу кількості дорожньо-транспортних пригод за роками

Основними видами ДТП є зіткнення та наїзд на пішохода. Це обумовлено погравленням рухом на перехресті, особливо у вечірній час пік, недостатньою освітленістю перехрестя, а також складним виконанням лівоповоротного маневру при русі по просп. Соборний від пл. Радянської. Лівоповоротний маневр на даному перехресті є дуже небезпечним, оскільки велика частка потоку, що рухається по просп. Соборний, а також маршрутні транспортні засоби, повертають на вул. Фортчна задля виїзду до ТРЦ «City Mall», на Набережну магістраль або на вул. Перемоги, щоб уникнути заторів, які можуть виникнути на просп. Соборний. Також поворот ліворуч ускладнений тим, що для цього маневру не відведено окремої фази чи фазоподібного інтервалу у циклі світлофорного регулювання, що і є основною причиною аварійно-небезпечного виконання маневру.

Для покращення дорожньо-транспортної ситуації необхідно покращити освітленість перехрестя у темний час доби, задля уникнення неочікуваного виходу пішоходів на проїзну частину необхідно встановити

для пішоходів табло зворотного відліку часу, щоб вони могли розуміти скільки залишилося часу до дозволяючого сигналу світлофору, а також до його завершення. Щодо покращення ситуації з лівоповоротним маневром необхідно застосувати один з варіантів: введення додаткової фази в цикл регулювання, що призведе до виділення окремої смуги та встановлення додаткової секції, або введення фазоподібного інтервалу, так званого зеленого додаткового.

Для розрахунку параметрів світлофорної сигналізації необхідна годинна інтенсивність руху на даному перехресті.

Інтенсивність руху - кількість транспортних засобів, які пройшли в обох напрямках через перетин дороги за одиницю часу (годину або добу). В дипломному проекті інтенсивності дорожнього руху були розраховані візуальним методом на заданому перехресті.

Після того виконано зведення інтенсивностей транспортних потоків до легкових автомобілів з використанням коефіцієнтів, що їх наведено у табл. 1.2 для відповідних груп транспортних засобів згідно з ДБН В.2.3-4-2000 «Споруди транспорту. Автомобільні дороги». Приведена інтенсивність наведена у табл. 1.3.

Таблиця 1.2 – Коефіцієнти зведення

Тип ТЗ	Коефіцієнт зведення
Мотоцикли	0,5
Легкові автомобілі	1
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю до 2т	1,5
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю до 5т	2
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю до 8т	2,5
Вантажні автомобілі вантажопідйомністю до 14т	3
Автобуси	3
Автопоїзди	4

Таблиця 1.3 – Інтенсивності руху на перехресті просп. Соборний – вул. Фортчна, авт./год

	Прямо	Праворуч	Ліворуч
Просп. Соборний (при русі від порту)	825	93	22
Просп. Соборний (при русі від вул. Базарної)	770	39	174
Вул. Фортчна (при русі від КПУ)	292	111	35
Вул. Фортчна (при русі до КПУ)	142	225	57

1.2 АНАЛІЗ ВИЯВЛЕНИХ НЕДОЛІКІВ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПРОЄКТУВАННЯ

Дослідження дорожньо-транспортної ситуації, характеристик вулично-дорожньої мережі та основних параметрів транспортних потоків дозволило зробити висновок про недостатній рівень забезпечення безпеки дорожнього руху в зоні проєктування. Відхилення від діючих нормативів у розташуванні дорожніх знаків, відсутність дорожньої розмітки створюють передумови для дорожньо-транспортних пригод.

Дослідження показників та причин аварійності дозволяє стверджувати, що частина з них може бути усунена шляхом поліпшення дислокації засобів регулювання без перелаштування вулично-дорожньої мережі, тобто шляхом застосування оперативних заходів організації дорожнього руху.

Дослідження топології вулично-дорожньої мережі дозволяє зробити висновок про її високу щільність в районі проєктування і, як наслідок, значну

величину транспортних затримок учасників дорожнього руху перед регульованими перехрестями.

Зважаючи на зазначене, необхідно вжити таких оперативних заходів організації дорожнього руху:

- змінити дислокацію дорожніх знаків відповідно до діючих нормативів;
- нанести дорожню розмітку;
- розробити режим координованого регулювання по Фортечній вулиці, узгодивши його з існуючим координованим режимом по Соборному проспекту.

Після формулювання та обґрунтування проєктних заходів необхідно провести оцінку запропонованих варіантів шляхом дослідження техніко-економічних показників а також розробити заходи охорони праці та навколишнього природного середовища в зоні проєктування.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

2.1 ПРОЕКТУВАННЯ ЗАХОДІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Організація дорожнього руху має на меті забезпечення безпеки руху всіх його учасників, тобто спрямована на максимізацію рівня захищеності учасників дорожнього руху від дорожньо-транспортних пригод та їх наслідків.

Оскільки сам по собі принцип функціонування дорожнього транспортного засобу як комплексу «людина-машина» з водієм-оператором за умов непередбачуваності поведінки інших учасників дорожнього руху та фізіологічних обмежень, як накладаються на водія самою природою, то транспортний засіб, який перебуває у русі в межах вулично-дорожньої мережі міста сам по собі є джерелом підвищеної небезпеки. Основним фактором небезпеки та її мірилом є швидкість, оскільки саме вона є визначальною величиною, що обумовлює технічну можливість запобігти дорожньо-транспортній пригоді при виявленні оператором-водієм небезпеки.

Однак, максимальне обмеження швидкості ґрунтується не лише на вимогах максимального рівня безпеки, а ще і враховує економічні втрати від зниження швидкості сполучення, від нераціонального використання машино-годин транспортного засобу та часу людей, які перебувають у ньому. Таким чином, зумовлюється потреба не лише в обмеженні швидкості та фізичному розділенні учасників дорожнього руху в межах спільної площі вулиць та доріг. А також необхідність часового розділення конфліктуючих потоків. Остання вимога реалізується шляхом застосування технічних засобів регулювання дорожнього руху.

2.1.1 Проектування розміщення дорожніх знаків

Дорожні знаки разом із іншими технічними засобами регулювання дорожнього руху. Застосовані відповідно до діючих нормативів, покликані

створювати для учасників дорожнього руху певне інформаційне поле, роблячи їх частиною системи інформаційного забезпечення учасників дорожнього руху. Визначальним у їх застосування є визначення балансу між необхідною водіям інформацією, яка завчасно повинна надаватися у найбільш сприятливій для сприйняття формі та при цьому не відволікати водія від виявлення можливих небезпек та бажанням максимально проінформувати його з метою наближення його поведінки на дорозі та вибору маршруту до найбільш оптимальних моделей, що забезпечують мінімальний рівень непродуктивних транспортних затримок. Це забезпечуються виконанням діючих норм.

По просп. Соборний на підході від Університетської площі необхідно встановити знаки 5.18 «Напрямок руху по смузі» над кожною смугою руху на тротуарі на відстані 50-100 м до перехрестя. Безпосередньо перед перехрестям, на світлофорних стійках необхідно розташувати знаки: праворуч та ліворуч від проїзної частини 5.35.1, 5.35.2 «Пішохідний перехід» відповідно. На перехресті на тротуарі встановити знак 2.3 «Головна дорога». Перед пішохідним переходом, який розташований за перехрестям, необхідно на стійці світлофора ліворуч встановити знаки 5.35.2 «Пішохідний перехід» та 4.7 «Об'їзд перешкоди з правого боку», оскільки стійка встановлена на розділовій смузі, та на стовпі праворуч знак 5.35.1 «Пішохідний перехід».

По просп. Соборний на підході від вул. Франка необхідно встановити знаки 5.18 «Напрямок руху по смузі» над кожною смугою руху на тротуарі на відстані 50-100 м до перехрестя. Безпосередньо перед перехрестям, на стовпі праворуч від проїзної частини розмістити знаки 2.3 «Головна дорога» та 5.35.1 «Пішохідний перехід», на світлофорній стійці ліворуч від проїзної частини необхідно розташувати знаки 2.3 «Головна дорога» та 5.35.2 «Пішохідний перехід». Перед пішохідним переходом, який розташований за перехрестям, необхідно на стійці світлофора ліворуч встановити знаки 5.35.2 «Пішохідний перехід» та 4.7 «Об'їзд перешкоди з правого боку», оскільки стійка встановлена на розділовій смузі, та на стовпі праворуч знак 5.35.1 «Пішохідний перехід».

По вул. Фортечна при русі від вул. Горького на відстані 50-100 м необхідно встановити на стійці знак 5.16 «Напрямок руху по смугам». Перед перехрестям на тротуарі встановити знаки 2.1 «Дати дорогу» та 2.4 «Кінець головної дороги», а також знак 4.1 «Рух прямо» з табличкою 7.5.1 «Вид транспортного засобу», оскільки рух вантажних автомобілів по просп. Соборний заборонено. Праворуч від проїзної частини на світлофорній стійці необхідно встановити знаки 5.35.1(2) «Пішохідний перехід», ліворуч від проїзної частини на стійці – 5.35.2(1) «Пішохідний перехід».

По вул. Фортечна при русі від вул. Держинського на відстані 50-100 м необхідно встановити на стійці знак 5.16 «Напрямок руху по смугам». Перед перехрестям на тротуарі встановити знаки 2.1 «Дати дорогу» та 2.4 «Кінець головної дороги», а також знак 4.1 «Рух прямо» з табличкою 7.5.1 «Вид транспортного засобу», оскільки рух вантажних автомобілів по просп. Соборний заборонено. Праворуч від проїзної частини на світлофорній стійці необхідно встановити знаки 5.35.1(2) «Пішохідний перехід», ліворуч від проїзної частини на стійці – 5.35.2(1) «Пішохідний перехід».

Розташування дорожніх знаків наведена на листі 7 графічної частини.

2.1.2 Проектування нанесення дорожньої розмітки

Дорожня розмітка (ДР) - це лінії, написи і інші позначення на проїзній частині і елементах дорожніх споруд, які установлюють порядок руху та інформують водіїв і пішоходів про умови руху. Розмітка є складовою частиною загальної схеми організації руху, тому при нанесенні розмітки потрібно дотримуватися відповідності знакам, світлофорам і іншим засобам регулювання, а також вимогам, які зафіксовані у ДСТУ 2587:2010 "Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування".

Згідно ДСТУ 2587:2010 "Розмітка дорожня. Загальні технічні вимоги. Методи контролювання. Правила застосування" необхідно нанести наступну розмітку:

а) на всіх підходах до перехрестя розмітку 1.14.2, яка позначає регульований пішохідний перехід;

б) на всіх підходах до перехрестя розмітку 1.12 «стоп-лінія» на відстані не менше ніж 3 м від світлофору, оскільки світлофор встановлений збоку від проїзної частини;

в) по вул. Фортечна з обох підходів розмітку 1.3, що розділяє транспортні потоки зустрічних напрямів, оскільки проїзна частина має по 2 смуги руху у кожному напрямі;

г) на усіх підходах до перехрестя розмітку 1.1 для позначення меж смуг руху на відстані 20 м від початку нанесення до розмітки 1.12;

д) по усіх напрямках за перехрестям розмітку 1.5 для позначення меж смуг руху;

ж) на всіх підходах розмітку 1.6, яка позначає наближення до розмітки 1.1, відстань якої повинна складати 50 м до початку розмітки 1.1;

з) на всіх підходах до перехрестя продублювати знаки 5.16 та 5.18 дорожньою розміткою 1.18, яка повинна бути нанесена на одному рівні з початком розмітки 1.1, а також нанесена перед цим на відстані 20-30 м.

Схема нанесення розмітки наведена на листі 7 графічної частини.

2.1.3 Проектування розташування світлофорів та дорожнього обладнання

Світлофори призначені для почергового пропуску учасників руху через конкретну ділянку вулично-дорожньої мережі, а також для позначення небезпечних ділянок дороги. В залежності від умов світлофори застосовуються для управління рухом в конкретних напрямках чи по окремих смугах даного напрямку:

- а) в місцях, де зустрічаються конфліктуючі транспортні, а також транспортні і пішохідні потоки (перехрестя, пішохідні переходи);
- б) на смугах, де напрямок руху може змінюватись на протилежний;
- в) на залізничних переїздах, розвідних мостах, причалах, пороммах, переправах;
- г) при виїздах автомобілів спецслужб на дороги з інтенсивним рухом;
- д) для управління рухом маршрутних транспортних засобів.

Світлофори діляться на дві групи: Т - транспортні і П - пішохідні. Світлофори кожної групи, в свою чергу, підрозділяються на типи і виконання.

Світлофори необхідно виготовляти відповідно до стандарту ДСТУ 4092-2002 "Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та умови безпеки" та технічних умов виробника на конкретні вироби, погоджених з Департаментом Патрульної поліції МВС України.

Світлофори необхідно встановлювати на спеціальних колонках, кронштейнах, прикріплених до існуючих опор або стін будинків, на консольних або рамних опорах, на стояках, а також підвішувати на тросах-розтяжках.

Спеціальні колонки та опорні елементи консольних або рамних опор треба розташовувати поза проїзною частиною дороги.

На перехресті просп. Соборний – вул. Фортечна світлофори повинні бути встановлені наступним чином: світлофори Т1.1 з обох підходів по просп. Соборний основний праворуч від проїзної частини, дублюючи ліворуч на розділовій смузі перед перехрестям та за ним; по вул. Фортечна при русі від вул. Горького основний світлофор Т1.4 (з додатковою секцією – стрілка праворуч) праворуч від проїзної частини, дублюючи типу Т1.1 ліворуч від проїзної частини за перехрестям; по вул. Фортечна при русі від вул. Держинського основний світлофор типу Т1.1 праворуч від проїзної частини, дублюючи типу Т1.1 – ліворуч від проїзної частини за перехрестям.

Пішохідні світлофори повинні бути встановлені наступним чином: для переходу через просп. Соборний по одному світлофору з кожного боку від

проїзної частини та по одному світлофору для кожного напрямку на розділовій смузі; для переходу через вул. Фортечна по одному світлофору з кожного боку від проїзної частини. Пішохідні світлофори повинні бути типу П1.1.

Розміщення транспортних та пішохідних світлофорів показано на листі 7 графічної частини.

2.2 ВИЗНАЧЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ РЕЖИМІВ СВІТЛОФОРНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Світлофорний об'єкт – локальна ділянка вулично-дорожньої мережі, на якій послідовність руху конфліктуючих транспортних потоків або транспортних і пішохідних потоків регулюється світлофornoю сигналізацією. Розрізняють два стратегічні принципи світлофорного регулювання:

- а) ізольоване (локальне) світлофорне регулювання;
- б) координоване (системне) світлофорне регулювання.

Розрізняють кілька способів управління світлофornoю сигналізацією. Наукові підходи [1, 2] виділяють два способи: пофазний, за сигнальними групами, за окремими напрямками. На практиці серед виробників керуючого обладнання часто зустрічаються спосіб, який умовно можна назвати «відпрацювання повної циклограми».

Керуючись вимогами стандартів [3,4] та нормативними вимогами щодо обслуговування світлофорної сигналізації [5], для відображення роботи світлофора достатньо використати схему пофазового роз'їзду та циклограму світлофорної сигналізації.

Однак, повністю відобразити режим роботи світлофорного об'єкта цими двома зображеннями можна лише за умови, що керування світлофорами відбувається якраз за способом відпрацювання повної циклограми.

Тут доречно буде надати короткі пояснення для кожного із цих способів. Два перших були привнесені в практику світлофорного регулювання

фахівцями з телемеханіки при вивченні можливих способів керування світлофорним об'єктом на відстані. Ці два способи, залежно від реалізації, дають різні ступені гнучкості керування світлофорною сигналізацією.

Принцип пофазного способу полягає у тому, що всі напрями регулювання групуються у фази таким чином, аби поєднані в одній фазі напрями могли рухатися одночасно без утворення конфліктів, роз'їзд по яким не передбачено Правилами дорожнього руху [1]. Фаза викликається телемеханічно або локальним програмним блоком, а переходи між фазами напруцьовуються дорожнім контролером автоматично залежно від того, які напрями регулювання завершують рух, а які розпочинають. Для цього при програмуванні прописуються моменти зміни сигналів по всіх напрямках регулювання з урахуванням всіх можливих переходів між фазами (будь-якого порядку чергування фаз). Можлива кількість таких перестановок визначається за формулою:

$$n = (m - 1)!, \quad (2.1)$$

де m – кількість фаз регулювання.

Під фазами слід розуміти комбінації (сполучення) з множини напрямів регулювання, фази мають наскрізну нумерацію для всього світлофорного об'єкта. Слід забезпечити можливість перестановки фаз у довільному порядку, в тому числі при застосуванні диспетчерського керування рухом та ручного керування. Для будь-якої перестановки фаз, в тому числі такої, що не передбачена жодною з програм, тривалість часових проміжків між зеленими (білими) немиготливими сигналами усіх конфліктних напрямів регулювання повинна дорівнювати значенням відповідних елементів двомірної матриці тривалостей конфліктів, обов'язково наявної у проєкті згідно ДСТУ 8752 [4]. Елементи матриці тривалостей конфліктів слід визначати розрахунком: між транспортними напрямками регулювання та між транспортними та пішохідними напрямками регулювання – на основі відстаней від стоп-ліній до

конфліктних точок та моментів розподілу випадкової величини швидкості руху, а між пішохідними та транспортними напрямками регулювання – для умов завершення переходу чи досягнення острівця безпеки або лінії, що розділяє зустрічні транспортні потоки пішоходом, який розпочав перехід у першу секунду зеленого миготливого сигналу.

Метод окремих напрямків [2] відрізняється від пофазного тим, що відбувається виклик не фаз регулювання, а дозволяючих сигналів напрямів. Ключовою у питанні забезпечення безпеки дорожнього руху в цьому методі є матриця тривалостей конфліктів, про яку вже йшлося вище. На відміну від пофазного методу, метод окремих напрямків не потребує прописування всіх переходів між сигналами, проте потребує більш складного системного алгоритму на рівні дорожнього контролера. Основною перевагою методу окремих напрямків є відсутність таких структур циклу регулювання будь-якої складності, які неможливо було б реалізувати з використанням цього методу.

Авторежимом пропонується називати такий режим роботи світлофорної сигналізації, який, через поєднання керуючих впливів багатьох часових тригерів, давачів транспорту та пішоходів, а також через необхідність проведення стрічки неперервного часу і забезпечення пріоритету громадського транспорту не має чіткої структури циклу, тобто не характеризується повною повторюваністю комбінацій дозволяючих та заборонних сигналів через певний проміжок часу, що фактично означає відсутність циклу регулювання.

Авторежим не означає, що однакова комбінація заборонних та дозволяючих сигналів в принципі не може повторюватися на всіх напрямках регулювання, проте, така поява спричиняється співпадінням багатьох факторів, і не є системою, як при жорсткому режимі.

Слід наголосити, що авторежим може відпрацьовуватися за різними способами управління світлофорною сигналізацією, однак метод відпрацювання повної циклограми вимагає великої кількості посекундних режимів, що визначається за формулою (1). Так, наприклад, для п'яти фаз

регулювання кількість таких режимів буде 24, а для кількості фаз, що дорівнює 8, – 5040.

Оскільки під час функціонування світлофорного об'єкта в авторежимі порядок чергування дозволяючих сигналів постійно змінюється, а так само змінюється і тривалість сигналів. Використовувати циклограму в якості носія інформації про режим регулювання принципово неможливо.

В такому випадку при застосуванні методу управління за сигнальними групами або за окремими напрямками можливо за даними «лог-файлу» встановити точний час виклику дозволяючих сигналів кожного напрямку регулювання. Однак, на практиці така інформація сама по собі не має цінності, наприклад, при встановленні обставин ДТП. Як правило, в такій ситуації необхідно встановити, які сигнали подавалися по інших напрямках за даними про сигнали на одному-двох напрямках. Якщо стійких груп напрямів у структурі немає, то провести таке дослідження неможливо навіть теоретично. Іншим варіантом є доповнення даних точним часом (з точністю до секунди). Мається на увазі, що на відеозаписі ДТП наявний точний час. Таке можливо лише у разі, коли системи відеонагляду мають можливість синхронізації точного часу за даними GPS, або мережевого протоколу.

Для інших випадків, наприклад, наявності запису на відеореєстратор або систему спостереження об'єкта біля проїзної частини (магазин, банк, тощо) необхідною умовою є видимість на запису одного зі світлофорів, яким керувалися учасники ДТП. В такому випадку, керуючись матрицею тривалостей конфліктів, в деяких випадках можна встановити склад порушення Правил дорожнього руху у діях одного з водіїв.

Крім того, структури циклів на складних перехрестях можуть мати перехідні інтервали, що складаються з великої кількості додаткових тактів та, з метою забезпечення необхідної секвенції дозволяючих сигналів, можуть бути більшими по тривалості за основні такти регулювання.

Зважаючи на зазначене, втрачає інформативність схема пофазового роз'їзду, оскільки в перехідних інтервалах так само тривають деякі дозволяючі сигнали та виконується виїзд на перехрестя.

Пропонується, залежно від складності та мінливості застосованого на об'єкті авторежиму світлофорного регулювання, ввести такі зміни у способи формалізації та візуалізації світлофорних режимів:

- за потреби, дозволити, замість схеми пофазового роз'їзду, подавати схему напрямів регулювання, тобто зображення усіх напрямів регульованого руху транспорту та пішоходів, наявних на перехресті;
- на схемах напрямів стрілки, що відповідають попарно неконфліктним напрямам, відображати однаковим кольором;
- циклограму світлофорного регулювання, у випадку відсутності даних про точний час скоєння ДТП, замінити на матрицю тривалостей конфліктів та матрицю мінімальних та максимальних тривалостей дозволяючих сигналів за напрямками.

Ізольоване світлофорне регулювання реалізується на одному світлофорному об'єкті. Режим регулювання на такому світлофорному об'єкті не залежить від режимів світлофорного регулювання на суміжних світлофорних об'єктах.

Для визначення параметрів світлофорного регулювання для циклу з розщепленою фазою та трифазного циклу у локальному режимі використовуємо програму «КУРС-13». Для роботи з програмою необхідні інтенсивність руху по смугам (інтенсивність руху для кожного підходу наведена у табл. 1.3) та матриця конфліктів.

Основною задачею оптимізації структури та параметрів режиму світлофорного регулювання за критеріями рівню безпеки дорожнього руху (максимізація) та загальних затримок учасників дорожнього руху перед зоною регулювання (мінімізація) є знаходження балансу між тривалостями ефективного та втраченого часу. Ефективним вважається час у циклі регулювання, протягом якого через усі стоп-лінії групи неконфліктних напрямів

відбувається роз'їзд транспортних засобів із інтенсивністю. Наближеної до величини потоку насичення та рух пішоходів, траєкторії яких неконфліктні із зазначеними напрямками.

Втраченим часом вважається такий час у циклі, протягом якого хоча б за одним транспортним чи пішохідним напрямом відбувається зміна світлофорних сигналів із забороненого на дозволяючий чи навпаки і, як наслідок, звільнення конфліктних зон від транспортних засобів, що рухалися за напрямками регулювання, включеними до груп, по яких відбувається перехід сигналу із зеленого на червоний.

Слід зауважити, що тривалість втраченого часу зумовлюється характеристиками руху транспортних засобів (швидкістю та прискоренням) та геометричними параметрами конфліктних зон, натомість тривалість ефективного часу визначається на основі рівнів транспортного завантаження під'їздів до стоп-ліній. Для визначення тривалостей перехідних інтервалів формується матриця конфліктів. До якої вноситься відстань від стоп-лінії напрямку регулювання на найвіддаленішій конфліктній точки цього напрямку.

Значення головної діагоналі матриці дорівнюють нулю.

Матриця конфліктів для перехрестя просп. Соборний – вул. Фортечна наведена у табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Матриця конфліктів для перехрестя просп. Соборний – вул. Фортечна

	1	2	3	4	5	6
1	0	0	-29,3	-18,9	22,5	15,5
2	0	0	22,5	22,5	0	0
3	-20,5	-32,4	0	0	0	-20,5
4	-32,4	-16,6	0	0	0	-20,5
5	-16,6	0	0	0	0	0
6	-16,3	0	-16,3	-24,2	0	0

2.2.1 Розщеплення фаз

Додатковий інтервал – це вихід зеленого немиготливого сигналу з основного такту в перехідний інтервал.

Якщо немиготливий сигнал виходить в перехідний інтервал попередньої фази, то він називається раннім стартом, а якщо в перехідний інтервал своєї фази (тієї куди включений даний напрям), то називається зеленим додатковим.

У випадку коли додатковий інтервал утворився автоматично через різницю значень у рядках та стовпчиках матриці мінімальних проміжків він називається переходоподібним. У випадку коли додатковий інтервал з'явився через введення псевдо напрямку для пропуску надлишкової інтенсивності він називається фазоподібним.

При роботі з програмою «КУРС-13» для визначення параметрів світлофорного регулювання при розщепленні фаз вводили наступні дані: матриця конфліктів, яка приведена в табл. 2.1, інтенсивність руху по смугах та їх ширина напрямів, які входять до тієї чи іншої фази, порядок та значення введених даних показано в табл. 2.2 – 2.4.

Таблиця 2.2 – Введення даних в МРЛ для першої фази регулювання

Напрями	1				2				11			
Смуги справа наліво за рухом	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ширина, м	3.75	3.5	3.25		3.75	3.5	3.25		14			
Інтенсивність руху, од/год прямо праворуч ліворуч	220	314	291		241	274	153					
	93				33							
			22				120					
Радіус повороту, м			-----				-----				-----	
Напрями	12											

Закінчення таблиці 2.2

Смуги справа наліво за рухом	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ширина, м	14											
Інтенсивність руху, од/год прямо праворуч ліворуч												
Радіус повороту, м			-----				-----				-----	

Таблиця 2.3 – Введення даних в МРЛ для другої фази регулювання

Напрями	2				5				6			
Смуги справа наліво за рухом	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ширина, м	3.75	3.5			3.5				3.25			
Інтенсивність руху, од/год прямо праворуч ліворуч	48	54										
	6				54							
									-54			
Радіус повороту, м			-----				-----				-----	

Таблиця 2.4 – Введення даних в МРЛ для третьої фази регулювання

Напрями	3				4				5			
Смуги справа наліво за рухом	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ширина, м	3.5				3.5	3.5			3.5			

Закінчення таблиці 2.4

Інтенсивність руху, од/год прямо праворуч ліворуч	142				108	184						
					111				171			
	57					35						
Радіус повороту, м			-----				-----				-----	
Напрями	13				14							
Смуги справа наліво за рухом	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ширина, м	23				23							
Інтенсивність руху, од/год прямо праворуч ліворуч												
Радіус повороту, м			-----				-----				-----	

Провівши розрахунки отримали тривалість циклу, а також тривалості основних тактів та перехідних інтервалів, які наведені на рис. 2.1.

Цикл регулювання 66 с

Групування напрямів у фази

ф. н а п р я м и

1 _ 1 2 11 12

22 _ 2 5 6

3 _ 3 4 5 13 14

Перехідний інтервал між фазами 1 та 2 8 с

Перехідний інтервал між фазами 2 та 3 8 с

Перехідний інтервал між фазами 3 та 1 9 с

Вираховано такі значення тривалостей основних тактів

Основний такт 1 24 с

Основний такт 22 3 с

Основний такт 3 14 с

Рисунок 2.1 – Результати розрахунку параметрів циклу для циклу з розщепленою фазою

2.2.2 Трифазний цикл

При розрахунках у програмі «КУРС-13» використовували матрицю конфліктів, яка наведена в табл. 2.1 та інтенсивності по смугах та їх ширину відповідно до напрямів кожної з фаз. Порядок введення та значення параметрів наведені в табл. 2.5-2.7.

Таблиця 2.5 – Введення даних в МРЛ для першої фази регулювання

Напрями	1				2				11			
Смуги справа наліво за рухом	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ширина, м	3.75	3.5	3.25		3.75	3.5			14			
Інтенсивність руху, од/год прямо праворуч ліворуч	220	314	291		132	154						
	93				22							
			22									
Радіус повороту, м			-----				-----				-----	
Напрями	12											
Смуги справа наліво за рухом	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Ширина, м	14											
Інтенсивність руху, од/год прямо праворуч ліворуч												
Радіус повороту, м			-----				-----				-----	

Закінчення таблиці 2.3

Радіус повороту, м			-----			-----			-----
-----------------------	--	--	-------	--	--	-------	--	--	-------

Після розрахунку параметрів світлофорної сигналізації для трифазного циклу отримали результати тривалості циклу, основних тактів та перехідних інтервалів, які наведені на рис. 2.2.

Цикл регулювання 78 с

Групування напрямів у фази

ф. н а п р я м и

1 _ 1 2 11 12

2 _ 2 5 6

3 _ 3 4 5 13 14

Перехідний інтервал між фазами 1 та 2 8 с

Перехідний інтервал між фазами 2 та 3 8 с

Перехідний інтервал між фазами 3 та 1 9 с

Вираховано такі значення тривалостей основних тактів

Основний такт 1 20 с

Основний такт 2 19 с

Основний такт 3 14 с

Рисунок 2.2 – Результати розрахунку параметрів світлофорного регулювання для трифазного циклу

2.3 ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНОВАНИХ РЕЖИМІВ СВІТЛОФОРНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Координованим регулюванням називається такий спосіб управління дорожнім рухом, при якому робота світлофорної сигналізації на окремих перехрестях вулично-дорожньої мережі залежить від роботи на сусідніх перехрестях. При цьому ряд світлофорних об'єктів об'єднується в певну систему, що має назву – система координованого регулювання.

Метою координованого регулювання є забезпечення безупинного руху транспортних засобів на вулично-дорожній мережі.

Принцип координації полягає у включенні на наступному перехресті по відношенню до попереднього зеленого сигналу з деяким зсувом, тривалість якого залежить від часу руху транспортних засобів між цими перехрестями. Робота світлофornoї сигналізації призводить до різкої зміни структури та характеру транспортного потоку, в якому з'являються чітко виражені групи автомобілів. Від таких параметрів груп як відстань між ними, щільність потоку в групі, швидкість розпадання та перемішування (дифузія) залежить ефективність роботи світлофornoї сигналізації.

Оскільки усі перехрестя по просп. Соборний працюють у координації з тривалістю циклу 81 секунда, то і перехрестя просп. Соборний – вул. Фортечна необхідно включити у систему координації та збільшити тривалості циклів, які розраховані для локальних режимів до тривалості у 80 секунд. Збільшення виконується методом пропорційного збільшення основних тактів по формулі:

$$t_{om_i}^{\kappa} = \frac{t_{om_i}^{\lambda}}{T_{\psi}^{\lambda} - \sum t_{\Pi_i}} \cdot (T_{\psi}^{\kappa} - \sum t_{\Pi_i}), \quad (2.2)$$

де $t_{om_i}^{\lambda}$ - тривалість основного такту у локальному режимі, с;

T_{ψ}^{λ} - тривалість циклу у локальному режимі, с;

T_{ψ}^{κ} - тривалість циклу у координованому режимі, с;

$\sum t_{\Pi_i}$ - сума перехідних інтервалів, с.

Використовуючи формулу 2.1 розраховуємо тривалості основних тактів для циклу з псевдо фазою та трифазного циклу.

Тривалості основних тактів для координованого циклу з псевдофазою:

$$t_{om_1}^{\kappa} = \frac{24}{66-25} \cdot (80-25) = 32,78c = 33c;$$

$$t_{om_2}^{\kappa} = \frac{3}{66-25} \cdot (80-25) = 4,097c = 4c;$$

$$t_{om_3}^{\kappa} = \frac{14}{66-25} \cdot (80-25) = 19,12c = 19c.$$

Тривалості основних тактів для трьохфазного циклу:

$$t_{om_1}^{\kappa} = \frac{20}{78-25} \cdot (80-25) = 21c;$$

$$t_{om_2}^{\kappa} = \frac{19}{78-25} \cdot (80-25) = 20c;$$

$$t_{om_3}^{\kappa} = \frac{14}{78-25} \cdot (80-25) = 15c.$$

Координовані режими світлофорної сигналізації наведені на листі 6 графічної частини, а фрагмент графіку координованого регулювання для Соборного проспекту (діючий) – на рис. 2.3.

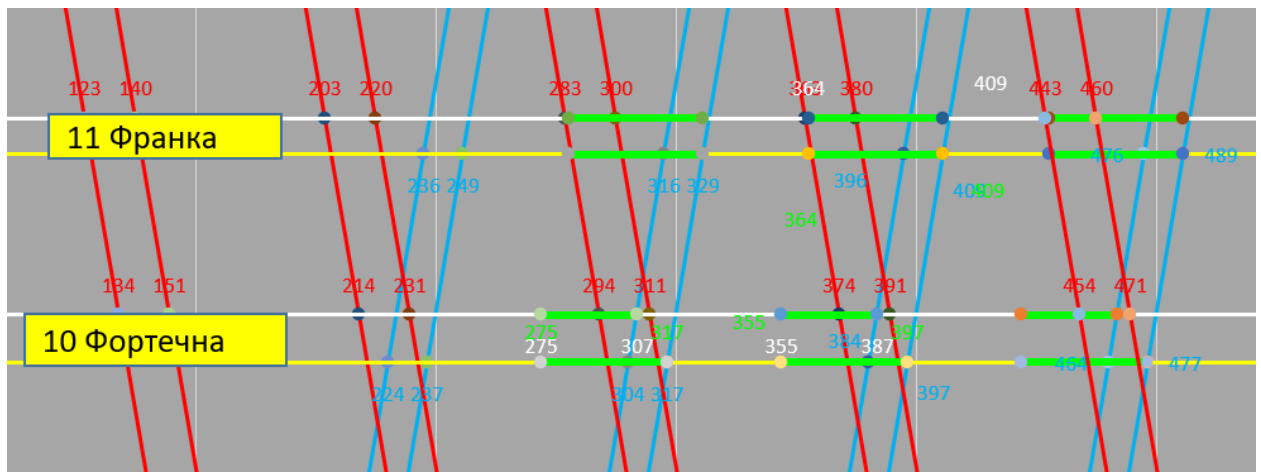


Рисунок 2.3 – Фрагмент графіку координованого регулювання

В результаті застосування програмного комплексу КУРС-13 отримано графік координованого регулювання по Фортечній вулиці, пов'язаний із

графіком по Соборному проспекту. Цей координований режим візуалізовано на рис. 2.4.

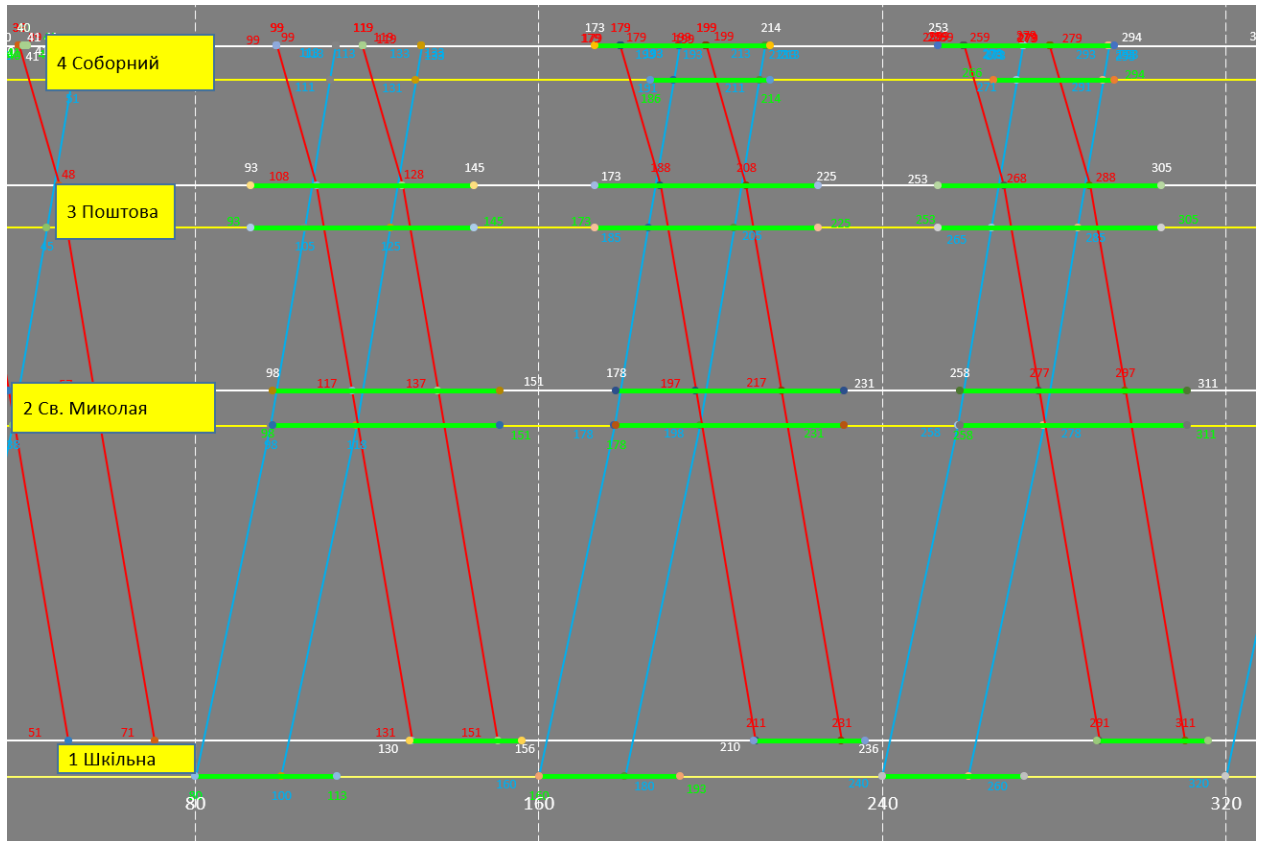


Рисунок 2.4 – Графік координованого регулювання по Фортечній вул.

Графік координації являє, собою графічну інтерпретацію залежності "відстань - час", зображену в прямокутній системі координат. Вихідними даними для розрахунку : план магістралі в масштабі; схема існуючої організації руху, на якій показані світлофори, дорожні знаки та розмітка, організація руху на перехрестях; картограма інтенсивностей транспортних засобів і пішоходів; дані о розрахункових швидкостях руху. Вдovж горизонтальної осі відкладають час, вдovж вертикальної – координату на магістралі.

Ліворуч від горизонтальної осі графіку і паралельно їй накреслюють випростаний план магістралі у масштабі 1:1000.

Координація вважається задовільною, якщо ширина стрічки часу на найбільш завантаженому напрямі становить не менш як 20% тривалості циклу системи. Якщо потрібний ефект не забезпечується необхідно вдатися до другого способу корегування і збільшити тривалість циклу на 10% разом з пропорційним збільшенням тривалостей основних тактів, після чого треба повторити процедури за першим способом.

Основні параметри, що були необхідні для побудови графіків координації – це зміщення, ширина стрічок часу. Ці параметри були розраховані за допомогою програмного комплексу КУРС. Він призначений для проведення автоматизованих розрахунків, елементів світлофорних циклів та параметрів в плані координованого регулювання. Розраховані параметри слід навести в додатку до пояснювальної записки .

Для кожного графіку слід перевірити співвідношення:

$$k_{сч} = \frac{СЧ}{T_{ц}} \geq 0,2 \quad (2.3)$$

де $СЧ$ – ширина мінімальної стрічки часу, с;

$T_{ц}$ – цикл регулювання, с.

Зміщення – це відстань від початку координат до початку зворотної стрічки часу. Тривалість стрічки часу, значення зміщень, абсолютних зсувів, положення зворотної стрічки часу відносно контрольної та координати перетину контрольною та зворотною стрічками перехресть відповідної магістралі, що є результатами автоматизованого розрахунку, слід навести додатку до пояснювальної записки.

Далі наведено порядок побудови графіка координації для проїзду, що виконується вручну.

1. Виконується побудова сітки графіку, для чого розраховуються наступні відстані:

$$S_1 = L_{np} - 0,5B_1 - 0,5B_2 + 2\pi R_4/4 + B_{4стоп} + B_{4перех} - B_{1стоп} - B_{1перех}, \quad (3.19)$$

де L_{np} – довжина проїзду, м;

B_1 – ширина проїзної частини першої магістралі, м;

B_2 – ширина проїзної частини другої магістралі, м;

$B_{4стоп}$ – відстань від стоп-лінії до проїзної частини або пішоходного переходу на перехресті, м;

$B_{4перех}$ – ширина пішоходного переходу на перехресті, м;

$B_{1стоп}$ – відстань від стоп-лінії до проїзної частини або пішоходного переходу на перехресті, м;

$B_{1перех}$ – ширина пішоходного переходу на перехресті, м;

R_4 – радіус повороту прямого напрямку руху на перехресті, м

Відкладаємо відстань S_1 . Розраховуємо відстань S_3 , яка дорівнює траєкторії, що її проходять транспортні засоби, рух яких відповідає прямому напрямку проїзду до вихідної стоп-лінії перехрестя 1.

$$S_3 = B_2 + B_{5стоп} + B_{5перех} \quad (2.4)$$

$$S_3 = 18 + 3,5 = 21,5 \text{ м}$$

Відкладаємо відстань S_3 . Розраховуємо S_2 .

Розраховуємо S_2 за формулою 3.20:

Відкладаємо відстань S_2 .

2. Смуги перехрестя графіку проїзду розподіляються навпіл, підписуються локальні ідентифікатори перехрестя і напрями руху, обрані на перехрестях.

3. Накреслюється випростаний план проїзду.

4. Відбувається знесення кальки першого графіку з першого перехрестя другого напрямку на перше перехрестя шостого напрямку.

5. На базі знесених кальок повністю будується циклограма напрямів.

6. На базі циклограм, що були отримані за допомогою ЕОМ виконується побудова циклограм для напрямку 3 на перехресті 1 та напрямку 2 на перехресті номер 4. Для цих смуг перехресть побудова полягає у відкладанні циклограм від абсолютного зсуву відповідно до даних з додатків А та Б.

7. Знаходиться зміщення стрічки за наступною формулою:

$$\tau_i = \frac{S_i}{V_k}, \quad (2.5)$$

де S_i - відстань між перехрестями, м;

V_k - координована швидкість руху, м/с.

Зміщення стрічки часу для прямого напрямку:

8. Виконуємо побудову стрічки часу. При цьому враховуємо наступні умови:

- стрічка часу не може розпочинатися раніше ніж через 5 секунд після початку горіння зеленого сигналу;
- якщо стрічка часу починається з кальки, яка сама знесена разом із стрічкою часу, то стрічка часу проїзду починається з того моменту, де входить знесена стрічка часу;
- ширина стрічки часу не менш ніж $0,2 \times T_u$.
- стрічка часу в графіку проїзду приходить на перше перехрестя проїзду не раніше ніж через 5 секунд після ввімкнення у стоп-лінії зеленого сигналу;
- ширина стрічки часу проїзда обґрунтовується включно наявними умовами;
- під час проведення стрічки часу зелений миготливий сигнал за значенням дорівнює немиготливому.

9. До побудованих стрічок часу прямого та зворотнього напрямів додається ще по одній паралельній.

Отримані графіки координат для заданої вулично-дорожньої мережі (магістралей та проїздів) слід зобразити зображені в додатку . Приклад побудови графіку наведено на рисунку 3.11

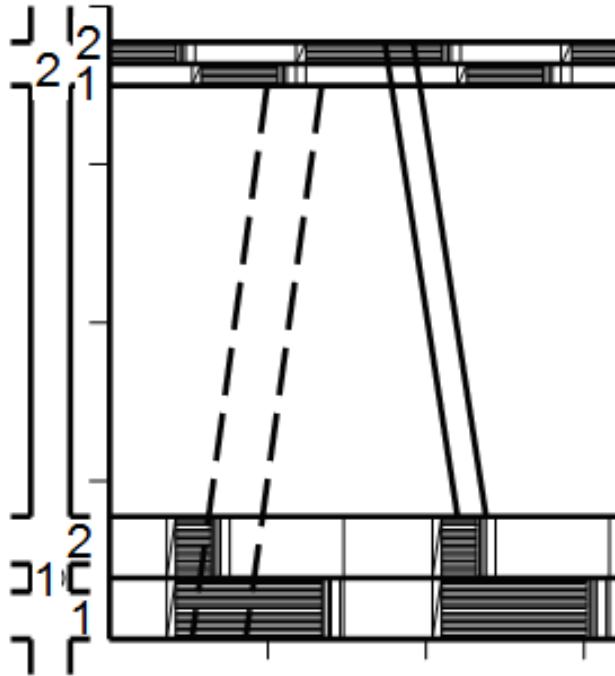


Рисунок 2.11 – Приклад побудови графіку

Для автоматизованої побудови графіків магістральної координаті необхідно розрахувати відстані між перехрестями на магістралях для прямого та зворотного напрямів (файл Dist).

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 РОЗРАХУНОК КАПІТАЛЬНИХ ВИТРАТ

До капітальних витрат належать витрати по придбанню дорожніх знаків другого типорозміру, визначених у проєктній частині, K_1 дорожнього контролера для перехрестя просп. Соборного та Фортечної вулиці K_2 , транскодерів для перехресть Фортечної вулиці з вулицями Олександрівською, Святого Миколая, Шкільною K_3 .

Витрати на закупівлю дорожніх знаків K_1 розраховані в табл. 3.1 з урахуванням вартості встановлення одного знаку 361 грн.

Таблиця 3.1 – Витрати на дорожні знаки

Тип знаку	Вартість 1 знаку	Кількість знаків	Сума
Трикутний	906	2	1812
Круглий	951	5	4755
Квадратний	951	21	19971
Прямокутний	1344	2	2688
Табличка	471	2	942
Разом		32	30168
З урахуванням встановлення			41720

Вартість дорожнього контролера K_2 складає, за даними виробника, 180000 грн.

Вартість транскодера складає, за даними виробника, 23000 грн, таким чином, з урахуванням кількості неключових перехресть (3 шт.), витрати на транскодери складуть:

$$K_3 = 3 \cdot 23000 = 69000 \text{ грн} \quad (3.1)$$

Таким чином, сума капітальних вкладень становитиме:

- на технічні засоби ОДР:

$$K = 41720 + 180000 + 69000 = 290720 \text{ грн}$$

3.2 РОЗРАХУНОК РІЧНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ

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

Слід взяти до уваги, що електрична потужність одного транскодера складає 20 Вт, при цьому новий дорожній контролер, встановлений на перехресті Соборного просп. та Фортечної вул. споживає на 60 Вт менше електроенергії у порівнянні із наявним апаратом. Таким чином, зростання споживання електрики при встановленні транскодерів покривається заощадженням її у контролері.

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	120	0,15	1	18
1.5	180	0,15	0,33	8,91
1.6	300	0,15	0,66	29,7
1.2	400	0,15	2	120
1.12	38	0,4	1	15,2
1.14.2	76	6	0,5	228
Загалом	1114			419,81

Витрати на нанесення 1 м² розмітки становлять 238,23 грн., таким чином витрати на нанесення розмітки:

$$C_n = 419,81 \cdot 238,23 = 100011 \text{ грн} \quad (3.5)$$

Амортизаційні витрати на технічні засоби для першого року експлуатації становлять:

$$A = 290720 \cdot 0,24 = 69772 \text{ грн} / \text{рік}$$

Експлуатаційні витрати на ремонт технічних засобів становлять:

$$C_{\text{рем}} = 41720 \cdot 0,05 = 2086 \text{ грн} / \text{рік}$$

Загальні експлуатаційні витрати складають:

$$C = 100011 + 69772 + 2086 = 171869 \text{ грн} / \text{рік}$$

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 даними програми МРЛ, сумарна річна затримка за напрямками регулювання складає 12567,561 год/рік. За пропонованим варіантом при координованому регулюванні тривалість затримок складатиме 1081,7 год/рік. Таким чином, економія часу від введення регулювання становитиме 11765,87 год/рік у розрахунку для приведених до легкового автомобіля одиниць.

Вартість цієї різниці визначається таким чином:

$$C_{mз} = \frac{Z_{заг} \times D_i \times S}{K_{зв}} \quad (3.9)$$

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

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

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

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

Наприклад, для мікроавтобусів:

$$C_{мкр} = \frac{1765,87 \cdot 0,2 \cdot 354,97}{1,5} = 83577,4 \text{ грн / рік}$$

Розрахунок вартості затримок пасажирів транспортних засобів проводиться за формулою:

$$C_{пас} = \frac{Z_{заг} \times D_i \times П \times K_{впм} \times S_g}{K_{зв}} \quad (3.10)$$

де $П$ - пасажиромісткість i -го виду ТЗ;

$K_{впм}$ - коефіцієнт використання пасажиромісткості;

S_g - вартість години часу пасажирів.

Проміжні результати розрахунків наведено у табл. 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.3 –Параметри розрахунку вартості затримок

Тип учасника дор. руху	пішохід	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт
Доля в потоці, %		78	0	2	20
Пасажиromісткість		4		50	18
Коеф. використ. пасажиромісткості		0,4		0,75	0,75
Вартість машино-години, грн		182,59	263,87	532,46	354,97
Вартість години людини, грн	36,11				

Таблиця 3.4 –Параметри розрахунку вартості затримок

Вид транспортного засобу	легкові	вантажні	автобуси	мікроавт	РАЗОМ
Транспортні затримки, год/рік	1377,38	0	11,7725	235,449	1624,6
Вартість затримок пасажирів, грн/рік	79579,43	0	15941,4	114778	210299
Вартість згаяних машино-годин, грн/рік	251495,56	0	6268,37	83577,4	341341
<i>ЗАГАЛОМ, грн/рік</i>	331074,98	0	22209,8	198355	551640

$$E_{затр} = 551640 \cdot 0,2 = 110328 \text{ грн/рік}$$

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.

$$E_{ДТП} = C_{ДТПдо} - C_{ДТПпісля} \quad (3.11)$$

З урахуванням коефіцієнту зниження аварійності k :

$$E_{ДТП} = C_{ДТПдо} - kC_{ДТПдо} \quad (3.12)$$

Коефіцієнт зниження аварійності розраховується на основі частинних коефіцієнтів за формулою:

$$k = \prod (1 - k_i) \quad (3.13)$$

де k_i - частинні коефіцієнти зниження аварійності (таблиця 3.4)

Таблиця 3.5 - Значення k_i

Захід	k_i	$1 - k_i$
Встановлення дорожніх знаків	0,34	0,66
Введення координованого регулювання	0,2	0,8
Горизонтальна розмітка перехрестя	0,38	0,62
Загальний коефіцієнт		0,327

Слід звернути увагу на те, що різні оперативні заходи організації дорожнього руху одночасно впливають з різною ефективністю на поліпшення рівня безпеки дорожнього руху одних і тих самих учасників дорожнього руху, різною мірою проявляючись у різних дорожніх умовах та при змінних значеннях основних характеристик транспортних та пішохідних потоків. Таким чином, одночасний ефект не є сумою ефектів різних заходів, що застосовуються окремо на віддалених один від одного ділянках вулично-дорожньої мережі. Це пояснюється стохастичною природою причин дорожньо-транспортних пригод а також тим, що відвернені ефективною дією одного із заходів пригоди вже неможливо повторно відвернути шляхом вжиття інших оперативних заходів організації дорожнього руху.

Розрахунок ефекту по ДТП наведено в табл. 3.6 та 3.7. Для підстановки у табл. 3.6 використовуються середні трирічні значення кількостей ДТП, загиблих та поранених осіб, визначені в аналітичній частині шляхом документального дослідження матеріалів ДТП.

Таблиця 3.6 - Збитки від ДТП

Наслідки ДТП	Збиток від одного ДТП, грн
Матеріальні збитки	100000
Середні поранення	125000
Важкі поранення	150000
Смертельний випадок	200000

Таблиця 3.7 - 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	9,33	933000	0,327	305091
Середні поранення	125000	2	250000	0,327	81750
Важкі поранення	150000		0	0,327	0
Смертельний випадок	200000	0,66	132000	0,327	43164
Загалом		11,99	1315000	0,327	430005

$$E_{дтп} = 1315000 - 430005 = 884995 \text{ грн / рік}$$

3.5 РОЗРАХУНОК ТЕРМІНУ ОКУПНОСТІ ПРОЄКТУ

Оскільки за результатами запровадження запропонованих у проєкті оперативних заходів організації дорожнього руху ефект спостерігається у зменшенні транспортних затримок та зростанні рівня безпеки дорожнього руху, то загальна економія розраховується за формулою:

$$E = E_{затр} + E_{ДТП} \quad (3.14)$$

$$E = 110328 + 884995 = 995323 \text{ грн / рік}$$

У випадку, коли умовна економія від запровадження заходів організації дорожнього руху протягом першого року життя проєкту суттєво перевищує витрати на його реалізацію, термін окупності проєкту розраховується за формулою:

$$T_{ок} = \frac{K + C}{E} \quad (3.15)$$

З урахуванням попередньої формули, отримаємо:

$$T_{ок} = \frac{290720 + 171869}{995323} = 0,46 \text{ року}$$

Термін окупності проєкту – 0,5 року.

Техніко-економічні показники проєкту наведено у таблиці 3,8.

Таблиця 3.8 -Техніко-економічні показники проекту

Показник	Базове значення	Проектне значення
Капітальні вкладення, грн.	-	290720
Додаткові річні експлуатаційні витрати, грн	-	171869
Затримки транспорту і пасажирів, год/рік	12567,6	1081,7
Економія від зменшення затримок, грн/рік	-	110328
Економія від зменшення кількості та важкості ДТП, грн./рік	-	884995
Витрати від ДТП, грн/рік	1315000	430005
Загальна економія, грн./рік	-	995323
Термін окупності проекту, років	-	0,5

Основні техніко-економічні показники наведено також на листі 8 графічної частини.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАХЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі магістерської роботи «Вдосконалення регулювання дорожнього руху по вул. Фортечній м. Запоріжжя шляхом введення мережевої координації» розглянуто аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника під час проведення досліджень. Пропоновані заходи по їх усуненню.

Статистичні данні на сучасному етапі можливо збирати за допомогою системи One-line. Тому дослідник може працювати за ПК. Розглянемо небезпеки при роботі на ПК.

4.1. АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

При виконанні дослідницької роботи мають місце такі небезпеки:

- монотонність роботи за ПК приводить до швидшої втоми, це більш ніж 600 однакових дій упродовж 75 % робочого часу за годину.
- електризований екран монітору притягує частки пилу, який є у повітрі, та заряджає їх, що визиває роздратованість, сип, запалення шкіри.
- при виникненні короткого замикання та попадання іскри до легкозаймистих матеріалів (бумага, спирт для обтирки та інше) може виникнути пожежа
- електромагнітні поля біля комп'ютера (особливо низькочастотні) негативно впливають на нервову систему, викликаючи головний біль, запаморочення, депресію, безсоння.;
- інші небезпеки, які впливають на дослідника приведені в Додатку А.

В Додатку Б наведені заходи по їх усуненню.

В рамках дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості праці були проведені відповідні виміри мікроклімату, освітлення, рівня шуму та інші у лабораторії де є ПК.

В Додатку В зроблені розрахунки величин цих шкідливих факторів

4.2 ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.2.1 Заходи з пожежної безпеки

Оскільки приміщення дослідницької лабораторії що обладнане ПК має площу 29 м², тому відповідно до вимог п. 5 розділу VI «Вибір типу та необхідної кількості вогнегасників», «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук (з розрахунку один вогнегасник з величиною заряду вогнегасної речовини 3 кг. і більше, на 20 м² площі приміщення). Додатково, на кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення обладнане ПК з ВДТ, передбачене два переносних порошкових вогнегасника – ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

4.2.2 Заходи з цивільного захисту

Організація навчання працюючого та непрацюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях.

Згідно до статті 39 «Кодексу цивільного захисту України». Навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях здійснюється:

- 1) за місцем роботи - працюючого населення;
- 2) за місцем навчання - дітей дошкільного віку, учнів та студентів;
- 3) за місцем проживання - непрацюючого населення.

Організація навчання діям у надзвичайних ситуаціях покладається на такі органи:

1) працюючого та непрацюючого населення - на центральний орган виконавчої влади, який забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері цивільного захисту,

2) дітей дошкільного віку, учнів та студентів - на центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері освіти і науки,

3) стандартами професійно-технічної та вищої освіти передбачається набуття знань у сфері цивільного захисту.

Порядок здійснення навчання населення діям у надзвичайних ситуаціях встановлюється Кабінетом Міністрів України.

Громадські організації та позашкільні навчальні заклади здійснюють навчання діям у надзвичайних ситуаціях відповідно до своїх статутів.

Стаття 40 регламентує навчання працюючого населення.

Навчання працюючого населення діям у надзвичайних ситуаціях є обов'язковим і здійснюється в робочий час за рахунок коштів роботодавця за програмами підготовки населення діям у надзвичайних ситуаціях, а також під час проведення спеціальних об'єктових навчань і тренувань з питань цивільного захисту.

ВИСНОВКИ

Запровадження мережевого координованого світлофорного регулювання, зміна дислокації технічних засобів організації дорожнього руху, застосування дорожньої розмітки дозволило виправити недоліки, виявлені на досліджувальній ділянці вулично-дорожньої мережі.

Розробка схеми організації дорожнього руху, що містить розташування дорожніх знаків, дорожньої розмітки, дорожнього обладнання та інших технічних засобів разом із визначенням параметрів мережевих графіків координованого світлофорного регулювання при капітальних витратах близько 291 тисячі гривень за умови щорічних експлуатаційних витрат у розмірі 171869 гривень дозволило протягом півроку перекриття витрачених кошти та отримати додатне значення накопиченого чистого приведенного доходу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах [Електронний ресурс] : монографія / Є. Ю. Формальчик, І. А., Могила, В. Е. Трушевський, В. В. Гілевич ; за заг. ред. Є. Ю. Формальчика . — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2018 . — 236 с. — Режим доступу: <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/4224>

2. Geometrical and Functional Criteria as a Methodological Approach to Implement a New Cycle Path in an Existing Urban Road Network: A Case Study in Rome / Paola Di Mascio, Gaetano Fusco, Giorgio Grappasonni [та ін.]. // Sustainability. - 2018. - С. 1-19.

3. ДСТУ 8749:2017 «Огородження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт». - Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М. П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»). Уведено вперше. - Київ: УкрНДНЦ, 2019. - 37 с.

4. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни „Екологічні характеристики схем організації дорожнього руху”, на тему „Екологічна характеристика руху транспортного потоку на ділянці міської магістралі”, для студентів спеціальності „Організація дорожнього руху” / Укл. В.М. Богаченко, О.О. Бакуліч, О.В. Красильнікова. –К.: КАДІ, 1993 – 28 с.

5. 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.

6. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження 35шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС,

7. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила)

8. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист : навчальний посібник для вузів. К. : Знання, 2013. 487 с.

9. Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс] – Чинний від 2012-11-21. : станом на 01.01.2019 р. – К. : ВР України, 2012. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>. – (Закон України)

10. Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань [Електронний ресурс] – Чинний від 1998-01-14. : станом на 29.09.2013 р. – К. : ВР України, 1998. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/15/98-вр>. – (Закон України)

11. Положення про єдину державну систему цивільного захисту [Електронний ресурс] : – Чинний від 2014-01-31. – К. : Кабінет Міністрів України, 2014. – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-п>. – (Положення)

ДОДАТОК А

АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНИХ НЕБЕЗПЕК

Статистичні данні збиралися на комп'ютер. Розглянемо небезпеки при роботі на ПК.

- при появі підвищеного шуму, джерелами якого є жорсткий диск, вентилятор блока живлення мережі, сканери, пересувні механічні частини принтера. Підвищений шум впливає на центральну та вегетативну нервову систему людини, а також на органи слуху;

- монотонність роботи за ПК приводить до швидшої втоми, це більш ніж 600 однакових дій упродовж 75 % робочого часу за годину. Монотонність роботи, не ергономічність робочого місця призводить до захворювань загально-невротичного характеру у вигляді підвищеної загальної втоми, головного болю, відчуття важкості голови, поганого сну;

- підвищене значення напруги в електричній мережі, і замикання якої може пройти через тіло людини. Пошкодження ізоляції електропроводки може спричинити коротке замикання та уразити людину. Пошкодження може бути від скручування проводів, через зачеплення ногами за проводи та інше;

- підвищений рівень електромагнітних випромінювань, джерелами яких є блоки живлення (50 Гц), системи кадрової розгортки (5 -2 кГц), блок модуляції променя ЕПТ (5-10 МГц). Електромагнітні поля біля комп'ютера (особливо низькочастотні) негативно впливають на нервову систему, викликаючи головний біль, запаморочення, депресію, безсоння.;

- електризований екран монітору притягує частки пилу, який є у повітрі, та заряджає їх, що визиває роздратованість, сип, запалення шкіри. При роботі на лазерному принтері виділяється озон, який сильно роздратовує слизисту оболонку носа, очей, горла і може приводити до онкологічного захворювання;

- при виникненні короткого замикання та попадання іскри до легкозаймистих матеріалів (бумага, спирт для обтирки та інше) може

виникнути пожежа. Якщо своєчасно її не загасити, то виникне пожежа, яка може призвести до опіків людини;

-негативний вплив шкідливих факторів середовища такі як не задовільнена освітленість, не відповідність нормам мікроклімату, підвищений шум та інше в дослідницькій лабораторії облаштованої ПК

ДОДАТОК Б

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

Для запобігання ураження електричним струмом, необхідно всі дроти, що підходять до ПК та до адаптерів, згорнути у спеціальні ізолюючі вкриття (пластмасові коробки). Розташувати їх на стіні, або на полу. Це не дасть можливості пошкодження дротів механічно.

Необхідно враховувати, що будь-який персональний комп'ютер, допоміжне обладнання та периферійні пристрої які експлуатуються разом з ним (принтер, сканер, модем) є електроустановками які живляться напругою до 1000 В й на них і на все, що пов'язано з їх експлуатацією в повній мірі поширюються вимоги електробезпеки.

Тому з метою забезпечення безпеки, як користувачів, так і обслуговуючого персоналу комп'ютерів, при їх експлуатації в приміщеннях (лабораторіях) обладнаних комп'ютерами, повинні бути повністю дотримані вимоги електробезпеки ДСТУ 7237:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту».

Рівні електромагнітних випромінювань моніторів, що вважаються безпечними для здоров'я, регламентуються нормами MPR 11 1990:10 Шведського національного комітету по вимірах і випробуванням. Ці значення рівнів вважаються базовими. Українські нормативні документи повністю збігаються в частині рівнів ЕМІ з вимогами MPR 11.

Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Джерелом електростатичного поля є позитивний потенціал, який подається на внутрішню поверхню екрана монітора для прискорення електронного променя.

Напруженість поля для кольорових дисплеїв може досягати 18 кВ. Тому із зовнішньої сторони до екрана притягаються з повітря негативні частинки, які при нормальній вологості мають певну провідність.

Якщо зовнішня поверхня екрана заземлена, його електростатичний потенціал знижується: при сухому повітрі на 50%, при вологому більш ніж на 50%. Для зменшення впливу принтера, треба винести його в інше приміщення.

У виробничих приміщеннях, на робочих місцях з комп'ютерною технікою забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості та швидкості переміщення повітря, для легкої роботи категорій 1б, згідно вимог ДСН 3.3.6.042-99 *«Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»*, наведених у таблиці

В рамках дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості та напруженості праці були проведені відповідні виміри мікроклімату, освітлення, рівня шуму та інші у лабораторії де є ПК. які були внесені до таблицю.

ДОДАТОК В

КАТЕГОРІЇ РОБІТ ДЛЯ ДОСЛІДНИКІВ ЛАБОРАТОРІЇ

У відповідності до вихідних даних, були зроблені розрахунки і внесені наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [6], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [6], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт Б-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Результати оцінювання за бальною шкалою (табл. В.1).

Таблиця В.1 – Результати оцінювання

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн},$ бали	Клас умов праці	$X_i,$ бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27,9	7	22,9-25,8	3	3.3	3
Освітленість приміщення $E, лк$	180	7	200	—	1-2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	Б-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	94	6	50	—	3.2	1,25
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	290	7	290	0,88	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	49000	7	40000	1,07		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	86	7	75	1,0		
Тривалість робочого дня, $год.$	7	7	8	0,11		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [6]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{3 \cdot 7}{7} = 3$$

для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2:

а.) загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{290 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,88;$$

б.) стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{49000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,07;$$

в.) тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{80 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 1,0;$$

г.) тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{7 \cdot 7 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,11;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 3$, з таблиці 7.2 [6] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 180$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [6] – 2 клас ;

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 94$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [6] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [6]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,88 + 1,07 + 1,0 + 0,11 = 3,07$$

З таблиці 7.3 [6] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,07$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Оскільки загальна гігієнічна оцінка умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, з урахуванням комбінованої та сумісної дії виробничих факторів, встановлюється за найбільш високим класом та ступенем шкідливості окремих факторів і показників, тому в результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Тому що при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів

доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому $X_{cm} = X_i = 3$;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 2 ступеню умов праці та діє протягом 5 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [7]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{2 \cdot 5}{8} = 1,25$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому $X_{cm} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [6]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 0 + 1,25 + 3 = 7,25$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану $X_{факт} = 7,25$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [25]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 16 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 1б, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1б, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 20,2-22,8°C;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт Б-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 200 \text{ лк}$;
- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 50 дБА;
- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт;
- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;
- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;
- тривалість робочого дня, 6 або 7 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для зниження рівня шуму в робочій зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [7], у розмірі 16%