МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Відокремлений структурний підрозділ
«Інститут інноваційної освіти київського національного університету будівництва і архітектури»

Кафедра девелопменту та просторового планування

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
к.е.н., доцент Чудовська В.А.
_____

«____»_____2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В МЕЖАХ ВУЛИЦЬ В'ЯЧЕСЛАВА ЧОРНОВОЛА, КОПЕРНИКА ТА РОСТИСЛАВСЬКА В ШЕВЧЕНКІВСЬКОМУ РАЙОНІ МІСТА КИЇВ

IMPROVEMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE WITHIN THE STREETS OF VYACHESLAV CHORNOVOLA, KOPERNYKA AND ROSTYSLAVSKA IN THE SHEVCHENKIVSKYI DISTRICT OF KYIV

Виконав студент групи МБ-22-1В(п)д
192 – будівництво та цивільна інженерія
(спеціальність)
__Міське будівництво та господарство____
(освітньо-професійна програма)
_____Тищенко Іван Олегович_____
(ПІБ укр. мовою)
___Tyshchenko Ivan_____
(ПІБ англ. мовою)

Керівник доцент Чередніченко Петро Петрович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Київ – 2026 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Відокремлений структурний підрозділ
«Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури»
Кафедра девелопменту та просторового планування

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітньо-професійна програма «Міське будівництво та господарство»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
к.е.н., доцент Чудовська В.А.
_____
«____»_____2026 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Тищенко Іван Олегович
(прізвище ім'я, по-батькові студента)

1.Тема роботи Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць В'ячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ
затверджена наказом директора № 04-04/85 від 30 березня 2026 року.
2.Керівник роботи доцент Чередніченко Петро Петрович _____
(прізвище ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3.Строк подання студентом роботи до захисту _____18.05.2026 р._____

4.Зміст пояснювальної записки за розділами:
Р.1. Аналітична частина
Р.2. Проектні пропозиції
Р.3. Конструктивні рішення
Р.4. Організація будівництва
Р.5. Техніко-економічне обґрунтування
Р.6. Охорона навколишнього середовища та цивільний захист
5. Графічний матеріал за розділами:
Схема розташування об'єктів тяжіння транспорту та пішоходів, схема загальноміського пасажирського транспорту, особливості організації дорожнього руху та безпека руху, аналіз пропускної здатності ділянок ВДМ, проєктні пропозиції по удосконаленню транспортної інфраструктури

6.Календарний план виконання роботи

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	01.04.2026-05.04.2026
Розділ 1 Аналітична частина	06.04.2026-14.04.2026
Розділ 2 Проектні пропозиції	15.04.2026-21.04.2026
Розділ 3 Конструктивні рішення	22.04.2026-28.04.2026
Розділ 4 Організація будівництва	29.04.2026-05.05.2026
Розділ 5 Техніко-економічне обґрунтування	06.05.2026-10.05.2026
Розділ 6 Охорона навколишнього середовища та цивільний захист	11.05.2026-12.05.2026
Висновки та список використаної літератури	13.05.2026-14.05.2026
Графічна частина	15.05.2026-15.05.2026
Підготовка презентації	16.05.2026-16.05.2026
Оформлення роботи, отримання рецензій, перевірка на плагіат	17.05.2026-17.05.2026
Попередній захист роботи	18.05.2026-21.05.2026
Захист роботи	25.05.2026-30.05.2026

Дата видачі завдання «30» березня 2026р.

Зав.кафедри _____ к.е.н., доцент Чудовська В.А.
(підпис) *(прізвище та ініціали)*

Керівник _____ Доцент Чередніченко П.П.
(підпис) *(прізвище та ініціали)*

Студент _____ Тищенко І.О.
(підпис) *(прізвище та ініціали)*

РЕЗЮМЕ (summary) до кваліфікаційної випускової роботи студента:		Тищенко Іван Олегович	
Назва ВНЗ	ВСП Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури		
Кафедра	Девелопменту та просторового планування		
Тема	Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць В'ячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ		
Освітній ступень	Бакалавр за освітньо-професійною програмою навчання		
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Міське будівництво та господарство		
Керівник	доцент Чередніченко Петро Петрович		
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1
	132	6	8
Розділ 1 Аналітична частина	Сучасний стан транспортної інфраструктури району потребує комплексної модернізації із застосуванням інноваційних технологій, цифрових інструментів та принципів сталого розвитку.		
Розділ 2 Проектні пропозиції	З урахуванням сучасних підходів до міського планування доцільним є впровадження комплексних рішень		
Розділ 3 Конструктивні рішення	У рамках виконання інженерно-розрахункового завдання необхідно здійснити повний розрахунок і розробку конструктивного рішення		
Розділ 4 Організація будівництва	До переліку робіт, що аналізуються в межах даної технологічної карти, входить повний комплекс підготовчих та основних виробничих процесів, які забезпечують якісне влаштування дорожнього покриття сучасного рівня.		
Розділ 5 Техніко-економічне обґрунтування	Ефективність реалізації транспортних інфраструктурних проєктів безпосередньо залежить від якості техніко-економічного обґрунтування.		
Розділ 6 Охорона навколишнього середовища та цивільний захист	У сучасних умовах будівельного виробництва значна увага додатково приділяється цифровому моніторингу небезпечних факторів. Сучасна система цивільного захисту є ключовим елементом національної безпеки, що поєднує інженерні, організаційні та цифрові рішення для захисту життя і здоров'я людей, а також стабільного функціонування суспільства навіть в умовах кризових ситуацій.		
Висновки по роботі:	У межах виконаної кваліфікаційної роботи було здійснено комплексне дослідження та аналіз напрямів удосконалення транспортної інфраструктури		
Ключові слова: транспортна інфраструктура, реконструкція, будівництво, планування , проектування /. transport infrastructure, reconstruction, construction, planning, design			

Укладач: _____ / Тищенко І.О. /

Керівник: _____/ доцент Чередніченко П.П./

"_____" _____ 2026р.

ЗМІСТ

Вступ 7
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА 11
1.1 Загальна історико-культурна характеристика Шевченківського району міста Києва 12
1.2 Загальна оцінка та сучасне бачення розвитку району 16
1.3 Схема функціонування та розвитку загальноміського пасажирського транспорту 21
2. ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ 25
2.1 Організація та безпека руху 26
2.2 Оцінка пропускної здатності ділянок ВДМ 33
2.3 Стратегічні та організаційно-інженерні заходи щодо підвищення ефективності функціонування транспортної інфраструктури у межах підрайону з урахуванням сучасних підходів до міської мобільності 40
2.4 Напрями та інструменти підвищення результативності роботи транспортної інфраструктури на окремих ділянках вулично-дорожньої мережі 48
2.5 Комплекс пропозицій щодо вдосконалення організації та безпеки дорожнього руху на міському перехресті з урахуванням сучасних транспортних вимог 53
3 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ 61
3.1 Інженерний розрахунок та проєктування збірного залізобетонного сходового маршу . 62
3.2 Удосконалений інженерний розрахунок та конструктивне проєктування збірної залізобетонної сходової площадки для двомаршевих сходів із врахуванням сучасних будівельних технологій та нормативної бази 69
4. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА 76
4.1 Сучасна організація та технологічні особливості виконання дорожньо-будівельних робіт із влаштування асфальтобетонних покриттів . 77
4.2 Конструкція дорожнього одягу та його техніко-технологічні особливості. 78
4.3 Вимоги до забезпечення якості та процедури приймання дорожніх робіт із влаштування асфальтобетонних покриттів. 81
4.4 Специфіка та удосконалені технологічні підходи до влаштування асфальтобетонних покриттів в умовах знижених температур повітря. 85
4.5 Техніко-економічні характеристики та комплексні вимоги з охорони праці, екологічної й пожежної безпеки при влаштуванні асфальтобетонних дорожніх покриттів 87
4.6 Вимоги безпеки і охорони праці, екологічній і пожежній безпеці 88
4.7 Специфіка, технологічні особливості та сучасні підходи до влаштування асфальтобетонних покриттів у період знижених температур і 90

несприятливих кліматичних умов
4.8 Оновлені вимоги до якості, контролю та приймання робіт при влаштуванні асфальтобетонних покриттів з урахуванням сучасних технологій і стандартів 93
4.9 Розширені техніко-економічні характеристики та комплексні вимоги з безпеки, охорони праці, екології й пожежного захисту при влаштуванні асфальтобетонних дорожніх покриттів 96
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГУНТУВАННЯ 100
5.1 Техніко-економічне обґрунтування проєктних рішень у транспортній інфраструктурі 101
6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДИВИЩА ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ 110
6.1 Комплексні принципи організації дорожньо-будівельного процесу, сучасні підходи до ведення робіт та оптимізація ресурсів при реконструкції вулично-дорожньої мережі . 111
6.2 Аналіз проєктних рішень щодо виявлення та оцінки небезпечних і шкідливих виробничих факторів під час будівництва об’єкта. 114
6.3 Системи організаційно-технічних заходів щодо забезпечення безпеки праці, контролю виробничих ризиків. 119
6.4 Цивільний захист: сучасна система організації, ризики, заходи реагування та інноваційні рішення безпеки населення 124
ВИСНОВКИ 127
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 131

ВСТУП

Актуальність обраної тематики дослідження зумовлена необхідністю суттєвого підвищення рівня безпеки дорожнього руху, що вимагає реалізації комплексного підходу, який охоплює реконструкцію існуючої вулично-дорожньої мережі, будівництво сучасних транспортних споруд та активне впровадження ефективних методів організації руху. Значна частина заходів традиційно пов’язується з удосконаленням конструктивних характеристик транспортних засобів, зокрема підвищенням рівня їх пасивної безпеки, однак не менш важливим є розвиток активних методів безпеки, які дозволяють досягати значних результатів без суттєвих фінансових витрат. Особливу роль відіграє підвищення дисципліни учасників дорожнього руху, формування культури безпечної поведінки серед водіїв і пішоходів, а також систематична інформаційно-просвітницька робота, орієнтована передусім на молодь і школярів. У сучасних умовах до традиційних заходів додаються новітні підходи, зокрема використання інтелектуальних транспортних систем (ITS), автоматизованого контролю швидкісного режиму, систем відеоаналітики, цифрових платформ управління трафіком і мобільних застосунків для оперативного інформування населення про дорожню ситуацію.

Для забезпечення належного рівня безпеки руху на вулично-дорожній мережі необхідне дотримання низки взаємопов’язаних умов, серед яких важливе місце займає неухильне виконання правил дорожнього руху всіма його учасниками, відповідність технічного стану транспортних засобів вимогам безпечної експлуатації, включаючи забезпечення належної оглядовості, ефективності гальмівних систем і зручності керування. Водночас геометричні та планувальні характеристики доріг повинні відповідати фактичній інтенсивності транспортних потоків і розрахунковим швидкісним параметрам, а дорожні служби мають забезпечувати належний рівень експлуатаційного утримання покриття, його рівності, міцності та коефіцієнта зчеплення. Не менш важливим є оперативне реагування на вплив несприятливих погодних умов, таких як опади, ожеледь, туман чи снігові заноси, із застосуванням сучасних

технологій моніторингу та прогнозування. Додатково необхідно підвищувати рівень професійної підготовки водіїв, удосконалювати навчальні програми в автошколах із врахуванням сучасних викликів, а також активно використовувати цифрові канали комунікації, соціальні мережі та засоби масової інформації для інформування населення про стан дорожнього руху.

На сьогодні роль організації дорожнього руху у забезпеченні безпеки ще не повністю усвідомлена та реалізована на практиці, що призводить до підвищення ризику дорожньо-транспортних пригод, особливо в місцях із незадовільними дорожніми умовами або недостатнім інформаційним забезпеченням. Найбільш небезпечними ділянками міської вулично-дорожньої мережі залишаються відрізки, які сприяють надмірному збільшенню швидкості руху, а також зони, де транспортні потоки змушені різко знижувати швидкість через геометричні обмеження, повороти, підйоми чи недостатню видимість.

Підвищену аварійність також мають вузли злиття та перетину транспортних потоків, включаючи перехрестя, примикання, транспортні розв’язки та з’їзди, а також місця підвищеної пішохідної активності, зокрема поблизу зупинок громадського транспорту, навчальних закладів і великих громадських об’єктів. У сучасних умовах ефективним інструментом підвищення безпеки стає застосування адаптивного світлофорного регулювання, сенсорних систем виявлення пішоходів, «розумних» пішохідних переходів із підсвіткою та автоматичним попередженням водіїв, а також впровадження концепції Vision Zero, спрямованої на повне усунення смертності на дорогах.

Ситуація ускладнюється тим, що більшість магістралей у містах функціонують у режимі змішаного руху, де одночасно взаємодіють різні види транспорту, включаючи легкові автомобілі, громадський транспорт, вантажні засоби та велосипеди. У результаті геометричні параметри доріг, оптимізовані під один вид транспорту, не відповідають потребам інших, що знижує загальний рівень безпеки та ефективності. Особливо гостро ця проблема проявляється у внутрішньоквартальних територіях, де інтенсивність руху

постійно зростає через перевантаження магістральних вулиць. Водії, прагнучи скоротити час поїздки, активно використовують житлові вулиці, які не пристосовані до значних транспортних потоків, що призводить до погіршення умов проживання та підвищення аварійності. У цьому контексті актуальним є впровадження концепцій «тихих зон», зон обмеження швидкості (30 км/год), розвиток велосипедної інфраструктури, створення пріоритету для громадського транспорту та використання цифрових систем управління транспортними потоками.

У кваліфікаційній роботі бакалавра детально розглянуто підрайон «Шулявка», розташований у межах Шевченківського району міста Києва, який характеризується значною щільністю населення, що становить близько 223 тисяч осіб, та обмеженою площею території приблизно 25 км². Серед адміністративних районів столиці він займає середні позиції за чисельністю населення, але має найменшу площу, що створює додаткове навантаження на інфраструктуру. У межах дослідження було виконано розрахунки конструкцій дорожньо-транспортних споруд, проаналізовано організацію будівельного процесу та економічні аспекти реалізації проєктів, а також проведено оцінку екологічного стану території, зокрема рівня шумового забруднення та якості атмосферного повітря на окремих ділянках транспортної мережі. Додатково враховано сучасні підходи до екологічного моніторингу, використання сенсорних систем та геоінформаційних технологій для аналізу міського середовища.

Таким чином, у роботі представлено всебічну та комплексну оцінку міської території з позицій розвитку транспортної інфраструктури на різних рівнях містобудівного проєктування, що дозволяє сформувати обґрунтовані рекомендації щодо її подальшого вдосконалення.

Метою дослідження є оновлення застарілого та фізично зношеного житлового фонду, ефективне використання звільнених територій для нового будівництва житлових і громадських об’єктів, створення сучасних рекреаційних просторів, спортивних і дитячих майданчиків, зон відпочинку, а

також оптимізація функціонального зонування територій. Важливим аспектом є покращення транспортних і пішохідних зв'язків між житловими районами, місцями праці та зонами відпочинку з урахуванням принципів сталої мобільності та інклюзивності міського середовища.

Об'єктом дослідження виступає інженерна підготовка міських територій як комплекс заходів, спрямованих на забезпечення їх придатності для забудови та ефективного функціонування, включаючи інженерний захист, планування рельєфу, водовідведення та створення безпечних умов для життєдіяльності населення.

Предмет дослідження. Підвищення ефективності функціонування транспортної інфраструктури у підрайоні Шевченківського району м. Київ

Особистий внесок автора полягає у самостійному виконанні кваліфікаційної роботи, розробці проєктних рішень, проведенні аналітичних досліджень та формуванні практичних рекомендацій щодо вдосконалення міського середовища. Усі запропоновані підходи, висновки та інженерні рішення є результатом власної науково-практичної діяльності автора з урахуванням сучасних тенденцій розвитку містобудування, транспортного планування та цифрових технологій управління міськими системами.

РОЗДІЛ І
АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 ЗАГАЛЬНА ІСТОРИКО-КУЛЬТУРНА ХАРАКТЕРИСТИКА ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ МІСТА КИЄВА

Історико-територіальний розвиток Шевченківського району столиці має глибоке коріння та відзначається значною еволюцією в адміністративному й культурному вимірах. Район був офіційно сформований відповідно до постанови Центрального Виконавчого Комітету УРСР від 4 квітня 1937 року, а вже у жовтні 2001 року його межі суттєво розширилися шляхом об'єднання з територіями колишніх Радянського та Старокиївського районів, що значно посилило його роль як центральної частини міста. У сучасних межах район межує зі східного боку з Печерським, із західного — зі Святошинським, із північного — з Подільським, із південного — із Солом'янським, а з південного сходу — з Голосіївським районами Києва, формуючи важливий вузол міського простору.

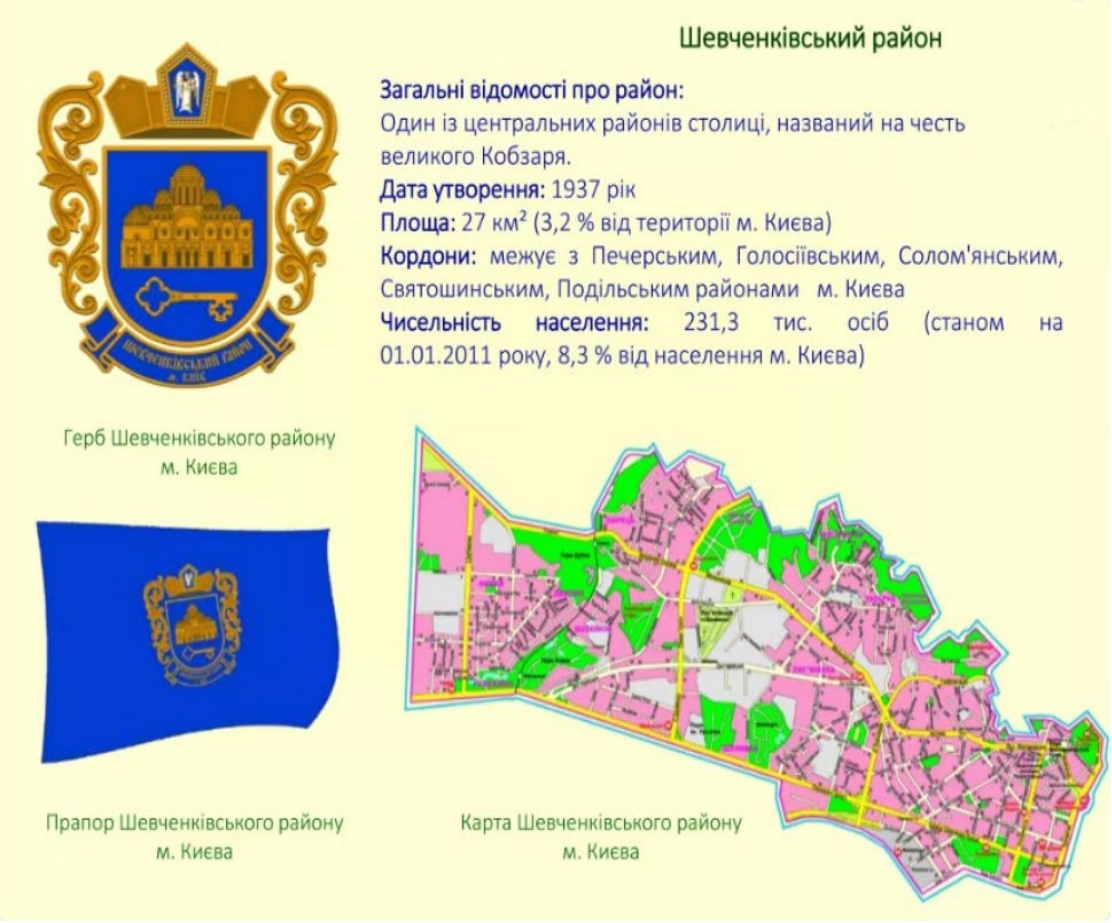


Рисунок 1.2 Відомість про Шевченківський район

Історія району є невід'ємною складовою історії самого Києва, витоки якої сягають VIII–IX століть — періоду становлення Київської Русі. Саме на цій території зосереджена значна частина унікальних пам'яток архітектури та культури, які мають не лише національне, а й світове значення, серед яких Золоті ворота, Софійський собор, Володимирський собор, Михайлівський Золотоверхий монастир та інші визначні об'єкти. Саме тут відбувалися ключові історичні події, що визначили шлях української державності, включаючи політичні процеси, пов'язані з формуванням незалежної України.

Особливе значення має Старокиївська гора, яка вважається осередком формування державності, адже, за історичними джерелами, саме тут апостол Андрій Первозванний встановив хрест, а князь Володимир Великий здійснив визначальний вибір віри, заклавши фундамент державного розвитку. Подальше зміцнення держави здійснювалося за правління Ярослава Мудрого та його наступників. У межах сучасного району розташовувалося ядро давнього Києва, що дало підстави називати його «матір'ю міст руських».

Значна частина території району відповідає історичному місту Ярослава XI–XII століть, що відображено у сучасній топоніміці — вулицях Ярославів Вал, Золотоворітській, Іринінській, Софіївській та Малопідвальній. Їхні назви безпосередньо пов'язані з величними спорудами того часу, такими як оборонні вали, монастирі та храми. Водночас інші частини району протягом століть залишалися природними ландшафтами з ярами та водотоками долини річки Либідь, що визначило особливості планувальної структури території.

У межах району також розташовувалися ключові політичні інституції, зокрема Українська Центральна Рада, а на Софійській площі відбувалися визначальні історичні події, включаючи проголошення універсалів та державних рішень. Саме тут проходили масові зібрання, які стали передумовою проголошення незалежності України 24 серпня 1991 року. Важливим духовним і архітектурним символом є Софійський собор, зведений у період правління Ярослава Мудрого та перебудований у XVII–XVIII століттях у стилі українського бароко, що нині входить до списку світової спадщини ЮНЕСКО.

Не менш значущим є Михайлівський Золотоверхий монастир, збудований у XII столітті, який пережив руйнування у XX столітті та був відновлений у незалежній Україні, ставши символом духовного відродження. Важливою архітектурною домінантою є Володимирський собор, споруджений у XIX столітті за кошти меценатів і громади, який поєднує релігійні та історичні мотиви.

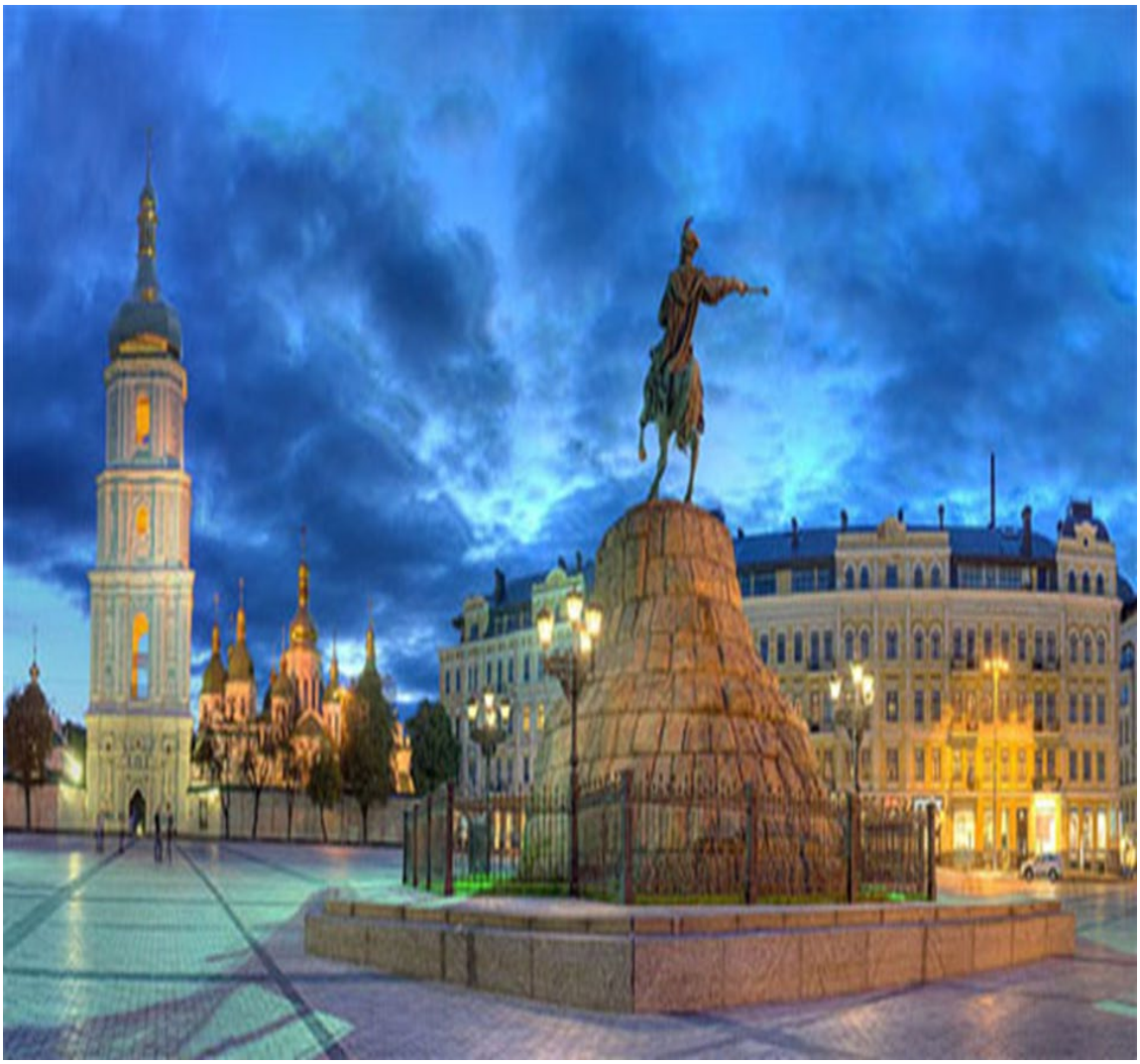


Рисунок 1.2 Українська Центральна Рада, на Софійській площі

Центральна вулиця району — Володимирська — є своєрідним музеєм під відкритим небом, де зосереджені пам’ятки різних історичних епох, включаючи Національний університет імені Тараса Шевченка, Національна опера України та інші важливі культурні об’єкти. Вона відображає безперервність розвитку міста від княжих часів до сучасності.

Хрещатик, як головна магістраль столиці, сформувався у XIX столітті на місці природної долини та поступово перетворився на центр суспільного й економічного життя. Його історія поєднує природні особливості місцевості та урбаністичний розвиток, що триває донині. Інші знакові об'єкти району, такі як Володимирська гірка, Бабин Яр, численні парки та сквери, формують унікальний природно-культурний каркас території.

Освітній і науковий потенціал району є надзвичайно потужним. Тут розташовані провідні заклади вищої освіти, зокрема Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, що забезпечують високий рівень підготовки фахівців та сприяють розвитку науки.

Культурне життя району представлене значною кількістю театрів, музеїв і мистецьких установ, серед яких Національна опера України, театри, будинки культури та кіностудії. Рекреаційна інфраструктура включає парки, зокрема парк імені Тараса Шевченка, Сирецький парк, парк «Нивки», що забезпечують сприятливі умови для відпочинку населення.

Сучасний етап розвитку району характеризується поєднанням історичної спадщини з інноваційними підходами до містобудування. Активно впроваджуються цифрові технології управління міською інфраструктурою, системи «розумного міста» (Smart City), енергоефективні рішення, екологічні стандарти будівництва та модернізація транспортної мережі. Важливу роль відіграють GIS-технології, BIM-моделювання та цифрові платформи управління міським господарством, що дозволяють підвищити ефективність планування та експлуатації територій.

Промисловий і науковий потенціал району представлений провідними підприємствами та науково-дослідними установами, серед яких Національна академія наук України та інші інститути, що формують інтелектуальний потенціал держави. Також район має розвинену мережу медичних установ, що забезпечують високий рівень медичного обслуговування.

Важливим аспектом сучасного розвитку є інтеграція принципів цивільного захисту, безпеки та стійкості міського середовища. Впровадження систем моніторингу, кризового реагування, укриттів та адаптаційних заходів до надзвичайних ситуацій дозволяє підвищити рівень безпеки населення в умовах сучасних викликів.

Таким чином, Шевченківський район міста Києва є унікальним прикладом гармонійного поєднання історичної спадщини, культурного багатства, наукового потенціалу та сучасних урбаністичних тенденцій. Його розвиток базується на інтеграції традиційних цінностей із новітніми технологіями, що створює передумови для формування сталого, безпечного та комфортного міського середовища. Впровадження інноваційних рішень, екологічних підходів і цифрових інструментів управління забезпечує перспективи подальшого розвитку району як одного з ключових центрів столиці України, здатного ефективно відповідати на виклики сучасності та майбутнього.

1.2 ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА ТА СУЧАСНЕ БАЧЕННЯ РОЗВИТКУ РАЙОНУ

Інтенсивне збільшення кількості транспортних засобів та зростання навантаження на міську вулично-дорожню мережу спричинили суттєві зміни у функціонуванні міського простору, що проявляється у зниженні середньої швидкості пересування, формуванні заторів у ключових транспортних вузлах, ускладненні умов руху та підвищенні рівня аварійності. Паралельно з цим спостерігається погіршення екологічних характеристик середовища, зокрема підвищення рівня шумового забруднення, концентрації шкідливих викидів та зниження загального комфорту проживання населення. У сучасних умовах ці процеси набувають ще більшої актуальності через урбанізацію, зростання мобільності населення та зміну транспортної поведінки.

Проблематика організації та забезпечення безпеки дорожнього руху є глобальною та характерною для більшості країн світу, оскільки дорожньо-транспортні пригоди спричиняють значні людські втрати та економічні збитки.

Статистичні дані свідчать, що переважна більшість аварійних ситуацій виникає саме у межах міських територій, причому значна їх частка концентрується у вузлових точках транспортної мережі, зокрема на перехрестях магістралей. Від ефективності організації дорожнього руху безпосередньо залежить стабільність функціонування транспортної системи міста, а також можливість вирішення широкого спектра містобудівних завдань, пов'язаних із розвитком інфраструктури та підвищенням якості життя.

Сучасна динаміка автомобілізації у місті Києві значно випереджає темпи розвитку транспортної інфраструктури, що створює додаткове навантаження на існуючу мережу. Протягом останніх десятиліть рівень забезпеченості населення транспортними засобами невпинно зростав, що призвело до різкого збільшення інтенсивності руху та, як наслідок, до ускладнення транспортної ситуації. У поєднанні з цим зростає потреба у впровадженні інноваційних підходів до управління транспортними потоками, таких як інтелектуальні транспортні системи (ITS), адаптивне світлофорне регулювання, цифровий моніторинг трафіку та використання великих даних для прогнозування транспортних навантажень.

Підвищення рівня безпеки дорожнього руху вимагає комплексного підходу, що включає модернізацію вулично-дорожньої мережі, будівництво нових транспортних об'єктів, удосконалення конструкцій транспортних засобів та впровадження сучасних методів організації руху. Важливим аспектом є не лише розвиток пасивної безпеки транспортних засобів, а й активне використання інноваційних рішень, таких як системи автоматичного гальмування, допоміжні системи водіння та елементи «розумної» інфраструктури. Не менш важливу роль відіграє формування культури безпечної поведінки на дорогах, підвищення рівня відповідальності водіїв і пішоходів, а також систематична інформаційно-просвітницька робота серед населення.

Водночас забезпечення безпечного функціонування транспортної мережі передбачає дотримання комплексу умов, серед яких ключовими є відповідність

геометричних параметрів доріг інтенсивності руху, належний технічний стан покриття, ефективне водовідведення, своєчасне реагування на вплив погодних факторів та якісна організація дорожнього руху. Важливим сучасним доповненням є впровадження кліматично адаптованих рішень, зокрема використання матеріалів, стійких до температурних коливань, систем антиожеледної обробки та екологічних технологій утримання доріг.

Особливої уваги потребують ділянки підвищеної небезпеки, де спостерігається різка зміна швидкісного режиму, обмежена видимість або складна конфігурація транспортних потоків. До таких зон належать перехрестя, ділянки злиття транспортних потоків, місця концентрації пішоходів, зупинки громадського транспорту та території поблизу навчальних закладів. Сучасні підходи передбачають використання систем відеоаналітики, автоматичного контролю швидкості, «розумних» пішохідних переходів та підвищення рівня інформативності дорожньої інфраструктури.

Складність транспортної ситуації у місті також обумовлена тим, що більшість магістралей функціонують у режимі змішаного руху, що ускладнює їх ефективне використання. Відсутність чіткої спеціалізації транспортних потоків призводить до конфліктів між різними видами транспорту, включаючи громадський, вантажний та індивідуальний. У сучасних умовах це потребує впровадження концепцій сталого транспорту, розвитку велосипедної інфраструктури, пріоритету громадського транспорту та створення безпечного середовища для пішоходів.

Таблиця 1.1 Класифікація адміністративних районів м. Києва

№ пп	Найменування адміністративного району	Кількість населення, мешканців	Площа, км^2	Щільність населення, мешк./км^2
1.	Голосіївський	228130	156	1462,4
2.	Дарницький	301752	134	2251,9
3.	Деснянський	351193	148	2372,9
4.	Дніпровський	342945	67	5118,6
5.	Оболонський	311173	110	2828,8
6.	Печерський	133762	27	4954,1
7.	Подільський	185609	34	5459,1
8.	Святошинський	326421	101	3231,9
9.	Солом'янський	335563	40	8389,1

10.	Шевченківський	222804	25	8912,2
	Усього по місту	2739352	842	3253,4

Досліджуваний підрайон «Шулявка», розташований у межах Шевченківського району міста Києва, характеризується значною щільністю населення та обмеженими територіальними ресурсами. Його географічне положення у безпосередній близькості до ключових магістралей визначає високий рівень транспортного навантаження. При цьому щільність населення значно перевищує середньоміські показники, що створює додаткові виклики для організації транспортної системи та розвитку інфраструктури.

Таблиця 1.2 Класифікація об`єктів транспортної інфраструктури

№№ пп	Назва об`єкту	Опис об`єкту	Кіль-кість	Од. вим.	Показ-ник
1.	Вулично–дорожня мережа				
1.1	ЗММ	Проспект Перемоги вул. Чорновола вул. Артема	3	км	1,14 1,14 0,210
1.2	МРЗ	вул. Василевської вул. Рибалка вул. Щолуденка вул. Коперніка	4	км	0,73 0,76 1,80 0, 87
1.3	ЖВ	вул. Ярмоли вул. Провіантська вул. Шулявська вул. Старокиївська ву.Кирило-Мефодіївська вул. Ісаакяна вул. Андрющенка вул. Дмитрівська вул. Глєбова вул. Кравченка пер. Старокиївський	11	км	0,36 0,225 0,375 0,638 0,36 0,345 0,405 0,262 0,255 0,225 0,165
2.	Об`єкти транспортної інфраструктури				
2.1	АЗК	Чорновола - Дмитрівська	1	1/км	0,16
2.2	Пункти ТО	Чорновола Рибалка	3	1/км	0,47
2.3	Автостоянки	Перемоги Чорновола - Рибалка	2	1/км	0,31
2.4	Гаражі	Коперника	4	1/км	0,62
2.5	Автопрокат	Чорновола	1	1/км	0,16
2.6	Автосалон	В.Василевської	2	1/км	0,31
3.	Об`єкти соціальної інфраструктури				
3.1	ТЦ	Шолуденка	1	1/км	0,16

3.2	Кінотеатри	Артема	1	1/км	0,16
3.3	Школи	Внутрішньоквартальні території	3	1/км	0,47
3.4	Дитячі дошкільні установи	Внутрішньоквартальні території	4	1/км	0,62
3.5	Стадіони	Рибалка	1	1/км	0,16
3.6	Лікарня	Чорновола	1	1/км	0,16
3.7	Пошта	Шолуденка	1	1/км	0,16

Таблиця 1. 3 ТЕП

№№ пп	Показник	Одиниця виміру	Кількість
1.	Площа підрайону	км^2	1,22
2.	Довжина ВДМ	км	10,06
3.	Довжина магістральної ВДМ	км	6,65
4.	Щільність магістральної ВДМ	км/км^2	5,4
5.	Щільність об`єктів транспортної інфраструктури	1/км	3,0
6.	Щільність об`єктів соціальної інфраструктури	1/км	1,96

Аналіз транспортної інфраструктури підрайону свідчить про нерівномірність розміщення об’єктів та їх концентрацію вздовж основних магістралей, де спостерігаються найбільш інтенсивні транспортні потоки. Водночас існують проблеми, пов’язані з недостатньою організацією руху, відсутністю належної дорожньої розмітки, неефективною роботою громадського транспорту та високим рівнем конфліктності між транспортними і пішохідними потоками.

Характеристика основних магістралей району вказує на їх значну функціональну роль, проте їхні планувальні параметри часто не відповідають сучасним нормативним вимогам. Це стосується як ширини проїзної частини, так і кількості смуг руху, що обмежує пропускну здатність та знижує рівень

безпеки. Водночас сучасні підходи до модернізації транспортної інфраструктури передбачають використання принципів «complete streets», що забезпечують рівні умови для всіх учасників руху, а також інтеграцію екологічних та енергоефективних рішень.

Додатковим викликом є використання внутрішньоквартальних вулиць як альтернативних маршрутів для об'їзду перевантажених магістралей, що призводить до підвищення навантаження на території, не пристосовані до інтенсивного руху. Це потребує впровадження обмежувальних заходів, зонування руху та використання сучасних засобів управління транспортними потоками.

Узагальнюючи, можна зазначити, що сучасний стан транспортної інфраструктури району потребує комплексної модернізації із застосуванням інноваційних технологій, цифрових інструментів та принципів сталого розвитку. Впровадження інтелектуальних транспортних систем, розвиток мультимодальних перевезень, підвищення рівня безпеки та екологічності транспортного середовища є ключовими напрямами подальшого розвитку. Висновком є те, що лише системний, науково обґрунтований і технологічно орієнтований підхід дозволить забезпечити ефективне функціонування транспортної системи, підвищити безпеку дорожнього руху та створити комфортне міське середовище, адаптоване до сучасних і майбутніх викликів.

1.3 СХЕМА ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ ЗАГАЛЬНОМІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Розглянутий підрайон характеризується розгалуженою мережею загальноміського пасажирського транспорту, яка забезпечує транспортне обслуговування населення та формує основу мобільності в межах міста. Загалом територію обслуговує понад три десятки маршрутів різних видів транспорту, серед яких представлені ключові елементи міської транспортної системи: метрополітен, трамвай, тролейбус, автобусні маршрути та маршрутні таксі. Центральною ланкою транспортного обслуговування виступає станція

метрополітену «Дарниця», яка виконує роль головного пересадкового вузла та забезпечує швидкісне сполучення з іншими районами міста. Інші види транспорту виконують переважно підвізну функцію, забезпечуючи доставку пасажирів до станцій метро та розподіл пасажиропотоків у межах підрайону.

Водночас у структурі перевезень домінуюче навантаження припадає на маршрутні таксі, які забезпечують найбільшу гнучкість маршрутної мережі, однак водночас створюють додаткове навантаження на вулично-дорожню мережу та часто функціонують поза чітко організованою системою. Така ситуація є типовою для багатьох українських міст і свідчить про необхідність поступового переходу до більш збалансованої та регульованої транспортної моделі з пріоритетом громадського транспорту великої місткості.

Таблиця 1. 4 – Параметри функціонування загальноміського пасажирського транспорту

№ п/п	Вид транспорту	№ маршруту	Основні вулиці руху	Довжина маршруту, км	Час руху, хв	Інтенсивність, од/год
1–2	Трамвай	15, 18	Дмитрівська	0,262	10,3–11,8	5,1–5,8
3–7	Тролейбус	5, 16, 18, 19	Перемоги, Артема, Чорновола	0,210–1,335	3,1–9,0	6,7–19,4
8	Автобус	31	В. Василевської	0,742	53	1,1
9–30	Маршрутні таксі	159–575	Артема, Перемоги, Чорновола та ін.	0,210–1,140	3–13	4,6–20

Аналіз представлених характеристик свідчить про значну варіативність маршрутів за довжиною, часом руху та інтенсивністю, що відображає неоднорідність транспортного навантаження та різний рівень попиту на перевезення в межах підрайону. Водночас відсутність чіткої оптимізації маршрутної мережі призводить до дублювання напрямків та неефективного використання транспортних ресурсів.

Таблиця 1.5 – Основні техніко-економічні показники транспортної системи

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Значення
1	Загальна кількість маршрутів	шт.	30
	Метрополітен	станція	1
	Трамвай	шт.	2
	Тролейбус	шт.	4
	Автобус	шт.	1
	Маршрутні таксі	шт.	22
2	Загальна довжина маршрутів	км	28,14
	Трамвай	км	0,51
	Тролейбус	км	2,67
	Автобус	км	0,73
	Маршрутні таксі	км	24,23
3	Щільність маршрутної мережі	км/км²	3,3
4	Маршрутний коефіцієнт	–	7,05
5	Середня відстань між зупинками	м	562
6	Середній інтервал руху	хв	15,5

Отримані показники дозволяють оцінити рівень розвитку транспортної мережі як достатньо високий, однак із суттєвим перекосом у бік маломісткого транспорту. Значна частка маршрутних таксі у загальній структурі перевезень свідчить про недостатній розвиток системи громадського транспорту великої місткості, що негативно впливає на ефективність перевезень та екологічний стан території.

Проведений аналіз інтенсивності транспортних потоків показує, що основні пасажирські перевезення зосереджені на ключових магістралях, зокрема на проспекті Перемоги, вулицях Артема та Чорновола, де рівень навантаження значно перевищує нормативні показники. Така ситуація обґрунтовує необхідність впровадження спеціалізованих смуг для громадського транспорту, що дозволить підвищити швидкість перевезень, зменшити затримки та покращити загальну ефективність транспортної системи.

Окремою проблемою є організація зупинок громадського транспорту, яка на сьогоднішній день не відповідає сучасним вимогам безпеки та комфорту. Кінцеві зупинки часто не обладнані спеціальними майданчиками для відстою транспорту, що призводить до хаотичного використання проїзної частини або тротуарів. Проміжні зупинки також характеризуються низьким рівнем облаштування: відсутні заїзні «кишені», навіси, інформаційні табло, засоби

безпечного доступу для пішоходів, що створює додаткові ризики для пасажирів.

Сучасні підходи до розвитку транспортної інфраструктури передбачають впровадження концепції «розумного транспорту», яка базується на використанні цифрових технологій, автоматизованих систем управління та інтеграції різних видів транспорту в єдину мережу. До таких рішень належать електронні табло з інформацією про рух транспорту в реальному часі, мобільні додатки для планування маршрутів, впровадження електронного квитка, розвиток електротранспорту та створення мультимодальних транспортних вузлів.

Також перспективним напрямом є розвиток екологічно чистого транспорту, зокрема електробусів, трамваїв нового покоління та велосипедної інфраструктури, що сприятиме зниженню рівня забруднення та покращенню якості міського середовища. Важливим аспектом є і впровадження принципів безбар'єрності, що забезпечить доступність транспорту для всіх категорій населення.

Узагальнюючи викладене, можна зробити висновок, що існуюча система загальноміського пасажирського транспорту підрайону має достатній рівень розвитку, проте потребує суттєвого вдосконалення. Основними напрямами модернізації є оптимізація маршрутної мережі, підвищення ролі громадського транспорту великої місткості, впровадження інноваційних технологій управління та покращення інфраструктури зупинок. Реалізація цих заходів дозволить підвищити ефективність транспортного обслуговування, зменшити навантаження на дорожню мережу та створити комфортне, безпечне і сучасне міське середовище, орієнтоване на потреби мешканців і сталий розвиток території.

РОЗДІЛ ІІ
ПРОЕКТНІ ПРОПОЗИЦІЇ

2.1 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА БЕЗПЕКА РУХУ

Регулювання транспортних потоків у межах підрайону забезпечується комплексом сучасних і традиційних технічних засобів організації дорожнього руху, до яких належать світлофорні об’єкти, система дорожніх знаків, горизонтальна та вертикальна розмітка, а також додаткові елементи інфраструктури, включаючи острівці безпеки, напрямні огородження та засоби примусового зниження швидкості. У сучасних умовах до цієї системи дедалі частіше інтегруються інтелектуальні транспортні рішення, такі як адаптивні світлофори, що реагують на інтенсивність руху, та цифрові табло для інформування водіїв у режимі реального часу.

Світлофорні об’єкти в межах досліджуваного підрайону встановлені на ключових перехрестях, де спостерігається найбільша інтенсивність транспортних і пішохідних потоків, зокрема на перетині вулиці В’ячеслава Чорновола з вулицею Маршала Рибалка, на перехресті вулиці В’ячеслава Чорновола з вулицею Січових Стрільців (колишня назва – Артема), а також у вузлі, де вулиця В’ячеслава Чорновола перетинається з вулицями Павлівською та Андрющенка. Крім того, світлофорне регулювання організовано на перехресті вулиці Маршала Рибалка з вулицею Шолуденка, у складному транспортному вузлі, утвореному перетином вулиць Маршала Рибалка, Ванди Василевської, Довнар-Запольського та Коперника, а також на перехресті вулиці Довнар-Запольського з вулицею Дегтярівською.

Важливо зазначити, що в умовах модернізації транспортної системи міста частина цих об’єктів може бути обладнана кнопками виклику для пішоходів, звуковими сигналами для осіб із порушенням зору та таймерами зворотного відліку часу.

На всіх основних вулицях і магістралях підрайону організовано двосторонній рух транспортних засобів, що забезпечує рівномірний розподіл транспортних потоків і підвищує доступність території. Ділянки з одностороннім рухом у межах даного підрайону відсутні, що свідчить про класичну схему організації руху без значних обмежень для маневрування

транспорту. Разом із тим, на окремих відрізках вулично-дорожньої мережі введено обмеження руху для підвищення безпеки та оптимізації транспортних потоків. Зокрема, рух транспортних засобів заборонено на ділянці вулиці Коперника від вулиці Дмитрівської до вулиці Шолуденка, на відрізку вулиці Шолуденка від вулиці Кравченка до вулиці Коперника, а також на вулиці Шулявській у межах від вулиці Ванди Василевської до вулиці Ярмоли. Такі обмеження, як правило, пов’язані з вузькістю проїзної частини, наявністю пішохідних зон або необхідністю забезпечення доступу лише для місцевого транспорту чи спеціальних служб.

Зупинка транспортних засобів у підрайоні також регламентується відповідними дорожніми знаками та розміткою. Заборона зупинки діє на вулиці Бердичівській уздовж ділянки, прилеглої до госпіталю МВС, що обумовлено необхідністю забезпечення безперешкодного проїзду спеціалізованого транспорту. Обмеження також поширюються на вулицю Маршала Рибалка при русі від вулиці Ванди Василевської до вулиці Шолуденка, на вулицю Шолуденка в напрямку від вулиці Андрющенка до вулиці Маршала Рибалка, на вулицю В’ячеслава Чорновола з боку дитячої лікарні «Охматдит», а також на вулицю Січових Стрільців, де інтенсивність руху та щільність забудови потребують суворого контролю за паркуванням. У сучасних умовах доцільним доповненням до таких обмежень є впровадження автоматизованих систем контролю паркування та відеофіксації порушень.

Аналіз рівня забезпеченості підрайону дорожніми знаками показує, що основна їх концентрація припадає на зони перетину вулиць, де необхідно чітко регламентувати пріоритет руху та інформувати водіїв про можливі напрямки. На головних перехрестях підрайону рух дозволено в усіх напрямках, що характерно для міської мережі з високою пропускною здатністю. Для оцінки рівня насиченості магістралей дорожніми знаками було проведено обстеження вулиць районного значення з подальшим підрахунком встановлених знаків. Серед семи існуючих груп дорожніх знаків найбільш чисельними виявилися інформаційно-вказівні знаки, кількість яких становить 18 одиниць, знаки

пріоритету – 12 одиниць, а також заборонні знаки – 4 одиниці. Загальна кількість знаків цих трьох основних категорій у межах підрайону дорівнює 34 одиницям, що свідчить про відносно помірний рівень насиченості дорожньої мережі засобами регулювання.

Перевірка рівня завантаження проводиться згідно формули:

$X = (m + 2) (1 - p / 2 (m + 2))$,

де X – передбачувана кількість знаків;

m - експериментальна кількість знаків;

p - рівень значимості (0,01 на 100 знаків).

$$X = (34 + 2) (1 - 0,0034 / 2 (34 + 2)) = 33,8 \text{ знаки.}$$

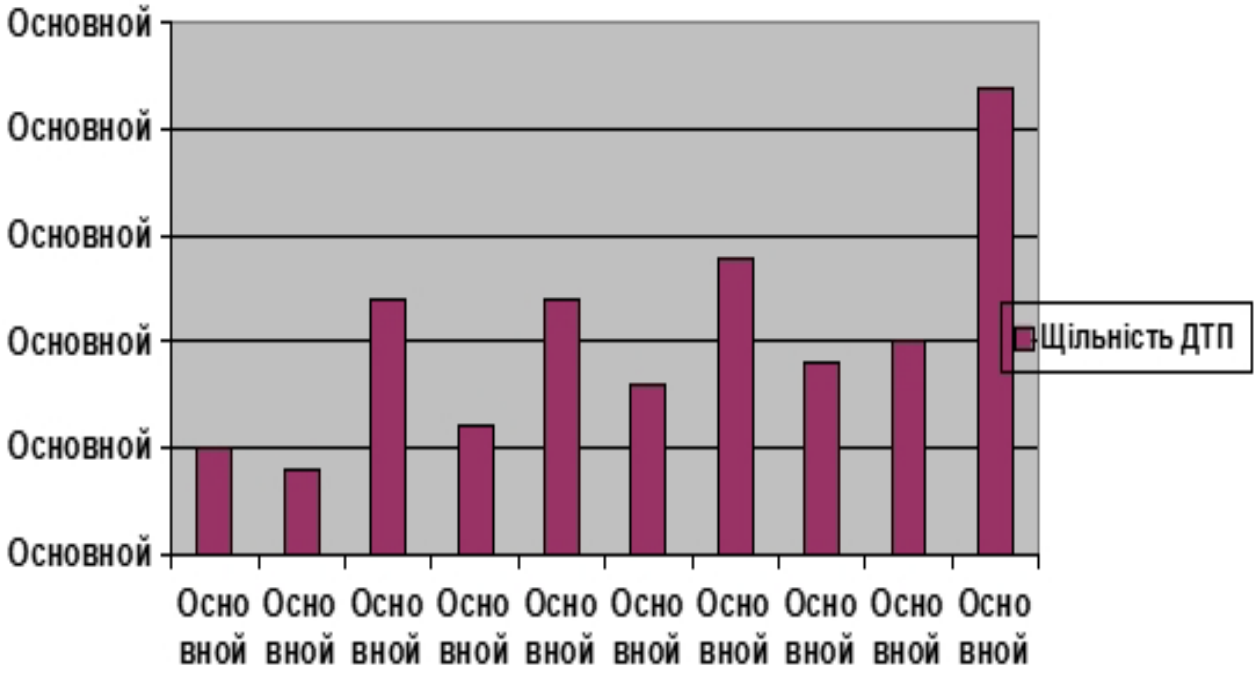
Перевірка відповідності фактичної кількості дорожніх знаків нормативному рівню навантаження здійснюється за спеціальною розрахунковою формулою, яка враховує експериментальну кількість знаків і рівень значущості. У результаті обчислень отримано значення, близьке до фактичного, що підтверджує загальну відповідність існуючої системи дорожніх знаків нормативним вимогам і свідчить про збалансованість організації дорожнього руху в підрайоні. Водночас детальне обстеження території виявило окремі ділянки, де інформаційне забезпечення водіїв є недостатнім або потребує уточнення. Зокрема, на центральному перехресті вулиці Ванди Василевської та вулиці Маршала Рибалка доцільно встановити додаткові дорожні знаки, серед яких знак 5.29.1 «Тупик» на в’їзді до гаражної зони та знак 2.3 «Головна дорога» при під’їзді до перехрестя з боку вулиці Маршала Рибалка. Такі заходи дозволять підвищити рівень інформованості учасників дорожнього руху, зменшити ймовірність виникнення аварійних ситуацій та покращити загальну організацію руху.

З урахуванням сучасних тенденцій розвитку міської мобільності, доцільно також розглянути можливість впровадження додаткових інноваційних рішень, таких як системи «розумного» управління трафіком, інтеграція датчиків руху, створення виділених смуг для громадського транспорту та велосипедної інфраструктури, а також розвиток безпечного пішохідного

середовища. Комплексне поєднання традиційних і новітніх підходів до організації дорожнього руху сприятиме підвищенню ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі підрайону та покращенню якості міського середовища загалом.

Аналіз аварійності.

Щільність ДТП по районах міста Києва



Аналіз рівня аварійності в межах міста Києва свідчить про суттєву нерівномірність розподілу дорожньо-транспортних пригод між адміністративними районами, що зумовлено різною інтенсивністю руху, щільністю забудови, конфігурацією вулично-дорожньої мережі та рівнем організації транспортної інфраструктури. До переліку районів столиці, які враховуються при такому аналізі, належать Голосіївський, Дарницький, Деснянський, Дніпровський, Оболонський, Печерський, Подільський, Святошинський, Солом'янський та Шевченківський райони. За показником щільності дорожньо-транспортних пригод, що визначається як кількість ДТП на один квадратний кілометр території, Шевченківський район стабільно посідає провідні позиції, і з показником близько 22,3 випадки на км² займає перше місце серед десяти районів міста Києва, що пояснюється високою

концентрацією транспортних потоків, наявністю значної кількості перехресть та активним пішохідним рухом.

Згідно з офіційною статистикою, наданою підрозділами колишнього УДАІ МВС України (нині функції виконує Патрульна поліція України), протягом 2018–2019 років у столиці було зафіксовано відповідно 90448 та 62175 облікованих дорожньо-транспортних пригод, що відображає як загальну тенденцію до зменшення кількості ДТП, так і вплив змін у методиці обліку та впровадження нових систем контролю дорожнього руху. Структура ДТП за видами демонструє, що найбільшу частку становлять зіткнення транспортних засобів, які сягають приблизно 56% від загальної кількості випадків, далі йдуть наїзди на припарковані транспортні засоби – близько 27%, наїзди на перешкоди – 13%, наїзди на пішоходів – близько 2%, а також інші види пригод, які разом формують ще близько 2%. Такий розподіл свідчить про домінування конфліктів між транспортними потоками та недостатню дисципліну водіїв у щільному міському середовищі.

Таблиця 1 Розподіл ДТП за часом доби

Година доби	Всього ДТП		
	2008	2009	Середній
0 – 4	2918	1811	2364
4 – 8	8576	5670	7123
8 – 12	24428	16974	20701
12 – 16	25726	17688	21707
16 – 20	21801	15516	18658
20 – 24	6951	4511	5731
Всього	90400	62170	76285

Аналіз часової структури аварійності показує, що найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод припадає на періоди підвищеної транспортної активності, зокрема на ранкові години пік з 8:00 до 12:00, коли відбувається масове пересування населення до місць роботи та навчання, а також на денний проміжок з 12:00 до 16:00, що частково пов’язано з діловою активністю та переміщенням у межах міста. За днями тижня найбільш аварійно небезпечними виявилися четвер та неділя, що можна пояснити як накопиченням втоми водіїв наприкінці робочого тижня, так і збільшенням кількості поїздок у вихідні дні.

Таблиця 2 Розподіл ДТП по днях тижня

День тижня	Всього ДТП		
	2008	2009	Середній
Пн	14756	10456	12606
Вт	14677	10377	12527
Ср	14662	10375	12518
Чтв	15050	10303	12676
Птн	10414	6763	8588
Сб	7805	5061	6433
Нд	13084	8838	10961
Всього	90448	62173	76310

Розподіл дорожньо-транспортних пригод за причинами, пов'язаними з порушеннями правил дорожнього руху водіями, демонструє, що із загальної кількості 38255 випадків переважають порушення правил маневрування, які становлять 23797 випадків або понад 62%, що вказує на низький рівень культури керування та недостатню уважність під час зміни напрямку руху. Значну частку також займає недотримання безпечної дистанції між транспортними засобами – 9131 випадок або майже 24%, що особливо характерно для умов щільного міського трафіку. Порушення правил проїзду перехресть становлять 1353 випадки (близько 3,5%), перевищення безпечної швидкості – 1127 випадків (2,9%), а перевищення встановлених обмежень швидкості – 709 випадків (1,8%). Інші причини, такі як керування транспортом у стані сп'яніння (390 випадків), порушення правил проїзду пішохідних переходів (465 випадків), невиконання вимог сигналів регулювання (93 випадки), виїзд на смугу зустрічного руху (199 випадків) та інші, мають значно меншу частку, проте також впливають на загальний рівень аварійності. Таким чином, основними факторами ризику залишаються неправильне маневрування, недотримання дистанції та помилки при проїзді перехресть.

Окрему увагу слід приділити порушенням правил дорожнього руху з боку пішоходів, які також є важливим чинником виникнення аварійних ситуацій. Загальна кількість таких порушень становить 699 випадків, серед яких найбільшу частку займає перехід проїзної частини у невстановлених місцях – 397 випадків або 56,8%. Значною є також частка неочікуваного виходу на

проїзну частину – 179 випадків (25,6%), а також ігнорування сигналів світлофора – 116 випадків (16,6%). Перебування пішоходів у стані алкогольного сп'яніння становить незначну частку – лише 7 випадків або близько 1%, однак навіть такі поодинокі ситуації можуть призводити до тяжких наслідків. Отже, основною причиною ДТП за участю пішоходів залишається порушення ними правил переходу дороги.

Таблиця 3 Розподіл місць концентрації (МК) ДТП

№ пп	МК ДТП	2008			2009			Середній		% Т
		∑	Пор.	Заг.	∑	Пор.	Заг.	∑	Т	
1.	Січових Стрільців – Чорновола	41	5	0	55	2	0	48	4	8,3
2.	Рибалка – Чорновола	25	4	0	28	3	0	26	4	15,4
3.	Чорновола – Андрющенка	34	0	0	29	1	0	32	1	3,1
4.	Повітрофлот-ський шляхопр. - Чорновола	52	4	0	58	1	0	55	3	5,5
5.	Перех. Берестейського № 11,14-16	25	2	1	23	0	0	24	1	4,2
6.	Перех. Берестейського № 15-17,20	30	1	0	20	2	0	25	2	8,0
7.	Перех. Берестейського – В.Василевської	14	0	0	24	5	0	22	3	13,6
	Всього							232	18	сер8,3

Найбільш небезпечними ділянками вулично-дорожньої мережі з точки зору кількості потерпілих у дорожньо-транспортних пригодах у межах досліджуваного підрайону є ключові перехрестя з інтенсивним рухом, зокрема перетин вулиці Маршала Рибалка з вулицею В'ячеслава Чорновола, перехрестя Берестейського проспекту (колишня назва – проспект Перемоги) з вулицею Ванди Василевської, а також перехрестя вулиці Січових Стрільців (колишня Артема) з вулицею В'ячеслава Чорновола. Саме на цих ділянках спостерігається підвищена концентрація конфліктних точок між транспортними потоками та пішоходами, що потребує впровадження додаткових заходів безпеки.

З урахуванням сучасних підходів до підвищення безпеки дорожнього руху доцільно впроваджувати інноваційні рішення, серед яких встановлення інтелектуальних систем відеоаналітики для автоматичної фіксації порушень, адаптивне світлофорне регулювання, яке змінює режими роботи залежно від інтенсивності руху, облаштування підвищених пішохідних переходів, використання LED-освітлення на небезпечних ділянках, а також створення «розумних» перехресть із сенсорними системами. Додатково ефективним є розвиток інфраструктури для громадського транспорту та велосипедистів, що дозволяє зменшити навантаження на дорожню мережу. Комплексне застосування таких заходів у поєднанні з підвищенням культури поведінки учасників дорожнього руху сприятиме зниженню рівня аварійності та підвищенню загальної безпеки міського середовища.

2.2 ОЦІНКА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ДІЛЯНОК ВДМ

Визначення пропускної спроможності окремих елементів вулично-дорожньої мережі, зокрема перехресть і перегонів, є одним із ключових етапів аналізу ефективності функціонування транспортної системи міста. Така оцінка здійснюється за допомогою коефіцієнта пропускання η, який дозволяє встановити відповідність між фактичним транспортним навантаженням і максимально можливою пропускною здатністю ділянки. Формально цей показник визначається за співвідношенням:

$\eta = U / N$,

де U - інтенсивність руху транспорту, од/г;

N – пропускна здатність, од/г.

Порівняльний аналіз величин інтенсивності руху та пропускної здатності дає змогу визначити режим роботи конкретної ділянки вулично-дорожньої мережі та оцінити ступінь її завантаження.

Якщо $\eta < 1$ та $U < N$, ділянка працює в нормальному режимі;

$\eta = 1$ та $U = N$, ділянка функціонує на межі своєї пропускної спроможності;

$\eta > 1$ та $U > N$, ділянка перевантажена та фактично вичерпала свої можливості, що може призводити до заторів і зниження швидкості руху. У сучасних умовах такі ділянки потребують першочергової модернізації або впровадження інтелектуальних систем керування рухом.

Вимірювання інтенсивності транспортних і пішохідних потоків здійснюється безпосередньо на досліджуваних ділянках із використанням як традиційних методів спостереження, так і сучасних технологій, включаючи відеофіксацію, автоматичні лічильники транспорту та системи аналітики на базі штучного інтелекту. Отримані результати є базовими для визначення середньодобової та пікової інтенсивності руху, а також для подальшого транспортного моделювання. Дослідження транспортних і пішохідних потоків було виконано на ключових вузлах міської мережі, зокрема на перехресті Повітрофлотського проспекту з Берестейським проспектом (оновлена назва колишнього проспекту Перемоги), на перехресті вулиці Січових Стрільців (колишня Артема) з вулицею Глибочицькою, на вузлі перетину вулиці В'ячеслава Чорновола з вулицею Маршала Рибалка, а також на перехрестях вулиці Ванди Василевської з вулицею Маршала Рибалка і Берестейського проспекту з вулицею Ванди Василевської.

Розрахункові процедури детально розглядаються на прикладі одного з найбільш навантажених вузлів – перехрестя вулиці В'ячеслава Чорновола з вулицею Маршала Рибалка. Для цього вузла визначено параметри світлофорного регулювання, зокрема тривалість циклу для головного напрямку руху по вулиці Чорновола:

$Тц = tч + 2 * tж + tз = 50 + 2 * 3 + 95 = 151$ сек

Дослідження виконувалися 03 квітня 2012 року у вівторок у період з 12:00 до 13:00, що відповідає характерному денному інтервалу підвищеної транспортної активності. Аналіз складу транспортного потоку показав, що переважну частину становлять легкові автомобілі (приблизно 93%), тоді як частка вантажного транспорту та маршрутних пасажирських транспортних

засобів становить по 2%. Усі отримані значення були приведені до умовних одиниць легкового автомобіля, що дозволяє уніфікувати розрахунки.

Обчислення середньодобової інтенсивності руху на досліджуваному перехресті здійснюється за формулою:

Uдоб = U20 * К1 * К2 * К3 * К4 * К5 ,

де U доб – середньодобова інтенсивність руху транспортних потоків, од/добу

U20 – інтенсивність руху транспортних потоків за 20 хвилин, од;

К1 - коефіцієнт внутрішньогодинної нерівномірності руху транспортних потоків, К1 = 3,0;

К2 - коефіцієнт нерівномірності руху по годинах доби, К2 = 100/6,42;

К3 – коефіцієнт нерівномірності руху по днях тижня, К3 = 0,931;

К4 – коефіцієнт нерівномірності руху по місяцях року, К4 = 1,046;

К5 – коефіцієнт частки транспортного потоку в нічний час доби, К5 = 1,03.

З урахуванням зазначених коефіцієнтів визначаються значення середньодобової інтенсивності для кожного напрямку руху на підходах до перехрестя:

U1 = 26716 од/добу (вул. Чорновола)

U12 = 536 * 3,0 *100/6,42 * 0,931 * 1,046 * 1,03 = 22193

U13 = 34 * 46,87 = 1594

U2 = 30067 (вул. Чорновола)

U21 = 473,5 * 46,87 = 22193

U23 = 168 * 46,87 = 7874

U3 = 9843 (вул. Рибалка)

U31 = 63 * 46,87 = 2953

U32 = 147 * 38,373 = 6890

U1 = 26716

U2 = 30067

U3 = 9843

Сумарне навантаження у вузлі – 66626 од/добу

Для подальшого аналізу та побудови картограми транспортних потоків у годину пік виконується перерахунок добових значень інтенсивності за формулою:

Uгп = Uдоб * ргп / 100 ,

де Uгп – інтенсивність у годину пік, од/г

Uдоб - добова інтенсивність руху, од/доба

Ргп – частка години пік у добі, %, ргп = 10 %

У результаті розрахунків отримано такі значення:

U1 = 2672

U12 = 2512

U13 = 159

U2 = 3007

U21 = 2219

U23 = 787

U3 = 984

U31 = 295

U32 = 689

Сумарне пікове навантаження у вузлі : ∑ U = 6663 од/г

Середнє навантаження на одну смугу руху становить приблизно 833 од/г, що свідчить про досить високий рівень використання пропускної здатності.

Розрахунок пропускної здатності виконується з урахуванням параметрів світлофорного циклу за формулою:

N = 3600 (tз-a) / tnTц , де

• tз – час горіння зеленого сигналу світлофора;

• tn – інтервал слідування автомобілів один за одним, tn = 3 сек;

• Тц – час циклу світлофора;

• а – час від включення зеленого сигналу до перетину задніми колесами автомобіля стоп-лінії, а = 2 сек

Пропускна здатність окремого підходу до перехрестя визначається залежно від кількості смуг руху:

$N_{вх} = n \cdot N_{п}$,

де $N_{вх}$ - пропускна здатність входу на перехрестя, од/год

n – коефіцієнт, що враховує кількість смуг руху (n = 1,8 для двох смуг, n = 2,7 для трьох, n = 3,5 для чотирьох смуг)

$N_{см}$ – пропускна здатність однієї смуги руху.

Результати розрахунків:

$N_{см} = 1200 * 71 / 151 = 564$

$N1 = 564 * 2,7 = 1523$

$N2 = 564 * 2,7 = 1523$

$N_{см}$ (прав) $= 1200 * 48 / 151 = 382$

$N_{см}$ (лів) $= 1200 * 20 / 151 = 159$

$N3 = 541$

$N = 3587$

Отримані значення свідчать про те, що досліджуваний транспортний вузол працює в умовах значного навантаження, близького до граничного. У сучасних умовах для підвищення ефективності функціонування таких перехресть доцільно впроваджувати адаптивне світлофорне регулювання, яке змінює тривалість фаз у режимі реального часу, організовувати виділені смуги для громадського транспорту, застосовувати системи моніторингу трафіку та прогнозування заторів, а також розглядати можливість реконструкції вузлів із використанням багаторівневих розв'язок або кільцевих перехресть. Комплексне впровадження таких заходів дозволить підвищити пропускну здатність, зменшити затримки транспорту та покращити безпеку дорожнього руху.

Таблиця 4 Результати оцінки пропускної здатності у підрайоні

№	Назва перехрестя	U	N	U / N	Примітка
	Повітрофлотський проспект – Берестейський проспект	16865	6545	2,58	Вичерпана
	Вулиця Січових Стрільців – вулиця Глибочицька	10024	5550	1,8	Вичерпана
	Вулиця В'ячеслава Чорновола вулиця Маршала Рибалка	6663	3587	1,86	Вичерпана
	Вулиця Богдана Гаврилишина	2522	3089	0,82	Вичерпання

	–вулиця Маршала Рибалка				
	Берестейський проспект – вулиця Богдана Гаврилишина	6687	5262	1,3	Вичерпана
	Всього:	42761	24033	1,78	Вичерпана

Проведені розрахунки та аналітична оцінка функціонування вуличо-дорожньої мережі свідчать про те, що на більшості досліджуваних ділянок підрайону фактична інтенсивність транспортних потоків уже досягла або перевищила граничні значення пропускної здатності. Це означає, що існуюча транспортна інфраструктура працює в умовах перевантаження, що супроводжується зростанням затримок руху, формуванням заторів та зниженням загальної ефективності транспортного обслуговування території. Особливо критична ситуація спостерігається на перехрестях №1 та №2, для яких виникає необхідність визначення прогнозного строку повного вичерпання пропускної здатності з урахуванням подальшого зростання транспортного навантаження.

Визначення строку вичерпання пропускної здатності виконується із застосуванням графоаналітичного підходу, що передбачає побудову залежності між зростанням інтенсивності руху та граничною пропускною здатністю ділянки. Ключовим етапом цього процесу є розрахунок перспективної інтенсивності транспортних потоків на визначений період прогнозування, який у даному випадку становить 5 років. Для цього використовується формула складних відсотків, що дозволяє врахувати щорічне зростання кількості транспортних засобів:

$$U_{персп.} = U_{icн.} (1 + p / 100)^n ,$$

де $U_{персп.}$ - інтенсивність руху на перспективу, од/г;

$U_{icн.}$ - існуюча інтенсивність руху, од/г;

p - щорічний відсоток приросту інтенсивності, 7 %;

n - строк прогнозу, n = 5 років.

У якості прикладу розглянуто перехрестя №4, розташоване на перетині вулиці Богдана Гаврилишина (оновлена назва колишньої вулиці Ванди

Василевської) та вулиці Маршала Рибалка. Для цього транспортного вузла існуюча інтенсивність руху становить:

U існ. = 2522 од/г

З урахуванням прогнозного зростання транспортних потоків отримано значення перспективної інтенсивності:

U персп. = 3783 од/г

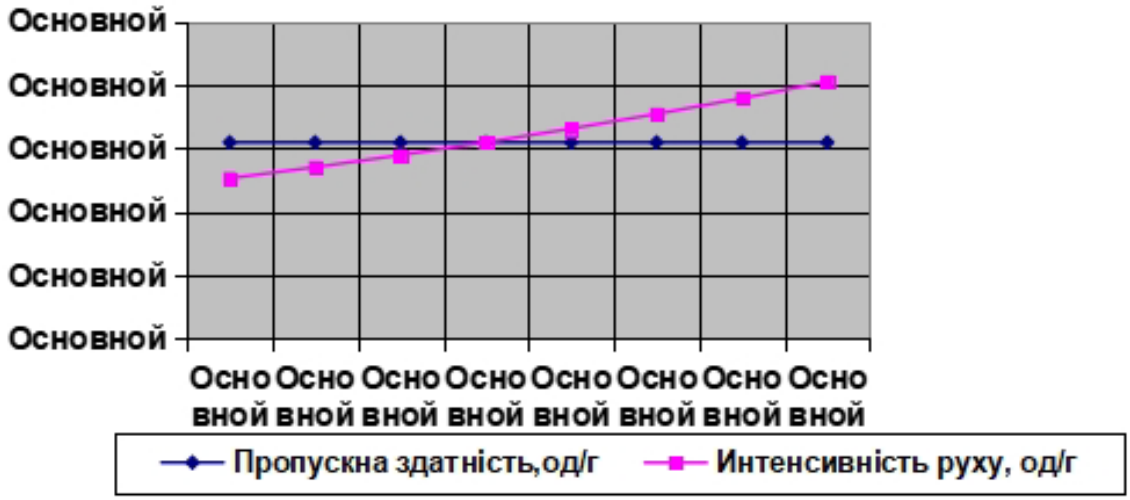
Отримані результати свідчать про суттєве зростання транспортного навантаження на дану ділянку впродовж найближчих років, що неминуче призведе до перевищення її пропускної здатності, якщо не буде вжито відповідних інженерно-організаційних заходів. Графічна інтерпретація цих розрахунків у вигляді кривої зростання інтенсивності та горизонтальної лінії пропускної здатності дозволяє наочно визначити момент їх перетину, який і відповідає строку вичерпання пропускної здатності.

Графік вичерпання пропускної здатності на перехресті вулиця Богдана Гаврилишина – вулиця Маршала Рибалка

У сучасних умовах подібні розрахунки доцільно доповнювати використанням цифрових транспортних моделей, які дозволяють враховувати не лише зростання інтенсивності, а й зміну структури транспортних потоків, розвиток громадського транспорту, впровадження обмежень для приватного автотранспорту та появу нових видів мобільності. Серед ефективних заходів, що дозволяють відтермінувати момент вичерпання пропускної здатності, варто відзначити впровадження адаптивного світлофорного регулювання, оптимізацію фаз світлофорів, організацію виділених смуг для громадського транспорту, розвиток велосипедної інфраструктури та застосування систем «розумного міста», які забезпечують оперативне управління транспортними потоками. Комплексне впровадження таких рішень дозволить не лише зменшити навантаження на критичні вузли, але й підвищити загальний рівень безпеки та комфорту пересування в межах міського середовища.

Графік вичерпання пропускної здатності на перехресті

Вул. В.Василевської - вул. Рибалка



2.3 СТРАТЕГІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ІНЖЕНЕРНІ ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У МЕЖАХ ПІДРАЙОНУ З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО МІСЬКОЇ МОБІЛЬНОСТІ

Як правило, на початковому етапі п’ятирічного циклу реконструкції та модернізації міського середовища основна увага приділяється вирішенню транспортних проблем за рахунок удосконалення організації дорожнього руху, що дозволяє досягти відчутного ефекту без значних капіталовкладень у будівництво нової інфраструктури. Такий підхід є особливо актуальним для сформованих районів міста, де просторові обмеження не дозволяють швидко реалізувати масштабні інфраструктурні проєкти, тому оптимізація існуючої вулично-дорожньої мережі стає ключовим інструментом підвищення ефективності її функціонування.

Під організацією дорожнього руху слід розуміти комплекс взаємопов’язаних інженерних, технічних та адміністративних заходів, що реалізуються на існуючій вулично-дорожній мережі та спрямовані на забезпечення належного рівня безпеки, підвищення швидкості та зручності

пересування як транспортних засобів, так і пішоходів. До таких заходів належать оптимізація схем руху, вдосконалення роботи світлофорних об’єктів, оновлення дорожніх знаків і розмітки, впровадження пріоритету для громадського транспорту, а також регулювання паркування. Важливо зазначити, що на цьому етапі обсяг фінансових витрат є відносно невеликим у порівнянні з капітальним будівництвом, а ефективність впроваджених рішень може бути оцінена вже протягом першого року після їх реалізації.

Економічний ефект від впровадження заходів з організації дорожнього руху проявляється у кількох ключових напрямах, серед яких перш за все варто відзначити зменшення затримок транспортних засобів на вулично-дорожній мережі, що безпосередньо впливає на скорочення часу поїздок і підвищення продуктивності міської мобільності. Крім того, досягається зниження так званих перепробігів транспорту, тобто зайвих кілометражів, які виникають через нераціональні маршрути або перевантажені ділянки, що, у свою чергу, сприяє економії пального та зменшенню негативного впливу на довкілля. Важливим результатом є також скорочення кількості дорожньо-транспортних пригод, що підвищує загальний рівень безпеки та знижує соціально-економічні втрати, пов’язані з аварійністю.

У сучасних умовах традиційні підходи до організації дорожнього руху дедалі частіше доповнюються інноваційними рішеннями, серед яких особливе місце займають інтелектуальні транспортні системи, що дозволяють здійснювати моніторинг і управління потоками в режимі реального часу. До таких рішень належать адаптивні світлофорні системи, які автоматично змінюють тривалість фаз залежно від інтенсивності руху, системи відеоаналітики для виявлення порушень і прогнозування заторів, а також цифрові платформи для координації роботи громадського транспорту. Додатково впроваджуються концепції сталого розвитку мобільності, що передбачають створення комфортної інфраструктури для пішоходів і велосипедистів, розвиток мікромобільності та обмеження використання приватного автотранспорту в перевантажених зонах.

Існуючі методи вдосконалення організації дорожнього руху, які застосовуються в практиці міського планування та транспортної інженерії, доцільно систематизувати та представити у вигляді узагальнених структурованих матеріалів, зокрема таблиць, що дозволяє наочно порівнювати їх ефективність, умови застосування та очікувані результати. Такий підхід сприяє більш обґрунтованому прийняттю управлінських рішень і формуванню комплексної стратегії розвитку транспортної інфраструктури підрайону з урахуванням як поточних потреб, так і перспективного зростання транспортного навантаження.

Таблиця 4 Основні недоліки в ОДР і методи їхнього усунення

Вид ДТП	**Місце ДТП**	**Дорожні умови, недоліки в ОДР**	**Методи усунення недоліків в ОДР**
Наїзд на пішохода	І. Нерегульований пішохідний перехід	А. Недостатній рівень видимості пішохідного переходу як у плані, так і в поздовжньому профілі дороги	1. Забезпечення належної видимості шляхом обрізання або видалення зелених насаджень, демонтажу об’єктів і споруд, що обмежують огляд, а також введення заборони зупинки та стоянки транспортних засобів у межах зони видимості. 2. Встановлення дорожнього знака 1.32 «Пішохідний перехід», а також додаткове інформування водіїв за допомогою сучасних інформаційних табло та LED-панелей. 3. Монтаж спеціальних оглядових дзеркал для покращення оглядовості. 4. Впровадження обмеження швидкості перед небезпечними ділянками із застосуванням електронних систем контролю. 5. Перенесення пішохідного переходу в інше місце з урахуванням забезпечення нормативної видимості та доступності, включаючи принципи безбар’єрності.
Те ж	Те ж	Б. Відсутність дорожньої розмітки та інших технічних засобів регулювання дорожнього руху	1. Встановлення або відновлення дорожніх знаків 1.32, 5.35, а також нанесення або оновлення розмітки 1.12, 1.14, 1.1, 1.6 із використанням сучасних зносостійких матеріалів. 2. Встановлення пішохідних світлофорів типу 7 або сучасних кнопкових світлофорів із таймером. 3. Монтаж знака 1.33 та облаштування переходів, якими

			користуються діти, інтерактивними табло, світлодіодним підсвічуванням і попереджувальними системами.
Те ж	Те ж	В. Невдале розташування зупинок громадського транспорту	1. Перенесення зупинок відповідно до актуальних державних будівельних норм із урахуванням безпеки пішоходів і транспортних потоків, а також облаштування «розумних» зупинок.
Те ж	Те ж	Г. Розосередження пішохідних потоків по проїзній частині	1. Встановлення пішохідних огороджень для спрямування руху пішоходів виключно до облаштованих переходів, а також використання тактильних елементів для осіб з інвалідністю.
Те ж	Те ж	Д. Відсутність світлофорного регулювання там, де воно необхідне відповідно до нормативів	1. Встановлення сучасних світлофорних об’єктів із адаптивним керуванням і датчиками руху.
Те ж	Те ж	Е. Невідповідність або відсутність зовнішнього освітлення	1. Влаштування сучасного LED-освітлення або модернізація існуючого до нормативного рівня з урахуванням енергоефективності.
Те ж	Те ж	Ж. Надмірна ширина проїзної частини (15 м і більше)	1. Облаштування острівців безпеки шириною не менше 2 м із використанням підвищених платформ або модульних конструкцій.
Те ж	Те ж	З. Порушення правил дорожнього руху	1. Посилення контролю за дотриманням ПДР шляхом впровадження систем автоматичної фіксації порушень.
Те ж	II. У зоні регульованого пішохідного переходу	А. Недоліки, аналогічні пунктам А–Е, за винятком пункту Д	Застосування аналогічних заходів, окрім встановлення світлофорів.
Те ж	Те ж	Б. Невідповідність режиму роботи світлофора інтенсивності руху	1. Оптимізація режимів роботи світлофорів відповідно до реальної інтенсивності. 2. Збільшення тривалості дозволяючих фаз для пішоходів. 3. Використання інтервалу «всі червоні». 4. Скорочення жовтого сигналу до нормативного рівня. 5. Обмеження тривалості заборонного сигналу для пішоходів. 6. Введення окремої пішохідної фази при високій інтенсивності конфліктних потоків.
Те ж	Те ж	В. Некоректне використання	1. Встановлення таких пристроїв у місцях із прогнозованим попитом,

		пішохідних кнопкових пристроїв	зокрема біля підприємств, але уникнення їх використання біля ТРЦ та вокзалів.
Те ж	Те ж	М. Невідповідність розміщення технічних засобів вимогам нормативів	1. Розміщення світлофорів і знаків відповідно до стандартів, включаючи дублювання сигналів.
Те ж	ІІІ. Інші ділянки ВДМ	А. Відсутність пішохідних переходів у місцях концентрації пішоходів	1. Облаштування переходів біля зупинок, навчальних закладів і громадських об’єктів або перенесення точок тяжіння пішоходів.
Те ж	Те ж	Б. Відсутність огороджень	1. Встановлення огороджень або розділювальних бар’єрів.
Те ж	Те ж	В. Недостатня інформація для пішоходів	1. Встановлення знаків 5.35 із додатковими табличками та цифрових табло.
Те ж	Те ж	М. Відсутність або незадовільний стан тротуарів	1. Будівництво та ремонт тротуарів із урахуванням інклюзивності.
Те ж	Те ж	Д. Недостатнє освітлення	1. Встановлення сучасного освітлення.
Зіткнення ТЗ	І. На перехрестях	А. Погана видимість	1. Забезпечення оглядовості, перенесення або дублювання знаків.
Те ж	Те ж	Б. Відсутність світлофорів	1. Встановлення світлофорів.
Те ж	Те ж	В. Відсутність розмітки	1. Нанесення розмітки та встановлення знаків відповідно до стандартів.
Те ж	Те ж	М. Незадовільний стан покриття	1. Ремонт дорожнього покриття.
Те ж	Те ж	Д. Невідповідність конфігурації перехрестя	1. Реконструкція у кільцеві або каналізовані перехрестя.
Те ж	Те ж	Е. Відсутність освітлення	1. Встановлення освітлення.
Те ж	Те ж	Ж. Порушення ПДР	1. Посилення контролю.

Таблиця 5 Заходи по удосконаленню транспортної інфраструктури у підрайоні

№	Ділянка ВДМ	Першочергові	Перспективні
1.	Берестейський проспект – вулиця В’ячеслава Чорновола	Переведення світлофорного об’єкта у безперервний (цілодобовий) режим функціонування з можливістю адаптивного керування залежно від інтенсивності транспортних потоків	Будівництво підземного пішохідного переходу з урахуванням принципів безбар’єрності, облаштування ліфтів та систем відеонагляду
2.	Вулиця Січових Стрільців – вулиця В’ячеслава	Оптимізація режимів роботи світлофорного регулювання із впровадженням інтелектуальних	Спорудження транспортної розв’язки в різних рівнях із можливістю розділення

	Чорновола	транспортних систем та координації сигналів	транспортних потоків і підвищення пропускної здатності
3.	Вулиця В’ячеслава Чорновола – вулиця Маршала Рибалка	Коригування параметрів роботи світлофорного об’єкта з урахуванням реальної інтенсивності руху та впровадження адаптивного регулювання	Влаштування підземного пішохідного переходу з інтеграцією сучасних систем безпеки та навігації
4.	Вулиця В’ячеслава Чорновола – вулиця Павлівська – вулиця Андрющенка	Встановлення сучасного світлофорного об’єкта з кнопковими викличними пристроями для пішоходів та таймерами зворотного відліку	Будівництво підземного пішохідного переходу або альтернативно – облаштування надземного переходу з підвищеним рівнем безпеки
5.	Берестейський проспект, 14–16 (поблизу Центрального РАЦСу)	Нанесення сучасної дорожньої розмітки із застосуванням холодного пластику підвищеної зносостійкості та світлоповертальних матеріалів	Облаштування спеціалізованих заїзних «кишень» для зупинок громадського транспорту з урахуванням вимог безпеки та доступності
6.	Берестейський проспект, 15–17, 20 – вулиця Шолуденка	Оновлення дорожньої розмітки із використанням довговічних матеріалів та впровадження додаткового маркування для покращення орієнтації водіїв	Створення додаткових кишень для зупинок маршрутного транспорту, а також облаштування «розумних» зупинок із електронними табло
7.	Берестейський проспект – вулиця Богдана Гаврилишина	Встановлення попереджувального дорожнього знака 1.39 із додатковими інформаційними елементами для підвищення уваги водіїв	Розширення інфраструктури громадського транспорту шляхом створення спеціальних зупинкових кишень і зон очікування
8.	Берестейський проспект	Організація виділених смуг для руху громадського транспорту (автобусів, тролейбусів) із впровадженням систем контролю дотримання смугового режиму	Розвиток інфраструктури зупинок із облаштуванням кишень, інтеграція з системами «розумного міста» та диспетчеризації транспорту
9.	Вулиця В’ячеслава Чорновола	Впровадження спеціалізованих смуг для руху громадського транспорту з урахуванням пріоритету руху на перехрестях	Подальше облаштування кишень для громадського транспорту та інтеграція з велосипедною інфраструктурою
10	Вулиця Коперника, 14–16	Будівництво підземного паркінгу з комплексним благоустроєм прибудинкової території, включаючи озеленення та організацію безпечного руху	Впровадження автоматизованих систем паркування, зарядних станцій для електромобілів і систем відеоконтролю
11	Вулиця Дмитрівська, 73 –	Зведення багаторівневого паркінгу з урахуванням	Інтеграція паркінгу в транспортну систему

	вулиця В’ячеслава Чорновола	сучасних стандартів міського планування та потреб мешканців	району, включаючи системи навігації, електронного бронювання місць та управління потоками

Економічні розрахунки:

Оцінювання економічної доцільності впровадження заходів з організації дорожнього руху в межах підрайону виконується на основі визначення річного економічного ефекту, який відображає сумарну вигоду від підвищення ефективності функціонування транспортної системи. Такий ефект враховує як прямі, так і непрямі результати впроваджених рішень, включаючи зниження аварійності, скорочення витрат часу учасників руху та оптимізацію використання транспортних ресурсів. Річний економічний ефект від заходів ОДР визначається за формулою:Ееф = Е – 0,535*10 К, де

Ееф – сумарна річна економія від впровадження комплексу заходів з організації дорожнього руху;

0,535 – коефіцієнт, що враховує амортизаційні відрахування, експлуатаційні витрати та інші супутні витрати при нормативному коефіцієнті 0,33;

К - капітальні вкладення у реалізацію заходів, грн.

Сумарна річна економія Е формується за рахунок декількох складових, які відображають різні аспекти ефективності транспортної системи, зокрема скорочення кількості дорожньо-транспортних пригод, економію часу при перевезенні пасажирів і вантажів, що визначається через зменшення витрат машино-годин для різних типів транспортних засобів, а також зниження загального пробігу транспорту на окремих ділянках вулично-дорожньої мережі. Загальна економія визначається за формулою:

E = S1 + S2 + S3 , де

S1 - економія, отримана за рахунок зменшення затримок транспорту, що досягається завдяки оптимізації роботи світлофорних об’єктів, впровадженню адаптивного регулювання та сучасних автоматизованих систем управління дорожнім рухом, грн.;

S2 – економія від скорочення перепробігів транспортних засобів, грн., яка визначається за формулою: , де

Δ l – величина скорочення зайвого пробігу транспорту, км;

С – середньозважена вартість одного кілометра пробігу транспортних засобів з урахуванням витрат на паливо, амортизацію та обслуговування, грн.;

Uг.п. – інтенсивність руху транспорту у годину пік, од/г;

β - частка часу години пік у загальній тривалості доби, %.

S3 – економічний ефект від зниження рівня аварійності, грн., який визначається за формулою: , де

d – середня вартість одного дорожньо-транспортного випадку, яка враховує матеріальні збитки, витрати на лікування та соціально-економічні втрати, d = 40000 грв.;

ni – середня кількість дорожньо-транспортних пригод у підрайоні за попередній період (3–5 років);

pi – імовірність зменшення кількості ДТП внаслідок впровадження різних інженерно-організаційних заходів:

встановлення пішохідних огороджень – 75 %; нанесення сучасної дорожньої розмітки із використанням світлоповертальних матеріалів – 30%;

• облаштування спеціальних «кишень» у зонах зупинок громадського транспорту – 44%;

• будівництво підземних або надземних пішохідних переходів – 73%;

• модернізація трамвайної інфраструктури та відокремлення полотна – 51%;

• каналізація транспортних потоків на нерегульованих перехрестях в одному рівні – 50%;

• покращення зовнішнього освітлення із застосуванням LED-технологій – 10%.

j – кількість дорожньо-транспортних пригод на конкретній ділянці вулично-дорожньої мережі;

U1, U2 - середньодобова інтенсивність руху транспортних потоків до та після впровадження заходів з організації дорожнього руху.

З урахуванням отриманих статистичних і розрахункових даних виконується визначення економічного ефекту від зниження аварійності.

S3 – економія від скорочення кількості ДТП, грн., яка розраховується за формулою: , де

d – середня вартість одного ДТП, d = 40000 грв;

ni – середня кількість дорожньо-транспортних пригод у підрайоні за 3–5 років, ni = 232;

pi – узагальнений коефіцієнт імовірності зниження аварійності внаслідок впроваджених заходів, pi = 0,476;

j – кількість ДТП на конкретній ділянці ВДМ;

U1, U2 - середньодобова інтенсивність руху до та після реалізації заходів:

U1 = 42761 од/добу;

U2 = 64142 од/добу.

Отримані результати свідчать, що очікувана економія від зниження кількості дорожньо-транспортних пригод після реалізації комплексу заходів з організації дорожнього руху в межах підрайону становить 6625,92 тис. грн., що підтверджує високу ефективність запропонованих рішень. Додатково варто зазначити, що в сучасних умовах доцільно враховувати також екологічний ефект, який проявляється у зменшенні викидів шкідливих речовин завдяки скороченню заторів, а також соціальний ефект, пов’язаний із підвищенням рівня безпеки та комфорту міського середовища. Комплексний підхід до оцінки ефективності дозволяє більш обґрунтовано планувати розвиток транспортної інфраструктури та впроваджувати інноваційні рішення у сфері міської мобільності.

2.4 НАПРЯМИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ПІДВИЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА ОКРЕМИХ ДІЛЯНКАХ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Підвищення ефективності функціонування транспортної інфраструктури на окремих ділянках вулично-дорожньої мережі зазвичай розпочинається з

удосконалення організації дорожнього руху (ОДР) саме в межах цих локальних зон, що дозволяє досягти відчутних результатів без значних капіталовкладень на початковому етапі. Такий підхід передбачає впровадження інженерних, організаційних і технологічних рішень, спрямованих на оптимізацію руху транспортних і пішохідних потоків із урахуванням сучасних умов урбанізованого середовища та зростання мобільності населення.

Розроблення раціональних і збалансованих схем руху для транспортних засобів і пішоходів сприяє зменшенню непродуктивних затримок, підвищенню середніх швидкостей пересування та істотному зниженню рівня аварійності. Усунення ділянок підвищеної небезпеки, так званих «конфліктних точок», як правило, одночасно позитивно впливає на пропускну здатність і стабільність транспортних потоків. Актуалізація схем організації руху відповідно до змін у транспортному попиті, інтенсивності руху та містобудівній ситуації дозволяє підвищити комфорт і передбачуваність пересування. Під поняттям зручності руху слід розуміти не лише можливість безпечного та швидкого переміщення, але й простоту орієнтування для водіїв і пішоходів, що забезпечується достатнім рівнем інформаційного супроводу, сучасною навігацією, зрозумілою дорожньою розміткою та якісними технічними засобами регулювання.

Комфорт користування громадським транспортом визначається не тільки наближеністю зупинок до центрів тяжіння пасажиропотоків, але й ефективною організацією пересадкових вузлів, їх логічною структурою та інтеграцією з іншими видами мобільності, зокрема велосипедною та пішохідною інфраструктурою. Формування мережі тимчасових і постійних автостоянок, у тому числі багаторівневих та перехоплювальних паркінгів (Park&Ride), є важливим елементом сучасної транспортної політики, оскільки це не лише підвищує зручність використання індивідуального транспорту, але й сприяє зменшенню навантаження на проїзну частину магістралей, особливо в центральних районах міст, таких як, наприклад, території вздовж Берестейського проспекту або вулиці В’ячеслава Чорновола у Києві.

Оперативні заходи з організації дорожнього руху, спрямовані на ліквідацію заторів, можуть бути ефективними лише в певних межах інтенсивності транспортних потоків, оскільки навіть за оптимальних умов такі методи дозволяють збільшити пропускну здатність не більше ніж на 25–30%. У випадках, коли інтенсивність руху стабільно перевищує рівень 1000 од/г на одну смугу руху, виникає необхідність у більш радикальних рішеннях, зокрема реконструкції вулично-дорожньої мережі, розширенні проїзної частини, будівництві транспортних розв'язок у різних рівнях, тунелів або естакад, а також впровадженні інтелектуальних транспортних систем (ITS), які дозволяють у режимі реального часу керувати потоками.

Кожна розробка у сфері організації дорожнього руху повинна базуватися на ґрунтовному аналізі вихідних даних, що включає дослідження параметрів вулично-дорожньої мережі, оцінку стану покриття, аналіз дорожніх умов, статистику аварійності, а також характеристику транспортних і пішохідних потоків із використанням сучасних методів збору даних, таких як відеоаналітика, датчики руху та GPS-моніторинг.

Під час розроблення конкретних заходів необхідно застосовувати комплексний підхід, який враховує інтереси всіх учасників дорожнього руху, включаючи водіїв, пішоходів, велосипедистів і користувачів громадського транспорту. Такий підхід передбачає баланс між пропускною здатністю, безпекою, екологічністю та комфортом пересування.

У процесі впровадження заходів ОДР важливо забезпечити відповідність нормативним вимогам щодо витрат часу на пересування, рівня безпеки дорожнього руху та екологічних показників, включаючи рівень шуму та викидів забруднюючих речовин. У сучасних умовах особливого значення набуває впровадження «зелених» технологій, таких як електротранспорт, зарядна інфраструктура та пріоритет громадського транспорту.

При розробці декількох варіантів організації руху необхідно враховувати обсяги транспортних потоків різних категорій, включаючи легкові автомобілі, вантажний транспорт і маршрутні транспортні засоби, а також інтенсивність

пішохідного руху й рівень їх взаємодії, що особливо актуально для складних міських вузлів.

У разі впровадження змін у схемах руху, введення обмежень або нових організаційних рішень обов'язковою умовою є завчасне інформування учасників дорожнього руху через дорожні знаки, інформаційні табло, мобільні додатки та навігаційні сервіси. Це дозволяє значно скоротити період адаптації до нових умов і зменшити ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

Для об'єктивної оцінки ефективності впроваджених заходів необхідно здійснювати систематичний моніторинг параметрів руху до і після їх реалізації. Лише порівняльний аналіз отриманих даних, включаючи швидкість руху, рівень затримок, пропускну здатність та аварійність, дає змогу зробити обґрунтовані висновки щодо доцільності застосування тих чи інших рішень і визначити перспективи їх подальшого використання та масштабування в межах міської транспортної системи.

Таблиця 5 Перехрестя Берестейського проспекту – вулиця Богдана Гаврилишина

№ пп	Показник	Характеристика	Примітка
1.	Назва вузла	Перехрестя Берестейського проспекту – вулиця Богдана Гаврилишина (оновлена транспортна конфігурація міського вузла у центральній частині)	Сучасна заміна історичної схеми вузла з урахуванням актуальної топоніміки міста
2.	Адміністративний район та зона міста	Шевченківський район, транспортно-навантажена центрально-ділова зона міста Києва	Район із високою щільністю забудови та інтенсивними транспортними потоками
3.	Клас вузла	3	Складний міський транспортний вузол змішаного типу
4.	Кількість входів вузла	5	Багатонапрямкове перехрестя з інтенсивними конфліктними потоками
5.	Загальне навантаження у годину пік, од/г	2522	Характеризується піковими перевантаженнями у ранкові та вечірні години
6.	Кількість вхідних смуг руху, шт.	8	Нерівномірний розподіл смуг по напрямках руху
7.	Середнє навантаження	315	В окремі періоди

	на смугу руху, од/г		спостерігається перевищення нормативних значень
8.	Загальна пропускна здатність, од/г	3089	Показник наближається до граничного рівня функціонування
9.	Коефіцієнт пропускання	0,82	Режим роботи наближений до стану перевантаження (вузол працює на межі ефективності)
10.	Загальна інтенсивність пішохідного руху, піш/г	218	Висока концентрація пішохідних потоків у години пік, особливо біля зупинок
11.	Загальна інтенсивність руху МПТ, од/г	40	Автобуси, маршрутні таксі, частково електротранспорт
12.	Особливості ОДР: - Світлофорні об’єкти - Кількість зупиночних пунктів, шт. - Дорожні знаки, шт. - Організація руху пішоходів - Тип дорожнього покриття - Розмітка проїзної частини	1 світлофорний об’єкт із фіксованим циклом регулювання з частковою координацією суміжних перехресть. 2 зупиночні пункти громадського транспорту з недостатнім рівнем інфраструктурного оснащення. 7 одиниць основних дорожніх знаків, розміщених без повної оптимізації інформаційного поля. Наземні пішохідні переходи з частковими пішохідними огородженнями, що не повністю виключають конфлікт транспорт–пішохід. Асфальтобетонне покриття середнього технічного стану. Дорожня розмітка частково втрачена та потребує оновлення із застосуванням сучасних світлоповертаючих матеріалів.	Світлофорний цикл: Тц=32+3+60+3, Тц=98 сек. Спостерігається недостатня адаптивність регулювання до пікових навантажень. Рекомендовано впровадження «розумного» світлофорного керування (ITS), LED-індикації та детекції транспортних потоків. Пішохідна інфраструктура потребує модернізації за принципами безбар’єрності та інклюзивності
13.	Середня кількість ДТП	0	Формально зафіксованих ДТП у звітному періоді не виявлено, однак наявні передаварійні ситуації
14.	Тяжкість ДТП	0	Відсутність зареєстрованих випадків із тяжкими наслідками

Даний транспортний вузол у межах Берестейського проспекту характеризується високим рівнем функціонального навантаження, що формується за рахунок поєднання транзитного, локального та громадського

транспорту. У пікові періоди спостерігається зниження пропускної здатності через недостатню адаптивність світлофорного регулювання та обмежену ефективність організації пішохідних потоків.

З урахуванням сучасних підходів до міського планування доцільним є впровадження комплексних рішень: адаптивних світлофорних систем із автоматичним аналізом трафіку, виділених смуг для громадського транспорту, підвищених пішохідних переходів із підсвіткою, а також інтеграції вузла в систему «розумного міста» з онлайн-моніторингом навантаження. Додатково рекомендовано оновлення дорожньої розмітки із застосуванням довговічних термопластичних матеріалів та впровадження елементів візуального заспокоєння руху для зменшення аварійного ризику.

2.5 КОМПЛЕКС ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА МІСЬКОМУ ПЕРЕХРЕСТІ З УРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ВИМОГ

Перевірка та оптимізація чинного світлофорного циклу регулювання відповідно до фактичної інтенсивності транспортних потоків із метою підвищення пропускної здатності перехрестя та зменшення затримок руху. Розрахунок виконується за залежністю:

Тц = (М1+М2) / 14, де

М1, М2 – максимальні значення транспортних потоків по фазах руху

Тц = (306+912) / 14 = 87

Визначення тривалості зеленого сигналу для кожної фази здійснюється пропорційно інтенсивності руху:

$t_{зі} = \sum t_{зі} M_i / \sum M_i$

$\sum t_{зі} = Т_ц – 2\ t_ж$

$\sum M_i = М1+М2$

1 фаза: $t_з = (87 – 24) * 306 / 1218 = 20$ с

2 фаза: $t_з = (87 – 24) * 912 / 1218 = 59$ с

Структура циклу світлофорного регулювання: 20 + 4 + 59 + 4 = 87 с

У результаті проведеного коригування довжина світлофорного циклу зменшена на 11%, що позитивно впливає на зменшення затримок транспортних засобів, підвищення пропускної здатності вузла та покращення рівномірності транспортного потоку. У сучасних умовах доцільним є подальше впровадження адаптивних систем керування рухом (ITS), які дозволяють змінювати тривалість фаз у режимі реального часу залежно від фактичного навантаження.

Організація та комплексний благоустрій зупиночних пунктів громадського транспорту із влаштуванням заїзних «кишень», що дозволяє уникнути блокування основного транспортного потоку під час посадки та висадки пасажирів. Передбачається встановлення сучасних пішохідних огороджень, захисних навісів від атмосферних опадів, лав для очікування, урн для сміття, а також інформаційних табло з розкладом руху маршрутів у реальному часі. Додатково рекомендується інтеграція зупинок у цифрову транспортну систему міста з можливістю відстеження транспорту через мобільні сервіси.

Встановлення та оновлення комплексу дорожніх знаків 3.34, 5.36.1, 5.36.2 із урахуванням сучасних вимог до візуального сприйняття, включаючи використання світлоповертальних матеріалів підвищеної ефективності та дублювання інформації на додаткових щитах для покращення орієнтації водіїв у складних дорожніх умовах.

Нанесення горизонтальної дорожньої розмітки типу 1.8 із застосуванням сучасних довговічних матеріалів (термопластик, холодний пластик), що забезпечує високу зносостійкість та видимість у нічний час і за несприятливих погодних умов. Додатково доцільно впровадження світловідбивних елементів та тактильної розмітки для підвищення безпеки пішоходів.

Встановлення пішохідних огороджень уздовж найбільш небезпечних ділянок переходу для запобігання хаотичному виходу пішоходів на проїзну частину та концентрації потоків у визначених зонах переходу. Сучасним рішенням є використання модульних антивандальних конструкцій із можливістю інтеграції інформаційних елементів.

Проведення санітарної та формувальної обрізки зелених насаджень, гілок дерев та кущів, які обмежують огляд дорожніх знаків і світлофорних об’єктів, зокрема на ділянці правого повороту з вулиці В’ячеслава Василевської на вулицю Маршала Рибалка. Це дозволяє забезпечити нормативну видимість технічних засобів організації руху та підвищити рівень безпеки дорожнього руху.

Виконання ремонту дорожнього покриття проїзної частини із ліквідацією деформацій, тріщин та локальних пошкоджень. Доцільним є застосування сучасних технологій відновлення покриття, включаючи ресайклінг асфальтобетону та використання модифікованих сумішей підвищеної довговічності, що забезпечить стабільну експлуатаційну якість дороги та зменшить витрати на подальше утримання.

Додатково варто зазначити, що комплексне впровадження наведених заходів у поєднанні з цифровізацією управління дорожнім рухом, використанням камер автоматичного контролю швидкості та систем моніторингу трафіку дозволяє суттєво підвищити рівень безпеки, зменшити аварійність та покращити загальну ефективність функціонування міської транспортної інфраструктури.

Таблиця 6 Перехрестя Берестейського проспекту – вулиця Маршала Рибалка

№ пп	Показник	Характеристика	Примітка
1.	Назва вузла	Перехрестя Берестейського проспекту – вулиця Маршала Рибалка (оновлена міська транспортна конфігурація з урахуванням сучасної топоніміки Києва)	Актуалізована назва вузла відповідно до чинних географічних та адміністративних даних міста
2.	Адміністративний район та зона міста	Шевченківський район, центрально-навантажена транспортна зона 2 рівня інтенсивності	Район із високою щільністю транспортних потоків і змішаною забудовою
3.	Клас вузла	3	Складне міське Т-подібне перехрестя з інтенсивним конфліктом потоків
4.	Кількість входів вузла	3	Т-подібна конфігурація перехрестя з обмеженою маневровою структурою
5.	Загальне навантаження у	6663	Високий рівень пікового

	годину пік, од/г		навантаження з перевищенням нормативних показників
6.	Кількість вхідних смуг руху, шт.	8	Нерівномірний розподіл смуг руху по напрямках
7.	Середнє навантаження на смугу руху, од/г	833	Перевищення допустимого рівня навантаження на одну смугу руху
8.	Загальна пропускна здатність, од/г	3587	Пропускна здатність недостатня для існуючого рівня інтенсивності
9.	Коефіцієнт пропускання	1,86	Вузол працює у перевантаженому режимі, пропускна здатність вичерпана
10.	Загальна інтенсивність пішохідного руху, піш/г	426	Висока концентрація пішохідних потоків, особливо в години пік
11.	Загальна інтенсивність руху МПТ, од/г	132	Тролейбуси, автобуси та маршрутні таксі з високою частотою руху
12.	Особливості ОДР: - Світлофорні об’єкти - Кількість зупиночних пунктів, шт. - Дорожні знаки, шт. - Організація руху пішоходів - Тип дорожнього покриття - Розмітка проїзної частини	1 світлофорний об’єкт із фіксованим циклом регулювання без повної адаптації до фактичного трафіку. 2 зупиночні пункти громадського транспорту, які потребують модернізації та облаштування сучасною інфраструктурою (інформаційні табло, навіси, LED-освітлення). 4 дорожні знаки основної групи, розміщені з частковими порушеннями оглядовості. Наземний пішохідний перехід із недостатнім рівнем безпеки через відсутність огороджень. Асфальтобетонне покриття середнього та незадовільного стану на окремих ділянках. Дорожня розмітка частково відновлена, однак має низьку довговічність.	Світлофорний цикл: Тц=50+3+95+3, Тц=151 с. Спостерігається перевантаження вузла у пікові години. Потребує впровадження адаптивного світлофорного регулювання (smart traffic control), систем відеоаналітики руху та пріоритету громадського транспорту
13.	Середня кількість ДТП	26	МК ДТП (місця концентрації дорожньо-транспортних пригод)
14.	Тяжкість ДТП	15,4%	Рівень тяжкості вище середнього по міській мережі

Перехрестя Берестейського проспекту та вулиці Маршала Рибалка є одним із перевантажених транспортних вузлів Шевченківського району, де поєднуються інтенсивні потоки приватного транспорту, громадського транспорту та значний пішохідний рух. Основними проблемами залишаються недостатня пропускна здатність у години пік, відсутність повноцінного пішохідного захисту та обмежена ефективність існуючої світлофорної системи.

З урахуванням сучасних підходів до міського транспортного планування доцільним є впровадження комплексу інноваційних заходів: адаптивного світлофорного керування з використанням датчиків інтенсивності руху, виділення окремих смуг для громадського транспорту, облаштування захищених пішохідних переходів із підвищеною видимістю, а також інтеграція вузла в загальноміську систему «розумного міста». Додатково рекомендовано оновлення дорожнього покриття із застосуванням довговічних матеріалів, впровадження антивандальних пішохідних огороджень та встановлення цифрових інформаційних табло для пасажирів громадського транспорту.

Перелік заходів модернізації та вдосконалення транспортної інфраструктури на розглянутому перехресті:

Перевірка чинної схеми світлофорного регулювання на відповідність фактичним параметрам транспортного потоку здійснюється з використанням розрахункового циклу, що визначається за залежністю

Тц = (М1+М2) / 14, де

М1, М2 – максимальні потоки по фазах

Тц = (2512+689) / 14 = 229

Визначення тривалості зеленого сигналу виконується за формулою:

tзі = ∑ tзі Мі / ∑ Мі

∑ tзі = Тц – 2 tж

∑ Мі = М1+М2

1 фаза: tз = (229 – 24) * 2512 / 3201 = 173 с

2 фаза: tз = (229 – 24) * 689 / 3201 = 48 с

Структура циклу регулювання: 173 + 4 + 48 + 4 = 229 с, що відповідає 3,8 хв.

Оптимізація роботи світлофорного об’єкта передбачає перехід до трьохфазної моделі керування рухом, що є актуальним для сучасних умов підвищеної інтенсивності на магістралях міста.

Довжина циклу визначається за залежністю:

Тц = (М1+М2+М3) / 14, де

М1, М2 – максимальні потоки по фазах

Тц = (2512+689+787) / 14 = 285

Визначення тривалості зелених сигналів:

tзі = ∑ tзі Мі / ∑ Мі

∑ tзі = Тц – 2 tж

∑ Мі = М1+М2+М3

1 фаза: tз = (285 – 24) * 2512 / 3988 = 174 с

2 фаза: tз = (285 – 24) * 689 / 3988 = 48 с

3 фаза: tз = (285 – 2*4) * 787 / 3988 = 55 с

Структура циклу: 174 + 3 + 48 + 3 + 55 + 3 = 287 с (3,4 хв.).

Додатково виконується аналіз пропускної здатності при чинному циклі:

Вхід 1 (з боку вул. В’ячеслава Чорновола у напрямку колишньої вул. Артема, нині вул. Січових Стрільців)

Nсм=1200(72-2) / 151= 564

N1= 564*3,5=1974 n=2622 / 1974=1,33

Вхід 2 (зустрічний напрямок по вул. В’ячеслава Чорновола)

Nсм=1200(72-2) / 151= 564

N2= 564*3,5=1974 n=3007 / 1974=1,52

Вхід 3 (вул. Олени Теліги, колишній напрямок вул. Рибалка)

(правий 2 смуги) Nсм=1200(50-2) / 151= 382*1,8=688

(лівий) Nсм=1200(22-2) / 151= 159

N3= 688+159=847 n=984 / 847=1,16

Загальна пропускна здатність вузла: N=4795, при цьому n=6663 / 4795=1,4

Отримані результати свідчать, що транспортне навантаження перевищує розрахункові можливості перехрестя, а також призводить до системного

перевантаження циклу регулювання. Навіть за умов оптимізації світлофорних фаз пропускна здатність залишається вичерпаною. Додаткові смуги руху не забезпечують необхідного ефекту збільшення пропускної спроможності, що підтверджує необхідність переходу до принципово нового рівня організації руху.

У сучасних умовах доцільним є впровадження адаптивної системи керування дорожнім рухом (АСУДР) з елементами штучного інтелекту, яка дозволяє змінювати тривалість фаз у реальному часі залежно від інтенсивності потоків. Також перспективним є впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITS), що інтегрують відеоаналітику та датчики навантаження.

Обґрунтовується доцільність будівництва підземного пішохідного переходу з урахуванням сучасних стандартів безбар'єрності та інклюзивності міського середовища.

Рекомендується комплексна організація зупинок громадського транспорту (автобусів та тролейбусів) у спеціально облаштованих «кишенях» із встановленням навісів, антивандальних лав, урн, електронних табло прибуття транспорту та системи інформаційного супроводу пасажирів у режимі реального часу. Також доцільним є впровадження цифрових QR-інформаційних панелей.

Передбачається встановлення дорожніх знаків 3.34, 5.36.1, 5.36.2 із дублюванням їх на консольних конструкціях для покращення видимості в умовах щільної міської забудови.

Виконується нанесення сучасної горизонтальної дорожньої розмітки типу 1.8 із застосуванням довговічних матеріалів (холодний пластик або термопластик з підвищеною зносостійкістю), що забезпечує кращу видимість у нічний час та під час опадів.

Додатково передбачається встановлення пішохідних огороджень підвищеної міцності для організації безпечних потоків руху та запобігання хаотичному переходу проїзної частини.

Також виконується санітарна обрізка зелених насаджень, які частково перекривають огляд світлофорного об’єкта та дорожніх знаків у зоні повороту праворуч з вул. В’ячеслава Чорновола на вул. Олени Теліги, що є критично важливим для забезпечення безпеки руху.

Додатково рекомендується впровадження LED-освітлення з адаптивною яскравістю, яке автоматично регулюється залежно від погодних умов та інтенсивності руху.

Підсумкові розрахунки демонструють, що існуюча схема організації руху потребує не лише локальних коригувань, а й переходу до системної модернізації транспортного вузла з елементами інтелектуального управління, що відповідає сучасним європейським підходам до міської мобільності.

РОЗДІЛ ІІІ
КОНСТРУКТИВНИІ РІШЕННЯ

3.1 ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК ТА ПРОЄКТУВАННЯ ЗБІРНОГО ЗАЛІЗОБЕТОННОГО СХОДОВОГО МАРШУ

Дані для проєктування:

Необхідно виконати інженерний розрахунок та розробити конструктивне рішення збірного залізобетонного сходового маршу для багатоквартирного житлового будинку. Ширина маршу приймається 1350 мм, що відповідає сучасним вимогам комфортної евакуації та експлуатаційної зручності. Висота міжповерхового перекриття становить 3000 мм. Геометрія сходового маршу визначається кутом нахилу α=30°, що забезпечує оптимальне співвідношення безпеки та ергономіки підйому. Конструкція сходинок приймається з розмірами проступі 300 мм та підйому 150 мм, що відповідає нормативним вимогам до житлових будівель і забезпечує комфортний крок людини при русі по сходах.

Для виготовлення конструкції приймається важкий бетон класу В25, який характеризується достатньою міцністю, довговічністю та стійкістю до експлуатаційних навантажень. Розрахункові характеристики бетону визначаються з урахуванням коефіцієнта умов роботи γв=0,9:;

$$R_b = 14,5 \times 0,9 = 13,05 \text{Ì Ï à};$$

$$R_{bt} = 1,05 \times 0,9 = 0,945 \text{Ì Ï à};$$

$$R_{b,ser} = 18,5 \times 0,9 = 16,65 \text{Ì Ï à}.$$

Робоча арматура приймається класу А300С, що забезпечує необхідну міцність на розтяг та надійну роботу конструкції в зоні дії розтягуючих зусиль:

$$R_s = 280,0 \text{Ì Ï à}; \; R_{s,ser} = 225,0 \text{Ì Ï à}; \; E_s = 2,1 \times 10^5 \text{Ì Ï à}.$$

Для армування застосовуються зварні арматурні сітки, а також поперечна та монтажна арматура класу Вр-I із холоднотягнутого дроту періодичного профілю діаметром d=3,0 мм, що забезпечує просторову жорсткість і тріщиностійкість конструкції:

$$R_s = 375,0 \text{Ì Ï à}; \; R_{sw} = 270,0 \text{Ì Ï à}; \; E_s = 1,7 \times 10^5 \text{Ì Ï à}.$$

Визначення навантажень та зусиль у конструкції:

У розрахунках враховується власна вага типового збірного залізобетонного сходового маршу відповідно до каталогу індустріальних виробів для житлового та громадського будівництва (ИИ-03), складає $q^{n} = 3,6 кН/м^{2}$ яка задається для горизонтальної проєкції елемента. Розрахункова схема роботи маршу приймається відповідно до рис. 2 з урахуванням опирання та характеру роботи елемента в складі сходової клітки будівлі. Додатково враховується тимчасове нормативне навантаження для сходів житлових будинків складає $\partial^{n} = 3,0 кН/м^{2}$, яке включає рух пішоходів, можливі пікові навантаження при евакуації, а також експлуатаційні впливи. При цьому застосовується коефіцієнт надійності по навантаженню, а також враховується довготривала складова тимчасового навантаження, що впливає на повзучість та деформації конструкції в часі.

Розрахункове навантаження на 1,0 м довжини сходового маршу визначається як сумарний вплив постійних і тимчасових навантажень з урахуванням коефіцієнтів надійності та умов роботи конструкції. Отримане значення використовується для подальшого визначення внутрішніх зусиль у перерізах елемента.

$$q = (q^{n}\gamma_{f} + p^{n}\gamma_{f})a = (3,6 \times 1,1 + 3 \times 1,2)1,35 = 10,3 кН/м$$

Розрахунковий згинальний момент у середині прольоту маршу визначається на основі прийнятої розрахункової схеми та отриманого навантаження, що дозволяє оцінити напружено-деформований стан конструкції та виконати підбір необхідної кількості робочої арматури.

$$M = \frac{ql^{2}}{8\cos\alpha} = \frac{10,3 \times 3^{2}}{8 \times 0,867} = 13,3 кН \cdot м$$

Додатково, у сучасній практиці проєктування, враховуються фактори довговічності та експлуатаційної надійності, зокрема вплив циклічних навантажень, мікротріщиноутворення, температурно-вологісні деформації, а також вимоги енергоефективності будівлі в цілому. Для підвищення експлуатаційної якості конструкції можуть застосовуватись сучасні рішення:

використання модифікованих бетонів із мінеральними добавками, антикорозійний захист арматури, а також оптимізація армування за допомогою розрахункових програмних комплексів BIM-рівня, що дозволяє зменшити матеріаломісткість без втрати міцності.

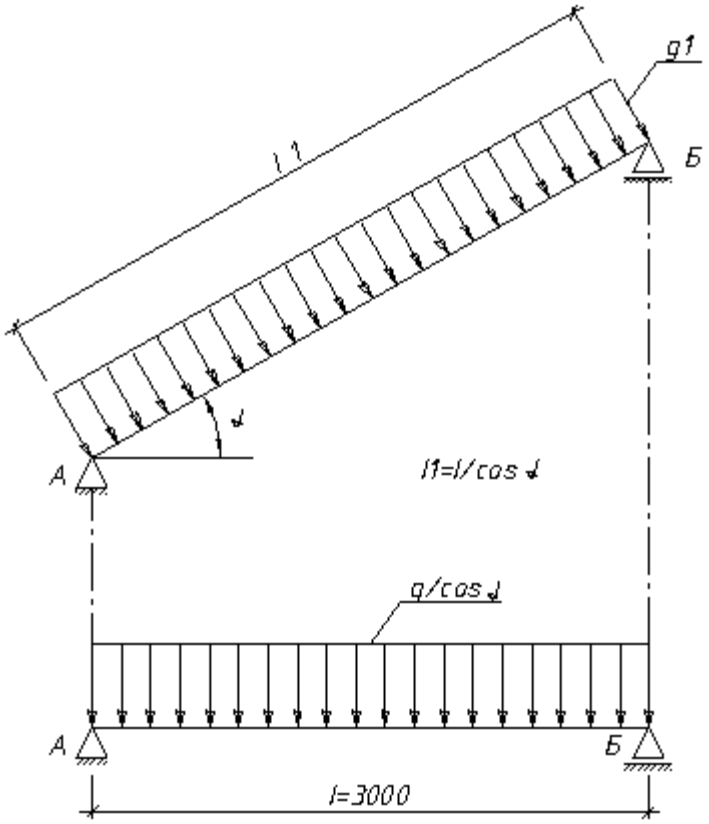


Рис. 1. Розрахункова схема сходинкового маршу.

Поперечна сила на опорі:

$$Q = \frac{ql}{2\cos\alpha} = \frac{10,3 \times 3}{2 \times 0,867} = 17,8 \text{ êÍ}$$

Визначення та прийняття геометричних розмірів поперечного перерізу сходового маршу:

На даному етапі проєктування здійснюється обґрунтований вибір геометричних характеристик поперечного перерізу конструкції сходового маршу з урахуванням вимог міцності, жорсткості та технологічності виготовлення.

Приймається товщина плити , $h'_f = 30$ і , висоту ребер (косоурів) $h = 170$ і , товщину ребер відповідно $b_r = 80$ і , .а також товщина ребер , що забезпечує необхідну несучу здатність та просторову жорсткість елемента при експлуатаційних навантаженнях.

$$b = 2b_r = 2 \times 80 = 160 \text{ і}$$

Ширину полички b'_f при відсутності поперечних ребер приймаємо не більше:

$$b'_f = 2(\frac{l}{6}) + b = 2(\frac{300}{6}) + 16 = 116 \text{ см}$$

$$b'_f = 12h'_f + b = 12 \times 3 + 16 = 52 \text{ см}$$

Приймаємо менше значення $b'_f = 52$ см

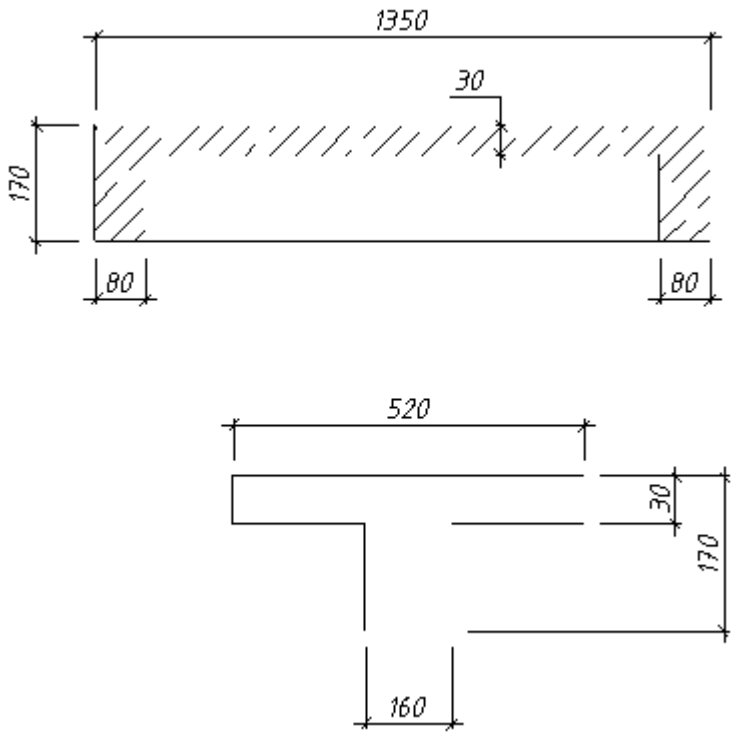


Рис. 2. Фактичний і приведений переріз сходинкового маршу.

Фактичний поперечний переріз сходового маршу приводиться до розрахункової схеми у вигляді таврового перерізу з верхнім розташуванням полички, тобто в зоні стиску бетону, що відповідає реальній роботі елемента в

складі сходової клітки. Така ідеалізація дозволяє коректно врахувати роботу плити спільно з ребрами та зменшити похибки розрахунку.

Ширина полички при відсутності поперечних ребер приймається не більше граничного значення, що визначається нормативними умовами роботи таврових перерізів та умовами передачі зусиль між елементами:

У розрахунку приймається менше із отриманих значень, що забезпечує більш консервативний та безпечний підхід до проєктування:

$$M \le R_b \gamma_{b2} b' h'_f \times (h_0 + 0,5 h'_f)$$

$$1330000 < 14,5(100)0,9 \times 52 \times 3(14,5 - 0,5 \times 3) = 2640000 \text{Í} \cdot \text{ì}$$

Рис. 2. Фактична геометрія та приведена розрахункова схема поперечного перерізу сходового маршу з урахуванням таврової роботи конструкції та розподілу напружень у стиснутій зоні бетону.

У сучасній практиці проєктування подібні перерізи додатково перевіряються за допомогою програмних комплексів скінченно-елементного моделювання, що дозволяє уточнити розподіл напружень та оптимізувати витрату матеріалів без зниження несучої здатності.

Вибір та обґрунтування поздовжнього армування сходового маршу:

Підбір поздовжньої робочої арматури виконується на основі розрахункових зусиль у перерізі з урахуванням прийнятої схеми роботи елемента та положення нейтральної осі. Розглядається випадок, коли нейтральна вісь розташована в межах полички таврового перерізу за умови виконання необхідної умови рівноваги внутрішніх зусиль:

Умова перевірки виконується, що підтверджує розташування нейтральної осі в межах стиснутої полички плити. У зв’язку з цим подальший розрахунок арматури виконується за схемою прямокутного перерізу шириною , що спрощує аналітичні залежності та відповідає нормативній методиці розрахунку залізобетонних елементів.

$$A_0 = \frac{M \gamma_n}{R_b \gamma_{b2} b'_f h^2_0} = \frac{1330000 \times 0,95}{14,5(100)0,9 \times 52 \times 14,5^2} = 0,089$$

При $\eta = 0,953; \quad \xi = 0,095$

$$A_s = \frac{M\gamma_n}{R_s \eta h_0} = \frac{1330000 \times 0,95}{0,953 \times 14,5 \times 280(100)} = 3,26 \text{см}^2$$

При прийнятих вихідних параметрах:
виконується підбір робочої поздовжньої арматури. У результаті розрахунку приймається 2Ø14 А300С, , що забезпечує необхідну несучу здатність з допустимим відхиленням у межах 5%, яке є прийнятним для залізобетонних конструкцій даного типу.

Конструктивно передбачається встановлення по одному плоскому зварному каркасу Кр-1 у кожному ребрі сходового маршу. У сучасних рішеннях також допускається застосування просторових армувальних каркасів заводського виготовлення, що підвищує точність геометрії та якість бетонування.

Розрахунок похилих перерізів на дію поперечної сили та перевірка міцності елемента:

Перевірка міцності на дію поперечної сили виконується з урахуванням утворення похилих тріщин у бетоні та роботи конструкції у зсувному режимі. Поперечна сила на опорі приймається рівною — .

Визначається проекція розрахункового похилого перерізу на поздовжню вісь елемента:

де враховуються геометричні параметри перерізу, кут нахилу тріщин та умови роботи бетону в зоні зсуву:
У розрахунковому перерізі , і оскільки виконується умова , то: , що є більшим за додатково перевіряється умова:

Таким чином встановлено, що несуча здатність бетону по похилих перерізах забезпечується без необхідності розрахункового підбору поперечної арматури.

Разом із тим, з конструктивних міркувань у ¼ прольоту передбачається встановлення поперечних стержнів Ø6,0 мм із арматурної сталі класу А240С з кроком 80 мм, що підвищує тріщиностійкість та довговічність конструкції.

У середній частині ребер поперечне армування розміщується з конструктивним кроком 200 мм, що відповідає сучасній практиці оптимізації армування та зменшення металоємності без втрати надійності.

$$\hat{A}_b = \varphi_{b2}(1+\varphi_f+\varphi_n)R_{bt}\times\gamma_{b2}\times b\times h_0^2$$

де

$$\varphi_n = 0;$$

$$\varphi_f = 2\frac{0,75(3h_f')h_f'}{bh_0} = 2\frac{0,75\times 3\times 3^2}{2\times 8\times 14,5} = 0,175 < 0,5$$

$$(1+\varphi_f+\varphi_n) = 1+0,175 = 1,175 < 1,5$$

$$\hat{A}_b = 2\times 1,175\times 1,05\times 0,9(100)\times 16\times 14,5^2 = 7,5\times 10^5\ \text{Í/ñì}$$

В розрахунковому перерізі $Q_b = Q_{sw} = \frac{Q}{2}$, а так як $Q_b = \frac{B_b}{2}$, то

$c = \frac{B_b}{0,5Q} = \frac{7,5\times 10^5}{0,5\times 17000} = 88,3\text{ñì}$, що є більшим за $2h_0 = 29,0\ \ cì$

Тоді

$Q_b = \frac{B_b}{\tilde{n}} = \frac{7,5\times 10^5}{29} = 25,9\times 10^3\text{Í} = 25,9\ \ \hat{e}\text{Í}$, що є більшим за $Q_{max} = 17,0\ \ \hat{e}\text{Í}$

Перевірка міцності елемента по похилих перерізах між тріщинами виконується за нормативною залежністю:

де враховуються параметри міцності бетону, арматурного каркаса та геометрії елемента:

Отримані результати підтверджують, що умова виконується, а міцність сходового маршу по похилих перерізах є забезпеченою з необхідним запасом. У сучасному інженерному підході подібні перевірки додатково верифікуються чисельним моделюванням, що дозволяє підвищити точність проєктних рішень та знизити ризики перевитрати матеріалів.

3.2 УДОСКОНАЛЕНИЙ ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗРАХУНОК ТА КОНСТРУКТИВНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ЗБІРНОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ СХОДОВОЇ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ДВОХМАРШЕВИХ СХОДІВ ІЗ ВРАХУВАННЯМ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА НОРМАТИВНОЇ БАЗИ

Дані для проєктування:

У рамках виконання інженерно-розрахункового завдання необхідно здійснити повний розрахунок і розробку конструктивного рішення для збірної залізобетонної ребристої плити сходової площадки, яка входить до складу двохмаршевої сходової системи житлового будинку. Конструкція розглядається як просторовий несучий елемент, що забезпечує передачу навантажень від сходових маршів та пішохідного руху на опорні частини будівлі.

Геометричні параметри плити приймаються відповідно до архітектурно-планувальних рішень: ширина конструкції становить 1350 мм, товщина основної плити — 60 мм, що відповідає тонкостінній ребристій схемі з ефективним використанням матеріалу. Ширина сходової клітки у світлі приймається 3000 мм, що забезпечує нормативні вимоги до евакуаційної та експлуатаційної пропускної здатності.

Нормативне тимчасове навантаження на конструкцію приймається із коефіцієнтом 1,2, що враховує можливі пікові експлуатаційні навантаження, нерівномірність розподілу потоків людей, а також динамічні впливи, що виникають при інтенсивному русі.

Для виготовлення конструкції приймається важкий бетон класу В25, який забезпечує необхідні показники міцності, довговічності, морозостійкості та водонепроникності для експлуатації в умовах багатоповерхового житлового будівництва. Розрахункові характеристики бетону визначаються з урахуванням коефіцієнта умов роботи в=0,9, що дозволяє врахувати реальні умови експлуатації, включаючи впливи температурно-вологісного режиму та тривалої дії навантажень.

При розрахунку конструкції плити здійснюється поділ елемента на окремі розрахункові частини, що дозволяє більш точно відобразити реальну роботу конструкції під навантаженням. Зокрема, розглядається поличка плити, яка

працює як елемент, пружно обпертий на ребра жорсткості, лобове ребро, яке сприймає навантаження від сходових маршів, а також пристінне ребро, що передає зусилля від половини прольоту полички плити на опорні конструкції будівлі.

У сучасних умовах проєктування такі конструктивні елементи додатково оптимізуються з урахуванням принципів енергоефективності, матеріалозбереження та довговічності, а також із застосуванням цифрового моделювання конструкцій (BIM-технологій), що дозволяє підвищити точність розрахунків і зменшити ризики перевитрати матеріалів.

Розрахунок полички плити

Поличка плити за відсутності поперечних ребер розглядається як балковий елемент, що працює в умовах часткового защемлення на опорах, що більш точно відображає її реальну роботу в складі ребристої системи. Такий підхід дозволяє врахувати як згинальні деформації, так і розподіл зусиль між ребрами жорсткості.

Розрахунковий проліт полички визначається як відстань між поздовжніми ребрами та становить — 1,13 м. Даний параметр є ключовим для подальшого визначення внутрішніх зусиль, згинальних моментів та підбору арматурного армування в розтягнутій зоні конструкції.

У сучасній практиці проєктування додатково враховуються ефекти довготривалої повзучості бетону, усадки, а також можливі температурні деформації, що дозволяє більш точно прогнозувати поведінку конструкції протягом усього терміну експлуатації. Також можливе застосування високоміцних бетонів з модифікуючими добавками, що підвищують тріщиностійкість та зменшують деформації елементів сходової площадки.

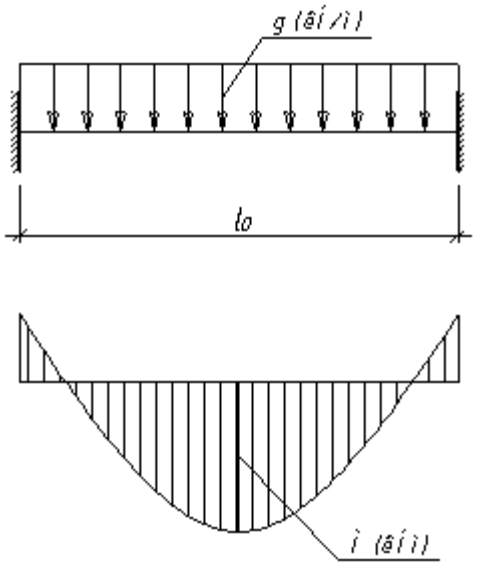


Рис. 3. Розрахункова схема полички плити.

При врахуванні утворення пластичного шарніра в розрахунковій схемі роботи залізобетонного елемента виконується перерозподіл внутрішніх зусиль, унаслідок чого згинальні моменти в прольотній частині та на опорних ділянках визначаються з урахуванням вирівнювання епюр моментів та розвитку пластичних деформацій у бетоні та арматурі. Такий підхід дозволяє більш реалістично відобразити роботу конструкції на граничних стадіях навантаження та підвищити економічність армування без втрати несучої здатності. де:

$$M = M_s = \frac{ql^2}{16} = \frac{5250 \times 1,13^2}{16} = 420 \quad \text{í ì}$$

де $q = (q + p)b = (1650 + 3600) \times 1 = 5250 \text{í/ì}$; $b = 1,0 \text{ì}$

При $b = 1,0 \text{ì}$ і $h_0 = h - a = 60 - 20 = 40 \quad \text{ì ì}$

$$A_0 = \frac{M\gamma_n}{R_b \gamma_{b2} b h_0^2} = \frac{4200 \times 0,95}{14,5(100)0,9 \times 100 \times 4^2} = 0,0192$$

При $\eta = 0,981; \quad \xi = 0,019$

$$A_s = \frac{M\gamma_n}{R_s \eta h_0} = \frac{4200 \times 0,95}{0,981 \times 4 \times 375(100)} = 0,27 \text{ñì}^2$$

При і виконується перевірка умов рівноваги та перерозподілу зусиль у межах прийнятої розрахункової моделі.

При спостерігається перехід конструкції до стадії часткового пластичного деформування, що враховується при уточненні розрахункових згинальних моментів та визначенні необхідного армування.

У результаті розрахунку приймаються зварні арматурні сітки типу С-1 із дроту Ø3 мм класу Вр-I з кроком S=200 мм, що забезпечує рівномірний розподіл зусиль у плитній частині та підвищує тріщиностійкість конструкції. У сучасних проєктних рішеннях такі сітки можуть замінюватися на просторові армувальні мати заводського виготовлення, що підвищує якість монтажу та зменшує людський фактор при армуванні.

Розрахунок лобового ребра

Лобове ребро сходової площадки працює як основний несучий елемент, що сприймає комплекс навантажень різного характеру та передає їх на опорні конструкції будівлі. На нього діють такі навантаження:

• постійне та тимчасове рівномірно розподілене навантаження, що формується від половини прольоту полички плити та власної ваги ребра:

$$q = (1650 + 3600) \times \frac{1,35}{2} + 1000 = 4500 \quad \text{Í /ì}$$

• додатково враховується зосереджене та рівномірно розподілене навантаження від опорної реакції сходових маршів, яке прикладається на виступаючу частину лобового ребра та викликає його згинальні деформації:

$$q = \frac{Q}{a} = \frac{17800}{1,35} = 1320 \quad \text{Í /ì}$$

Згинальний момент у зоні виступу від прикладених навантажень визначається з урахуванням схеми закріплення та характеру прикладання зусиль:

$$M_1 = q_1 \frac{10+7}{2} = 1320 \times 8,5 = 112 \quad \text{Í ì}$$

Далі виконується визначення розрахункового згинального моменту в середині прольоту лобового ребра, що дозволяє оцінити напружено-деформований стан елемента та підібрати необхідну арматуру:

$$M = \frac{(q + q_1)l_0^2}{8} = \frac{(4550 + 1320) \times 3,2^2}{8} = 7550 \quad \text{Í i}$$

Розрахункове значення поперечної сили, що діє у характерному перерізі ребра, визначається відповідно до прийнятої розрахункової схеми навантаження:

$$Q = \frac{(q + q_1)l\gamma_n}{2} = \frac{(4550 + 1320) \times 3,2 \times 0,95}{2} = 8930 \quad \text{Í}$$

Розрахунковий переріз лобового ребра розглядається як тавровий елемент із поличкою в стиснутій зоні та ефективною шириною , що враховує роботу плити спільно з ребром:

$$b_f' = 6h_f' + b_r = 6 \times 6 + 12 = 48 \quad \text{ñì}$$

Перевірка положення нейтральної осі виконується для визначення характеру роботи перерізу:

$$M\gamma_n = 755000 \times 0,95 < R_b\gamma_{b2}b_f'h_f' \times (h_0 + 0,5h_f')$$

$$0,72 \times 10^6 < 14,5(100)0,9 \times 48 \times 6(31,5 - 0,5 \times 6) = 10,7 \times 10^6 \quad \text{Í ñì}$$

Умова виконується, що підтверджує розташування нейтральної осі в межах полички плити та коректність прийнятої розрахункової моделі.

$$A_0 = \frac{M\gamma_n}{R_b\gamma_{b2}b_f'h_0^2} = \frac{755000 \times 0,95}{14,5(100)0,9 \times 48 \times 31,5^2} = 0,0117$$

При $\eta = 0,993; \quad \xi = 0,0117$

$$A_s = \frac{M\gamma_n}{R_s\eta h_0} = \frac{755000 \times 0,95}{0,9993 \times 31,5 \times 280(100)} = 0,82 \quad \text{ñì}^2$$

При виконується підбір поздовжньої арматури лобового ребра. За результатами розрахунку з конструктивних міркувань приймаються поздовжні стержні 2Ø10 мм із сталі класу А300С, що забезпечує необхідну міцність при допустимому рівні армування та відповідає вимогам економічного проєктування.

Розрахунок похилого перерізу лобового ребра на дію поперечної сили

Поперечна сила, що діє в розрахунковому перерізі лобового ребра, становить . Перевірка виконується з урахуванням можливого утворення похилих тріщин та роботи бетону в умовах зсуву.

Визначається проекція розрахункового похилого перерізу на поздовжню вісь елемента:

де враховуються геометричні параметри елемента, умови навантаження та характер роботи бетону в зоні зсувних напружень:

$$\hat{A}_b = \varphi_{b2}(1+\varphi_f+\varphi_n)R_{bt}\times\gamma_{b2}\times b\times h_0^2$$

де

$$\varphi_n = 0;$$

$$\varphi_f = \frac{0,75(3h'_f)h'_f}{bh_0} = \frac{0,75\times 3\times 6^2}{12\times 31,5} = 0,214 < 0,5$$

$$(1+\varphi_f+\varphi_n) = 1+0,214+0 = 1,214 < 1,5$$

$$\hat{A}_b = 2\times 1,214\times 1,05(100)\times 12\times 31,5^2 = 27,4\times 10^5 \text{Í /ñì}$$

В розрахунковому перерізі $Q_b = Q_{sw} = \frac{Q}{2}$, тоді $c = \frac{B_b}{0,5Q} = \frac{27,4\times 10^5}{0,5\times 8930} = 612 \text{ ñì}$

що є більшим за $2h_0 = 63,0 \text{ ñì}$

Тоді

$$Q_b = \frac{B_b}{c} = \frac{27,4\times 10^5}{63} = 43,4\times 10^3 \text{Í} = 43,4 \text{ êÍ} > 8,93 \text{ êÍ}$$

У розрахунковому перерізі виконується умова міцності , що є більшим за нормативне значення опору похилих перерізів, тому додаткового розрахункового поперечного армування за несучою здатністю не потребується.

Відповідно, поперечна арматура за розрахунком не є обов’язковою, однак для забезпечення конструктивної цілісності, тріщиностійкості та монтажної жорсткості приймаються закриті хомути із арматури Ø6,0 мм класу А240С з кроком 150 мм.

У сучасних інженерних рішеннях подібні елементи додатково перевіряються методом чисельного моделювання з урахуванням нелінійної роботи бетону, що дозволяє більш точно оцінити запас міцності та оптимізувати схему армування без надлишкового витрачання сталі.

РОЗДІЛ IV

ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА

4.1 СУЧАСНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ ІЗ ВЛАШТУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

До переліку робіт, що аналізуються в межах даної технологічної карти, входить повний комплекс підготовчих та основних виробничих процесів, які забезпечують якісне влаштування дорожнього покриття сучасного рівня. Зокрема, до складу робіт включено підготовчі операції, укладання асфальтобетонних сумішей різних типів, а також їх подальше ущільнення із застосуванням відповідних машин і механізмів. Окрім традиційних підходів, сучасна практика передбачає впровадження інноваційних технологій, таких як використання модифікованих бітумів, полімерних добавок, геосинтетичних матеріалів для підсилення основи, а також автоматизованих систем контролю якості укладання покриття.

Перед початком виконання робіт із улаштування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу необхідно забезпечити повне завершення всіх попередніх будівельних і підготовчих етапів. До них належать роботи з прокладання зовнішніх інженерних мереж, включаючи системи водопостачання, каналізації, газопостачання, теплових комунікацій, електричних кабелів та інших інфраструктурних елементів. Особливу увагу слід приділяти контролю якості виконання цих робіт, оскільки будь-які дефекти або недоліки можуть у подальшому призвести до руйнування дорожнього покриття та виникнення аварійних ситуацій.

Крім того, до початку укладання асфальтобетону повинна бути ретельно підготовлена основа дорожнього одягу. Це включає вирівнювання, ущільнення, перевірку несучої здатності та відповідність нормативним вимогам. У сучасних умовах дедалі частіше застосовуються технології стабілізації ґрунтів, використання цементно-піщаних сумішей, а також цифровий моніторинг щільності основи за допомогою спеціалізованого обладнання. Важливим етапом також є забезпечення належного водовідведення, що запобігає

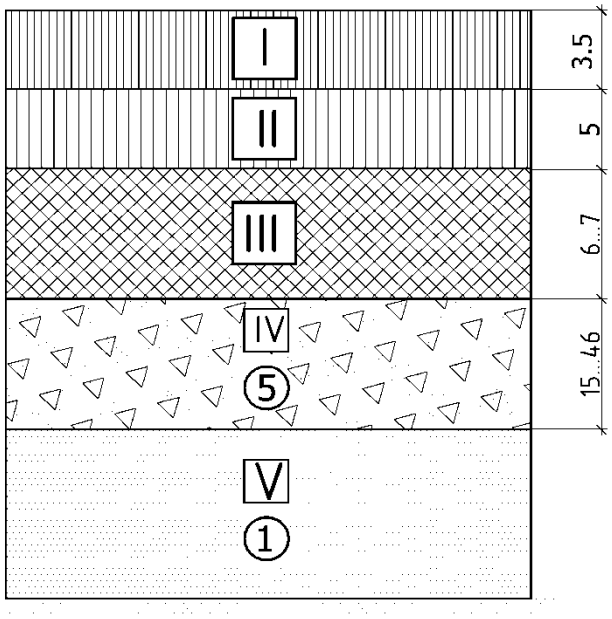
накопиченню вологи та подальшому руйнуванню конструкції дорожнього покриття.

Сучасний підхід до організації дорожньо-будівельних робіт також передбачає впровадження елементів інтелектуальних транспортних систем, які дозволяють оптимізувати логістику будівельних процесів, зменшити затримки та підвищити ефективність використання техніки. Використання GPS-навігації, систем автоматичного керування укладальниками та котками, а також цифрових платформ для координації робіт сприяє значному підвищенню якості та довговічності дорожнього покриття.

Таким чином, організація і технологія виконання робіт з улаштування асфальтобетонних покриттів у сучасних умовах є комплексним процесом, що поєднує традиційні інженерні рішення з новітніми технологіями та інноваційними підходами, спрямованими на підвищення надійності, безпеки та експлуатаційних характеристик автомобільних доріг.

4.2 КОНСТРУКЦІЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ТА ЙОГО ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

У межах дипломного проєкту розроблено конструкцію дорожнього одягу нежорсткого типу, яка запроєктована з урахуванням вимог нормативних документів, зокрема ВСН 46 та ДБН В.2.3-4, для магістральної вулично-дорожньої мережі загальноміського значення у великому місті. Запропонована конструкція включає багатошарову систему, де I шар представлений гарячим щільним дрібнозернистим асфальтобетоном I марки, II шар — гарячим крупнозернистим або середньозернистим пористим чи високо пористим асфальтобетоном, III шар — щебеневою основою, обробленою органічними в’яжучими матеріалами, IV–V шари — це шари з фракційного щебеню, гравію або доменного шлаку, сформовані методом заклинювання, а V-1 шар складається з піщаної підоснови.



Конструктивний шар дорожнього одягу, на який безпосередньо здійснюється укладання асфальтобетонної суміші, повинен бути попередньо ущільнений до нормативної щільності та відповідати вимогам щодо рівності поверхні. У випадку виявлення значних нерівностей або дефектів поверхні необхідно передбачити улаштування вирівнюючого шару з асфальтобетону або інших матеріалів, оброблених органічними в'яжучими речовинами, що дозволить забезпечити належну якість наступних шарів покриття.

Перед укладанням асфальтобетонної суміші бортові камені встановлюються відповідно до проектних відміток із використанням геодезичного контролю, що підтверджується актами на приховані роботи. До складу підготовчих робіт входить очищення поверхні основи від пилу, бруду та сторонніх матеріалів за допомогою механічних щіток або струменя стисненого повітря, усунення нерівностей шляхом фрезерування або підсипання матеріалу, а також обробка поверхні бітумними емульсіями або рідким бітумом із дотриманням нормативних витрат і температурних режимів.

Особливу увагу приділяють забезпеченню адгезії між шарами покриття, що досягається шляхом попереднього ґрунтування нижнього шару органічними в'яжучими матеріалами. При цьому застосування малов'язких бітумних емульсій є більш ефективним, оскільки вони забезпечують рівномірне покриття поверхні та покращують зчеплення між шарами. У сучасній практиці додатково

використовуються полімер-модифіковані бітуми та адгезійні добавки, які значно підвищують довговічність дорожнього покриття.

Основною складовою технологічного процесу є організація потоку робіт, що передбачає визначення кількості асфальтоукладальників, котків, довжини захватки та напрямку руху техніки. У сучасних умовах все частіше застосовуються асфальтоукладальники з автоматизованими системами керування рівністю покриття, такими як системи типу «Профіль», що використовують лазерні або GPS-навігаційні технології для досягнення високої точності укладання.

Укладання асфальтобетонних сумішей повинно здійснюватися в сприятливих погодних умовах із дотриманням температурних режимів, при цьому гарячі суміші укладають при температурі не нижче 5 °С, а сучасні технології дозволяють використовувати теплі асфальтобетонні суміші, які забезпечують зниження енергоспоживання та викидів CO_2. У разі виконання робіт при знижених температурах застосовуються спеціальні добавки, інфрачервоні нагрівачі для підігріву стиків та сучасні ущільнюючі машини з функцією вібраційного та осциляційного ущільнення.

Доставка асфальтобетонної суміші має здійснюватися безперервно та ритмічно, із застосуванням термоізольованих кузовів самоскидів для збереження температури суміші. Укладання проводиться з дотриманням технологічних параметрів товщини шару з урахуванням коефіцієнта ущільнення, який зазвичай становить 1,20–1,45, а також із забезпеченням рівномірного розподілу матеріалу по всій ширині проїзної частини.

Ущільнення асфальтобетонних сумішей здійснюється поетапно із застосуванням різних типів котків: гладковальцевих, пневмоколісних та вібраційних. Сучасні підходи передбачають використання інтелектуальних систем контролю ущільнення (IC – Intelligent Compaction), які дозволяють у реальному часі відстежувати ступінь ущільнення та забезпечувати однорідність покриття.

Особлива увага приділяється якості стиків між смугами, оскільки саме ці ділянки є найбільш вразливими до впливу вологи та температурних коливань. Для підвищення їх довговічності застосовуються інфрачервоні нагрівачі, герметизуючі стрічки та бітумні мастики.

У сучасних умовах також активно впроваджуються екологічно орієнтовані технології, зокрема використання вторинних матеріалів (RAP – reclaimed asphalt pavement), що дозволяє зменшити витрати природних ресурсів та знизити вартість будівництва. Додатково застосовуються шумопоглинаючі асфальтобетонні суміші, що покращують екологічну ситуацію у містах.

Таким чином, організація та технологія виконання дорожньо-будівельних робіт із влаштування асфальтобетонних покриттів базується на комплексному підході, який включає дотримання нормативних вимог, застосування сучасних матеріалів і техніки, а також впровадження інноваційних рішень, що забезпечують високу якість, довговічність та ефективність функціонування вулично-дорожньої мережі.

4.3 ВИМОГИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ПРОЦЕДУРИ ПРИЙМАННЯ ДОРОЖНІХ РОБІТ ІЗ ВЛАШТУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

Контроль якості виконання будівельно-дорожніх робіт повинен здійснюватися спеціалізованими підрозділами будівельних організацій, а також незалежними інженерними службами технічного нагляду, із застосуванням сучасних методів моніторингу та цифрових систем контролю. При влаштуванні асфальтобетонних покриттів внутрішньоквартальних проїздів, міських вулиць і доріг необхідно проводити комплексний вхідний, операційний та приймальний контроль, а також оцінювання відповідності виконаних робіт згідно з затвердженою проєктною документацією, вимогами чинних державних будівельних норм, стандартів і технічних умов.

Вхідний контроль охоплює перевірку якості матеріалів, що надходять на будівельний майданчик, а також аналіз супровідної технічної документації. Під

час перевірки документації здійснюється її детальний аналіз, який включає оцінку повноти пакету документів, наявності посилань на використані матеріали, відповідності меж будівельного майданчика, визначених у будгенплані, встановленим сервітутам, а також наявності переліку робіт і конструктивних елементів, які безпосередньо впливають на безпеку об’єкта і підлягають контролю під час будівництва. Окрім цього, перевіряється наявність гранично допустимих значень контрольованих параметрів, допустимих відхилень і рівнів невідповідності, а також наявність чітких вказівок щодо методів контролю і вимірювань, у тому числі із зазначенням відповідних нормативних документів.

Матеріали, що використовуються для влаштування асфальтобетонного покриття, приймаються за паспортами або сертифікатами якості та перевіряються на відповідність встановленим стандартам. Асфальтобетонна суміш підлягає обов’язковому контролю за такими показниками, як рівномірність зернового складу мінеральної частини, однорідність розподілу в’яжучого без утворення згустків і необроблених ділянок, технологічна рухливість та зручність укладання, а також відповідність кольору суміші (від темно-коричневого до чорного залежно від типу в’яжучого матеріалу). Усі матеріали повинні відповідати вимогам чинних нормативних документів, включаючи ДСТУ та ДБН.

Результати вхідного контролю обов’язково фіксуються у спеціалізованих журналах обліку і контролю якості матеріалів, конструкцій та обладнання. Операційний контроль здійснюється безпосередньо під час виконання будівельних процесів або одразу після їх завершення і спрямований на своєчасне виявлення дефектів, відхилень та їх оперативне усунення. Контроль виконується переважно шляхом інструментальних вимірювань, візуального огляду, а також із застосуванням сучасних цифрових технологій, таких як лазерне сканування поверхні, GPS-контроль геометричних параметрів та автоматизовані системи збору даних. Результати операційного контролю заносяться до загальних або спеціалізованих журналів виконання робіт.

Перед початком укладання асфальтобетонних шарів, а також у процесі виконання робіт, перевіряється стан основи, зокрема її щільність, рівність, чистота та міцність, а також правильність встановлення бортових каменів відповідно до проєктних відміток. Для кожного транспортного засобу, що доставляє асфальтобетонну суміш, здійснюється контроль температури суміші; у випадку її невідповідності встановленим значенням матеріал не допускається до укладання.

У процесі влаштування покриття здійснюється постійний контроль якості підготовки основи, температурного режиму суміші на всіх етапах — від транспортування до ущільнення, якості поздовжніх і поперечних стиків, рівності поверхні та рівномірності розподілу суміші, дотримання проєктної товщини шару з урахуванням коефіцієнта ущільнення, а також ефективності ущільнення. Додатково контролюється якість встановлення бордюрних каменів, відповідність поперечних ухилів проєктним значенням і фізико-механічні характеристики асфальтобетону за результатами лабораторних досліджень кернів або вирубок.

Товщина шару контролюється за допомогою металевих щупів із градуйованими шкалами, а геометричні параметри покриття — шаблонами або рейками через встановлені інтервали. Особлива увага приділяється якості виконання стиків, оскільки саме вони є найбільш вразливими до руйнування під дією навантажень і кліматичних факторів.

У процесі ущільнення контролюється дотримання технологічних режимів роботи котків, рівність покриття та його геометричні параметри. Для оперативного визначення щільності застосовуються сучасні експрес-методи, зокрема радіоізотопні, акустичні та електромагнітні методи контролю, що дозволяють швидко отримувати достовірні результати без руйнування конструкції.

У початковий період формування покриттів із холодних або теплих асфальтобетонних сумішей здійснюється контроль режиму руху транспорту по

новозбудованій ділянці, що дозволяє запобігти передчасному пошкодженню покриття.

Під час приймання виконаних робіт перевіряється відповідність конструкції дорожнього одягу затвердженому проєкту, правильність виконання дренажних і водовідвідних систем, якість укладеної асфальтобетонної суміші, ступінь ущільнення покриття, якість обробки поверхні, товщина шарів за результатами кернів, відповідність поздовжнього та поперечного профілів, рівність покриття, а також правильність встановлення люків, колодязів і водоприймальних решіток. Допустимі відхилення від проєктних параметрів не повинні перевищувати встановлених норм, зокрема по ширині, товщині, висотних відмітках, поперечному ухилу та рівності поверхні.

Контроль готового покриття включає перевірку товщини шарів, якості їх зчеплення, коефіцієнта ущільнення, а також фізико-механічних властивостей матеріалу. Геометричні параметри перевіряються з визначеною періодичністю, а вимірювання виконуються на заданій відстані від бортового каменю.

Контроль якості здійснюється також шляхом відбору проб у вигляді кернів або вирубок із різних ділянок покриття, включаючи центральну частину смуги руху та зони стиків. Відбір проб проводиться у встановлені терміни залежно від типу асфальтобетонної суміші. За результатами досліджень визначаються товщина шарів, ступінь їх зчеплення та коефіцієнт ущільнення.

Коефіцієнти ущільнення конструктивних шарів дорожнього одягу повинні відповідати нормативним значенням і бути не нижчими за встановлені для різних типів асфальтобетонних сумішей. У сучасній практиці додатково впроваджуються інтелектуальні системи контролю ущільнення, цифрові журнали виконання робіт та BIM-технології, що дозволяють підвищити точність контролю, прозорість процесів і загальну якість дорожнього будівництва.

Таким чином, система контролю якості та приймання дорожніх робіт є комплексною, багаторівневою та інтегрованою з сучасними технологіями, що забезпечує високу надійність, довговічність і безпечність експлуатації

асфальтобетонних покриттів у сучасних умовах інтенсивного транспортного навантаження.

4.4 СПЕЦИФІКА ТА УДОСКОНАЛЕНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВЛАШТУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ В УМОВАХ ЗНИЖЕНИХ ТЕМПЕРАТУР ПОВІТРЯ

З метою подовження будівельного сезону та забезпечення безперервності дорожніх робіт допускається виконання робіт із влаштування окремих конструктивних шарів асфальтобетонного покриття при понижених температурах повітря, а саме нижче 10 °С в осінній період та нижче 5 °С у весняний період, за умови суворого дотримання технологічних вимог і використання адаптованих матеріалів та техніки. Такий підхід є особливо актуальним в умовах сучасного дорожнього будівництва, де строки виконання робіт часто обмежені, а кліматичні умови є нестабільними.

Організація процесу влаштування асфальтобетонного покриття при знижених температурах потребує виконання комплексу підготовчих заходів, серед яких ключовим є завчасна підготовка основи ще до настання холодного періоду, що дозволяє уникнути втрати якості покриття через промерзання або надмірну вологість. Крім того, товщина шарів, які укладаються, повинна бути збільшена приблизно на 10 мм у порівнянні з проектними значеннями, при цьому товщина верхнього шару не повинна бути меншою за 40 мм, що забезпечує додаткову міцність і стійкість до температурних деформацій.

Для підвищення ефективності робіт застосовують асфальтобетонні суміші з підвищеним вмістом бітуму, що відповідає нижній межі допустимого водонасичення, а також сучасні модифіковані бітумні в’яжучі з полімерними добавками, які покращують еластичність і адгезійні властивості суміші при низьких температурах. Укладання суміші рекомендується виконувати за умов слабкого вітру, оскільки сильні повітряні потоки сприяють швидкому охолодженню матеріалу та погіршенню його ущільнюваності. Подавання суміші повинно бути безперервним і ритмічним, без простоїв

асфальтоукладальника, із застосуванням великовантажних самоскидів із термоізольованими кузовами, що дозволяє зберігати необхідну температуру матеріалу.

Процеси розподілу та ущільнення асфальтобетонних сумішей мають здійснюватися з урахуванням додаткових технологічних вимог, зокрема температура суміші при розподілі повинна бути не нижчою 160 °С, що забезпечує її необхідну пластичність. Укладання повинно виконуватися виключно асфальтоукладальниками, оснащеними автоматичними системами контролю рівності та температури, при цьому вирівнююча плита повинна постійно підігріватися, а трамбуючий брус працювати безперервно. У випадку використання одного укладальника доцільно зменшувати довжину захватки, щоб новий шар укладався поруч із ще теплим краєм попередньої смуги, що покращує зчеплення шарів.

Сучасні технології також передбачають використання інфрачервоних нагрівачів для підігріву стиків та країв раніше укладених смуг, що дозволяє забезпечити монолітність покриття навіть у складних погодних умовах. Розподіл суміші має виконуватися без затримок, щоб уникнути охолодження матеріалу, а процес ущільнення необхідно проводити виключно важкими катками, кількість яких збільшується у порівнянні з літніми умовами. Доцільним є застосування сучасних вібраційних катків та катків на пневматичних шинах, які забезпечують більш рівномірне ущільнення та зменшують ризик утворення дефектів.

Для запобігання налипанню суміші на робочі поверхні катків використовують змочування гарячою водою або водно-соляними розчинами у співвідношенні 1:8–1:10, що є більш ефективним у холодну пору року. Температура асфальтобетонної суміші під час ущільнення повинна залишатися не нижчою за +130 °С, а сам процес ущільнення слід виконувати безперервно по всій ширині смуги із застосуванням групи катків. Швидкість руху катків на початковому етапі ущільнення не повинна перевищувати 0,55 м/с (2 км/год), при цьому сучасні катки можуть бути обладнані системами підігріву вальців

або навіть заповненням їх гарячою водою для підтримання температурного режиму.

Кількість проходів катка повинна становити не менше 15 по одному сліду, що забезпечує досягнення необхідної щільності та довговічності покриття. Особливу увагу слід приділяти якості виконання поздовжніх і поперечних стиків, оскільки саме ці ділянки є найбільш вразливими до впливу вологи та температурних коливань. У сучасній практиці також використовуються цифрові системи контролю ущільнення (Intelligent Compaction), які дозволяють в режимі реального часу відстежувати щільність покриття та оптимізувати кількість проходів техніки.

Таким чином, дотримання комплексного підходу із використанням сучасних матеріалів, інноваційної техніки та цифрових технологій контролю дозволяє забезпечити високу якість асфальтобетонного покриття навіть при несприятливих температурних умовах, підвищуючи його експлуатаційну надійність, довговічність та стійкість до кліматичних впливів.

4.5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОМПЛЕКСНІ ВИМОГИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЧНОЇ Й ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ВЛАШТУВАННІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Як базову одиницю виміру для формування калькуляції витрат праці, визначення потреби в машинному часі та розроблення календарного графіка виконання робіт приймають 100 м2 площі асфальтобетонного покриття автомобільної дороги, що дозволяє уніфікувати розрахунки і забезпечити порівнюваність техніко-економічних параметрів. Витрати праці та машинного часу на виконання робіт із влаштування дорожніх покриттів із асфальтобетону визначаються відповідно до чинних нормативних документів, зокрема «Єдиних норм і розцінок на будівельні, монтажні і ремонтно-будівельні роботи», із урахуванням сучасних коефіцієнтів продуктивності техніки та рівня механізації процесів. Тривалість виконання робіт встановлюється на підставі календарного плану, який формується з урахуванням технологічної послідовності операцій,

погодних умов, інтенсивності постачання матеріалів та використання сучасних високопродуктивних асфальтоукладальних комплексів. Додатково у сучасній практиці при розрахунках враховуються витрати енергоресурсів, логістичні витрати, застосування цифрових систем управління будівництвом (BIM-технологій), що дозволяє оптимізувати ресурси, зменшити витрати та підвищити ефективність виконання робіт.

4.6 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ І ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЧНІЙ І ПОЖЕЖНІЙ БЕЗПЕЦІ

Виконання робіт з улаштування асфальтобетонного покриття повинно здійснюватися з обов'язковим дотриманням чинних державних будівельних норм, зокрема ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», а також сучасних стандартів управління безпекою праці та екологічними ризиками. До виконання робіт допускаються особи, яким виповнилося не менше 18 років, які мають відповідну професійну підготовку, пройшли медичний огляд, інструктаж і перевірку знань з безпечних методів виконання робіт, що повинна проводитися не рідше одного разу на рік. Особи, які працюють з будівельними машинами та механізмами, повинні мати відповідні посвідчення на право керування ними. Працівники забезпечуються спеціальним одягом, взуттям та засобами індивідуального захисту, такими як респіратори, захисні окуляри, сигнальні жилети, що відповідають сучасним стандартам безпеки та видимості.

На об'єктах, де існує підвищена пожежна небезпека, повинні бути встановлені спеціальні щити з протипожежним інвентарем, ящики із сухим піском об'ємом не менше 1 м3, совкові лопати та сертифіковані вогнегасники. Забороняється використовувати воду для гасіння бітуму, а також палити або застосовувати відкритий вогонь у місцях роботи з легкозаймистими матеріалами. При виконанні робіт із розливу бітумних матеріалів забороняється перебування працівників ближче ніж за 10 м від розподільчих пристроїв. Усі

працівники повинні бути одягнені у сигнальні жилети, а їх спецодяг має бути справним і чистим.

Перед початком робіт необхідно перевіряти справність ручного інструменту, який повинен мати надійні руків'я, гладку поверхню та бути міцно закріпленим. Механізований інструмент має відповідати вимогам санітарних норм щодо допустимих рівнів вібрації та шуму. Робоча зона повинна бути належним чином організована: встановлюються дорожні знаки на відстані не менше 10 м від місця проведення робіт, територія огороджується бар'єрами, щитами або сигнальними конусами яскравого кольору. У темний час доби або за умов недостатньої видимості встановлюються сигнальні лампи червоного кольору, видимі не менше ніж за 100 м, а освітлення організовується відповідно до проекту тимчасового електропостачання.

Огородження розміщують поперек дороги суцільними рядами, а вздовж — з інтервалом 5–10 м, при цьому конуси встановлюють не рідше ніж через кожні 3 м. Для координації руху транспорту на об'єкті призначається сигнальник, який проходить інструктаж і фіксується у журналі інструктажів. Він забезпечує безпечний під'їзд транспортних засобів до місця розвантаження, використовуючи сигнальні засоби, зокрема прапорець і нарукавну пов'язку.

Розвантаження асфальтобетонної суміші у приймальний бункер асфальтоукладальника виконується лише після подачі сигналу машиністом і відведення працівників на безпечну відстань не менше 1 м. Забороняється перебування працівників на щойно укладеному покритті під час його ущільнення. Відстань між дорожніми машинами під час роботи повинна становити не менше 5 м, а перебування між ними при меншій відстані не допускається. Переміщення працівників поза межами огородженої зони забороняється, перехід дороги здійснюється лише у встановлених місцях.

На будівельному майданчику повинні бути визначені спеціальні зони для заправки техніки пальним і водою, обладнані відповідно до екологічних вимог для запобігання забрудненню ґрунтів і водних ресурсів. Особлива увага приділяється екологічній складовій: застосовуються сучасні екологічно

безпечні матеріали, технології повторного використання асфальтобетону (рециклінг), зменшення викидів пилу та шкідливих речовин. Газони та зелені зони, передбачені проектом, засіваються багаторічними травами, що сприяє покращенню екологічного стану території.

Після завершення робіт територія будівництва повинна бути очищена від будівельного сміття, залишків матеріалів і приведена до проектних відміток із відновленням благоустрою. У сучасній практиці додатково застосовуються системи екологічного моніторингу, контроль рівня шуму, пилу та викидів, а також впроваджуються принципи сталого розвитку, що передбачають мінімізацію впливу дорожнього будівництва на довкілля та підвищення безпеки для всіх учасників процесу.

4.7 СПЕЦИФІКА, ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВЛАШТУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ У ПЕРІОД ЗНИЖЕНИХ ТЕМПЕРАТУР І НЕСПРИЯТЛИВИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

Для забезпечення безперервності дорожньо-будівельного процесу та раціонального використання виробничих ресурсів допускається виконання робіт із влаштування окремих конструктивних шарів асфальтобетонного покриття при понижених температурах навколишнього повітря, зокрема нижче 10 °С в осінній період і нижче 5 °С у весняний період, за умови дотримання комплексу спеціальних технологічних вимог і застосування адаптованих матеріалів та обладнання. Такий підхід дозволяє продовжити будівельний сезон, зменшити простої техніки та підвищити ефективність реалізації інфраструктурних проєктів в умовах змінного клімату.

Виконання робіт при знижених температурах потребує завчасної підготовки основи ще до настання холодного періоду, оскільки якість підстилаючого шару безпосередньо впливає на довговічність покриття. Товщина шарів, що укладаються, повинна бути збільшена приблизно на 10 мм відносно проектних значень, при цьому товщина верхнього шару має становити не менше 40 мм, що забезпечує додатковий запас міцності та стійкість до

температурних деформацій. Для підвищення експлуатаційних характеристик застосовують асфальтобетонні суміші з підвищеним вмістом бітуму, що відповідає нижній межі допустимого водонасичення, а також сучасні модифіковані в'яжучі з полімерними або гумовими добавками, які покращують еластичність і адгезійні властивості матеріалу.

Укладання асфальтобетонної суміші рекомендується здійснювати за умов мінімального вітрового навантаження, оскільки сильний вітер сприяє швидкому охолодженню суміші та погіршенню її технологічних характеристик. Подача матеріалу повинна бути безперервною, інтенсивною і чітко організованою, без простоїв асфальтоукладальника, із застосуванням великовантажних автомобілів-самоскидів, бажано з термоізольованими кузовами або системами підігріву, що дозволяє підтримувати необхідний температурний режим суміші.

Розподіл і ущільнення асфальтобетонних сумішей здійснюється з дотриманням додаткових вимог, які забезпечують якість покриття в складних умовах. Температура суміші при розподілі повинна бути не нижчою за 160 °С, що гарантує її достатню пластичність для формування рівномірного шару. Укладання повинно виконуватися виключно асфальтоукладальниками, оснащеними сучасними системами автоматичного контролю рівності та товщини шару, при цьому вирівнююча плита має безперервно підігріватися, а трамбуючий брус працювати у стабільному режимі. У разі використання одного укладальника довжину захватки доцільно зменшувати, щоб нова смуга укладалася поруч із ще теплою кромкою попередньої, що забезпечує якісне зчеплення між шарами.

Розподіл суміші необхідно виконувати без затримок, не допускаючи простою автосамоскидів, що дозволяє уникнути втрати температури матеріалу. Ущільнення виконується важкими дорожніми катками, причому їх кількість збільшується порівняно з літніми умовами. Ефективним є застосування сучасних вібраційних катків і катків на пневматичних шинах, які забезпечують більш рівномірне ущільнення та зменшують ризик утворення пор і тріщин. Для запобігання налипанню асфальтобетонної суміші на вальці катків

використовують змочування гарячою водою або водно-соляними розчинами у співвідношенні 1: 8–1: 10, що є більш ефективним при низьких температурах.

Температура асфальтобетонної суміші під час ущільнення повинна бути не нижче +130 °С, що дозволяє забезпечити необхідну щільність і міцність покриття. Ущільнення шару здійснюється групою катків по всій ширині укладеної смуги, при цьому швидкість руху катка на початковому етапі укочування не повинна перевищувати 0,55 м/с (2 км/год). Сучасні технології передбачають використання катків, оснащених системами підігріву вальців або можливістю заповнення їх гарячою водою, що сприяє підтриманню стабільної температури контакту. Кількість проходів катка повинна становити не менше 15 по одному сліду для досягнення нормативного рівня ущільнення.

Особливу увагу в процесі виконання робіт необхідно приділяти якості влаштування поздовжніх і поперечних стиків, які є найбільш уразливими зонами покриття. У сучасній практиці для покращення якості стиків застосовують інфрачервоні нагрівачі, спеціальні герметизуючі матеріали та технології гарячого стикування, що дозволяє досягти монолітності покриття. Додатково впроваджуються цифрові системи контролю ущільнення (інтелектуальне ущільнення), які в режимі реального часу відстежують ступінь ущільнення та дозволяють оптимізувати роботу техніки.

Таким чином, застосування комплексного підходу, що включає дотримання технологічних вимог, використання сучасних матеріалів і інноваційної техніки, а також впровадження цифрових систем контролю, дозволяє забезпечити високу якість і довговічність асфальтобетонних покриттів навіть за умов знижених температур повітря, мінімізуючи ризики дефектів і підвищуючи експлуатаційну надійність дорожньої інфраструктури.

4.8 ОНОВЛЕНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ, КОНТРОЛЮ ТА ПРИЙМАННЯ РОБІТ ПРИ ВЛАШТУВАННІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

Забезпечення належного рівня якості виконання робіт має здійснюватися спеціалізованими підрозділами будівельних організацій із застосуванням сучасних методів технічного нагляду та цифрового моніторингу. Під час улаштування асфальтобетонного покриття внутрішньоквартальних проїздів необхідно виконувати комплексний вхідний, операційний та підсумковий контроль із оцінкою відповідності виконаних робіт вимогам затвердженої проєктної документації, чинних державних будівельних норм, стандартів та актуальних технічних регламентів, а також із врахуванням сучасних європейських практик у дорожньому будівництві. Вхідний контроль передбачає перевірку якості матеріалів, що надходять, а також аналіз супровідної технічної документації з використанням електронних систем обліку.

Під час перевірки документації необхідно детально проаналізувати її зміст, перевіривши повноту комплекту, наявність посилань на використані матеріали, відповідність меж будівельного майданчика даним генерального плану та встановленим обмеженням, наявність переліку робіт і конструктивних елементів, що впливають на безпеку об’єкта та підлягають обов’язковій оцінці відповідності, визначення допустимих граничних значень контрольованих параметрів і рівнів відхилень, а також наявність чітких вказівок щодо методів контролю і вимірювань із посиланнями на відповідні нормативні документи. Додатково в сучасних умовах рекомендується використовувати BIM-технології для перевірки відповідності проєктних рішень.

Матеріали для влаштування асфальтобетонного покриття автомобільних доріг повинні прийматися за паспортами або сертифікатами якості та перевірятися відповідно до чинних стандартів або технічних умов. Асфальтобетонна суміш підлягає контролю за такими показниками: рівномірність розподілу мінеральних зерен за фракціями, однорідність розподілу в’яжучого без згустків і непромішаних ділянок, рухливість і зручність укладання, а також характерний колір від темно-коричневого до

чорного залежно від типу бітуму. У сучасній практиці також застосовують лабораторні випробування на стійкість до колійності, водостійкість і довговічність. Усі матеріали повинні повністю відповідати нормативним вимогам.

Результати вхідного контролю обов'язково фіксуються у відповідному журналі обліку якості матеріалів, конструкцій та обладнання, у тому числі в електронній формі. Операційний контроль здійснюється безпосередньо під час виконання технологічних процесів або одразу після їх завершення і спрямований на своєчасне виявлення дефектів, їх усунення та запобігання повторенню. Такий контроль проводиться переважно шляхом інструментальних вимірювань, технічного огляду, а також із використанням сучасних геодезичних та лазерних систем контролю. Усі результати заносяться до журналів виконання робіт.

Перед початком улаштування шарів асфальтобетонного покриття, а також у процесі виконання робіт, перевіряється щільність, рівність і чистота нижніх шарів основи, а при використанні бортових каменів контролюється правильність їх монтажу. У кожному транспортному засобі, що доставляє суміш, обов'язково вимірюється температура гарячої або теплої асфальтобетонної суміші, і у випадку невідповідності нормативним значенням така суміш не допускається до укладання.

У процесі виконання робіт необхідно контролювати якість підготовки основи, включаючи її жорсткість, щільність, рівність і чистоту, температуру суміші на всіх етапах – від транспортування до ущільнення, якість поздовжніх і поперечних стиків, рівномірність розподілу матеріалу та відповідність товщини шару проєктним значенням з урахуванням коефіцієнта ущільнення, достатність ущільнення, якість встановлення бордюрів, дотримання поперечних ухилів, а також фізико-механічні показники асфальтобетону за результатами кернів і зчеплення між шарами.

Товщину шару контролюють спеціальними вимірювальними щупами, а ухили – шаблонами або цифровими інклінометрами через встановлені

інтервали. Особлива увага приділяється якості стиків. Під час ущільнення контролюється режим роботи котків, рівність покриття та ухили. Для оперативної оцінки щільності дедалі частіше застосовуються сучасні неруйнівні методи, зокрема радіоізотопні, ультразвукові та електромагнітні прилади.

На початковому етапі формування покриття з холодних або теплих сумішей особливу увагу приділяють організації дорожнього руху для запобігання пошкодженню ще не стабілізованого шару. При прийманні виконаних робіт перевіряють відповідність конструкції основи та дренажних систем проєкту за актами прихованих робіт і лабораторними даними, відповідність суміші проєктним вимогам, якість ущільнення, стан поверхні, фактичну товщину покриття, відповідність профілів, рівність поверхні та правильність встановлення інженерних елементів, таких як люки і решітки.

Допустимі відхилення від проєкту не повинні перевищувати встановлених норм за шириною, товщиною, висотними відмітками, поперечним ухилом і рівністю поверхні. Після завершення робіт додатково перевіряють товщину шарів, їх зчеплення, коефіцієнт ущільнення та експлуатаційні характеристики матеріалу. Ширина і профіль покриття контролюються через визначені інтервали, а вимірювання виконуються паралельно осі дороги.

Контроль якості суміші та щільності здійснюється на зразках, відібраних із конструктивних шарів у визначені терміни після укладання. Проби беруть із середини смуги руху та в місцях стиків, дотримуючись встановлених відстаней від країв покриття. Під час відбору визначається товщина шарів і оцінюється їх зчеплення. Якість суміші встановлюється за результатами випробувань сформованих зразків, а ступінь ущільнення оцінюється відповідним коефіцієнтом.

Коефіцієнти ущільнення повинні відповідати сучасним вимогам і бути не нижчими за встановлені значення для різних типів асфальтобетону. Додатково в сучасних умовах рекомендується впровадження автоматизованих систем

контролю якості, використання GPS-моніторингу техніки, тепловізійного контролю температури суміші та екологічно безпечних матеріалів, що підвищують довговічність покриття та зменшують вплив на довкілля.

4.9 РОЗШИРЕНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА КОМПЛЕКСНІ ВИМОГИ З БЕЗПЕКИ, ОХОРОНИ ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЇ Й ПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ ПРИ ВЛАШТУВАННІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Техніко-економічні параметри виконання дорожньо-будівельних робіт визначаються з урахуванням базової одиниці виміру, якою для складання розрахунків витрат праці, експлуатації машин і формування календарного графіка виконання робіт приймається 100 м² площі асфальтобетонного покриття автомобільної дороги. Обчислення трудових і машинних витрат при влаштуванні дорожнього покриття здійснюється відповідно до чинних нормативних документів, зокрема на основі актуалізованих «Єдиних норм і розцінок на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи», із урахуванням сучасних методів механізації, автоматизації процесів та використання енергоефективної техніки. Тривалість виконання комплексу робіт визначається календарним планом, який формується з урахуванням технологічної послідовності процесів, сезонних факторів, інтенсивності транспортних потоків та можливостей оптимізації ресурсів, включаючи застосування цифрових систем управління будівництвом і BIM-технологій.

Організація робіт із влаштування асфальтобетонного покриття повинна здійснюватися з безумовним дотриманням вимог чинних державних будівельних норм, зокрема ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», а також із врахуванням сучасних стандартів безпеки та екологічної відповідальності. До виконання робіт допускаються особи, які досягли 18-річного віку, мають відповідну професійну підготовку, пройшли обов’язковий медичний огляд і підтвердили свою придатність до виконання робіт, а також успішно пройшли навчання і перевірку знань з безпечних

методів праці, що проводиться не рідше одного разу на рік. Оператори дорожньо-будівельної техніки допускаються до роботи лише за наявності відповідних посвідчень та підтвердженої кваліфікації.

Працівники повинні бути забезпечені сучасними засобами індивідуального захисту, включаючи спеціальний одяг, взуття, захисні окуляри, респіратори та сигнальні жилети підвищеної видимості. Весь спецодяг має відповідати вимогам охайності та функціональності. Перед початком робіт необхідно ретельно перевірити справність ручного та механізованого інструменту, який повинен відповідати санітарним нормам щодо обмеження впливу вібрації та забезпечення безпечної експлуатації.

У місцях підвищеної пожежної небезпеки обов'язково встановлюються спеціальні щити з протипожежним інвентарем, ящики із сухим піском об'ємом не менше 1 м³, лопати та сертифіковані вогнегасники. Категорично забороняється використання води для гасіння бітуму, а також куріння чи застосування відкритого вогню поблизу легкозаймистих матеріалів. При роботі з бітумними матеріалами слід дотримуватись безпечної дистанції не менше 10 метрів від розподільчих елементів обладнання.

Для забезпечення безпеки дорожнього руху та працівників будівельного майданчика встановлюються тимчасові дорожні знаки, сигнальні бар'єри, конуси та огородження відповідно до сучасних стандартів організації дорожнього руху, включаючи оновлені вимоги до розмітки та сигналізації. У темний час доби або за умов обмеженої видимості зона виконання робіт обов'язково освітлюється за допомогою сигнальних ламп і прожекторів, встановлених на нормативній висоті, із використанням енергоощадних LED-систем. Проєкт тимчасового освітлення розробляється відповідальним виконавцем робіт із урахуванням сучасних енергоефективних рішень.

Організація приймання матеріалів передбачає призначення відповідального сигнальника з числа працівників бригади, який проходить обов'язковий інструктаж із фіксацією в журналі. Він забезпечує безпечне маневрування транспортних засобів на об'єкті, використовуючи сигнальні

засоби, зокрема прапорці та світловідбивні елементи. Вивантаження асфальтобетонної суміші здійснюється виключно після відповідного сигналу машиніста асфальтоукладальника та за умови дотримання безпечної дистанції працівників.

Під час ущільнення покриття забороняється перебування працівників на щойно укладеному асфальтобетоні, а також необхідно забезпечувати безпечну відстань між дорожніми машинами не менше 5 метрів. Пересування працівників за межами огородженої зони суворо обмежується, а перехід проїжджої частини дозволяється лише у визначених місцях. На будівельному майданчику повинні бути організовані спеціально обладнані зони для заправки техніки паливом і водою з урахуванням екологічних норм і запобігання забрудненню довкілля.

Особлива увага приділяється екологічним аспектам: застосуванню сучасних асфальтобетонних сумішей зі зниженим вмістом шкідливих речовин, використанню технологій повторної переробки (рециклінгу) матеріалів, контролю викидів та шумового навантаження. Озеленення прилеглих територій виконується шляхом засівання газонів багаторічними травами відповідно до проєктних рішень, із можливим використанням сучасних методів біоінженерії для підвищення стійкості рослинного покриву.

З урахуванням сучасних підходів до дорожнього будівництва, додатково впроваджуються інтелектуальні системи моніторингу стану покриття, автоматизовані комплекси контролю якості укладання асфальту, GPS-навігація для техніки та цифрові платформи управління проєктами, що дозволяє підвищити ефективність, безпеку та довговічність дорожньої інфраструктури.

У результаті узагальнення розглянутих матеріалів можна зробити висновок, що улаштування асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг є складним багаторівневим процесом, який вимагає чіткого дотримання технологічних вимог, нормативної бази та сучасних стандартів якості. Ефективність і довговічність дорожнього покриття безпосередньо залежать від правильно організованого контролю на всіх етапах виконання робіт — від

перевірки проєктної документації та якості матеріалів до операційного контролю під час укладання і остаточного приймання об’єкта.

Особливу роль відіграє вхідний контроль, який дозволяє своєчасно виявити невідповідності у матеріалах і документації, а також операційний контроль, що забезпечує оперативне реагування на можливі дефекти в процесі виконання робіт. Важливим є дотримання технології укладання та ущільнення асфальтобетонної суміші, контроль температурних режимів, якості основи, стиків і геометричних параметрів покриття. Окрему увагу слід приділяти виконанню робіт у складних кліматичних умовах, зокрема при знижених температурах повітря, що потребує застосування спеціальних технологічних рішень та підвищеного контролю.

Суттєвим фактором підвищення якості є впровадження сучасних технологій — автоматизованих систем контролю, цифрового моніторингу, використання інноваційних матеріалів і методів неруйнівного контролю, що дозволяють підвищити точність, ефективність і надійність будівельних процесів. Також важливим є забезпечення безпеки праці, дотримання екологічних вимог і організація належних умов виконання робіт.

Таким чином, комплексний підхід до організації будівництва, що поєднує класичні нормативні вимоги з сучасними інженерними рішеннями, є ключовим чинником забезпечення високої якості асфальтобетонних покриттів, їх довговічності, надійності та безпечної експлуатації в умовах сучасної транспортної інфраструктури.

РОЗДІЛ V
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

5.1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ У ТРАНСПОРТНІЙ ІНФРАСТРУКТУРІ

Техніко-економічне обґрунтування в будівництві транспортної інфраструктури є ключовим етапом підготовки та прийняття управлінських рішень щодо доцільності реалізації інфраструктурних проєктів. Його основною метою є комплексна оцінка ефективності інвестицій, визначення оптимальних технічних рішень, а також прогнозування економічних, соціальних і екологічних наслідків реалізації проєкту. У сучасних умовах розвитку міст, зростання рівня автомобілізації та підвищення вимог до якості транспортного обслуговування населення роль техніко-економічного обґрунтування значно зростає, оскільки воно забезпечує баланс між витратами на будівництво та очікуваними результатами функціонування об’єкта.

Сутність техніко-економічного обґрунтування полягає у всебічному аналізі варіантів розвитку транспортної інфраструктури з метою вибору найбільш ефективного рішення. Воно охоплює технічну частину (вибір трасування, конструктивних рішень, типів дорожнього покриття, транспортних розв’язок), економічну (визначення вартості будівництва, експлуатаційних витрат, терміну окупності), соціальну (вплив на мобільність населення, рівень безпеки, комфорт пересування) та екологічну складові (вплив на довкілля, рівень шуму, викиди забруднюючих речовин). Такий підхід дозволяє оцінити проєкт не лише з позиції фінансової доцільності, але й з точки зору його впливу на розвиток міського середовища.

У традиційному розумінні техніко-економічне обґрунтування включає визначення капітальних вкладень, розрахунок експлуатаційних витрат, оцінку економічного ефекту від скорочення часу поїздок, зменшення витрат на паливо, зниження аварійності та покращення логістичних процесів. Важливим показником є інтегральна ефективність проєкту, яка визначається через такі критерії, як чистий приведений дохід (NPV), внутрішня норма рентабельності (IRR), індекс прибутковості (PI) та строк окупності інвестицій. У випадку транспортної інфраструктури значна частина ефектів має непрямий характер,

тому до розрахунків включаються соціально-економічні вигоди, такі як зменшення втрат часу населення, підвищення продуктивності праці та покращення якості життя.

Сучасний етап розвитку транспортного планування характеризується активним впровадженням цифрових технологій у процес техніко-економічного обґрунтування. Використання BIM-моделювання дозволяє створювати цифрові двійники інфраструктурних об’єктів, що дає змогу точно прогнозувати обсяги робіт, витрати ресурсів та строки реалізації проєкту. Геоінформаційні системи (GIS) забезпечують просторовий аналіз територій, дозволяючи оптимізувати трасування доріг і враховувати природні та містобудівні обмеження. Застосування великих даних (Big Data) і технологій штучного інтелекту дає можливість моделювати транспортні потоки, прогнозувати навантаження на мережу та оцінювати ефективність різних сценаріїв розвитку інфраструктури.

Окрему роль відіграють інтелектуальні транспортні системи (ITS), які інтегруються у процес оцінки ефективності проєктів ще на стадії планування. Завдяки цьому можна враховувати вплив адаптивного світлофорного регулювання, систем управління трафіком у реальному часі, пріоритету громадського транспорту та інших інноваційних рішень. У сучасних умовах також набуває поширення концепція «розумного міста», яка передбачає інтеграцію транспортної інфраструктури з іншими міськими системами — енергетикою, зв’язком, екологічним моніторингом.

Важливим напрямом розвитку техніко-економічного обґрунтування є врахування принципів сталої мобільності. Це означає орієнтацію на зменшення залежності від приватного транспорту, розвиток громадського транспорту, велосипедної та пішохідної інфраструктури, а також впровадження екологічно чистих видів транспорту, зокрема електромобілів. У розрахунках ефективності все більше значення мають екологічні показники — скорочення викидів CO_2, зниження рівня шуму, зменшення енергоспоживання.

Крім того, сучасне техніко-економічне обґрунтування передбачає оцінку ризиків, пов’язаних із реалізацією проєкту. До них належать фінансові ризики,

зміни вартості ресурсів, затримки у будівництві, а також соціальні та політичні фактори. Використання сценарного аналізу та методів управління ризиками дозволяє підвищити надійність прийнятих рішень і зменшити ймовірність негативних наслідків.

У контексті України особливої актуальності набуває питання ефективного використання обмежених фінансових ресурсів, що зумовлює необхідність ретельного обґрунтування кожного інфраструктурного проєкту. Впровадження міжнародних підходів, зокрема стандартів ЄС та рекомендацій міжнародних фінансових організацій, сприяє підвищенню якості техніко-економічного обґрунтування та забезпечує прозорість інвестиційних процесів.

Таким чином, техніко-економічне обґрунтування в будівництві транспортної інфраструктури є складним багатофакторним процесом, який поєднує технічні, економічні, соціальні та екологічні аспекти. Його розвиток у сучасних умовах тісно пов’язаний із цифровізацією, впровадженням інтелектуальних технологій та орієнтацією на принципи сталого розвитку.

Узагальнюючи, можна зробити висновок, що ефективність реалізації транспортних інфраструктурних проєктів безпосередньо залежить від якості техніко-економічного обґрунтування. Саме воно забезпечує обґрунтованість інвестиційних рішень, дозволяє оптимізувати витрати, мінімізувати ризики та досягти максимального соціально-економічного ефекту. У перспективі подальший розвиток цієї сфери буде пов’язаний із глибшою інтеграцією цифрових технологій, використанням штучного інтелекту, автоматизацією розрахунків і переходом до повністю цифрових моделей управління життєвим циклом інфраструктурних об’єктів, що відповідає сучасним викликам та вимогам розвитку міського середовища.

Форма №1-1

(назва організації, що затверджує)

Затверджений

Зведений кошторисний розрахунок у сумі 9160,555тис.грн.
У тому числі зворотних сум 11,671 тис.грн.

(посилання на документ про затвердження)

«____» _____ 20___ р.

ЗВЕДЕНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК
Пункт технологічного обслуговування та ремонту транспортних засобів

Складений в поточних цінах станом на 2025 р.

№ п/п	Номери кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування глав, комплексів, робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис .грн.				Інші витрати, тис.грн.	Загальна кошторисна вартість, тис.грн.
			гірничих робіт	будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування, меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Глава 2. Основні об'єкти будівництва						
1	2-1	Пункт технологічного обслуговування та ремонту транспортних засобів	101,825	4964,215	918,817	0,569	-	5985,426
		Разом по главі 2:	101,825	4964,215	918,817	0,569	-	5985,426
		Разом по главах 1-7:	101,825	4964,215	918,817	0,569		5985,426
		Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди						
2	Розрахунок N П-81	Кошти на зведення та розбирання тимчасових ль і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом) (1,3 %)	-	65,859	11,945	-	-	77,804

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Разом по главі 8:	-	65,859	11,945	-	-	77,804
		Разом по главах 1-8:	101,825	5030,074	930,762	0,569	-	6063,230
		Глава 9. Інші роботи та витрати						
3	ДБН Д. 1.1-1-2000 п.3.2.10	Додаткові витрати при виконанні будівельно- монтажних робіт у зимовий період (1,3Х0,9)%	1,191	58,852	10,890	-	-	70,933
4	ДБН Д.1.1-1-2000 Додаток Б п.33	Утримання та відновлення після закінчення будівництва діючих постійних автомобільних доріг	"	7,120	"			7,120
5	кошторис	Охорона об"єкту	-	45,888	-	-	-	45,888
6	кошторис	Тимчасове електропостачання		200,450				200,450
		Разом по главі 9:	1,191	312,310	10,890	-	-	324,391
		Разом по главах 1-9:	103,016	5342,384	941,652	0,569	-	6387,621
		Глава 10. Утримання служби замовника і авторський нагляд						
7	ДБН Д. 1.1-1-2000 Додаток Б п.49	Утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	-	-	-	-	159,691	159,691
8	Розрахунок N П-107	Кошти для надання послуг, пов'язаних з підготовкою до виконання робіт, їх здійсненням та введенням об'єктів в експлуатацію, та формування страхового фонду документації					12,774	12,774
		Разом по главі 10:	-	-	-	-	172,465	172,465
		Глава 12. Проектні та вишукувальні роботи						
9	ДБН Д. 1.1-1-2000 Додаток Б п.55	Кошторисна вартість проектних робіт	-	-	-	-	429,918	429,918
10	Пост. Кабміна України від 05.04.06 №427	Кошторисна вартість комплексної державної експертизи проектно-кошторисної документації (К=1,1)					70,258	70,258
		Разом по главі 12:	-	-	-	-	500,176	500,176
		Разом по главах 1-12:	103,016	5342,384	941,652	0,569	672,641	7060,262
	ДБН Д.1.1.1-2000 п.3.1.18	Кошторисний прибуток	2,632	254,004	44,288	-	-	300,924
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.18.4	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	-	-	-	-	130,330	130,330
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.3.1.21	Кошти на страхування ризиків замовника в будівництві	-	-	-	-	141,205	141,205

1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Разом	105,648	5596,388	985,940	0,569	944,176	7632,721
		Податки, збори, обов'язкові платежи, встановлені чинним законодавством і не враховані складовими вартості будівництва (крім ПДВ)					1,075	1,075
	ДБНД.1.1-1-2000 п.3.1.22	у тому числі: - Комунальний податок	-	-	-	-	1,075	1,075
		Разом крім ПДВ	105,648	5596,388	985,940	0,569	945,251	7633,796
	ДБН Д. 1.1-1-2000 п.3.1.22	Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)	-	~	“	“	1526,759	1526,759
		Всього по зведеному кошторисному розрахунку	105,648	5596,388	985,940	0,569	2472,010	9160,555
		Зворотні суми						11,671
	ДБН Д.1.1-1-2000 п.2.8.18.1	у тому числі: - від тимчасових будівель і споруд (15 %)	-	-	-	-	-	11,671

Директор (або головний інженер) _____

проектної організації

Головний інженер проекту _____

Начальник відділу _____

Узгоджено:

Замовник _____

Пункт технологічного обслуговування та ремонту транспортних засобів

Форма №3-1

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИСНИЙ РОЗРАХУНОК № 2-1

вартості комплексу Пункт технологічного обслуговування та ремонту транспортних засобів

Кошторисна вартість	5985,426	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	93,147	тис.люд.-г
Кошторисна заробітна плата	1758,582	тис.грн.

Складений в поточних цінах станом на **2025** р.

№ п/п	№№ кошторисів і кошторисних розрахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.						Кошторисна трудомісткість, тис.люд.-г	Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	Кількість одиниць	Кошторисна вартість одиниці, грн.
			гірничих робіт	будівельних робіт	монтажних робіт	устаткування,меблів та інвентарю	інших витрат	всього				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Л.кошторис 2-1-1	на земляні роботи	-	23,695	-		-	23,695	0,307	5,375		
2	Л.кошторис 2-1-2	на фундаменти	-	85,136	-		-	85,136	0,739	13,907		-
3	Л. кошторис 2-1-3	на стіни та діафрагми	-	190,856		-		190,856	2,273	46,355	-	-
4	Л. кошторис 2-1-4	на колони	-	193,818				193,818	1,850	35,802	-	-
5	Л. кошторис 2-1-5	на покриття,перекриття		163,770	-			163,770	0,945	17,486		
6	Л. кошторис 2-1-6	на віконні та дверні отвори		465,941	-	-	-	465,941	6,656	122,467	-	
7	Л. кошторис 2-1-7	на оздоблювальні роботи	101,825	3497,106		-	-	3598,931	63,958	1209,577	-	
8	Л. кошторис 2-1-8	на електротехнічні роботи	-	14,318	918,817	0,569		933,704	13,686	256,563	-	
9	Л. кошторис 2-1-9	на сантехнічні роботи	-	72,055	-	-	-	72,055	1,305	23,869		
10	Л. кошторис 2-1-10	на проїзди, тротуари, майданчики	-	257,520	-	-		257,520	1,428	27,181		
		ВСЬОГО по об'єктному кошторисному розрахунку	101,825	**4964,215**	**918,817**	**0,569**		**5985,426**	**93,147**	**1758,582**		

Головний інженер проекту _____ Начальник відділу _____

Склав _____ Перевірив _____

Пункт технологічного обслуговування та ремонту транспортних засобів

ВІДОМІСТЬ ТРУДОМІСТКОСТІ ТА ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ

до об'єктного кошторису № 2-1

Номери локальних кошторисів	Найменування локальних кошторисів	Гірничі роботи		Будівельні роботи		Монтажні роботи		Експлуатація машин		Загальновиробничі витрати		Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	Кошторисна заробітна плата, тис.грн.
		Трудомісткість, тис. люд.-год. Середній розряд	Заробітна плата, тис. грн.	Трудомісткість, тис. люд.-год. Середній розряд	Заробітна плата, тис. грн.	Трудомісткість, тис. люд.-год. Середній розряд	Заробітна плата, тис. грн.	Трудомісткість, тис. люд.-год. Середній розряд	Заробітна плата, тис. грн.	Трудомісткість, тис. люд.-год.	Заробітна плата, тис. грн.		
1	2	3/4	5	6/7	8	9/10	11	12/13	14	15	16	17	18
2-1-1	земляні роботи	-	-	0,0852	1,268	-	-	0,1953	3,331	0,027	0,776	0,307	5,375
2-1-2	фундаменти	-	-	0,5283	9,063	-	-	0,1375	2,728	0,074	2,116	0,739	13,907
2-1-3	стіни та діафрагми	-	-	1,7545	34,506	-	-	0,2754	4,930	0,244	6,919	2,273	46,355
2-1-4	колони	-	-	1,339	23,252	-	-	0,3145	6,918	0,197	5,632	1,850	35,802
2-1-5	покриття .перекриття	-	-	0,7133	12,016	-	-	0,1315	2,598	0,101	2,872	0,945	17,486
2-1-6	віконні та дверні отвори	-	-	5,4593	92,112	-	-	0,5035	10,634	0,694	19,721	6,656	122,467
2-1-7	оздоблювальні роботи	0,735	28,206	56,0404	990,094	-	-	1,0903	18,180	6,093	173,097	63,958	1209,577
2-1-8	електротехнічні роботи		-	0,0853	1,442	10,5234	186,305	1,8954	35,157	1,183	33,659	13,686	256,563
2-1-9	сантехнічні роботи	-	-	1,0754	18,504		-	0,1043	1,787	0,126	3,578	1,305	23,869
2-1-10	проїзди,тротуари, майданчики	-	-	0,9753	16,286	-	–	0,3135	6,941	0,140	3,954	1,428	27,181
	Разом:	0,735	28,206	68,053	1198,543	10,523	186,305	4,957	93,204	8,879	252,324	93,147	1758,582

Склав _____ Перевірив _____

Форма № 4

Будова - Пункт технологічного обслуговування та ремонту транспортних засобів
Шифр проекту -

Локальний кошторис № 2-1-5
на покриття,перекриття
Пункт технологічного обслуговування та ремонту транспортних засобів

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість	163,770	тис.грн.
Кошторисна трудомісткість	0,945	тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата	17,486	тис. грн.
Середній розряд робіт	3,2	розряд

Складений в поточних цінах станом на **2025**р.

№ п/п	Шифр і номер позиції нормативу	Найменування робіт і витрат, одиниця виміру	Кіль кість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
				всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуваним машин	
				заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
									на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Т_ФАКТ	Аренда опалубки м2	218	108.13	-	23572	-		-	-
2	Е6-22-9	Зборка і розборка деревометалевої модульної опалубки типу "дока" для улаштування перекриття товщиною до 150мм 100м3	0,327	29261.33 19571,00	4434.82 1840,65	9568	6400	1450 602	1190.45 87,30	389 29
3	Е6-11-4	Установлення двойних сіток і просторових каркасів в перекриттях за допомогою крана, діаметр арматури 16-32мм т	4,578	12344.23 497,95	425.30 167,89	56512	2280	1947 769	28,80 7,82	132 36
4	Е6-22-11	Улаштування перекриттів по стальних балках і монолітних ділянок при збірному залізобетонному перекритті площею більше 5 м2, приведеною товщиною до 150 мм 100м3	0,327	78929.02 4014,32	3920.29 1637,11	25810	1313	1282 535	244.18 78,30	80 26
5	Е7-45-6	Укладання панелей перекриття з обпиранням на дві сторони площею до 10 м2 [для будівництва в районах із сейсмічністю до 6 балів] 100шт	0,24	20082.84 8428,09	6337.38 2881,44	4820	2023	1521 692	464.87 165,56	112 40

РОЗДІЛ VI
ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

6.1 КОМПЛЕКСНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЦЕСУ, СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВЕДЕННЯ РОБІТ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕСУРСІВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Організація будівельного процесу та визначення методів виконання робіт передбачає чітке дотримання послідовності підготовчих і основних етапів із урахуванням сучасних технологічних рішень, економічної доцільності та вимог безпеки. До початку підготовчого етапу необхідно виконати повний комплекс організаційних заходів, включаючи відведення ділянки вулиці під реконструкцію відповідно до актуальних містобудівних рішень, врегулювання питань матеріально-технічного забезпечення, логістики постачання ресурсів, а також забезпечення стабільного фінансування проєкту з урахуванням сучасних механізмів бюджетування та контролю витрат.

Підготовчий період охоплює виконання внутрішньомайданчикових робіт, які формують основу для ефективного розгортання будівництва. До їх складу входить створення геодезичної основи з улаштуванням висотних реперів і цифрових геодезичних моделей місцевості, що дозволяє підвищити точність виконання робіт. Освоєння будівельного майданчика включає очищення території, організацію під'їзних шляхів та зон складування матеріалів із використанням сучасних логістичних схем. Значна увага приділяється формуванню тимчасового господарства: зведенню мобільних побутових і виробничих приміщень, підключенню до тимчасових інженерних мереж, облаштуванню санітарно-побутових умов для працівників відповідно до сучасних стандартів.

Інженерна підготовка території передбачає комплекс заходів, спрямованих на стабілізацію ґрунтових умов і забезпечення безпечного ведення робіт, зокрема влаштування систем водовідведення для зниження рівня ґрунтових вод, організацію ефективного дренажу, облаштування в'їздів і внутрішніх доріг, а також модернізацію або перенесення існуючих інженерних мереж, включаючи електропостачання, із застосуванням енергоефективних рішень. Демонтаж існуючого асфальтобетонного покриття здійснюється із застосуванням сучасної техніки з можливістю повторного використання

матеріалів шляхом рециклінгу. Паралельно організовується своєчасне постачання будівельних матеріалів, конструкцій і обладнання з урахуванням принципів безперервності виробничого процесу.

Основний період виконання робіт базується на застосуванні поточно-сумісного методу організації будівництва, що дозволяє поєднувати різні технологічні процеси в часі та просторі, оптимізуючи тривалість реалізації проєкту. Вибір організаційно-технологічних схем, способів виконання робіт, а також складу машин і механізмів визначається у проєкті виконання робіт із урахуванням сучасних тенденцій автоматизації, цифрового моніторингу та енергоефективності.

Земляні роботи виконуються із застосуванням комплексу машин, до складу якого входять бульдозери середньої потужності для планування території та екскаватори з ковшами малої та середньої місткості для розробки траншей і котлованів під конструктивні елементи дороги. Виконання робіт передбачається переважно в ґрунтах із невисокою щільністю, що дозволяє оптимізувати витрати техніки. Недобір ґрунту до проєктних відміток компенсується ручною доробкою, що забезпечує точність геометричних параметрів. У випадку наявності водонасичених шарів застосовується відкритий водовідлив або сучасні системи дренажу, включаючи використання насосного обладнання, параметри якого визначаються відповідно до проєктних розрахунків.

Виконання будівельно-монтажних робіт повинно здійснюватися відповідно до актуалізованих вимог нормативних документів з охорони праці та техніки безпеки. Будівельний майданчик підлягає обов’язковому огородженню, а всі небезпечні зони оснащуються попереджувальними знаками, світловими сигналами та інформаційними табличками. Тимчасові електромережі виконуються із застосуванням ізольованих кабелів і сучасних систем захисту від перевантажень. Роботи в зоні підземних комунікацій проводяться під контролем відповідальних осіб із використанням сучасних методів виявлення інженерних мереж, зокрема георадарів.

Для забезпечення пожежної безпеки передбачається використання існуючих мереж водопостачання, а також впровадження додаткових засобів пожежогасіння. Місця переходу через траншеї обладнуються надійними містками з протиковзким покриттям. Важливим аспектом є впровадження систем відеонагляду та дистанційного контролю за безпекою на об’єкті.

Раціональне використання будівельних матеріалів досягається завдяки застосуванню типових проєктних рішень для залізобетонних і бетонних конструкцій, що дозволяє мінімізувати витрати без втрати якості. Додатково впроваджуються сучасні підходи, такі як використання вторинних матеріалів, модифікованих асфальтобетонних сумішей, а також технологій «зеленого будівництва», спрямованих на зниження впливу на довкілля.

У сучасних умовах особливого значення набуває цифровізація будівельного процесу: застосування систем GPS-контролю техніки, використання дронів для моніторингу виконання робіт, впровадження BIM-моделювання для координації всіх етапів будівництва та підвищення точності планування. Це дозволяє значно підвищити ефективність управління проєктом, знизити ризики та забезпечити високу якість виконання робіт.

Узагальнюючи викладене, можна зазначити, що сучасна організація дорожнього будівництва базується на поєднанні традиційних перевірених підходів із інноваційними технологіями, що забезпечує підвищення продуктивності, безпеки та економічної ефективності. Комплексний підхід до планування і реалізації робіт, раціональне використання ресурсів, впровадження цифрових інструментів і дотримання екологічних стандартів створюють передумови для формування якісної, довговічної та безпечної дорожньої інфраструктури, що відповідає сучасним вимогам розвитку міст і громад України.

6.2 АНАЛІЗ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ ТА ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ ПІД ЧАС БУДІВНИЦТВА ОБ'ЄКТ

Таблиця 6.1

№ п/п	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело виникнення / види робіт	Кількісні або фізичні параметри	Нормативна база
1	Ризик падіння працівників із висоти під час виконання робіт	Монтажні процеси, роботи на висотних конструкціях, встановлення елементів будівельних систем	h = 21 м	СНиП III-4-80*, ГОСТ 23407-78, сучасні положення НПАОП 0.00-1.01-07, а також вимоги систем страхування висотних робіт із використанням анкерних систем і цифрового контролю положення працівника
2	Ймовірність падіння будівельних матеріалів, інструментів та елементів конструкцій	Монтажні та демонтажні роботи на висоті, переміщення вантажів кранами	h = 21 м	СНиП III-4-80*, ГОСТ 23407-78, НПАОП 0.00-1.01-07; додатково застосовуються сучасні системи захисту зони падіння, сіткові бар'єри та сенсорні системи контролю
3	Ураження електричним струмом під час експлуатації електроустановок	Монтаж електромереж, підключення та пусконалагодження електрообладнання, тимчасові електромережі будмайданчика	U = 380 В	СНиП III-4-80*, ГОСТ 12.1.030-81*, ГОСТ 12.1.013-78, сучасні стандарти електробезпеки з автоматичним вимкненням живлення (RCD/АВР), системи дистанційного контролю напруги
4	Недостатній або надмірний рівень освітлення робочих зон	Монтажні та оздоблювальні роботи в нічний час або в закритих приміщеннях	300 лк	ДБН В.2.5-28-2006, сучасні LED-системи з автоматичним регулюванням освітлення та датчиками руху
5	Підвищена загазованість та запиленість повітря робочої зони	Земляні роботи, зварювальні процеси, різання матеріалів, робота	Сн = 1200 мг/м³	СН 245-71, ГОСТ 12.1.005-88, сучасні системи пилопригнічення, водяного зрошення та локальної вентиляції з фільтрацією HEPA

		будівельної техніки		
6	Вплив атмосферної електрики та блискавкові розряди	Будівельний майданчик відкритого типу, металеві конструкції, крани	Середня щільність ударів блискавки – 7 на 1 км²	РД 34.21.122-87, сучасні системи активного блискавкозахисту з IoT-моніторингом
7	Виділення шкідливих газів і аерозолів під час зварювальних робіт	Електродугове та газове зварювання металоконструкцій	ГДК CO_2 = 20 мг/м³	СНиП III-4-80*, ГОСТ 12.1.005-88, сучасні витяжні системи локального відсмоктування та фільтрації диму
8	Ризики, пов’язані з експлуатацією вантажопідіймальних кранів	Монтажні роботи, переміщення важких конструкцій, подача матеріалів	Вантажопідйомність до 40 т	ДНАОП 0.000-1.03-93, СНиП III-4-80*, сучасні системи запобігання перевантаженню, GPS-контроль руху кранів
9	Вібраційний вплив на працівників	Пусконалагоджувальні роботи, робота ручного механізованого інструменту, ущільнення ґрунтів	f = 150 Гц, v = 0,02 м/с	ДСТУ 2300-93, ГОСТ 12.1.012-90, сучасні антивібраційні рукоятки та автоматизовані системи зниження вібраційного навантаження
10	Пожежна небезпека при виконанні будівельно-монтажних робіт	Зварювальні роботи, використання легкозаймистих матеріалів, тимчасові склади	Категорія пожежної небезпеки – В, ступінь вогнестійкості – II	ДБН В.1.1-7-2002, НПАОП 0.01-1.42-86, ОНТП 24-86, сучасні автоматичні системи пожежогасіння, димові сенсори та інтелектуальні системи раннього виявлення займання

У сучасних умовах будівельного виробництва значна увага додатково приділяється цифровому моніторингу небезпечних факторів. На об’єктах впроваджуються системи інтелектуального контролю безпеки праці, які включають носимі датчики руху працівників, автоматичне визначення небезпечних зон, а також інтегровані платформи управління ризиками в режимі реального часу. Застосування дронів дозволяє здійснювати аеромоніторинг будівельного майданчика, що суттєво підвищує рівень контролю за виконанням робіт на висоті та в небезпечних зонах.

Також активно впроваджуються системи штучного інтелекту для прогнозування аварійних ситуацій, аналізу ризиків перевантаження техніки та оцінки стану робочого середовища. Це дозволяє знизити ймовірність травматизму та підвищити загальну ефективність управління будівельним процесом.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів свідчить про те, що будівництво сучасних об'єктів супроводжується комплексом ризиків різного характеру — від механічних і електричних до екологічних і пожежних. Разом із тим, впровадження сучасних технологій безпеки, автоматизованих систем контролю, цифрового моніторингу та інноваційних інженерних рішень дозволяє суттєво зменшити їхній вплив.

Комплексне дотримання нормативних вимог у поєднанні з новітніми технологічними підходами забезпечує формування безпечного виробничого середовища, підвищує рівень охорони праці та сприяє зниженню виробничого травматизму. У результаті реалізація будівельних проєктів стає більш ефективною, екологічно безпечною та технологічно досконалою, що відповідає сучасним стандартам розвитку будівельної галузі України.

Профілактичні заходи щодо мінімізації впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів при виконанні будівельно-монтажних процесів базуються на комплексному підході, який включає технічні, організаційні та індивідуальні засоби захисту, а також сучасні цифрові системи моніторингу умов праці. Основною метою таких заходів є забезпечення максимально безпечного виконання робіт, зниження рівня виробничого травматизму та підвищення культури охорони праці на будівельному майданчику.

Одним із найбільш критичних ризиків у будівництві залишається небезпека падіння працівників з висоти. Ефективне запобігання таким випадкам досягається насамперед завдяки раціональній організації робочих місць, яка передбачає їх оснащення сучасними технічними засобами доступу та безпеки, включаючи мобільні монтажні платформи, телескопічні вишки, підвісні люльки з автоматичним блокуванням, пересувні настили, модульні підмости, перехідні

містки та сертифіковані драбинні системи з протиковзким покриттям. Важливу роль відіграє впровадження індивідуальних та колективних засобів захисту, зокрема страхувальних систем нового покоління, які оснащені амортизаторами ривка та датчиками натягу.

Безпечне виконання монтажних операцій на висоті під час приймання, встановлення, вивіряння та остаточного закріплення конструкцій забезпечується застосуванням колективних систем захисту, що включають стаціонарні та тимчасові огородження, захисні настили, уловлюючі платформи та сучасні системи автоматичного контролю перебування працівника у небезпечній зоні. У сучасній практиці дедалі ширше застосовуються цифрові системи позиціонування працівників, які дозволяють у режимі реального часу контролювати їх місцезнаходження та запобігати виходу за межі безпечних зон.

Особлива увага приділяється експлуатації страхувальних канатів та анкерних ліній. Їх ефективність визначається правильним розрахунком попереднього натягу, допустимого провисання, висоти закріплення відносно робочої поверхні та максимально допустимої довжини можливого вільного падіння. Сучасні системи страхування додатково обладнуються індикаторами перевантаження та сенсорами зносу, що дозволяє своєчасно проводити їх технічне обслуговування.

Додатковим елементом колективного захисту є використання захисних уловлюючих сіток, виготовлених із високоміцних синтетичних матеріалів, таких як капрон і лавсан, які здатні витримувати значні динамічні навантаження у разі падіння працівників або предметів. У сучасних умовах також застосовуються багатошарові енергопоглинаючі системи, що значно знижують силу удару.

Найвищий рівень безпеки при виконанні робіт на висоті досягається лише за умови поєднання колективних і індивідуальних засобів захисту з обов’язковим дотриманням технологічної дисципліни, регулярним навчанням персоналу та формуванням високої культури безпеки праці. Додатково

впроваджуються цифрові платформи навчання з використанням VR/AR-технологій, які моделюють небезпечні ситуації без ризику для працівників.

Не менш важливим небезпечним фактором є падіння предметів з висоти, що виникає під час монтажу конструкцій і є однією з основних причин виробничого травматизму. Для запобігання таким випадкам першочергове значення має суворе дотримання технологічної послідовності виконання робіт, а також використання лише сертифікованих будівельних конструкцій, які мають відповідні паспорти якості та підтверджену міцність.

Проєктування будівельних конструкцій повинно передбачати чітко визначені точки стропування, що гарантують їхню стійкість у процесі підйому та монтажу. Усі елементи тимчасового та постійного кріплення розраховуються з урахуванням динамічних навантажень. Сучасні підходи також включають використання цифрового моделювання (BIM), яке дозволяє заздалегідь виявляти потенційні ризики втрати стійкості конструкцій ще на етапі проєктування.

З метою мінімізації ризиків падіння матеріалів широко застосовуються захисні настили, сітки та екрани, а також системи контролю інструменту, які запобігають його випадковому падінню. Додатково використовуються RFID-мітки для відстеження інструментів та матеріалів на будівельному майданчику.

Окремої уваги потребує питання електробезпеки, яке є одним із найнебезпечніших факторів на будівництві. Система забезпечення електробезпеки умовно поділяється на три основні групи заходів: технічні засоби, організаційні заходи та індивідуальний захист персоналу. Технічні засоби впроваджуються ще на етапі проєктування та виготовлення електрообладнання і включають комплекс рішень, спрямованих на запобігання ураженню електричним струмом як у штатному, так і в аварійному режимах роботи.

До базових заходів електробезпеки при нормальній експлуатації належать застосування якісної ізоляції струмовідних частин, конструктивне обмеження доступу до небезпечних елементів, використання блокувальних систем безпеки,

а також впровадження сучасних засобів візуальної та цифрової індикації стану електроустановок. Також застосовується електричне розділення мереж, компенсація ємнісних струмів замикання на землю, вирівнювання потенціалів та використання систем контролю витоку струму.

Сучасні технології електробезпеки передбачають використання «розумних» електромереж, які автоматично відключають живлення у разі виявлення небезпечних параметрів, а також систем дистанційного моніторингу стану електрообладнання в режимі реального часу. Це дозволяє значно знизити ризик аварійних ситуацій і підвищити загальний рівень безпеки на будівельному майданчику.

Узагальнюючи викладене, слід зазначити, що ефективна система профілактики небезпечних виробничих факторів базується на поєднанні класичних інженерних рішень із сучасними цифровими технологіями, автоматизованими системами контролю та високим рівнем підготовки персоналу. Такий комплексний підхід забезпечує значне зниження рівня виробничого травматизму, підвищує надійність виконання будівельних процесів і формує сучасну культуру безпечної праці, що відповідає міжнародним стандартам у сфері будівництва.

6.3 СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ, КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЧИХ РИЗИКІВ

Система організаційно-технічних заходів і засобів охорони праці при роботі з електроустаткуванням являє собою комплекс взаємопов’язаних дій, спрямованих на мінімізацію виробничих ризиків та забезпечення безпечної експлуатації електроустановок у всіх режимах їх функціонування. Вона включає як організаційні процедури, так і технічні рішення, що формують єдину систему управління електробезпекою на будівельному майданчику або виробничому об’єкті.

До організаційної складової забезпечення безпечної роботи з електрообладнанням належать заходи адміністративного та процедурного

характеру, які регламентують порядок виконання робіт. Зокрема, це оформлення наряду-допуску на проведення робіт, офіційний допуск персоналу до виконання завдань, організація постійного або періодичного нагляду за ходом робіт, документальне оформлення перерв у роботі, регламентування зміни робочих місць, а також фіксація завершення виробничого процесу. У сучасних умовах ці процедури дедалі частіше інтегруються в цифрові системи управління охороною праці, що дозволяє автоматизувати контроль доступу та підвищити рівень безпеки.

Технічні заходи забезпечення електробезпеки передбачають безпосередній вплив на електроустановки з метою усунення небезпечних факторів. До них належать повне або часткове знеструмлення обладнання, встановлення попереджувальних знаків і блокувальних систем, фізичне огородження робочих зон, перевірка відсутності напруги на струмовідних частинах, встановлення тимчасових захисних заземлень та перемичок. У сучасній практиці додатково використовуються автоматизовані системи контролю напруги, дистанційне відключення живлення та інтелектуальні реле захисту, що значно знижує ризик електротравматизму.

Окреме значення у забезпеченні безпечних умов праці має організація раціонального освітлення робочих місць, яке є одним із ключових факторів продуктивності та безпеки праці. Освітлення повинно відповідати комплексу вимог, що включають достатній рівень освітленості відповідно до характеру виконуваних зорових робіт, рівномірний розподіл світлового потоку, відсутність різких тіней на робочих поверхнях, недопущення ефекту засліплення, правильний напрямок світла та стабільність освітлення в часі без значних коливань. Недотримання цих вимог призводить до перевтоми зорового апарату, зниження продуктивності праці та підвищення рівня травматизму.

Сучасні підходи до проєктування освітлювальних систем передбачають комплексний аналіз виробничого середовища, включаючи тип приміщення, характер виконуваних робіт, категорію зорового навантаження, ступінь запиленості або загазованості повітря, колірне оформлення внутрішніх

поверхонь, пожежо- та вибухонебезпечність об’єкта, а також геометричні параметри простору. На основі цих даних здійснюється підбір типу світильників, їх потужності, розташування та кількості, а також формування системи загального, аварійного, евакуаційного та охоронного освітлення.

У сучасних умовах дедалі частіше застосовуються енергоефективні LED-системи з автоматичним регулюванням інтенсивності світла, датчиками присутності та системами «розумного освітлення», які адаптуються до умов навколишнього середовища та забезпечують оптимальні параметри освітленості при мінімальних енерговитратах. Це не лише підвищує комфорт праці, але й сприяє зниженню експлуатаційних витрат.

Проблема загазованості та запиленості повітря робочої зони залишається однією з найбільш актуальних у будівництві та промисловості, оскільки пил є одним із основних шкідливих виробничих факторів, що виникає внаслідок недосконалості технологічних процесів. Для забезпечення нормативної чистоти повітря в робочій зоні застосовується комплекс заходів, спрямованих на зниження концентрації пилу та шкідливих домішок.

До таких заходів належить використання пневматичних систем транспортування сипучих матеріалів, які мінімізують їх контакт із повітряним середовищем, а також впровадження систем аспірації, що забезпечують локальне відсмоктування пилу безпосередньо в місцях його утворення. Це можуть бути дробильні установки, транспортерні лінії або інші технологічні вузли. Утворене розрідження повітря запобігає поширенню пилу в робочу зону, забезпечуючи його ефективне видалення.

Перед викидом в атмосферу забруднене повітря піддається багатоступеневому очищенню за допомогою фільтраційних систем. Водночас слід враховувати, що універсальних систем пиловловлювання не існує, оскільки ефективність кожного пристрою залежить від типу пилу, його концентрації та фізико-хімічних властивостей. У сучасних умовах широко застосовуються циклонні установки, електростатичні фільтри та системи HEPA-фільтрації.

Окрему увагу слід приділити впливу атмосферної електрики, зокрема блискавковим розрядам, які становлять значну небезпеку для будівельних об’єктів, особливо тих, що містять металеві конструкції або вибухопожежонебезпечні матеріали. Рівень захисту визначається категорією об’єкта та реалізується через систему блискавкозахисту, яка включає зовнішні та внутрішні елементи.

Захист від електростатичної індукції передбачає відведення зарядів у землю шляхом підключення металевих конструкцій до системи заземлення з опором не більше 10 Ом. Для захисту від прямих ударів блискавки застосовуються блискавкоприймачі, струмовідводи та заземлювачі, які формують єдину систему відведення імпульсного струму. Сучасні системи додатково оснащуються активними блискавкозахисними пристроями з елементами моніторингу погодних умов.

Захист від шкідливих речовин передбачає комплекс інженерних і санітарно-технічних заходів, спрямованих на підтримання нормативної якості повітря у виробничих приміщеннях. Основними напрямами є герметизація технологічного обладнання, удосконалення виробничих процесів, запобігання витоку шкідливих речовин, а також організація ефективної вентиляції та кондиціонування повітря.

Важливим елементом системи безпеки є застосування засобів індивідуального захисту органів дихання, які поділяються на фільтруючі та ізолюючі. Фільтруючі засоби призначені для очищення повітря від пилу, газів і аерозолів, тоді як ізолюючі системи повністю відокремлюють працівника від навколишнього середовища та забезпечують подачу чистого повітря або кисню з автономного джерела. У сучасних умовах використовуються легкі композитні матеріали, покращені фільтрувальні системи та ергономічні конструкції, що підвищують комфорт користування.

Особливо небезпечним видом обладнання є підйомні крани, які належать до машин підвищеної небезпеки через ризик втрати стійкості. Основними причинами аварій можуть бути перевантаження, сильні вітрові навантаження,

просідання основи, динамічні удари, знос металоконструкцій або механічні пошкодження. Для запобігання таким ситуаціям крани обладнуються сучасними системами безпеки, включаючи датчики вітрового навантаження, обмежувачі вантажопідіймальності, системи контролю руху та автоматичного блокування.

Вібраційний вплив на працівників також потребує комплексного підходу до зменшення його негативного впливу. Найбільш ефективними заходами є зниження вібрації у джерелі її виникнення, а також використання віброізоляційних систем на шляху її поширення. Застосовуються віброгасячі фундаменти, амортизаційні платформи та спеціальні демпферні системи, що зменшують передачу коливань на робочі місця.

Пожежна безпека є невід'ємною складовою системи охорони праці та передбачає комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на попередження виникнення пожеж і мінімізацію їх наслідків. Основними причинами пожеж є порушення правил виконання зварювальних робіт, неправильна експлуатація електрообладнання, використання відкритого вогню та недотримання технологічної дисципліни.

На випадок виникнення пожежі передбачається чітко розроблена система евакуації людей, яка включає безпечні маршрути виходу, належне освітлення евакуаційних шляхів, вентиляцію та відсутність перешкод для руху. Усі евакуаційні виходи повинні відповідати нормативним вимогам щодо ширини, конструкції та доступності.

Система профілактики небезпечних і шкідливих факторів у будівництві є багаторівневою та включає технічні, організаційні та інноваційні цифрові рішення. Її ефективність забезпечується поєднанням класичних інженерних методів із сучасними технологіями автоматизації, моніторингу та інтелектуального управління безпекою. Це дозволяє значно знизити рівень виробничих ризиків, підвищити якість виконання робіт і забезпечити відповідність сучасним міжнародним стандартам охорони праці.

6.4 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ: СУЧАСНА СИСТЕМА ОРГАНІЗАЦІЇ, РИЗИКИ, ЗАХОДИ РЕАГУВАННЯ ТА ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ БЕЗПЕКИ НАСЕЛЕННЯ

Цивільний захист є комплексною державною системою, спрямованою на запобігання надзвичайним ситуаціям техногенного, природного та воєнного характеру, а також на захист населення, територій, об’єктів інфраструктури та довкілля від їх наслідків. У сучасних умовах дана система розглядається не лише як реактивний механізм ліквідації наслідків катастроф, а як багаторівнева модель управління ризиками, що включає прогнозування, моніторинг, раннє попередження та цифрову координацію дій.

Сучасний цивільний захист базується на поєднанні традиційних організаційних заходів із технологіями штучного інтелекту, супутникового спостереження, автоматизованих систем оповіщення та інтегрованих інформаційних платформ управління кризовими ситуаціями.

Таблиця 6.2 Оосновні небезпеки та загрози в системі цивільного захисту

№	**Тип загрози**	**Джерело виникнення**	**Потенційні наслідки**	**Сучасні методи контролю**
1	Природні надзвичайні ситуації	Повені, буревії, землетруси, спека	Руйнування інфраструктури, евакуація населення	Супутниковий моніторинг, метео-моделі прогнозування
2	Техногенні аварії	Промислові об’єкти, транспорт, енергетика	Викиди, пожежі, вибухи	SCADA-системи контролю, датчики витоків
3	Пожежі масового характеру	Лісові масиви, забудова	Втрата майна, загроза життю	Дрони спостереження, AI-виявлення диму
4	Воєнні загрози	Збройні конфлікти	Руйнування інфраструктури, жертви	Системи раннього попередження, радіолокаційний контроль
5	Радіаційні та хімічні аварії	АЕС, хімічні підприємства	Отруєння, довготривале забруднення	Сенсорні мережі контролю повітря
6	Кіберзагрози критичній інфраструктурі	Хакерські атаки	Виведення з ладу систем управління	Кіберзахист, SOC-центри

Сучасна система цивільного захисту передбачає багаторівневу структуру оповіщення населення, яка включає як традиційні, так і цифрові канали передачі інформації.

Таблиця 6.3 Система сповіщення та реагування

Рівень	**Засоби оповіщення**	**Особливості застосування**
Державний	Системи централізованого оповіщення	Масове інформування через сирени та телебачення
Регіональний	Мобільні додатки, SMS-розсилки	Геолокаційні повідомлення
Локальний	Гучномовці, сирени, LED-табло	Оперативне сповіщення на місцях
Цифровий	Push-сповіщення, AI-аналітика	Персоналізовані попередження

Сучасні рішення включають інтеграцію мобільних додатків цивільного захисту, які використовують GPS-дані для точкового інформування громадян у зоні ризику.

Таблиця 6.4 Заходи захисту населення

Категорія заходів	**Зміст**	**Сучасні технологічні рішення**
Організаційні	Планування евакуації, інструктажі	Цифрові карти евакуації, VR-навчання
Інженерні	Захисні споруди, укриття	Модульні укриття швидкого розгортання
Медичні	Надання першої допомоги	Телемедицина, мобільні медичні пункти
Радіаційний та хімічний захист	Контроль забруднення	IoT-датчики якості повітря
Евакуаційні	Виведення населення	GPS-координація маршрутів

Сучасний підхід до цивільного захисту базується на цифровій трансформації систем безпеки:

- використання штучного інтелекту для прогнозування надзвичайних ситуацій;
- впровадження дронів для моніторингу територій у реальному часі;

- створення єдиних кризових центрів управління (Emergency Operations Centers);
- використання Big Data для аналізу ризиків;
- впровадження смарт-систем оповіщення населення;
- застосування цифрових двійників міст для моделювання катастроф.

Такі технології дозволяють переходити від реагування до превентивного управління ризиками.

Евакуаційні заходи є ключовим елементом системи цивільного захисту. Вони включають планування маршрутів, підготовку транспортної інфраструктури, забезпечення пунктів тимчасового розміщення та координацію дій між службами.

Сучасні підходи передбачають:

- автоматичне формування маршрутів евакуації через GIS-системи;
- використання мобільних застосунків для навігації населення;
- динамічне оновлення маршрутів залежно від ситуації;
- координацію через єдині цифрові платформи кризового управління.

Цивільний захист у сучасних умовах трансформується з класичної системи реагування на надзвичайні ситуації у високотехнологічну інтегровану платформу управління ризиками. Його ефективність визначається не лише рівнем готовності служб реагування, а й якістю прогнозування, швидкістю обміну інформацією та ступенем цифровізації процесів.

Впровадження інноваційних технологій — таких як штучний інтелект, супутниковий моніторинг, системи IoT та цифрові платформи управління — значно підвищує рівень безпеки населення, зменшує наслідки надзвичайних ситуацій та забезпечує більш ефективне використання ресурсів держави.

Таким чином, сучасна система цивільного захисту є ключовим елементом національної безпеки, що поєднує інженерні, організаційні та цифрові рішення для захисту життя і здоров’я людей, а також стабільного функціонування суспільства навіть в умовах кризових ситуацій.

ВИСНОВОК

У межах виконаної кваліфікаційної роботи було здійснено комплексне дослідження та аналіз напрямів удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць В’ячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська у Шевченківському районі міста Києва. Проведене дослідження дозволило встановити, що існуюча транспортна система даної території функціонує на достатньому рівні, однак не повністю відповідає сучасним вимогам щодо ефективності, безпеки, екологічності та комфортності міського пересування.

Узагальнюючи отримані результати, слід підкреслити, що транспортна інфраструктура досліджуваного району потребує системної та поетапної модернізації, яка повинна базуватися на впровадженні інноваційних технологій, цифрових інструментів управління дорожнім рухом та принципів сталого розвитку міського середовища. Особливої актуальності набуває інтеграція інтелектуальних транспортних систем, розвиток мультимодальної транспортної мережі, оптимізація маршрутів громадського транспорту, а також підвищення рівня безпеки дорожнього руху через впровадження сучасних інженерних рішень.

Окремо встановлено, що транспортний вузол у зоні Берестейського проспекту характеризується значним функціональним навантаженням, яке формується за рахунок одночасного руху транзитного, місцевого та громадського транспорту. У години пік спостерігається зниження пропускної здатності, що зумовлено недостатньою адаптивністю систем світлофорного регулювання, обмеженою ефективністю організації пішохідних потоків та недостатнім рівнем пріоритетності громадського транспорту.

З урахуванням сучасних підходів до міського планування та концепції «розумного міста» (Smart City), доцільним є впровадження комплексу інноваційних рішень. Серед них особливе місце займають адаптивні світлофорні системи з елементами штучного інтелекту, що здатні аналізувати транспортні потоки в режимі реального часу, виділені смуги для громадського транспорту з пріоритетним пропуском, підвищені пішохідні переходи з LED-

підсвіткою та сенсорним виявленням пішоходів, а також інтеграція вузла до єдиної міської цифрової платформи управління трафіком. Додатково ефективним є використання довговічних термопластичних матеріалів для дорожньої розмітки, впровадження елементів візуального та фізичного заспокоєння руху, а також систем онлайн-моніторингу транспортного навантаження.

Результати виконаних розрахунків та аналізу організації дорожнього руху свідчать про необхідність переходу від локальних заходів коригування до комплексної модернізації транспортного вузла з впровадженням інтелектуальних систем управління рухом. Такий підхід повністю відповідає сучасним європейським стандартам міської мобільності, де пріоритет надається громадському транспорту, пішохідній інфраструктурі та екологічній безпеці.

У частині конструктивних рішень встановлено, що умови міцності розрахункового перерізу забезпечуються з достатнім запасом, оскільки фактичні навантаження перевищують нормативні вимоги опору похилих перерізів. У зв’язку з цим необхідність у додатковому розрахунковому поперечному армуванні за несучою здатністю відсутня. Водночас для забезпечення конструктивної цілісності, підвищення тріщиностійкості та монтажної жорсткості прийнято застосування закритих хомутів із арматури діаметром Ø6,0 мм класу А240С із кроком 150 мм.

Слід зазначити, що у сучасній інженерній практиці подібні конструктивні рішення додатково перевіряються із використанням методів чисельного моделювання, зокрема із врахуванням нелінійної роботи бетону та просторової взаємодії елементів конструкції. Це дозволяє більш точно оцінити реальний запас міцності, оптимізувати схеми армування та зменшити надмірне використання металу без втрати надійності конструкцій.

У результаті узагальнення матеріалів щодо влаштування асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг встановлено, що даний процес є складною багатоступеневою інженерною системою, яка потребує чіткого дотримання технологічних регламентів, нормативних вимог та

сучасних стандартів якості. Довговічність і експлуатаційна надійність дорожнього покриття безпосередньо залежать від ефективної організації контролю на всіх етапах реалізації проєкту.

Особливе значення має вхідний контроль матеріалів і документації, який дозволяє своєчасно виявляти невідповідності ще до початку виробничого процесу. Не менш важливим є операційний контроль, що забезпечує постійний моніторинг якості виконання робіт безпосередньо під час укладання асфальтобетонної суміші. Ключовими параметрами залишаються температура матеріалу, якість основи, рівність укладки, щільність ущільнення та дотримання геометричних характеристик покриття.

Важливим напрямом підвищення якості є впровадження сучасних технологічних рішень, зокрема автоматизованих систем контролю, цифрового моделювання дорожніх процесів, використання георадарного та лазерного моніторингу, а також методів неруйнівного контролю. Це дозволяє значно підвищити точність виконання робіт, знизити кількість дефектів та забезпечити стабільну якість дорожнього покриття навіть у складних кліматичних умовах.

Окремо необхідно підкреслити важливість дотримання вимог охорони праці, екологічної безпеки та організації безпечних умов виконання робіт, що є невід’ємною складовою сучасного будівельного процесу. Використання екологічно безпечних матеріалів, технологій повторної переробки асфальтобетону та енергоефективної техніки сприяє зниженню негативного впливу на довкілля.

Таким чином, комплексний підхід до організації будівництва, що поєднує класичні нормативні вимоги з інноваційними цифровими технологіями та сучасними інженерними рішеннями, є ключовим фактором забезпечення високої якості, довговічності та безпечної експлуатації транспортної інфраструктури.

У контексті цивільного захисту слід зазначити, що сучасна система безпеки населення трансформується у багатофункціональну цифрову платформу управління ризиками, яка поєднує прогнозування, моніторинг та

оперативне реагування на надзвичайні ситуації. Її ефективність визначається рівнем інтеграції інформаційних систем, швидкістю обміну даними та використанням аналітичних технологій.

Впровадження таких інновацій, як штучний інтелект, супутникові системи спостереження, сенсорні мережі IoT та централізовані платформи кризового управління, суттєво підвищує рівень захисту населення, дозволяє оперативно реагувати на загрози та мінімізувати наслідки надзвичайних ситуацій. Це також сприяє більш раціональному використанню державних ресурсів та підвищенню загальної ефективності системи безпеки.

Отже, сучасна система цивільного захисту є невід'ємним елементом національної безпеки держави, яка об'єднує інженерні, організаційні та цифрові рішення, спрямовані на захист життя і здоров'я населення, забезпечення стійкості інфраструктури та стабільного функціонування суспільства навіть в умовах надзвичайних та кризових ситуацій.

Ефективність реалізації транспортних інфраструктурних проєктів безпосередньо залежить від якості техніко-економічного обґрунтування. Саме воно забезпечує обґрунтованість інвестиційних рішень, дозволяє оптимізувати витрати, мінімізувати ризики та досягти максимального соціально-економічного ефекту. У перспективі подальший розвиток цієї сфери буде пов'язаний із глибшою інтеграцією цифрових технологій, використанням штучного інтелекту, автоматизацією розрахунків і переходом до повністю цифрових моделей управління життєвим циклом інфраструктурних об'єктів, що відповідає сучасним викликам та вимогам розвитку міського середовища.

Список використаної літератури

1. Закон України «Про дорожній рух».
2. Закон України «Про автомобільні дороги».
3. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності».
4. Закон України «Про благоустрій населених пунктів».
5. Закон України «Про цивільний захист населення».
6. ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів».
7. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій».
8. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
9. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд».
10. ДСТУ 4100:2021 «Безпека дорожнього руху. Знаки дорожні».
11. Правила дорожнього руху України.
12. Методика визначення економічних втрат від ДТП (МВС України).
13. Transportation Research Board. Highway Capacity Manual. Washington, 2022.
14. World Bank. Urban Transport and Mobility Report. 2021.
15. OECD. ITF Transport Outlook. Paris, 2023.
16. UN-Habitat. Global Report on Human Settlements. 2020.
17. European Commission. Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP) Guidelines.
18. WHO. Global Status Report on Road Safety. 2023.
19. Litman T. Transportation Demand Management. Victoria Transport Policy Institute.
20. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems.
21. Vuchic V. Urban Transit Systems and Technology.
22. Banister D. Transport Planning.
23. Cervero R. The Transit Metropolis.
24. Gartner N., Messer C. Traffic Flow Theory.
25. Papageorgiou M. Traffic Flow Dynamics.
26. Eastman C. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling.
27. Autodesk. BIM Guide for Infrastructure.

28. ESRI. GIS for Urban Planning.
29. ISO 37120:2018 Sustainable cities and communities.
30. UNECE. Smart Sustainable Cities Profile.
31. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків».
32. Кошторисні норми України (ДСТУ Б Д.1.1-1:2013).
33. Методичні рекомендації з розробки транспортних схем міст.
34. Інтелектуальні транспортні системи: навч. посібник / за ред. О. Лобанова.
35. Урбаністика: підручник / за ред. Ю. Білоконя.

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва та архітектури
Відокремлений структурний підрозділ
Інститут інноваційної освіти
Київського національного університету будівництва та архітектури

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему:

Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць Вячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ

Виконав: студент групи МБ-22-1В(п)д
Тищенко Іван Олегович
Керівник: доц. Чередніченко П.П.
Зав. кафедри: к.е.н., доц. Чудовська В.А.

Схема розташування об'єктів тяжіння транспорту та пішоходів

Класифікація об'єктів транспортної інфраструктури

№ п/п	Назва об'єкту	Кіль-кість	Один. виміру	Пока-зник	Примітки
	Вулично - дорожня мережа				
1.1	Загальноміські магістралі	2	км	2.3	
1.2	Магістралі районного значення	4	км	4.2	
1.3	Житлові вулиці	11	км	3.6	
	Об'єкти транспортної інфраструктури				
2.1	Загальноміський транспорт	30	км	28.0	без метрополітену
2.2	Світлофорні об'єкти	6	1/км	0.9	
2.3	АЗК	1	1/км	0.2	
2.4	СТО	3	1/км	0.5	включаючи пункти мийки та шиномонтаж
2.5	Автостоянки	3	1/км	0.5	
2.6	Гаражі	4	1/км	0.6	
2.7	Підземні пішохідні переходи	2	1/км	0.3	
	Об'єкти транспортної інфраструктури				
3.1	Торговельні центри	1	1/км	0.2	
3.2	Школа	3	1/км	0.5	
3.3	Дитячий садочок	4	1/км	0.6	
3.4	Медичні заклади	2	1/км	0.3	

ТЕП

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Кіль-кість
1	Площа підрайону	км ^{2}	1.22
2	Довжина ВДМ	км	10.06
3	Довжина магістра-льної ВДМ	км	6.44
4	Щільність магіст-ральної ВДМ	км/км^2	5.3
5	Щільність об'єктів транспортної інфраструктури	1/км	2.95
6	Щільність об'єктів соціальної інфраструктури	1/км	1.55



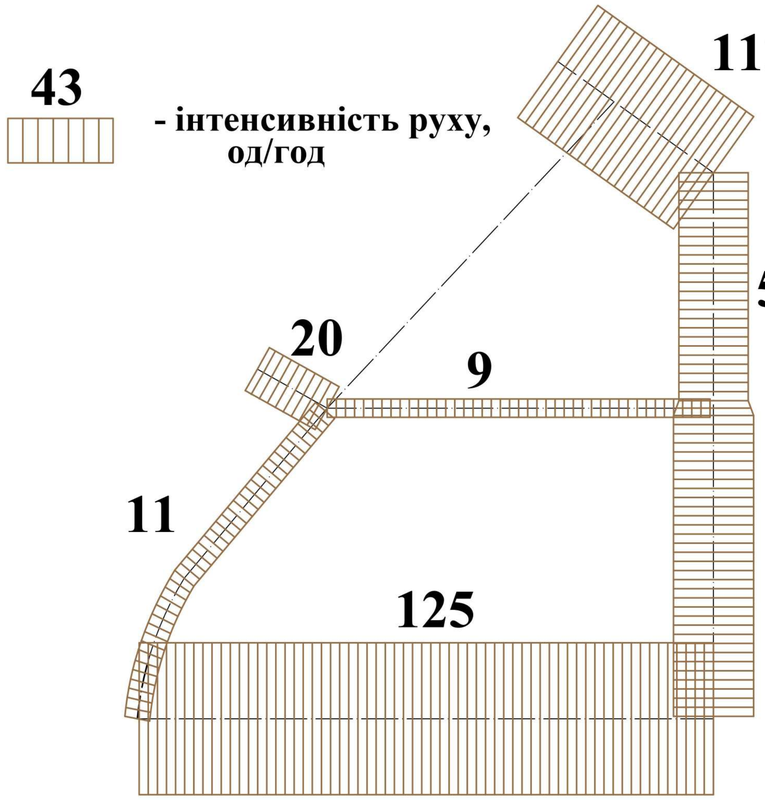
Умовні позначення

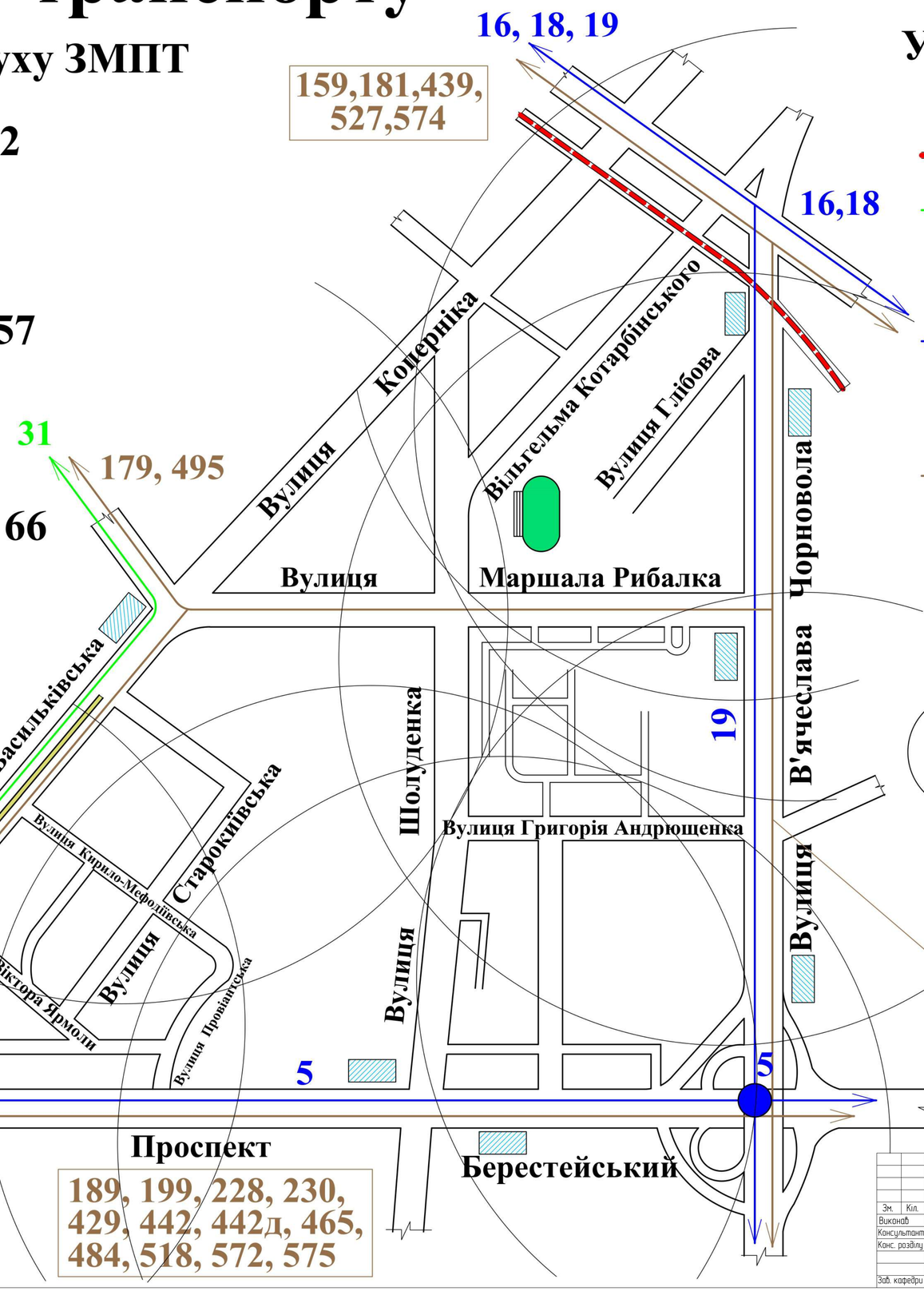
- загальноміські магістралі
- магістралі районного значення
- житлові вулиці
- світлофори
- АЗК
- СТО
- медична установа
- паркування
- гаражі
- автомийка
- автопрокат
- автосалони
- шиномонтаж
- школи
- дитячі садки
- торгові центри
- кінотеатри

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА		
						ВСП ІІНО КНУБА		
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата			
Виконав		Тищенко І.О.				Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць Вячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант		Чередніченко П.П.					КРБ	2	8
Конс. розділу		Чередніченко П.П.							
						Схема розташування об'єктів тяжіння транспорту та пішоходів	Група МБ-22-1В(ліц)		
Зав. кафедри		Чудовська В.А							

Схема загальноміського пасажирського транспорту

Картограма інтенсивності руху ЗМПТ





Умовні позначення

- маршрут трамваю
- маршрут автобусу
- кінцева зупинка автобусу
- маршрут тролейбусу
- кінцева зупинка тролейбусу
- маршрутне таксі
- кінцева зупинка маршрутного таксі
- зупинка
- радіус доступності зупинки, R=500 м

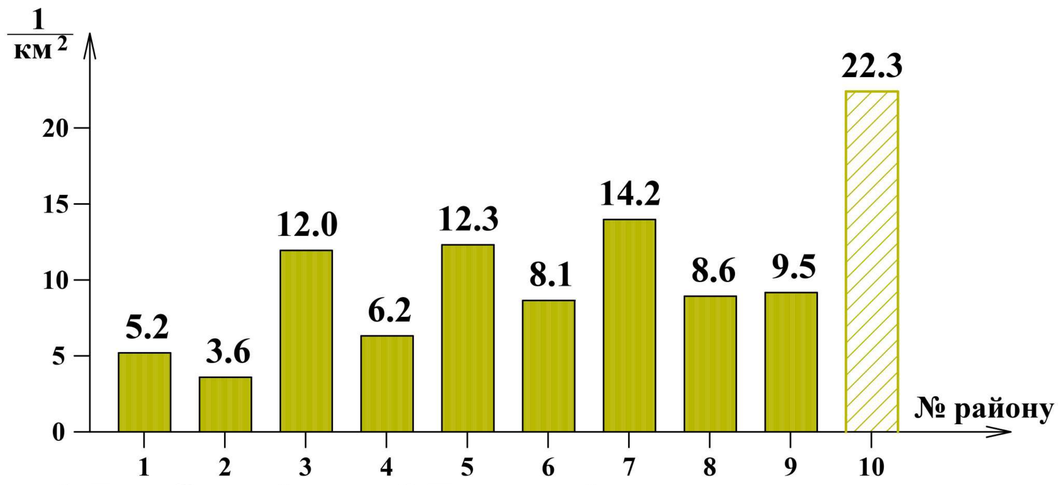
ТЕП

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Кіль-кість
1	Довжина маршрутної мережі, у т.ч.	км	28.14
	трамвай	км	0.51
	тролейбус	км	2.67
	автобус	км	0.73
	маршрутне таксі	км	24.23
2	Щільність маршрутної мережі	км/км^2	513
3	Маршрутний коефіцієнт	-	7.05
4	Середня відстань між зупинками	м	562
5	Сітьовий інтервал	хв.	15.5

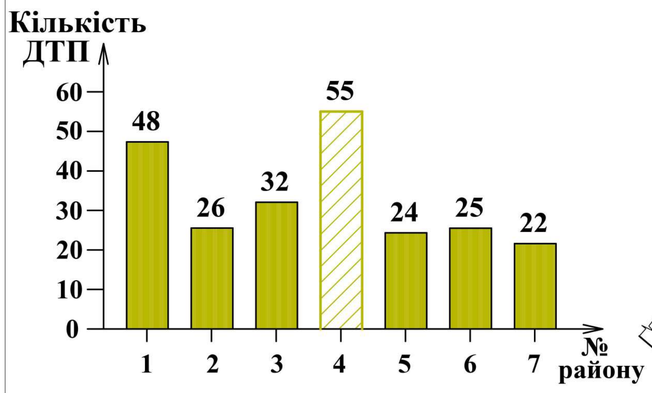
						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	
						ВСП ІІНО КНУБА	
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата		
Виконав		Тищенко І.О.				Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць Вячеслава Чорновола, Коперніка та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ	Стадія: КРБ; Аркуш: 3; Аркушів: 8
Консультант		Чередніченко П.П.					
Конс. розділу		Чередніченко П.П.					
Зав. кафедри		Чудовська В.А				Схема загальноміського пасажирського транспорту	Група МБ-22-1В(л)а

Особливості організації дорожнього руху та безпека руху

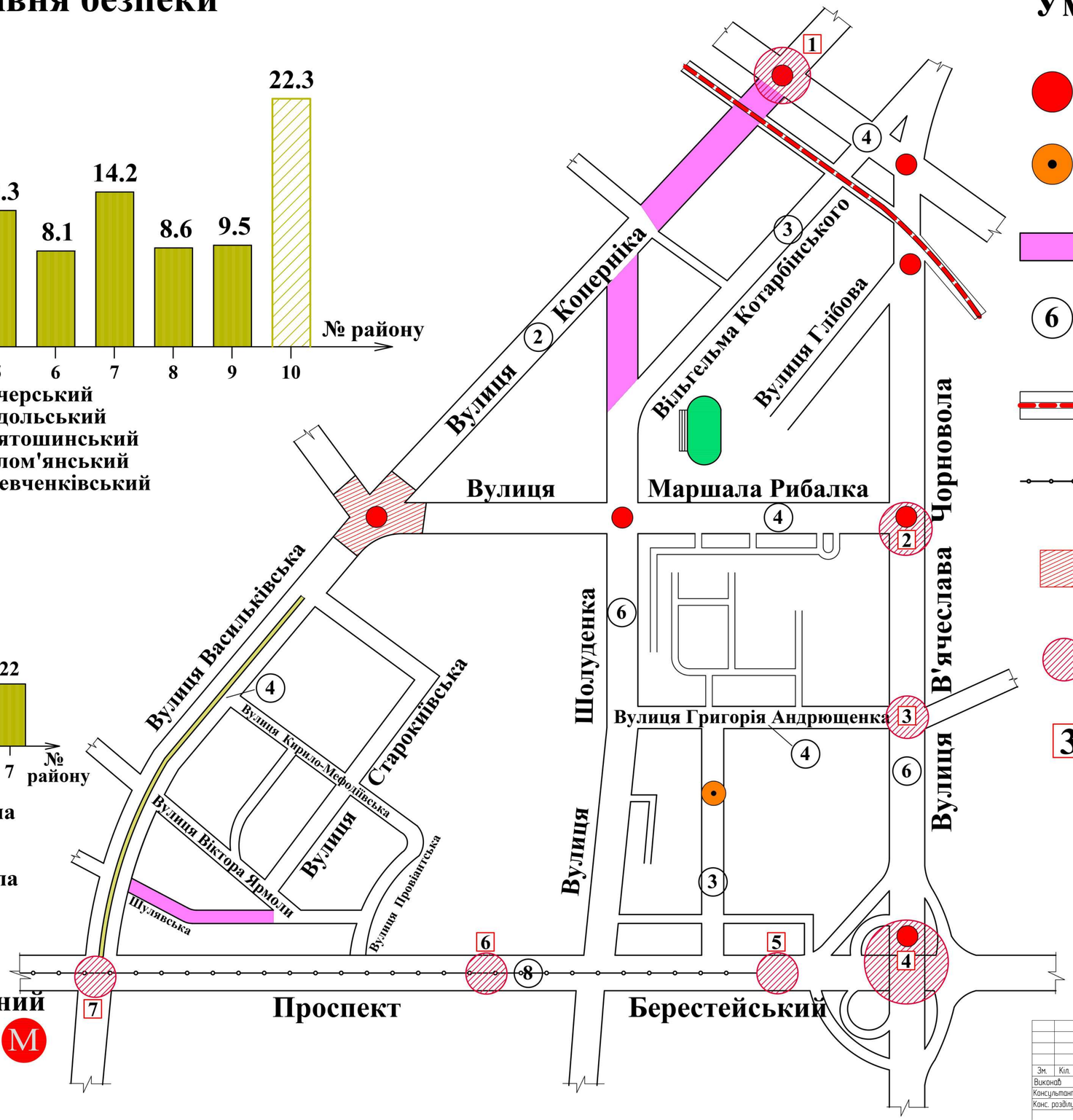
Аналіз рівня безпеки



1. Голосіївський
2. Дарницький
3. Деснянський
4. Дніпровський
5. Оболонський
6. Печерський
7. Подольський
8. Святошинський
9. Солом'янський
10. Шевченківський



1. Січових Стрільців - Чорновола
2. Рибалка - Чорновола
3. Чорновола - Андрющенка
4. Повітрофлотський - Чорновола
5. Перемоги, 11, 14-16
6. Перемоги, 15-17, 20
7. Перемоги - Б.Гаврилишина



Умовні позначення

- світлофорні об'єкти
- тупик
- рух заборонений
- кількість смуг руху у двох напрямках
- рух трамваю
- розподільче огородження
- аварійно-небезпечна ділянка
- місце концентрації ДТП
- номер МК ДТП

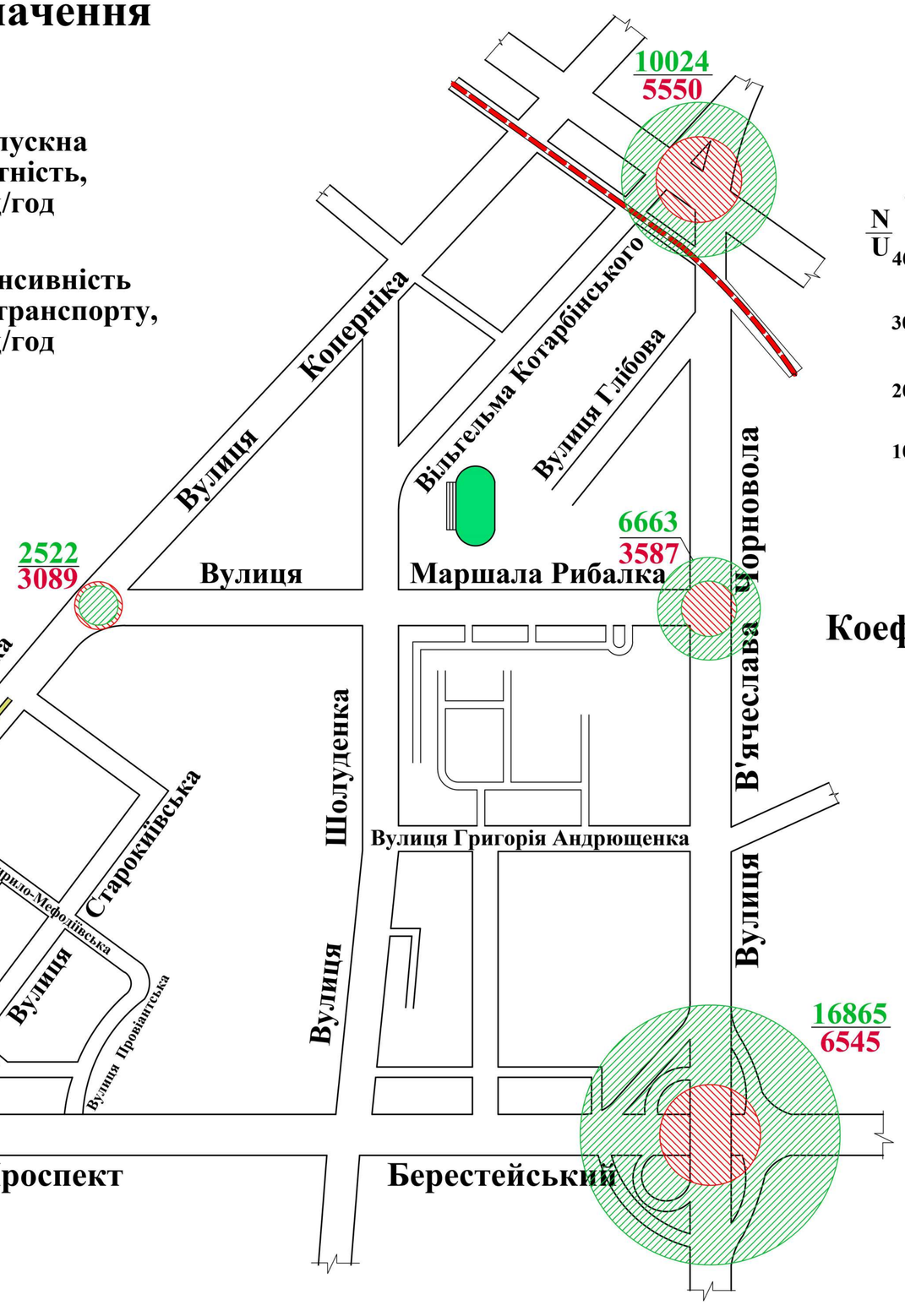
						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
						ВСП ІІНО КНУБА			
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата				
Виконав		Тищенко І.О.				Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць Вячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант		Чередніченко П.П.					КРБ	4	8
Конс. розділу		Чередніченко П.П.							
						Особливості організації дорожнього руху та безпека руху	Група МБ-22-1В(п)д		
Зав. кафедри		Чудовська В.А							

Аналіз пропускної здатності ділянок ВДМ

Умовні позначення

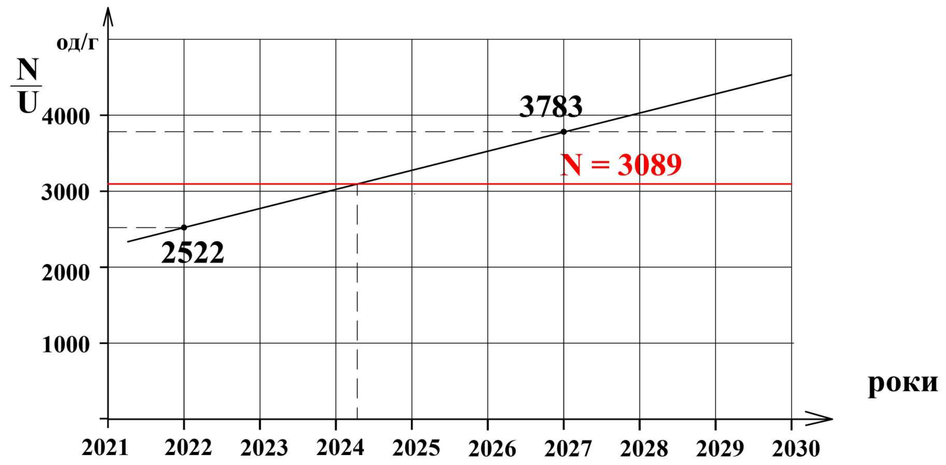
- пропускна здатність, од/год

- інтенсивність руху транспорту, од/год

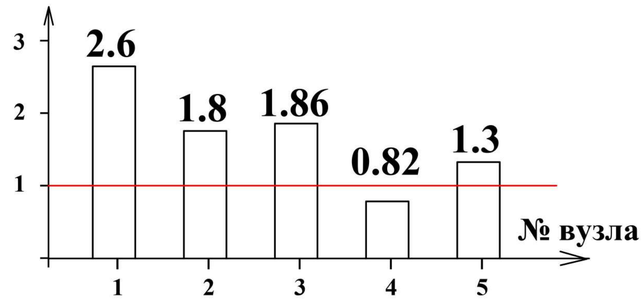


Визначення строку вичерпання пропускної здатності

Перехрестя Б.Гаврилишина



Коефіцієнт використання пропускної здатності



1-Повітрофлотський просп. - просп. Перемоги
2-вулиця Січових Стрільців - вулиця Глибочицька
3-вулиця Чорновола - вулиця Рибалка
4-вулиця Б.Гаврилишина - вулиця Рибалка
5-проспект Перемоги - вулиця Б.Гаврилишина

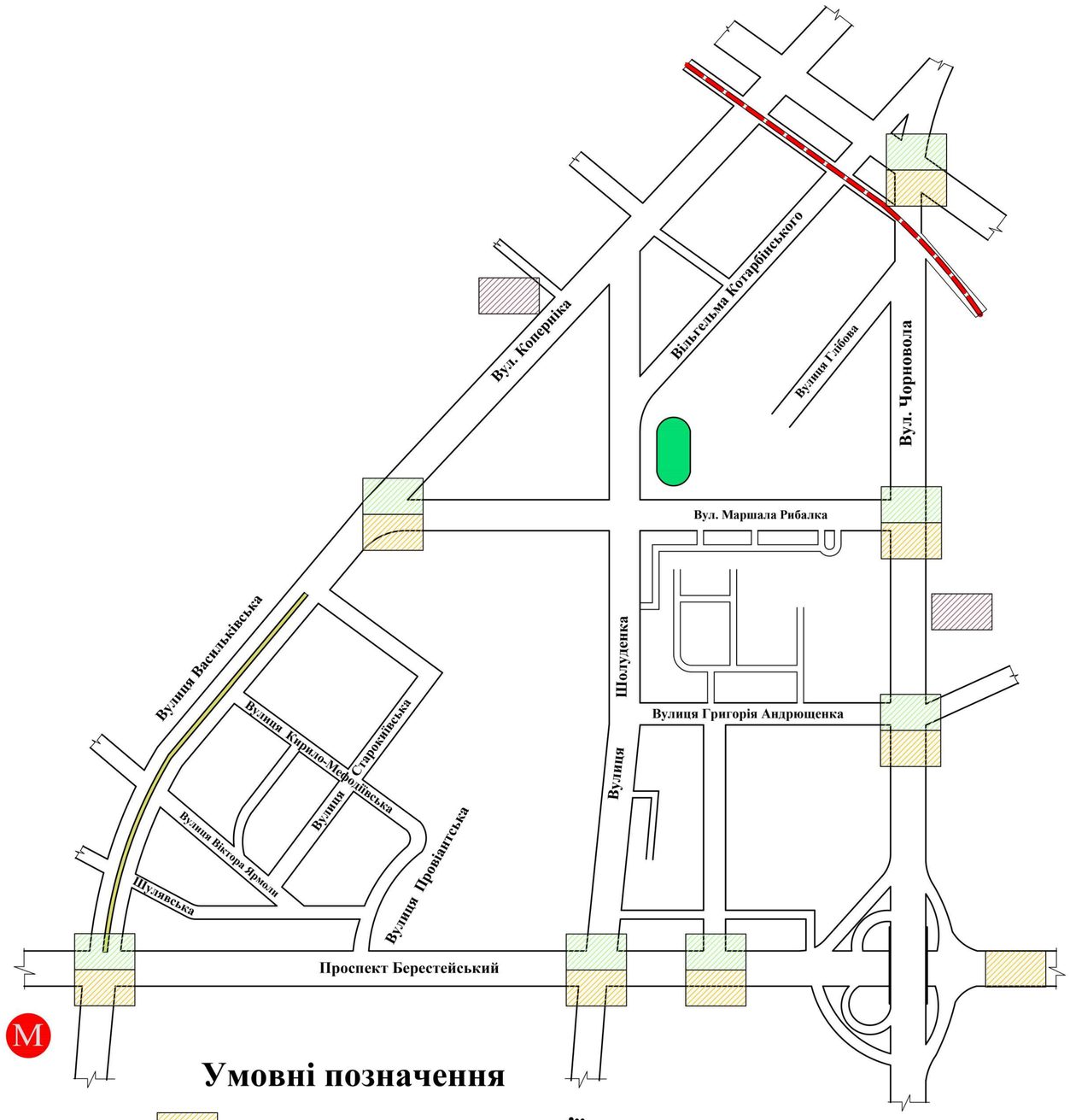
						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
						ВСП ІІНО КНУБА			
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата				
Виконав		Тищенко І.О.				Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць Вячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант		Чередниченко П.П.					КРБ	5	8
Конс. розділу		Чередниченко П.П.							
Зав. кафедри		Чудовська В.А				Аналіз пропускної здатності ділянок ВДМ	Група МБ-22-1В(ln)д		

Проектні пропозиції по удосконаленню транспортної інфраструктури. Загальна схема заходів.

№ п/п	Назва ділянки	Перелік заходів
1.	Проспект Перемоги, 12,9 - вул. Чорновола	- переведення СО в цілодобовий режим роботи - будівництво підземного пішохідного переходу
2.	Вул.Січових Стрільців - вул. Чорновола	- корегування режиму роботи СО - встановлення пішохідних огороджень - спорудження "кишень" на зупинках - спорудження транспортної розв`язки в різних рівнях
3.	Вул.Чорновола - вул. Рибалка	- корегування режиму роботи СО - спорудження підземного пішохідного переходу - спорудження "кишень" на зупинках
4.	Вул.Чорновола - вул.Андрющенка	- встановлення пішохідних огороджень - впровадження СО - спорудження підземного пішохідного переходу
5.	Проспект Перемоги, 14-16	- нанесення дорожньої розмітки холодним пластиком - спорудження "кишень" на зупинках, благоустрій
6.	Проспект Перемоги, 15-17 - вул. Шолуденка	- нанесення дорожньої розмітки холодним пластиком - спорудження "кишень" на зупинках, благоустрій
7.	Проспект Перемоги - вул. Б. Гаврилишина	- встановлення д.з. 1.39 - спорудження "кишень" на зупинках, благоустрій
8.	Вул. Коперника, 14б	- будівництво підземного паркінгу
9.	Вул. Чорновола, 27	- будівництво багатоповерхового паркінгу

Техніко-економічні показники

№ п/п	Показник	Один. виміру	Кіль-кість
1.	Встановлення світлофорного об'єкту	шт.	1
2.	Спорудження підземного пішохідного переходу	шт.	3
3.	Встановлення пішохідних огороджень	п.м.	540
4.	Нанесення дорожньої розмітки	п.м.	3150
5.	Встановлення додаткового освітлення наземних пішо-хідних переходів	шт.	4
6.	Спорудження "кишень" на зупинках	шт.	6
7.	Будівництво паркінгів	шт.	2
8.	Будівництво транспортних розв`язок в різних рівнях	шт.	1
9.	Економія від зниження кількості ДТП	тис.грв.	6625,9



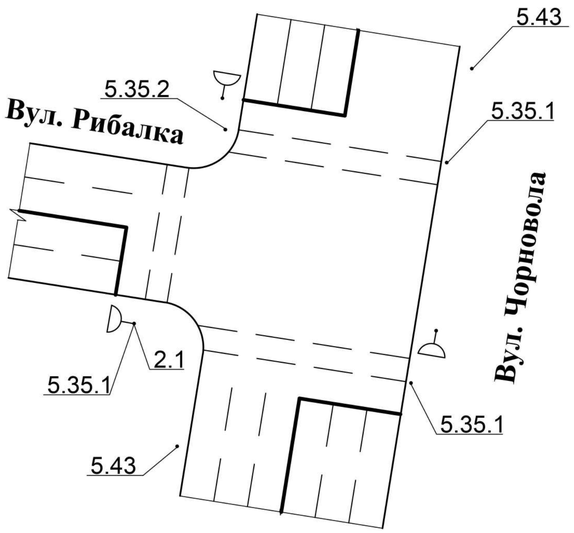
Умовні позначення

- заходи з реконструкції
- організаційні заходи
- нове будівництво

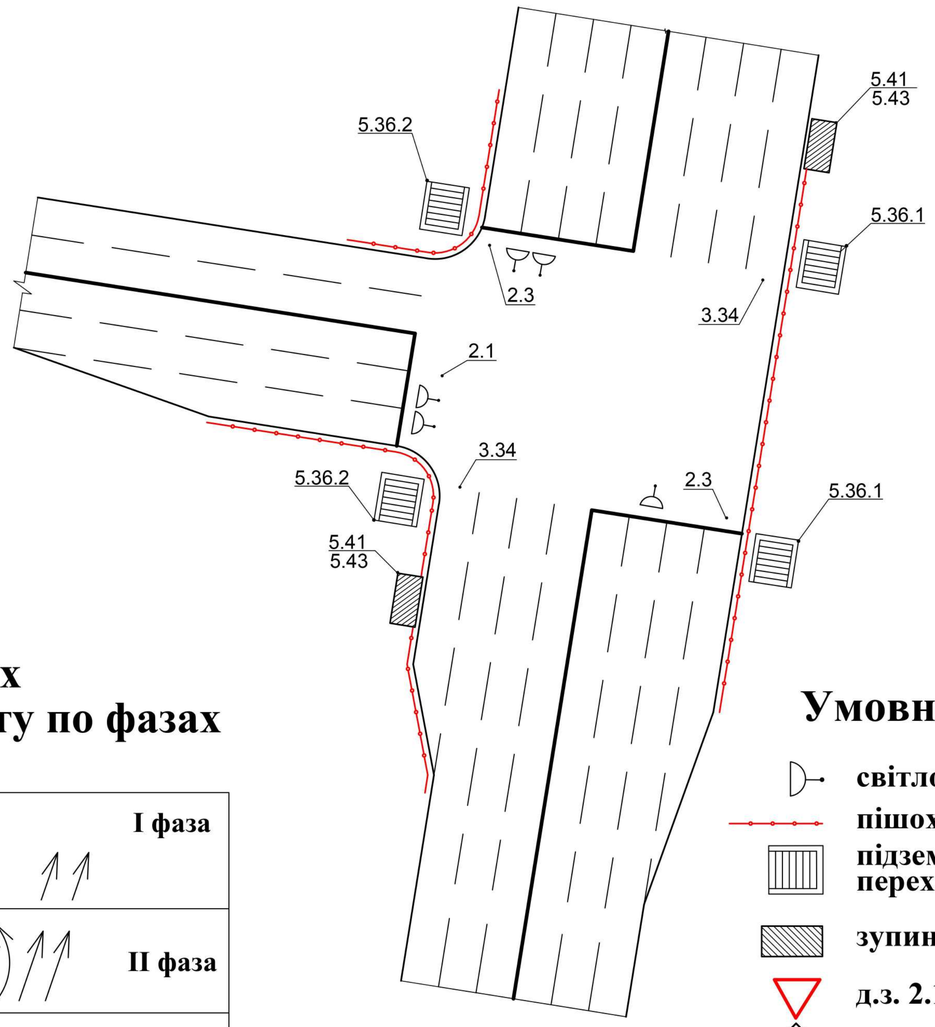
						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	
						ВСП ІНО КНУБА	
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата		
Виконав		Тищенко І.О.				Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць Вячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ	Стадія: КРБ; Аркуш: 6; Аркушів: 8
Консультант		Чередниченко П.П.					
Конс. розділу		Чередниченко П.П.					
Зав. кафедри		Чудовська В.А				Проектні пропозиції по удосконаленню транспортної інфраструктури	Група МБ-22-1В(л)д

Проектні пропозиції. Удосконалення транспортної інфраструктури: вул. Чорновола - вул. Ростиславська

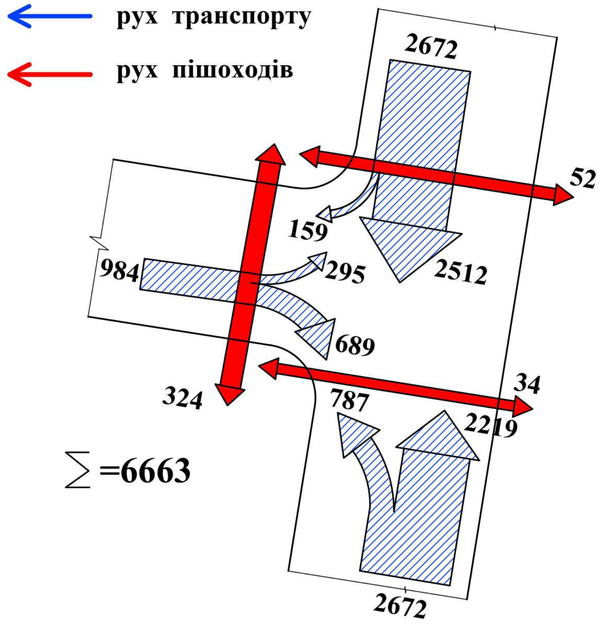
Існуюча схема ОДР



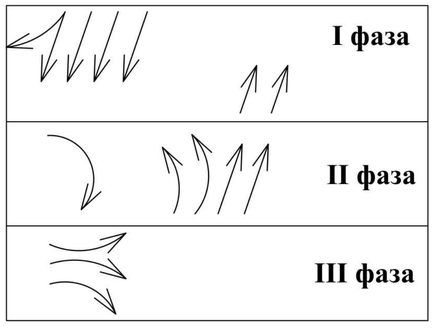
Проектні пропозиції М 1:300



Картограма інтенсивності руху транспорту та пішоходів



Рух транспорту по фазах



№ входа	График включення	$t_з$	$t_ж$	$t_ч$	$t_ж$
1-2 1-3		64	4	92	4
2-1		64	4	92	4
2-1		57	4	99	4
2-3 3-2		57	4	99	4
3-2		32	4	124	4
3-1		32	4	124	4

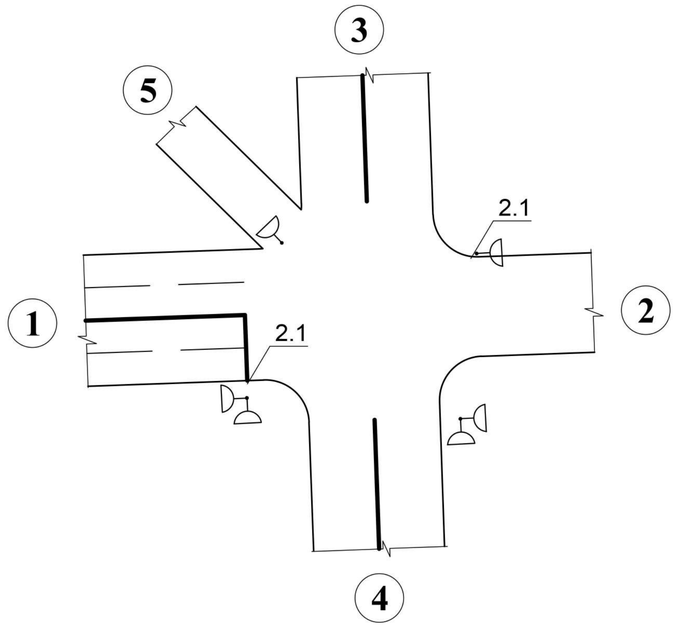
Умовні позначення

- світлофор
- пішохідні огородження
- підземний пішохідний перехід
- зупиночний павільон
- д.з. 2.1 "Дати дорогу"
- д.з. 2.3 "Головна дорога"
- д.з. 5.41 "Місце зупинки тролейбусу, автобусу"
- д.з. 5.36.1, 5.36.2"Підземний пішохідний перехід

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА	
						ВСП ІІНО КНУБА	
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата		
Виконав		Тищенко І.О.				Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць Вячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ	Стадія: КРБ; Аркуш: 7; Аркушів: 8
Консультант		Чередниченко П.П.					
Конс. розділу		Чередниченко П.П.					
Зав. кафедри		Чудовська В.А.				Проектні пропозиції по удосконаленню транспортної інфраструктури	Група МБ-22-1В(пІ)д

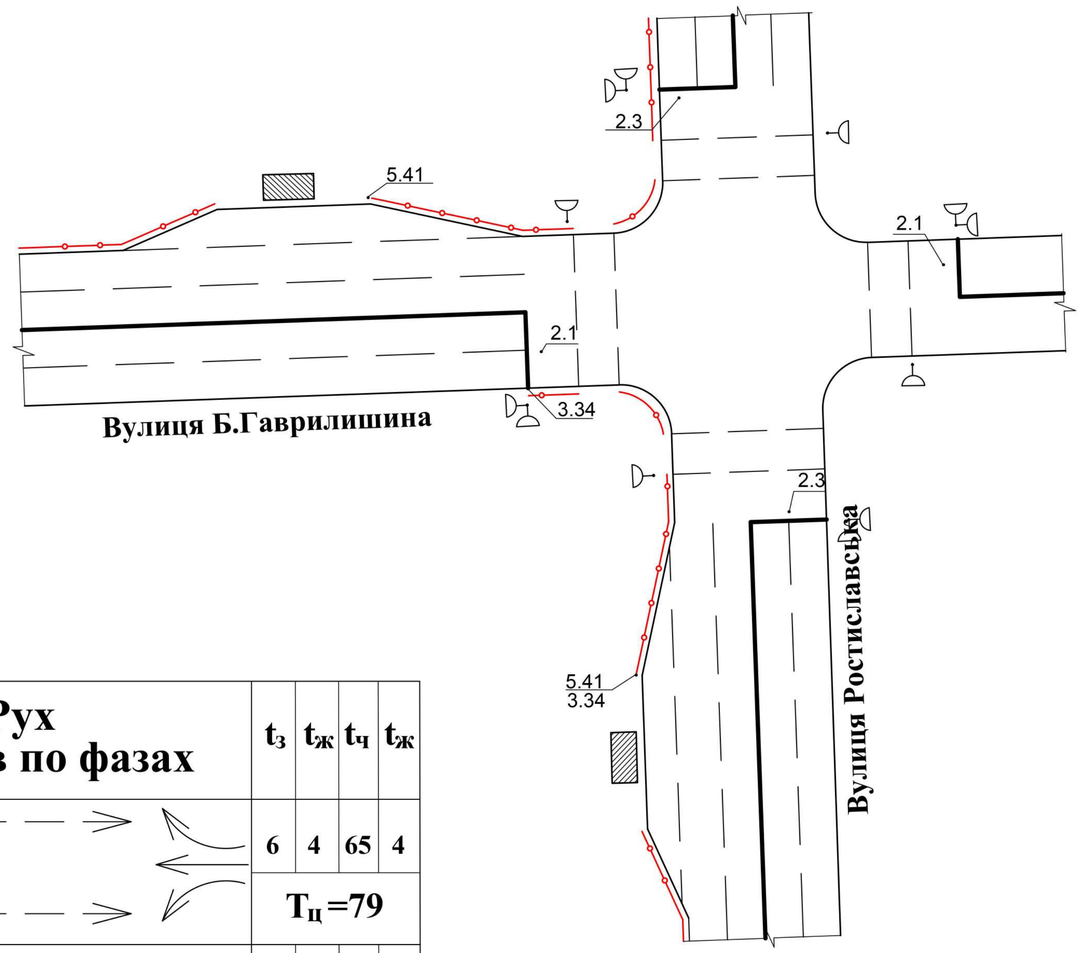
Проектні пропозиції. Удосконалення транспортної інфраструктури: вул. Богдана Гаврилишина

Існуючий стан

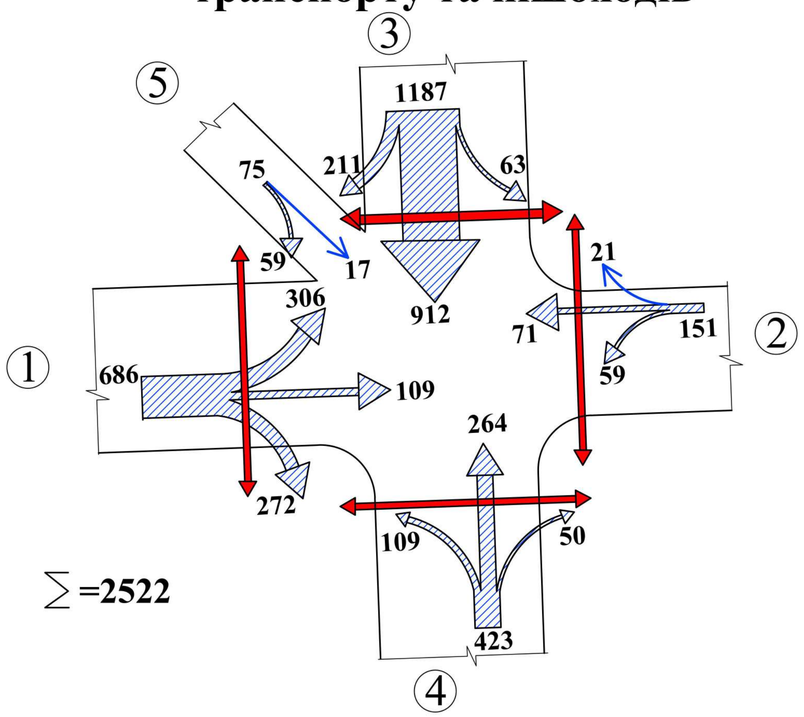


1 - Вул. Гаврилишина
2 - Вул. Коперника
3 - Вул. Довнар-Запольського
4 - Вул. Рибалка
5 - Проїзд

Проектні пропозиції М 1:300



Картограма інтенсивності руху транспорту та пішоходів



$\sum$ =2522

Рух потоків по фазах		$t_з$	$t_ж$	$t_ч$	$t_ж$
I		6	4	65	4
		$T_ц$ =79			
II		18	4	53	4
		$T_ц$ =79			
III		43	4	28	4
		$T_ц$ =79			

Умовні позначення

- світлофор
- пішохідні огородження
- зупиночний павільон

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА			
						ВСП ІІНО КНУБА			
Зм.	Кіл.	Арк.	№Док.	Підпис	Дата				
Виконав		Тишенко І.О.				Удосконалення транспортної інфраструктури в межах вулиць Вячеслава Чорновола, Коперника та Ростиславська в Шевченківському районі міста Київ	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант		Черевіченко П.П.					КРБ	8	8
Конс. розділу		Черевіченко П.П.				Проектні пропозиції по удосконаленню транспортної інфраструктури	Група МБ-22-1В(пІ)в		
Зав. кафедри		Чудовська В.А							