

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ  
Факультет урбаністики та просторового планування  
Кафедра міського будівництва

## АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему:

Енергоефективність транспортного потоку, як  
критерій оцінки інженерно-планувального рішення  
перетину міських магістралей

Виконав: студент гр. МБГ-2022-2

Черепаня Д.В.

Галузь знань: 19 "Архітектура і будівництво"

Спеціальність: 192 "Будівництво і цивільна інженерія"

Спеціалізація: "Міське будівництво і господарство"

Керівник: проф. Осетрін М.М.

КИЇВ-2024

## МЕТА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Проаналізувати сучасний стан та проблеми транспортної галузі України, законодавчо-нормативну базу, виявити основні фактори, що впливають на енергоефективність транспортного потоку в межах перетину міських магістралей, навести основні методи вимірювання енергоефективності.

## ЗАВДАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

- 1) Провести аналіз сучасного стану та виявити проблеми транспортної галузі України;
- 2) Проаналізувати енергоефективність у сфері транспорту, навести напрямки та стратегії розвитку;
- 3) Дослідити законодавчо-нормативну базу по вирішенню проблеми енергоефективності;
- 4) Проаналізувати транспортний потік, виявити вплив його характеристик на енергоефективність;
- 5) Визначити фактори, які впливають на енергоефективність ТП, та їх залежність від планувальних рішень перетинів міських магістралей;
- 6) Навести методи оцінки енергоефективності транспортного потоку;
- 7) Навести критерії оцінки планувальних рішень перетинів магістралей, та дослідити їх залежність від енерговтрат та вплив на енергоефективність;
- 8) Надати методи підвищення енергоефективності транспортного потоку у межах перетинів міських магістралей;
- 9) Сформулювати рекомендації по оцінці рівня енергоефективності на перетині в одному рівні, та навести приклад оцінювання рівня енергоефективності на перетині в одному рівні на прикладі вул. Стеценка - вул. І. Виговського

## АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ

- 1) Підвищення ефективності транспортної системи:
  - 1.1. Зменшення заторів;
  - 1.2. Покращення пропускної здатності;
  - 1.3. Зменшення часу в дорозі;
- 2) Покращення якості життя:
  - 1.1. Зменшення споживання палива безпосередньо впливає на зменшення викидів CO<sub>2</sub> та інших шкідливих речовин, що допомагає боротися зі зміною клімату і покращувати якість повітря в містах;
  - 1.2. Зменшення викидів і покращення якості повітря позитивно впливає на громадське здоров'я.

## ОБ'ЄКТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Перетини міських магістралей

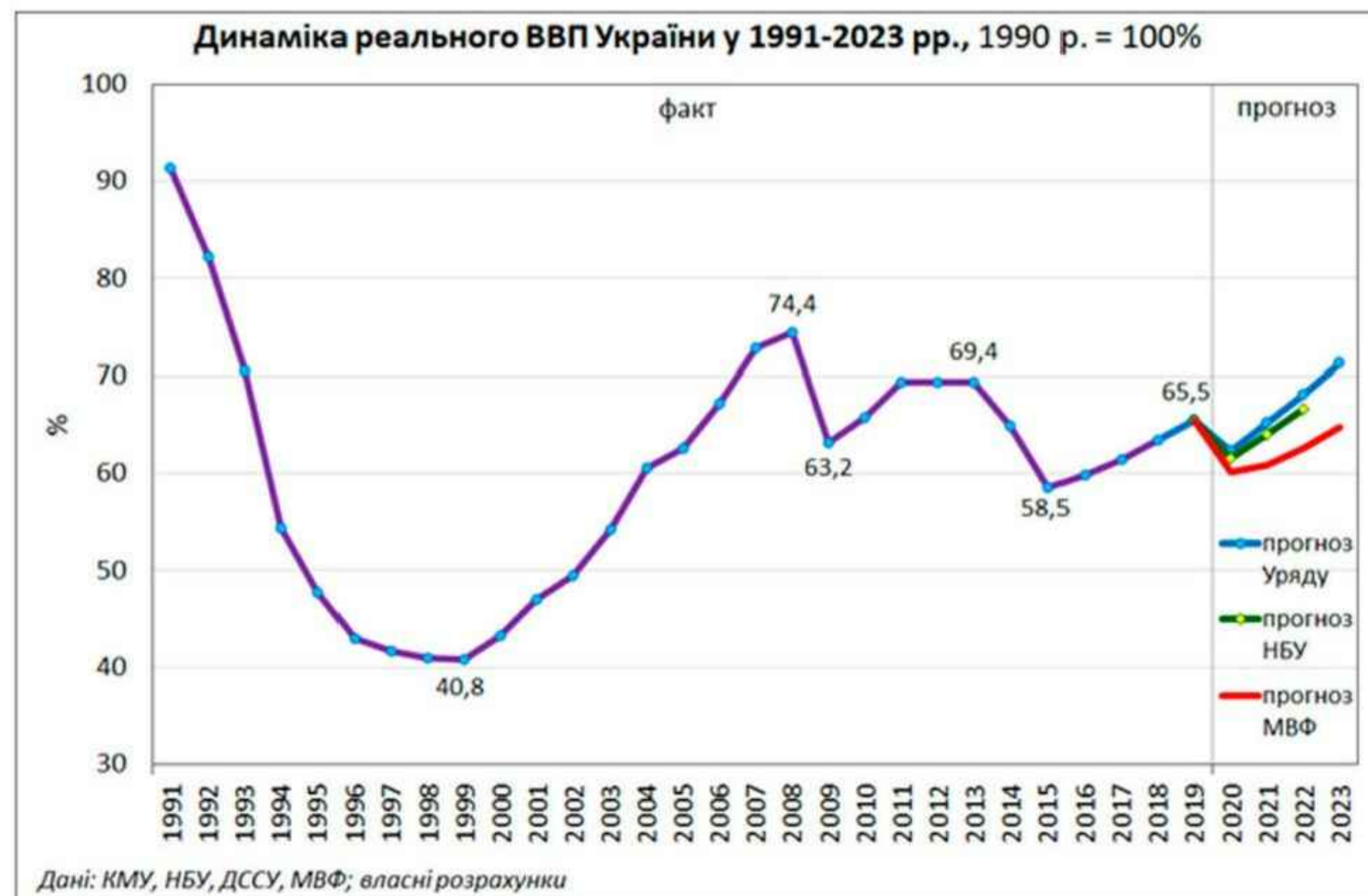
## ПРЕДМЕТ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей

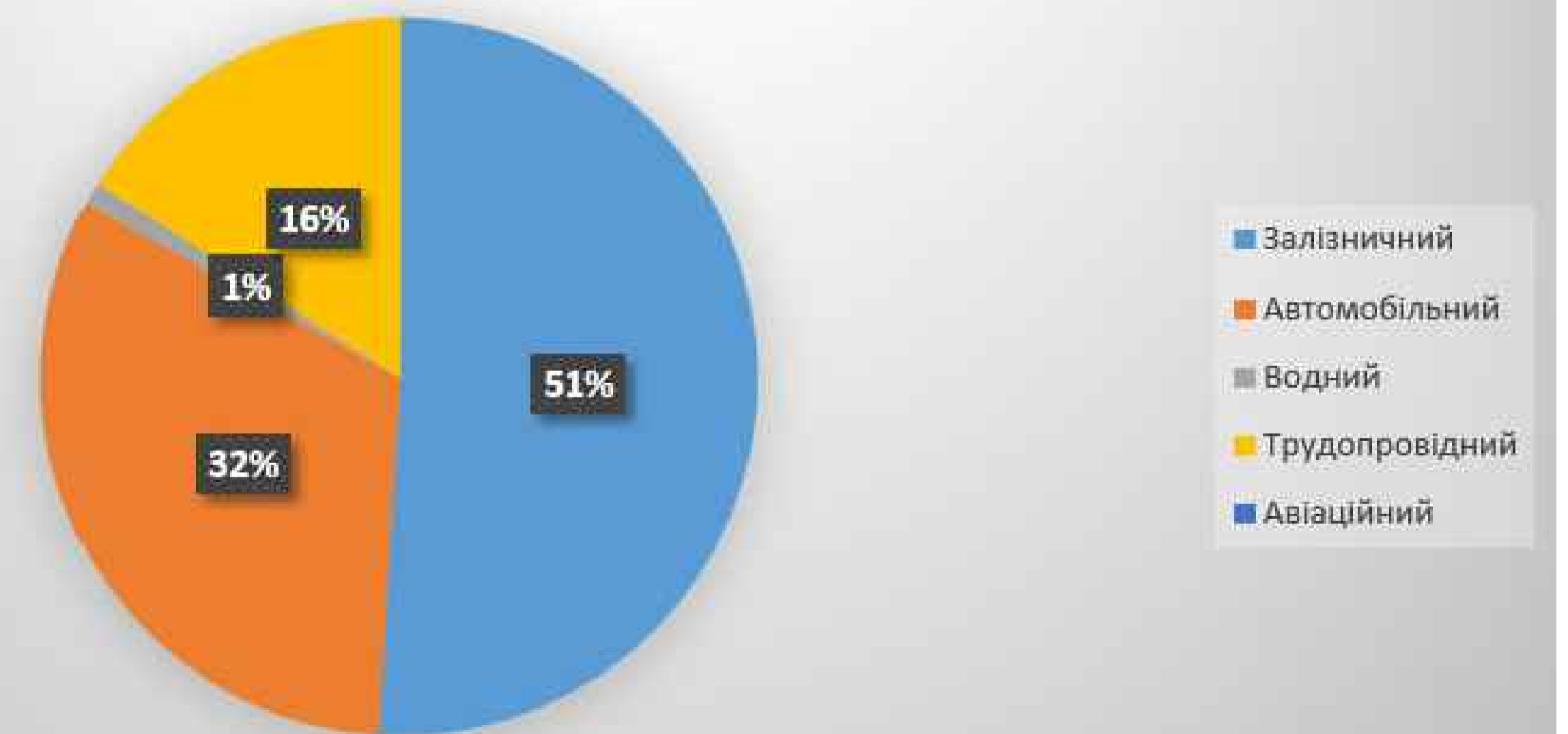
Атестаційна робота магістра								
		Прізвище	Підпис	Дата				
Виконав	Черепаня Д.В.				Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Керівник	Осетрін М.М.					МР		1:5000
					Лист 1		Листів 13	
Зав. каф.	Приймаченко О.В.				Об'єкт, предмет, актуальність, мета та завдання роботи			КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2



**Динаміка реального ВВП України у 1991-2023 рр., 1990 р. = 100%**



**Частка виду транспорту від загального обсягу перевезень, 2021 р.**



**Атестаційна робота магістра**

Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Черепня Д.В.					МР		1:5000
Керівник	Осетрін М.М.				Лист 2	Листів 13	
Зав. каф.	Приймаченко О.В.			Структура транспортної інфраструктури України, ВВП України, частини видів транспорту від загального обсягу перевезень			КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2

# Стратегічні напрямки розвитку транспортної інфраструктури

- 1 • Удосконалення інституційного середовища
- 2 • Підвищення рівня технологічної та екологічної безпеки
- 3 • Удосконалення якості транспортних послуг
- 4 • Інвестування в транспортну інфраструктуру з використанням механізмів ДПП
- 5 • Інтеграція в європейську та міжнародну транспортну мережі
- 6 • Дотримання міжнародних стандартів екологічної та енергетичної ефективності
- 7 • Забезпечення пріоритетності національної безпеки та протидія гібридним загрозам
- 8 • Протидія корупції в транспортній сфері

## Види транспортних систем

Єдина транспортна система країни

Транспортна система регіону або міста

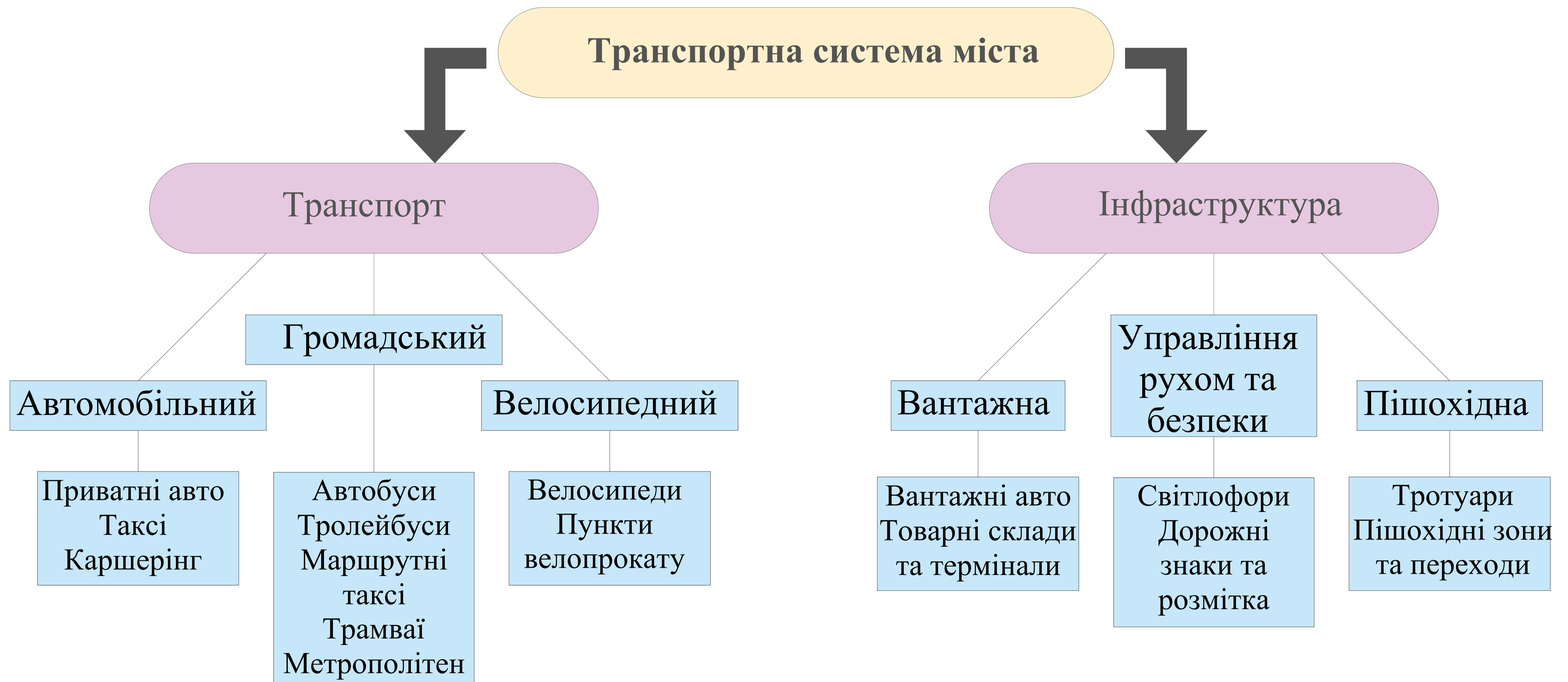
Транспортна система галузі господарства, або підприємства

## Моделі розвитку транспортної інфраструктури

Модель розвитку	Опис моделі	Країна
Випереджаюча	Передбачає активне залучення держави, яка несе високі інвестиційні ризики	Китай
Синхронна	При наздоганяючій моделі, важливу роль відіграють підприємства, які шукають можливості для усунення бар'єрів для зростання.	США
Наздоганяюча	Синхронна модель врівноважує участь держави у приватному бізнесі	Німеччина
Змішана модель	Використовується в тому випадку коли жодна з моделей не може використатися в чистому вигляді	Україна

## Атестаційна робота магістра

Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Черепаня Д.В.					МР		1:5000
Керівник	Осетрін М.М.				Лист 3	Листів 13	
Зав. каф.	Примаченко О.В.			Напрямки та моделі розвитку транспортної інфраструктури, види транспортних систем			КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2



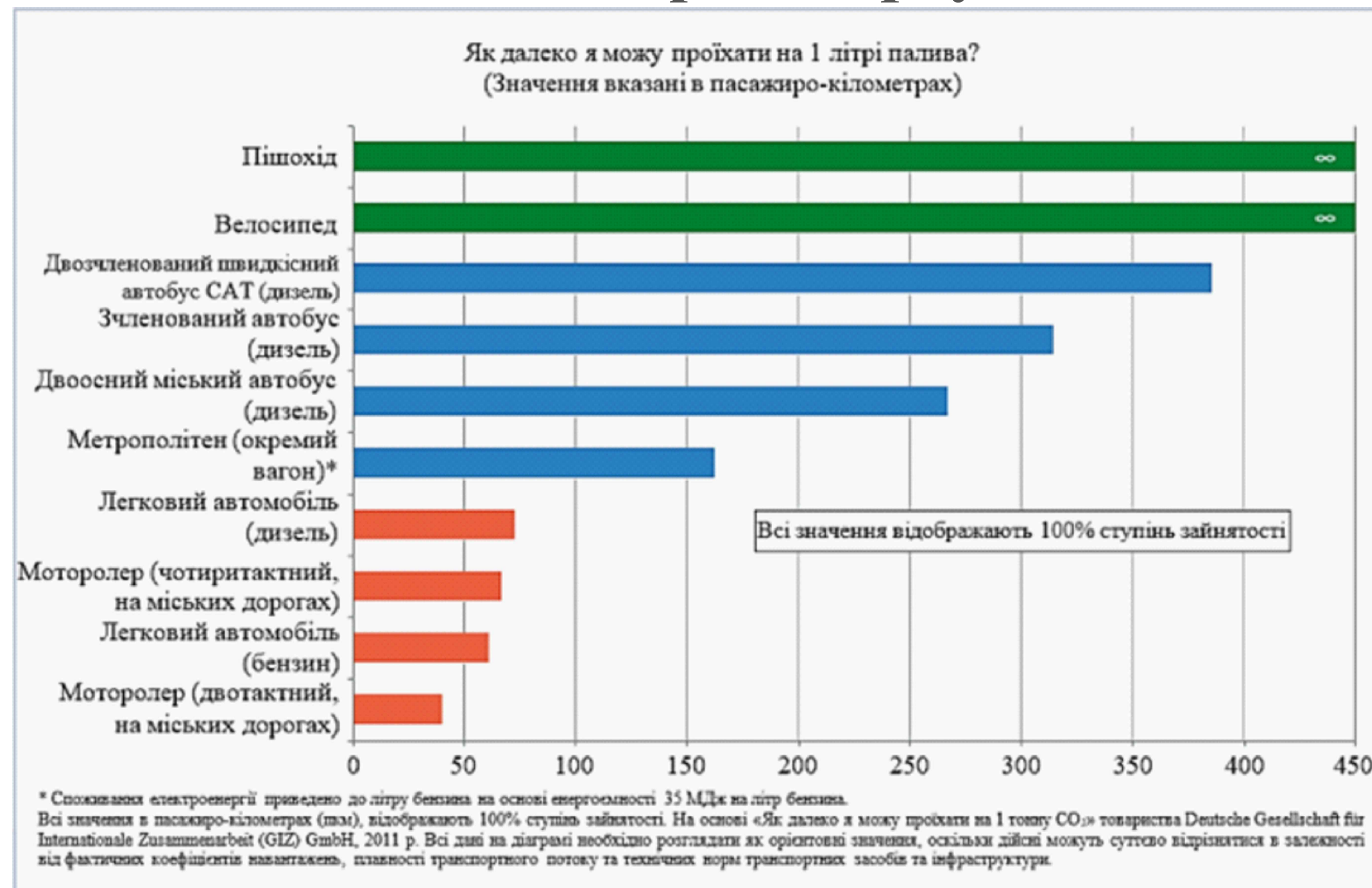
Основна функція регіонального транспорту полягає в забезпеченні переміщення вантажів і пасажирів у просторі та часі. Це робить дану інфраструктуру однією з найважливіших для регіону, з чітко вираженою територіальною специфікою. Це зумовлено просторовим розташуванням об'єктів транспорту, їх тісним зв'язком з територією, розміщенням виробництва і системою розселення регіону.

Атестаційна робота магістра									
Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб		
Керівник	Черепаня Д.В.				МР		1:5000		
	Осетрін М.М.				Лист 4	Листів 13			
Зав. каф.	Приймаченко О.В.			Складові транспортної системи міста	КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2				

# Стратегії підвищення енергоефективності



## Енергоефективність для різноманітних видів міського транспорту



**Ефективність системи - стратегія уникнення/скорочення**  
Ефективність системи транспорту залежить від того, як формується попит на транспорт та як він задовольняється. Інфраструктура та міські структури грають ключову роль у формуванні попиту на транспорт, а також у визначенні способів пересування.

**Ефективність подорожей - стратегія переорієнтації**  
Ефективність подорожей визначається величиною енергії, яка витрачається на різні способи пересування. Основними параметрами ефективності подорожей є розподіл за видами транспорту та коефіцієнти завантаження транспортних засобів. Питома витрата енергії на пасажиро-кілометр або на тонно-кілометр різняться в залежності від вибраного способу пересування, (див. Енергоефективність для різноманітних видів міського транспорту)

## Ефективність транспортного засобу - стратегія вдосконалення

Так, скорочення витрат палива на кілометр пробігу є ключовим фактором у підвищенні ефективності транспортних засобів. Це можна досягти шляхом вдосконалення технологій та конструкції автомобілів, а також за допомогою ефективних методів водіння.

Атестаційна робота магістра							
Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Черепаня Д.В.					Лист 5	Листів 13	МР
Керівник	Осетрін М.М.						
Зав. каф.	Примаченко О.В.			Стратегії підвищення енергоефективності транспортної системи			КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2

**Методи вимірювання енергоефективності транспортного потоку**

**Моделювання транспортних потоків**

Збір вихідних даних

Створення моделі

Аналіз наступних показників:

- час затримки ТЗ;
- кількість зупинок ТЗ;
- середня швидкість ТЗ.

**Аналіз даних про фактичний рух**

Збір вихідних даних:  
 - швидкість руху на перетині;  
 - щільність потоку;  
 - час очікування на світлофорі

Збір даних за допомогою:  
 - датчиків  
 - камер  
 - натурального спостереження

**Вимірювання викидів**

Вимірювання викидів забруднюючих речовин(оксиди азоту, вуглецю, тверді динамічні частинки)

Збір даних за допомогою стаціонарних або мобільних датчиків

Високий рівень викидів може свідчити про неефективне використання енергії ТЗ

**Оцінка економічних показників**

Аналіз витрат палива та експлуатаційних витрат транспортних засобів

Високі витрати палива можуть свідчити про неефективне використання енергії

**Атестаційна робота магістра**

Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Керівник	Черепаня Д.В.				МР		1:5000
	Осетрін М.М.				Лист 6		Листів 13
Зав. каф.	Приймаченко О.В.			Методи вимірювання енергоефективності транспортного потоку	КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2		

# Фактори, що впливають на вибір ІПР перетинів міських магістралей

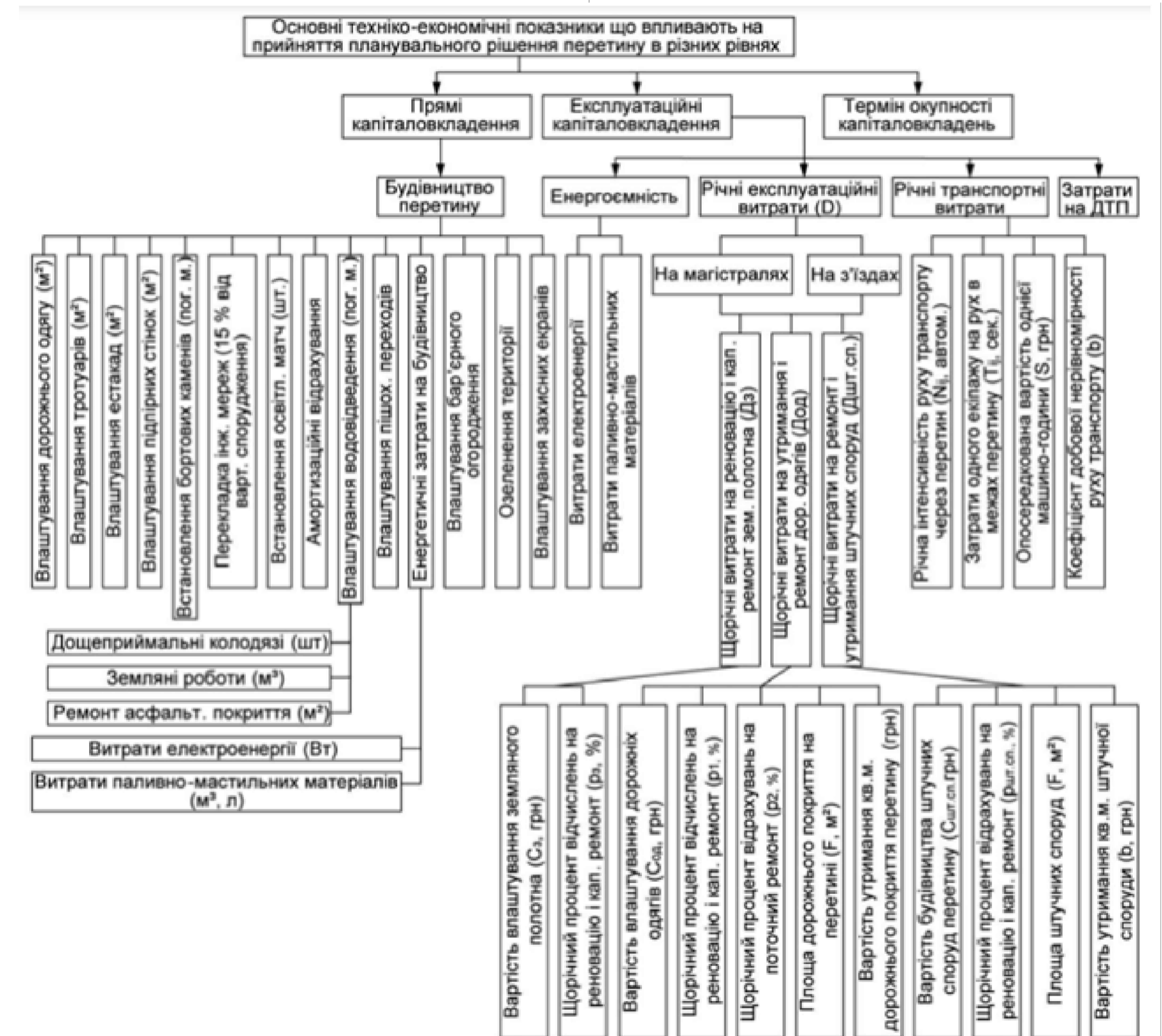
## Містобудівні

1. Категорія магістралей що перетинаються;
2. Характеристика за складом і обсягом прямих, ліво- та правоповоротних потоків транспорту у вузлі;
3. Схема організації руху громадського транспорту на перетині;
4. Характер повздовжніх та поперечних профілів магістралей;
5. Інтенсивність та напрямки пішохідного руху на перетині;
6. Наявність вільної території та її конфігурація;
7. Розташування та характеристика існуючої забудови і забудови що проектується;
8. Характер рельєфу місцевості;
9. Наявність, характер, тип та розміщення в плані та профілі існуючих і таких що проектуються інженерних підземних комунікацій;
10. Розташування та характеристика зелених насаджень;
11. Геологічні та гідрогеологічні умови;
12. Багатофункціональне використання перетину;
13. Інші фактори (зручність реконструкції і стабільність будівництва, забезпечення руху при виході зі строю штучної споруди).

### Умови що повинні бути забезпечені при прийнятті планувального рішення перетину міських магістралей

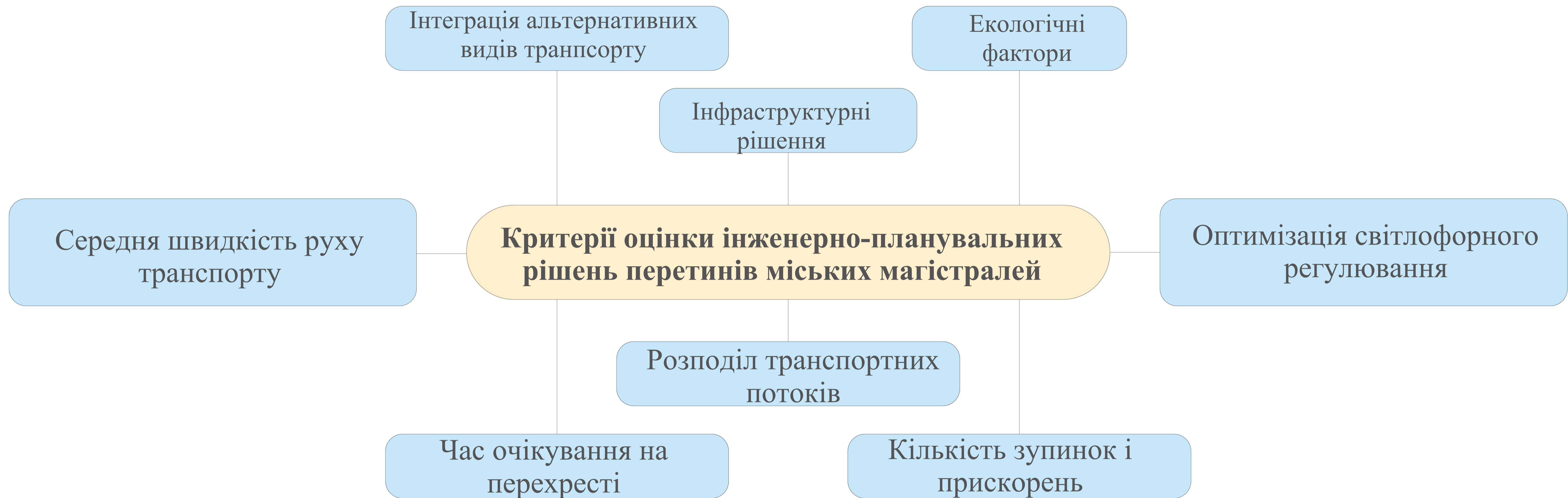


## Техніко-економічні



### Атестаційна робота магістра

Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Черепаня Д.В.					MP		1:5000
Керівник	Осетрін М.М.				Лист 7	Листів 13	
Зав. каф.	Пріймаченко О.В.			Фактори, що впливають на вибір ІПР перетинів міських магістралей			КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2



Таким чином, можна зробити висновок, що до критеріїв оцінки інженерно-планувальних рішень, які напряду пов'язані з енерговтратами ми можемо віднести наступні:

- Характеристика за складом і обсягом прямих, ліво- та правоповоротних потоків транспорту у вузлі(розподіл транспортних потоків);
- Схема організації руху громадського транспорту на перетині(час очікування, к-ть зупинок, середня шв., світлофорне регулювання);
- Інтенсивність та напрямки пішохідного руху на перетині.

Атестаційна робота магістра									
Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб		
Черепаня Д.В.					Критерії оцінки інженерно-планувальних рішень перетинів міських магістралей	МР		1:5000	Лист 8
Керівник	Осетрін М.М.								
Зав. каф.	Приймаченко О.В.								КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2

# Транспортні розв'язки

## В одному рівні

## В кількох рівнях

### Кільцеві

### Нерегульовані

### Регульовані

### З повною розв'язкою

### З неповною розв'язкою

Немає світлофорів, рух регулюється знаками пріоритету

Круговий рух, ТЗ рухаються по кільцю, пріоритет у тих, хто вже їде по кільцю

Регулюються світлофорами

Всі прямі потоки безперевні, але можуть мати ділянки з поворотними потоками, регульованими або само-регульованими

Прямі потоки безперевні та відокремлені, поворотні також, але можуть мати ділянки суміщення

Один прямий потік безперевний та відокремлений, всі інші регульовані або саморегульовані. Частина поворотних може бути відсутня

Всі потоки безперевні та відокремлені

## Атестаційна робота магістра

Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Керівник	Черепня Д.В.				МР		1:5000
Зав. каф.	Приймаченко О.В.			Класифікація транспортних розв'язок	Лист 9	Листів 13	
					КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2		

# Методи підвищення енергоефективності на транспортних розв'язках

## В одному рівні

### Оптимізація світлофорного регулювання

- **Адаптивні світлофорні системи:** Використання інтелектуальних систем управління світлофорами, які змінюють режими роботи на основі реального часу та даних про поточний транспортний потік. Це дозволяє зменшити час затримок і підвищити пропускну здатність перехрестя;
- **Координація світлофорів:** Синхронізація світлофорів вздовж магістралі для створення "зеленої хвилі", що дозволяє транспортним засобам проїжджати кілька перехресть без зупинки.

### Інфраструктурні зміни

- **Розширення смуг руху:** Додавання додаткових смуг для зменшення заторів, особливо на під'їздах до перехресть;
- **Виділені смуги для громадського транспорту:** Створення спеціальних смуг для автобусів і тролейбусів, що дозволяє підвищити ефективність і швидкість громадського транспорту;
- **Пішохідні та велосипедні доріжки:** Впровадження безпечних пішохідних переходів і велосипедних доріжок, що сприяє зменшенню використання приватних автомобілів.

## В кількох рівнях

### Оптимізація проектування та будівництва

- **Інтелектуальне планування:** Проектування багаторівневих розв'язок з урахуванням майбутніх транспортних потоків та зростання трафіку. Це включає використання транспортного моделювання для оцінки ефективності різних варіантів проектування;
- **Використання сучасних матеріалів:** Застосування новітніх матеріалів для будівництва, що забезпечують довговічність і зменшують потребу в частих ремонтах, що може призводити до заторів.

### Інфраструктурні зміни

- **Розподіл потоків:** Забезпечення ефективного розподілу транспортних потоків між рівнями розв'язки для уникнення заторів - введення додаткових смуг для злиття та розділення потоків;
- **Виділені смуги для громадського транспорту:** Створення окремих смуг для автобусів і тролейбусів, що дозволяє їм уникати заторів і покращує ефективність громадського транспорту;
- **Впровадження нових розв'язок:** Встановлення нових розв'язок або модернізація існуючих для підвищення пропускну здатності та зменшення заторів.

## Загальні

### Технологічні іновації

- **Системи моніторингу трафіку:** Використання камер, датчиків та інших технологій для постійного моніторингу та аналізу транспортних потоків. Це дозволяє оперативно реагувати на зміну умов руху та оптимізувати управління;
- **Інформаційні табло:** Встановлення електронних табло, які інформують водіїв про поточний стан руху, затори та пропонують альтернативні маршрути;

### Організаційні заходи

- **Регулювання швидкісного режиму:** Введення оптимальних швидкісних обмежень, які сприяють плавному потоку руху та зменшують витрату палива;
- **Зони з обмеженням в'їзду:** Введення зон з обмеженням в'їзду для вантажних автомобілів у години пік або для транспортних засобів з високим рівнем викидів.

### Просвіта і заохочення

- **Інформаційні кампанії:** Проведення кампаній з інформування населення про переваги використання громадського транспорту, велосипедів та пішохідного руху;
- **Заохочення карпулінгу:** Пропаганда спільних поїздок на автомобілі, що зменшує кількість транспортних засобів на дорогах.

### Приоритет для МПТ

- **Приоритетні сигнали для громадського транспорту:** Встановлення систем, що надають пріоритет автобусам і тролейбусам на світлофорах, зменшуючи час їх очікування та покращуючи загальну енергоефективність;
- **Впровадження швидкісних автобусних маршрутів:** Створення швидкісних маршрутів з мінімальною кількістю зупинок і перешкод, що сприяє зменшенню загального часу в дорозі для пасажирів.

### Атестаційна робота магістра

Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Черепаня Д.В.					MP		1:5000
Керівник	Осетрін М.М.				Лист 10	Листів 13	
Зав. каф.	Пріймаченко О.В.			Методи підвищення енергоефективності транспортного потоку у межах перетину міських магістралей			КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2

**Вихідні дані, необхідні для створення імітаційної мікромоделі у PTV Vissim**

**Склад і структура ТП**

Інтенсивність, (авт/год)

Склад ТП(легові/вантажні/пасажирські авто)

**Геометричні параметри вузла**

Кількість і ширина смуг руху, (шт.,м)

Межі вузла, (м)

Радіус горизонтальних кривих, (м)

**Режим руху ТП**

Принцип організації руху(регульований, саморегульований, безперервний)

Розміщення зупинок громадського транспорту

Цикл світлофорного регулювання

Пріоритетність руху ТЗ по напрямках

Розподіл ТП по напрямках (%)

**Характеристики руху ТП**

Бажана швидкість, (км/год)

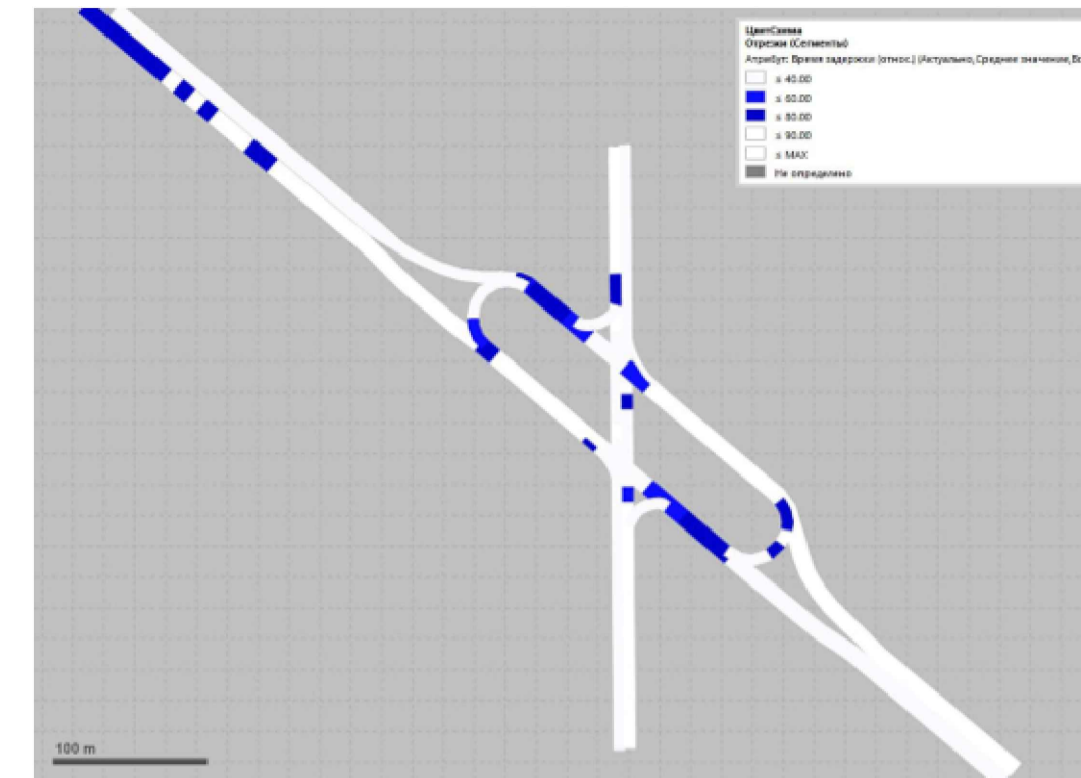
Траекторія відповідного маневру руху ТЗ, (м)

**Атестаційна робота магістра**

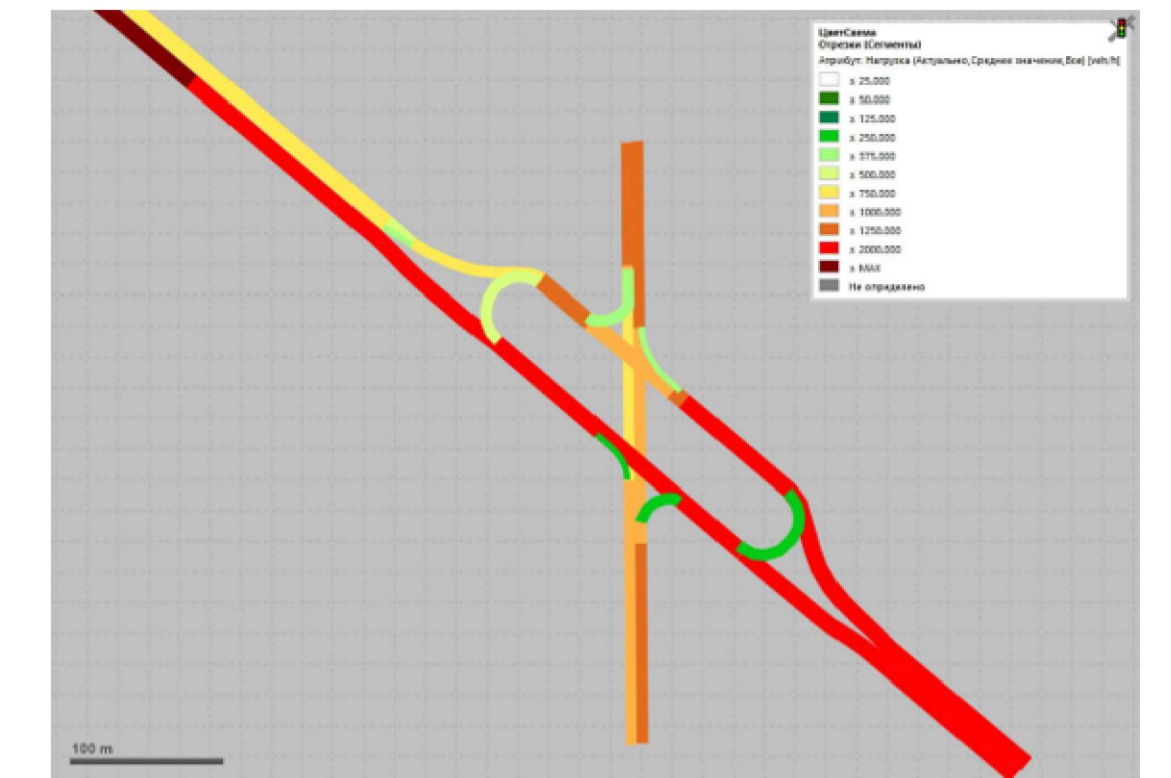
Виконав	Черепаня Д.В.	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Керівник	Осетрін М.М.				МР		1:5000
Зав. каф.	Пріймаченко О.В.			Вихідні дані для створення імітаційної мікромоделі	Лист 11	Листів 13	КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2

# Існуючий стан

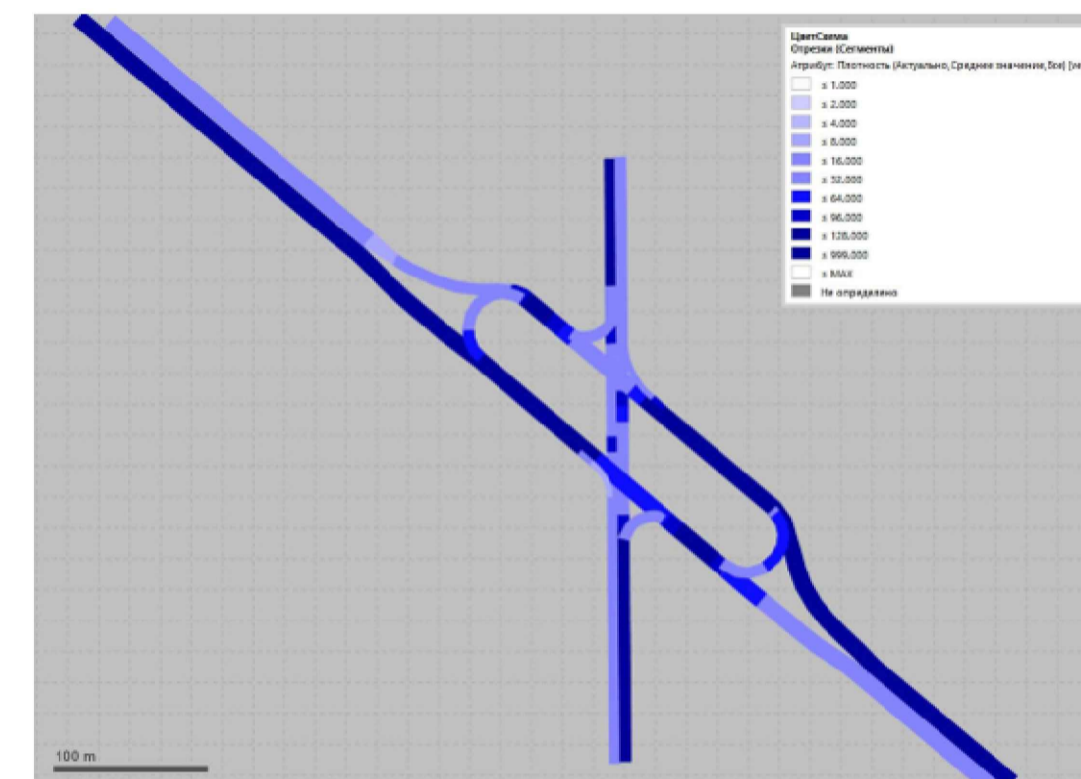
Схема перетину в одному рівні вул. Стеценка - вул. І. Виговського



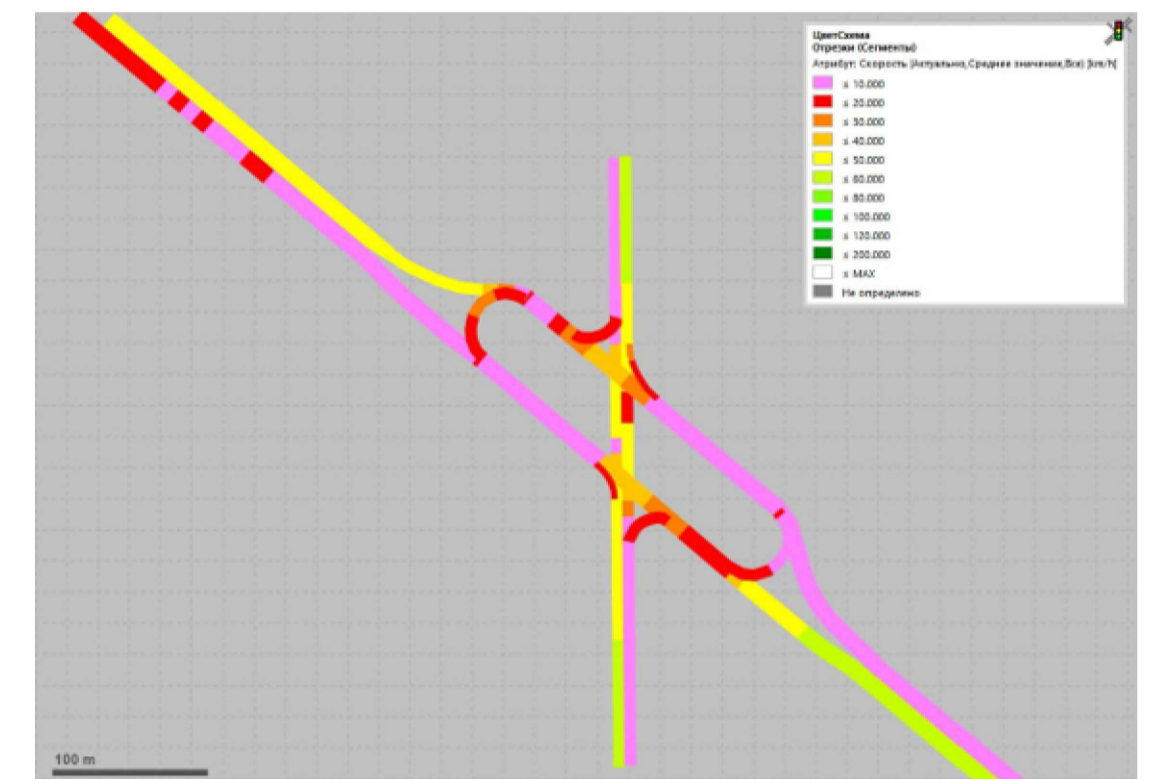
Теплова карта «Час затримки», перетин вул. Стеценка - вул. І. Виговського



Теплова карта «Навантаження», перетин вул. Стеценка - вул. І. Виговського



Теплова карта «Щільність», перетин вул. Стеценка - вул. І. Виговського



Теплова карта «Швидкість», перетин вул. Стеценка - вул. І. Виговського

Існуючий поперечний профіль вул. Стеценка



Існуючий поперечний профіль вул. Стеценка



Існуючий поперечний профіль вул. І. Виговського

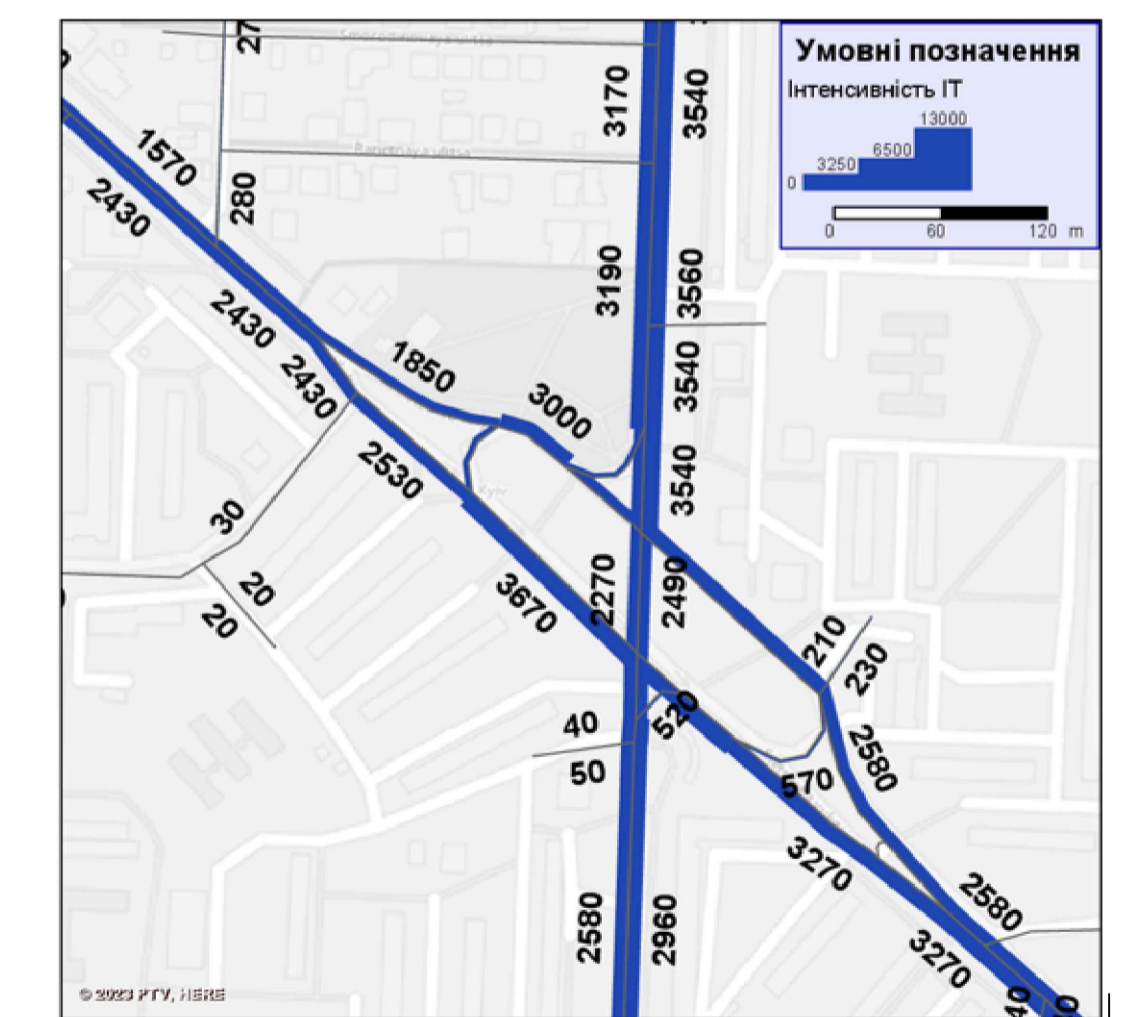


Існуючий поперечний профіль вул. Д. Щербаківського



Результати аналізу моделі перетину в одному рівні вул. Стеценка - вул. І. Виговського

	Середній час затримки	Середня кількість зупинок	Середня швидкість
Базова модель	91,17	3,81	17,42



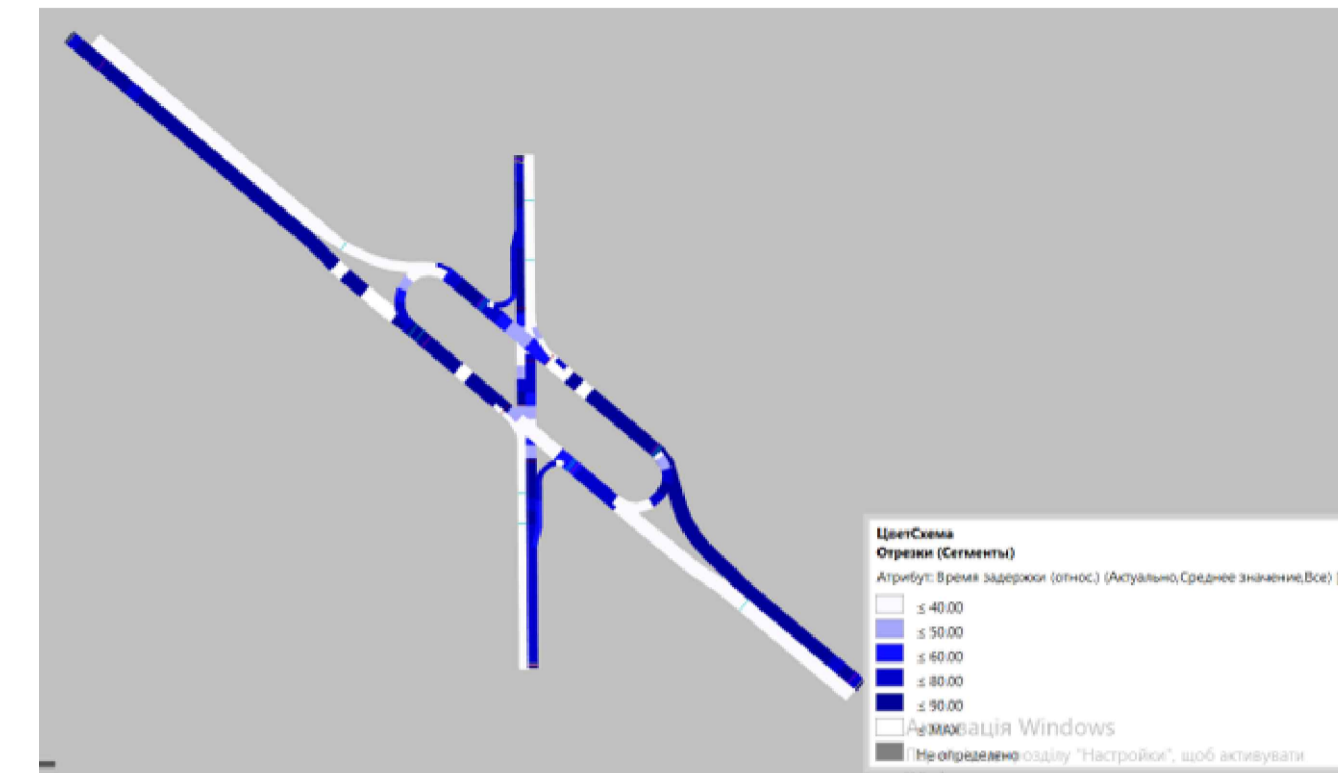
Інтенсивність руху легкового транспорту в межах області моделювання (прив. од./год.)

## Атестаційна робота магістра

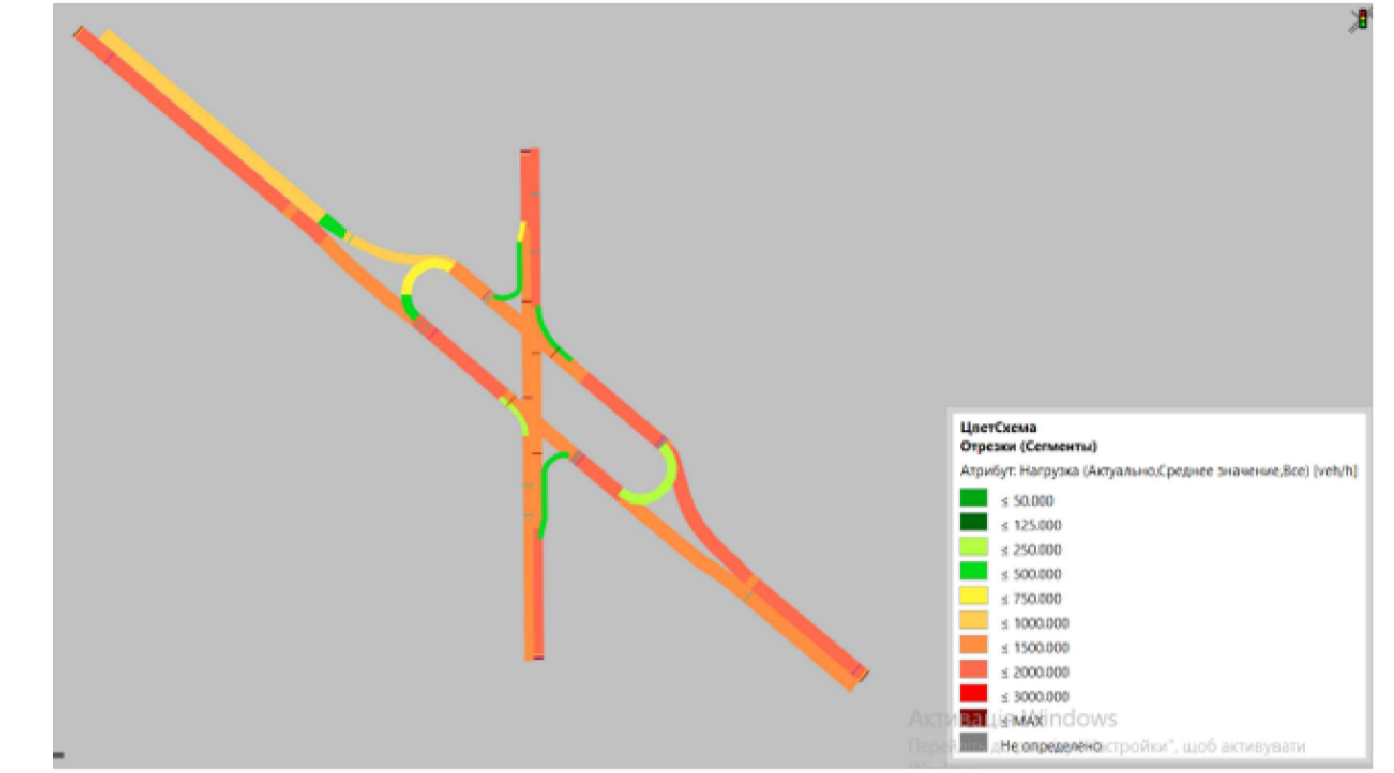
Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Керівник	Черепаня Д.В.				МР		1:5000
Зав. каф.	Примаченко О.В.			Приклад оцінювання рівня енергоефективності на перетині в одному рівні вул. Стеценка - вул. І. Виговського.	Лист 12	Листів 13	КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2

# Проектний сценарій

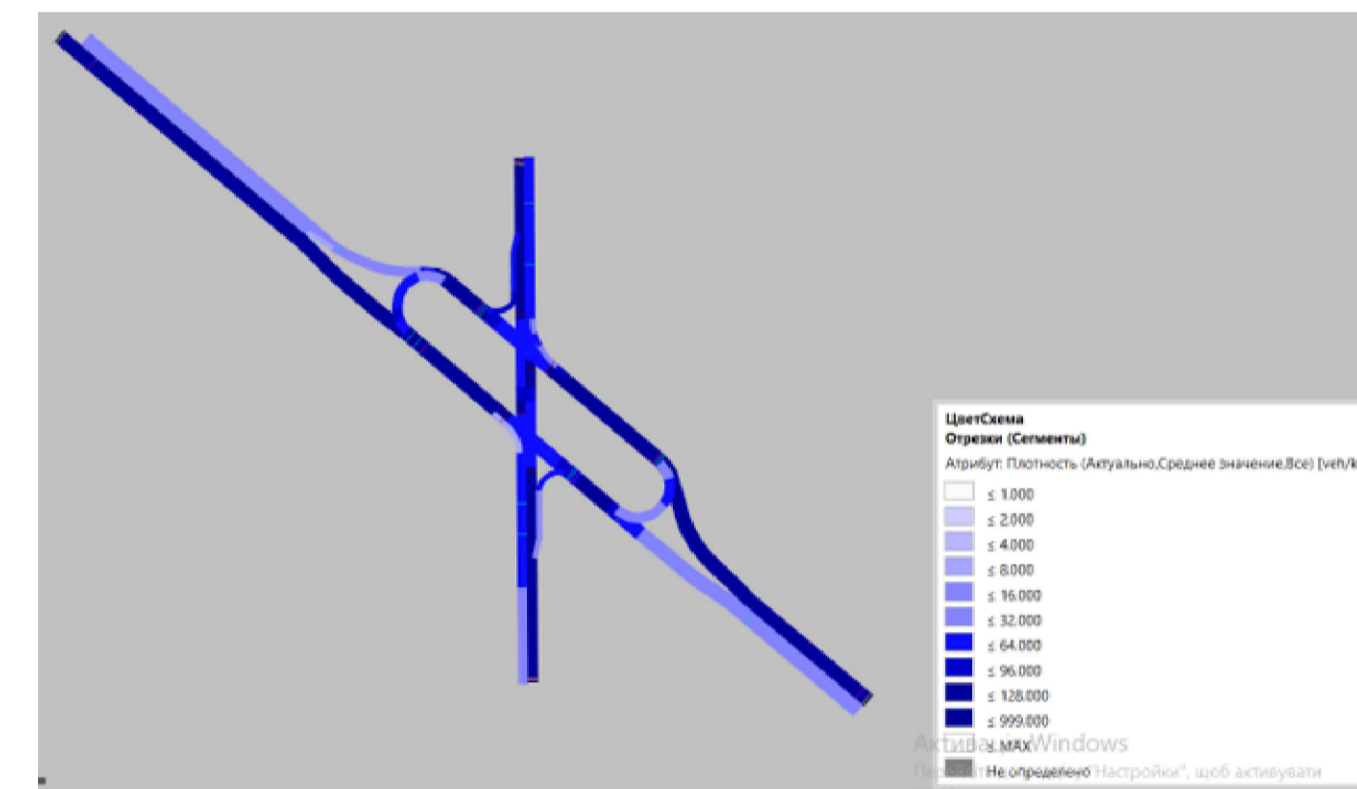
Модель перетину в одному рівні вул. Стеценка - вул. І. Виговського після реконструкції



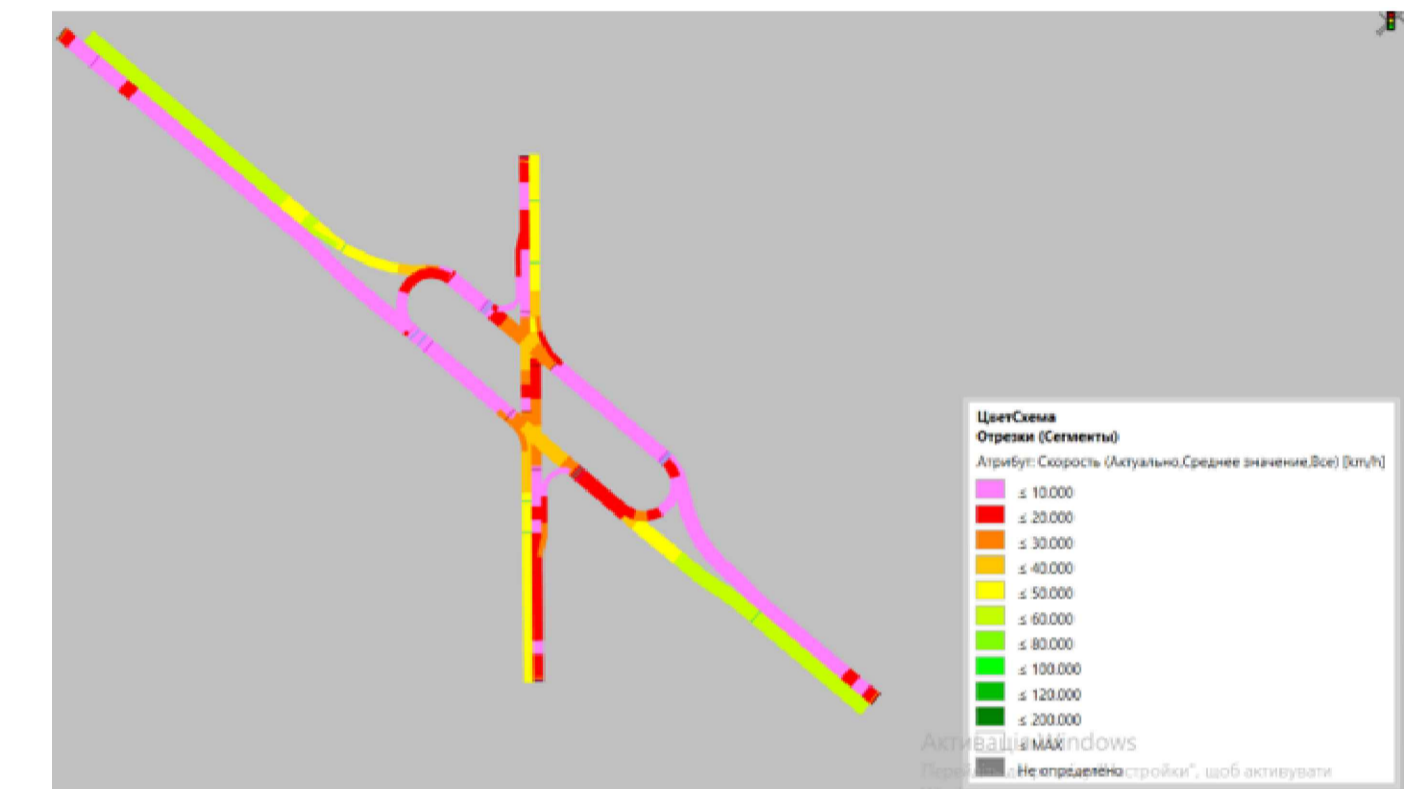
Теплова карта «Час затримки», перетин вул. Стеценка - вул. І. Виговського



Теплова карта «Навантаження», перетин вул. Стеценка - вул. І. Виговського



Теплова карта «Щільність», перетин вул. Стеценка - вул. І. Виговського



Теплова карта «Швидкість», перетин вул. Стеценка - вул. І. Виговського

Проектний поперечний профіль вул. Стеценка



Проектний поперечний профіль вул. Стеценка



Проектний поперечний профіль вул. І. Виговського



Проектний поперечний профіль вул. Д. Щербаківського



Результати аналізу моделі перетину в одному рівні вул. Стеценка - вул. І. Виговського

	Середній час затримки	Середня кількість зупинок	Середня швидкість
Проектний сценарій	81,43	3,09	18,86



Інтенсивність руху легкового транспорту в межах області моделювання (прив. од./год.)

## Атестаційна робота магістра

Виконав	Прізвище	Підпис	Дата	Енергоефективність транспортного потоку, як критерій оцінки інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей	Літера	Стадія	Масштаб
Керівник	Черепня Д.В.				МР		1:5000
	Осетрін М.М.				Лист 13	Листів 13	
Зав. каф.	Примаченко О.В.			Приклад оцінювання рівня енергоефективності на перетині в одному рівні вул. Стеценка - вул. І. Виговського.			КНУБА, ФУПІ, група МБГ-2022-2