

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних  
технологій, обліку та фінансів  
Кафедра комп'ютерних технологій  
і моделювання систем

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Єфімов Владислав Юрійович**

УДК \_\_\_\_\_

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

Інформаційна технологія моніторингу транспортного та пішохідного трафіку

(тема роботи)

126 «Інформаційні системи та технології»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

\_\_\_\_\_ В.Ю. Єфімов

Керівник роботи:

Веретюк Сергій Миколайович

старший викладач кафедри комп'ютерних  
технологій і моделювання систем, к.т.н

**Висновок кафедри** \_\_\_\_\_

За результатами попереднього захисту: \_\_\_\_\_

Протокол засідання кафедри

№ \_\_\_\_\_ від «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

Завідувач кафедри

доктор економічних наук,

професор

\_\_\_\_\_ Николук Ольга Миколаївна

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

### **Результати захисту кваліфікаційної роботи**

Здобувач вищої освіти Єфімов Владислав Юрійович захистив кваліфікаційну роботу з оцінкою:

сума балів за 100-бальною шкалою \_\_\_\_\_

за шкалою ECTS \_\_\_\_\_

за національною шкалою \_\_\_\_\_

Секретар ЕК

\_\_\_\_\_  
(науковий ступінь, вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

\_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

## АНОТАЦІЯ

Єфімов В.Ю. Інформаційна технологія моніторингу транспортного та пішохідного трафіку. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 126 – Інформаційні системи та технології. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

### *Зміст анотації*

В кваліфікаційній роботі визначено, що процес моніторингу контролю транспортного і пішохідного трафіку потребує автоматизації збору та обробки даних про стан місцевості. Проведено системний аналіз предметної області дослідження і встановлено, що результат вирішення поставлених задач може бути застосований для забезпечення організації безпечного руху у зонах з підвищеною концентрацією небезпечних подій, підрахунок статистики трафіку на різних напрямках. Розроблено та реалізовано інформаційну технологію моніторингу транспортного і пішохідного трафіку. Реалізація інформаційної системи моніторингу транспортного і пішохідного трафіку надає можливість максимально збільшити продуктивність на місцевості, визначити більш якісно трафік і тим самим зменшити ризик аварійних ситуацій на дорозі.

### Ключові слова:

Програмне забезпечення, інформаційна технологія, технічне завдання, база даних, програмування, моніторинг, транспортний трафік, пішохідний трафік, мова програмування.

## SUMMARY

Yefimov V.Y. Information technology for monitoring transport and pedestrian traffic.

Qualification work for the master's degree in specialty 126 - Information systems and technologies - Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

### *Content of the summary*

In the qualification work it is determined that the process of monitoring the control of transport and pedestrian traffic requires automation of the collection and processing of data on the state of the terrain. A systematic analysis of the subject area of the study was carried out and it was found that the result of solving the tasks can be used to ensure the organization of safe traffic in areas with a high concentration of dangerous events, calculating traffic statistics in different directions. An information technology for monitoring traffic and pedestrian traffic was developed and implemented. The implementation of the information system for monitoring transport and pedestrian traffic makes it possible to maximize productivity on the ground, determine traffic more efficiently and thereby reduce the risk of accidents on the road.

### Keywords:

Software, information technology, terms of reference, database, programming, monitoring, traffic, pedestrian traffic, programming language

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....</b>	<b>6</b>
<b>ВСТУП .....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ІНФОРМАЦІЙНІ ПОТРЕБИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНОГО ТА ПІШОХІДНОГО ТРАФІКУ.....</b>	<b>10</b>
1.1 Загальні поняття про інформаційні технології моніторингу транспортного та пішохідного трафіку, та їх аналіз.....	10
1.2 Функціональні вимоги інформаційної технології моніторингу транспортного та пішохідного трафіку.....	15
Висновки до першого розділу .....	17
<b>РОЗДІЛ 2 АРХІТЕКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНОГО ТА ПІШОХІДНОГО ТРАФІКУ.</b>	<b>18</b>
2.1 Структура та алгоритми функціонування технології моніторингу транспортного та пішохідного трафіку, її архітектура та інформаційна інфраструктура.....	18
2.2 Алгоритми функціонування середовищі мультиагентного моделювання в системі NetLogo для визначення критичних показників дорожнього руху.....	21
Висновки до розділу 2 .....	25
<b>РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ .....</b>	<b>26</b>
3.1 Опис інтерфейсу та керівництво користувачу.....	26
Висновки до розділу 3 .....	28
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>29</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>30</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>33</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ІТ – інформаційна технологія
- БД – база даних
- ПЗ – програмне забезпечення
- НДІ – нормативно-довідкова інформація
- ТЗ – технічне завдання
- ОС – операційна система
- МТТ – моніторинг транспортного трафіку
- МДП – моніторинг пішохідного трафіку
- ПК – персональний комп'ютер
- ППП – пакети прикладних програм
- СКБД – система керування базою даних

## ВСТУП

### **Актуальність теми**

На сьогодні проблема моніторингу і контролю транспортного і пішохідного трафіку є важливою у створенні інформаційних систем розвитку сучасних міст. В умовах технічної революції, збільшення кількості транспорту, вкрай актуальною є розробка інструментів та систем для впровадження єдиної системи саморегулювання, яка у свою чергу, обмінюватиметься даними при наданні відповідних послуг.

У нашому випадку – моніторингу за транспортним та пішохідним трафіком, збір інформації з місця події і їх системний аналіз. Дана проблема дослідження, моніторингу та візуалізації не достатньо вирішена, що свідчить про актуальність теми. За допомогою камер, що встановлені над дорогою, системні адміністратори збирають інформацію щодо ситуації на дорогах, та дані їх завантаженості. Формується статистика трафіку, що в свою чергу при правильному використанні, може покращити організацію безпечного транспортного та пішохідного руху. Також досить важливим є і економічний аспект, за допомогою статистики трафіку можна значно покращити економічні показники бізнесу, що знаходиться біля дороги. Підсумовуючи питання моніторингу транспортного та пішохідного руху є вкрай актуальним для забезпечення безпечного руху, зменшенню кількості ДТП, удосконалення економічних показників та транспортних рішень.

### **Мета кваліфікаційної роботи**

Метою кваліфікаційної роботи є створення інформаційної технології, що буде здійснювати моніторинг транспортного та пішохідного трафіку.

### **Завдання кваліфікаційної роботи**

Робота спрямована на підвищення якості транспортного трафіку. З поставленої мети впливають такі завдання, які необхідно вирішити, а саме:

- 1) Вивчити та проаналізувати сучасні та актуальні методи, засоби та

алгоритми вирішення задач візуального моделювання транспортного та пішохідного трафіку, вияснити функціональні потреби інформаційної системи.

- 2) Визначити інформаційну інфраструктуру системи моніторингу дорожнього та пішохідного трафіку, її архітектуру та структуру комп'ютерної мережі.
- 3) Конкретизувати функціонування інформаційної системи, реалізація функціональних блоків.
- 4) Створити опис програмного продукту, розробити інструкцію користувача та перевірити працездатність на контрольному прикладі.

### **Об'єкт дослідження**

Система організації дорожнього та пішохідного трафіку в місті.

### **Предмет дослідження**

Процес (модель, метод) моніторингу дорожнього та пішохідного трафіку.

### **Методи дослідження**

- Збір вхідних даних: за допомогою встановлених на дорозі камер або інших датчиків, що реєструють рух транспорту та пішоходів, збираються дані про кількість і швидкість руху транспорту, рух пішоходів та інші параметри.
- Обробка даних: отримані дані перетворюються у вигляді числових значень та зберігаються у базі даних.
- Візуалізація даних: дані можуть бути представлені у вигляді графіків, діаграм та інших візуальних засобів, що дозволяють користувачам зрозуміти ситуацію на дорозі та приймати рішення на основі отриманих даних.
- Виведення результатів моніторингу транспортного та пішохідного



трафіку: на основі отриманих даних можуть бути виведені результати, такі як кількість пішоходів на дорозі, кількість авто в напрямку та інші параметри, які можуть бути корисні для планування та розробки інфраструктури та поліпшення безпеки дорожнього руху.

#### **Перелік публікацій автора за темою дослідження:**

1. Методи бібліотеки OpenCV для детекції транспортного трафіку
2. Моделювання автомобільного трафіку засобами мультиагентного середовища NetLogo.

#### **Практичне значення отриманих результатів:**

Результати інформаційної технології моніторингу дорожнього та пішохідного трафіку можна використовувати в цілях забезпечення безпеки на дорозі, а також для розвитку бізнесу на основі даних статистики трафіку.

#### **Структура кваліфікаційної роботи:**

35 сторінок, 22 рисунка, 1 додаток, 1 таблиця, 20 джерел

## **Розділ 1 ІНФОРМАЦІЙНІ ПОТРЕБИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНОГО ТА ПІШОХІДНОГО ТРАФІКУ**

### **1.1 Загальні поняття про інформаційні технології моніторингу транспортного та пішохідного трафіку, та їх аналіз**

В наш час кількість дорожнього транспорту збільшується з кожним роком, що також може призводити до збільшення кількості аварійних ситуацій на дорозі та перехрестях, або ж покращення економічних показників бізнесу біля дороги. За допомогою статистики трафіку економічні показники можуть злетіти вгору і принести бізнесу чималі грошові надходження. Саме тому моніторинг та управління дорожнім трафіком на даний момент є одним з ключових аспектів в населених пунктах. Управління дорожнім рухом включає в себе планування вулиць для задоволення різноманітних потреб у пересуванні в регіоні. Автомагістралі або швидкісні дороги забезпечують наскрізний рух на високій швидкості, магістральні вулиці забезпечують рух в межах і через міські райони. Місцеві вулиці забезпечують рух на малій швидкості, проте на цих дорогах є доступ до багатьох місцевих пунктів призначення. Тривалі затримки руху, або ж часті ДТП є поширеними наслідками неадекватного дорожнього планування, поганого моніторингу та контролю за транспортним та пішохідним трафіком. Ієрархія вулиць, які працюють на різних рівнях швидкості та забезпечують різні рівні доступу, формує основу, на якій розвиваються проблеми управління дорожнім рухом. Хоч управління дорожнім рухом і може допомогти, воно не може замінити адекватного моніторингу і оцінки ситуації і вирішення ситуацій з їх допомогою.

Проблема моніторингу та контролю за дорожнім трафіком набуває все більшого значення в контексті глобалізації, збільшення населення на планеті, модернізації транспортних засобів, розширення міст і збільшення кількості транспорту, а отже і доріг. Існує зростаюча потреба в створенні імітаційних моделей світу природи, особливо для контролю за дорожнім

трафіком. Наприклад вперше для регулювання трафіку використовували регулювальника. Це була спеціальна людина, що стояла на дорозі та керувала дорожнім процесом розмахуючи палицею. На зміну регулювальнику прийшов світлофор, автоматична система, що значно покращила життя і рух на дорозі. Жести були замінені на світлові сигнали, які ми можемо побачити і зараз на дорозі. Зелене світло – рух дозволено, червоне – заборонено і жовтий між ними означає що зараз відбудеться зміна кольору на червоне або ж зелене світло, отже варто зачекати в цей момент. Вперше світлофор був встановлений в Лондоні, а саме на перехресті біля Палати громад в далекому 1868 році. Він регулював рух транспорту і пішоходів. Британські вулиці вже в той час починали страждати від надлишкового трафіку.

На початку 20 сторіччя, коли технічна революція набирала обертів була гостра потреба в автоматичному, або хоча б напівавтоматичному регулюванні транспортного та пішохідного руху. Саме тому в 1920 році у Нью-Йорку та Детройті були встановлені перші світлофори. Автор Геррет Морган розробив свою версію світлофорів використовуючи 3 кольори. Саме ця ідея світлофора дожила і до наших днів. Цікаво що спочатку був лише зелений та червоний колір, але одного разу поліцейських з Детройту – Вільям Потс запропонував дещо покращити і додати застережливий жовтий колір. В Україні перший світлофор був встановлений в районі Південного вокзалу в Харкові, аж в 1936 році.

В наші дні світлофори змінилися і зовні, добавивши світлодіоди і анімовані зображення пішоходів на табло і внутрішньо – вони стали частиною інтелектуальної транспортної системи міста (ІТС). За допомогою камер, що встановлені над перехрестями, системні адміністратори ІТС збирають інформацію щодо ситуації на дорогах, їх завантаженості, кількості потоку транспорту, пішоходів в різному напрямку, тощо. Використовуючи ці дані системні адміністратори вносять зміни наприклад в час роботи червоного/зеленого кольору. В наші дні вже входять більш

автоматичні системи, що вмiють автоматично переключати світлофор згідно трафіку.

Автори наукових праць визначають роль громадського транспорту у вирішенні проблем сучасних мiст, що пов'язані з високим рівнем автомобілізації, перевантаженістю дорожньої мережі та поганою екологією. Ця проблема набула особливої гостроти із зростанням забруднення повітря викидами в атмосферу та необґрунтованим збільшенням кількості громадського транспорту. Надання послуг громадського транспорту розглядається в роботі, де автор - Б. Маркович розглядає впровадження БПЛА для моніторингу середовища розумного мiста, за його думкою пасажирський транспорт є кращим через його доступність, критерії безпеки пересування, ставлення населення до системи транспортного обслуговування тощо. Окремі роботи в літературі присвячено аналізу стану та перспектив розвитку дорожнього трафіку, задля зменшення аварійних ситуацій, нещасних випадків, тощо.

Аналізуючи існуючі системи я звернув увагу на існуючу в Житомирі систему моніторингу громадського транспорту – Dozor City.

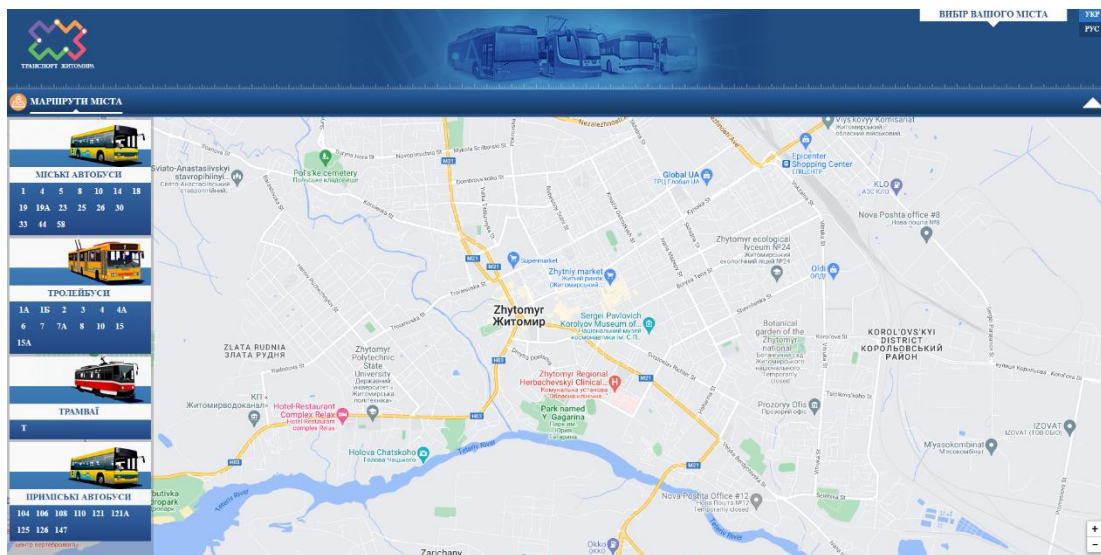


Рисунок 1.1 – DozorCity

Dozor City здійснює моніторинг руху громадського транспорту в мiсті Житомир і показує орієнтовно приїде той чи інший транспорт, що значно покращує життя пересічним пасажиром, які можуть побачити коли приїде

їх транспорт, а також за допомогою цієї системи, цього продукту можна побачити де наразі перебуває ГС, який потрібен. Серед недоліків цього програмного продукту він не завжди реагує на аварійні ситуації, зокрема ДТП, тощо, а також це засіб лише для регулювання за громадським транспортом, отже тут немає статистики завантаженості трафіку.

Ще одна система моніторингу трафіку була представлена німецькою компанією – InnoSenT. Нещодавно вони представили нову радарну систему для моніторингу автомобільного трафіку. Ця система призначена для складних дорожніх ситуацій. Ця система надає дані про поточну інформацію у реальному часі. В цю систему влаштовані такі технології як радарне відстеження та класифікація об'єктів. Вона може виявляти водіїв, що рухаються не в тому напрямку, поламані транспортні засоби, транспорт в зоні перехрестя, та людей що перебігали дорогу не в призначеному для цього місцях. Ця система може подавати сигнал до системи управління світлофором.



RADARTECHNOLOGY: SMART - COMFORTABLE - SAFE

Рисунок 1.2 - InnoSent

Серед всіх систем, що були проаналізовано, система компанії InnoSenT очевидно має переваги.

Таблиця 1.1 – Порівняльного аналізу:

Особливості	DozorCity	InnoSenT
Покращує показники безпеки трафіку	-	+

Наявність української мови в продукті	+	-
Формування статистики трафіку	-	-
Може покращити економічні показники	-	-
Моніторинг транспортного руху	+	+
	(лише громадського)	
Моніторинг пішохідного руху	-	+
		(лише в питаннях безпеки трафіку)

Проаналізувавши, модель системи моніторингу транспортного та пішохідного руху, на даний момент, є досить важливою для досягнення більш безпечного руху, а також для покращення показників доходу в окремих місцях, наприклад за допомогою статистики трафіку можна краще розуміти де більш вигідно встановити магазин, продуктовий кіоск, торгівельний центр, тощо. Аналіз існуючих моделей показав що в наш час вони потребують модернізації та поглибленого вивчення в зв'язку зі зростаючою кількістю транспорту та людей в місті. Dozor City є гарним прикладом моніторингу громадського транспорту та значно полегшую життя пасажирів, проте вона не є універсальною для загального транспортного руху. InnoSent є кращим в моніторингу транспортного руху для забезпечення безпеки. В результаті аналізу в інформаційну технологію моніторингу транспортного та пішохідного руху повинні ввійти найкращі напрацювання вище сказаних моделей, а також в результаті аналізу будуть враховані і економічні цілі, які можна досягти за допомогою статистики дорожнього трафіку окремо і пішоходів і транспорту за напрямками руху, ця статистика і буде результатом системи.

## 1.2 Функціональні вимоги інформаційної технології моніторингу транспортного та пішохідного трафіку

На рисунку 1.3 знаходиться контекстна діаграма для інформаційної технології моніторингу транспортного та пішохідного трафіку, що визначає її функціональні вимоги. Дана діаграма відображає призначення технології і необхідні вхідні і вихідні дані, керуючу і регламентуючу інформацію, а також механізми. В якості вхідних даних розглядаються дані з камер відеоспостереження. Адміністратор системи в даному випадку є механізмом, необхідним для створення технології, а політика конфіденційності є інформацією, що управляє. Результатом виконання роботи (або виходом) функції верхнього рівня буде статистика трафіку.

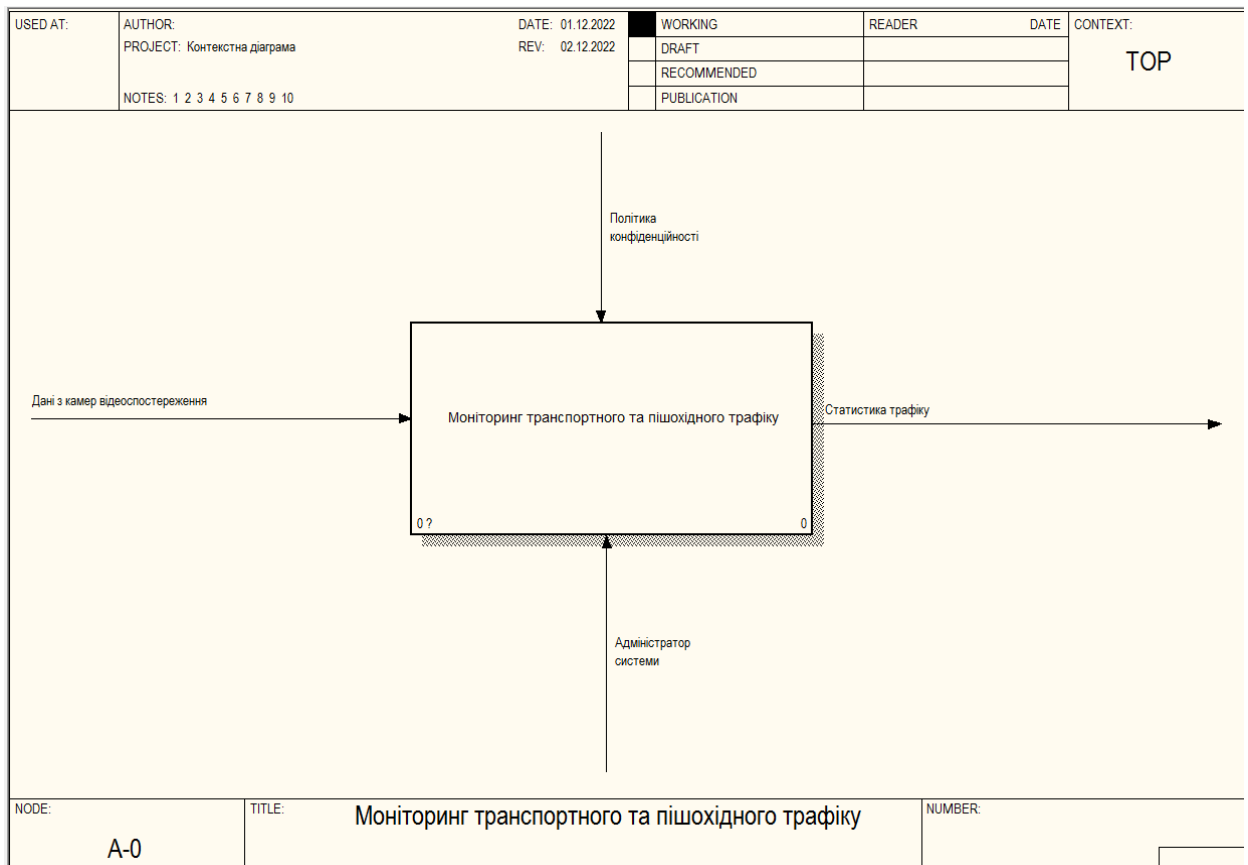


Рисунок 1.3 – Контекстна діаграма системи (IDEF0)

Діаграмою декомпозиції першого рівня є розбиття основної функції на під задачі. Дана діаграма та задачі які вона вирішує приведено на рисунку 1.4:

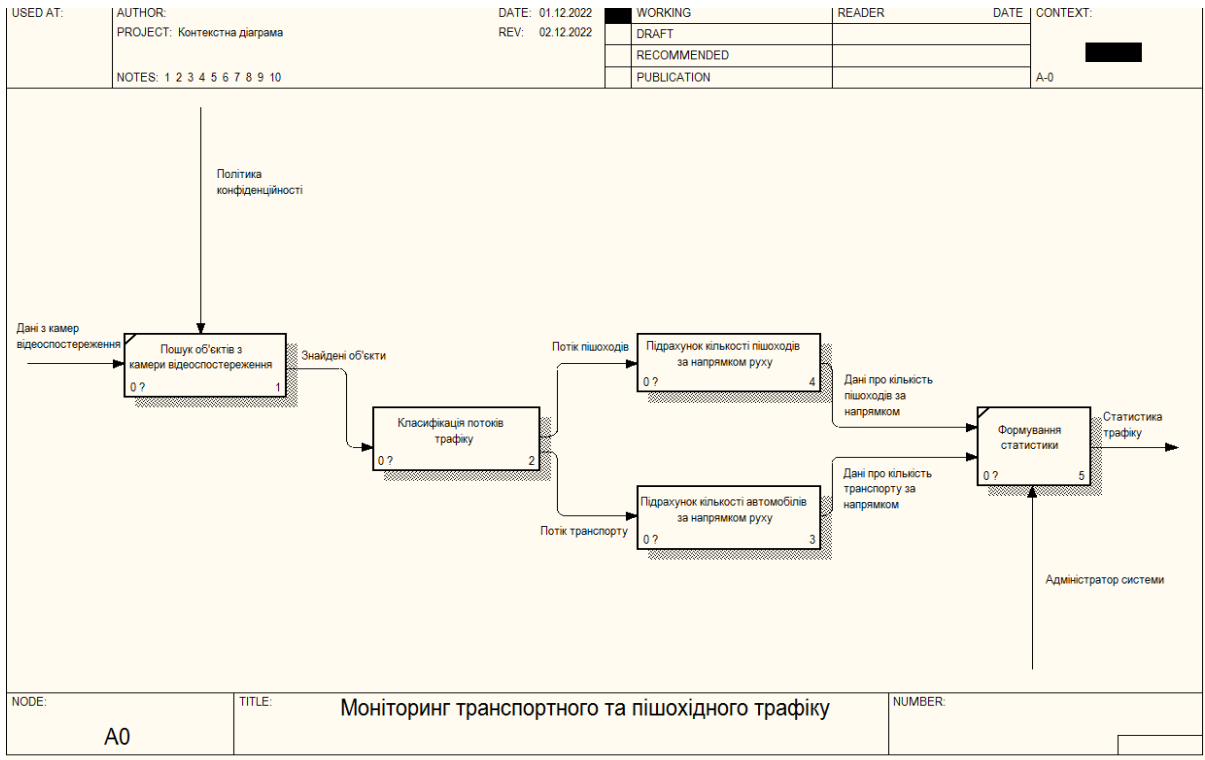


Рисунок 1.4 – Діаграма декомпозиції першого рівня (IDEF0)

Діаграма декомпозиції другого рівня для вирішення задачі класифікації потоків трафіку приведено на рисунку 1.5:

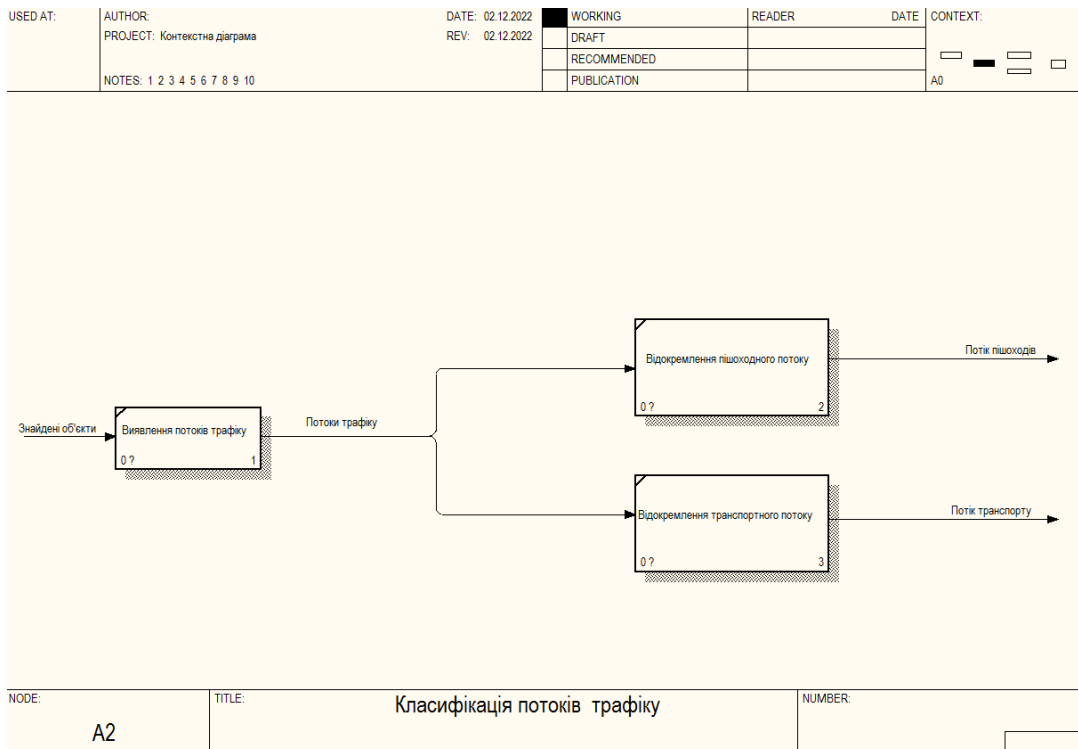


Рисунок 1.5 – Діаграма декомпозиції другого рівня для задачі класифікації потоків трафіку



Діаграма декомпозиції другого рівня вирішує завдання підрахунку кількості пішоходів за напрямком руху та приведена на рисунку 1.6:

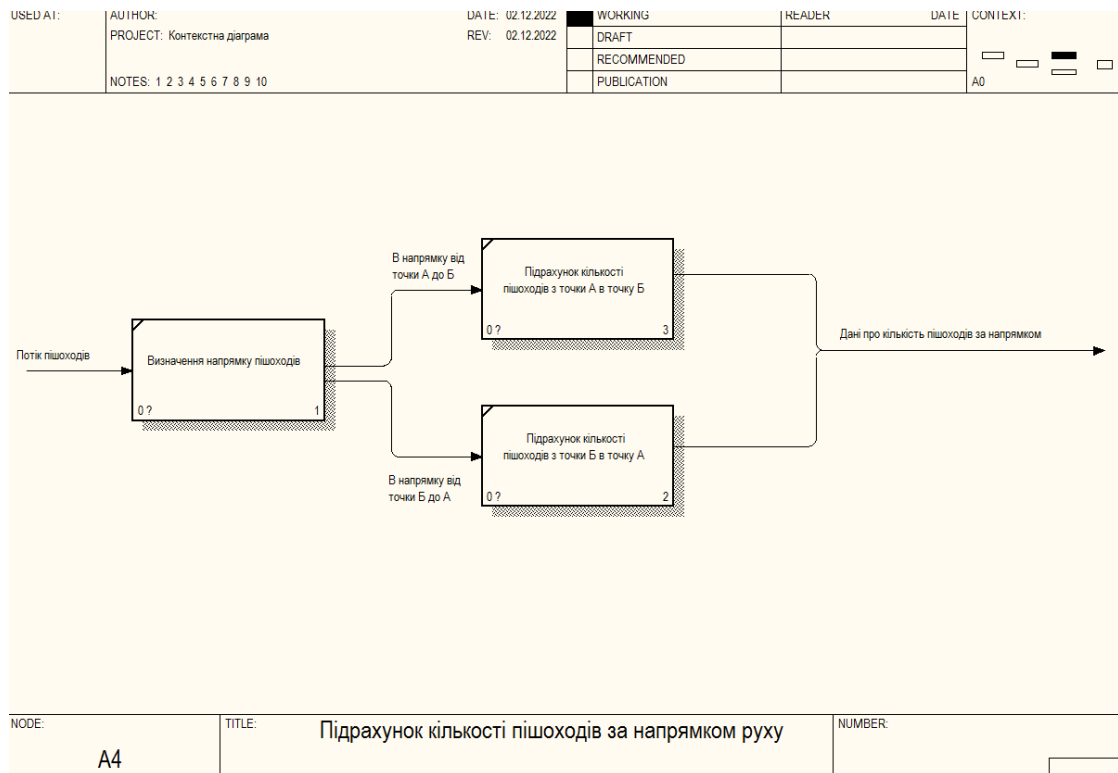


Рисунок 1.6 – Діаграма декомпозиції другого рівня для задачі підрахунку кількості пішоходів за напрямком руху

Аналогічно до діаграми декомпозиції другого рівня вирішує завдання підрахунку кількості пішоходів за напрямком руху було розроблено таку ж саму діаграму декомпозиції другого рівня для підрахунку кількості автомобілів за напрямком руху.

### Висновок до першого розділу

В ході аналізу була вивчена історія виникнення системи, які забезпечують регулювання дорожнім трафіком.

Було проаналізовані літературні праці, та історичні ресурси. Також було проаналізовано схожі системи моніторингу дорожнього трафіку, а саме Dozor, а також розробка системи компанією InnoSent.

За результатами аналізу розроблено структурну модель IDEF0, на основі якої в реалізовано інформаційну технологію моніторингу транспортного та пішохідного трафіку.

# Розділ 2 АРХІТЕКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНОГО ТА ПІШОХІДНОГО ТРАФІКУ

## 2.1. Структура та алгоритми функціонування технології моніторингу транспортного та пішохідного трафіку, її архітектура та інформаційна інфраструктура

Карта процесів розроблена на базі методології процесного моделювання та представлена у вигляді діаграми IDEF3 для інформаційної технології моніторингу дорожнього та пішохідного трафіку приведена на рисунку 2.1:

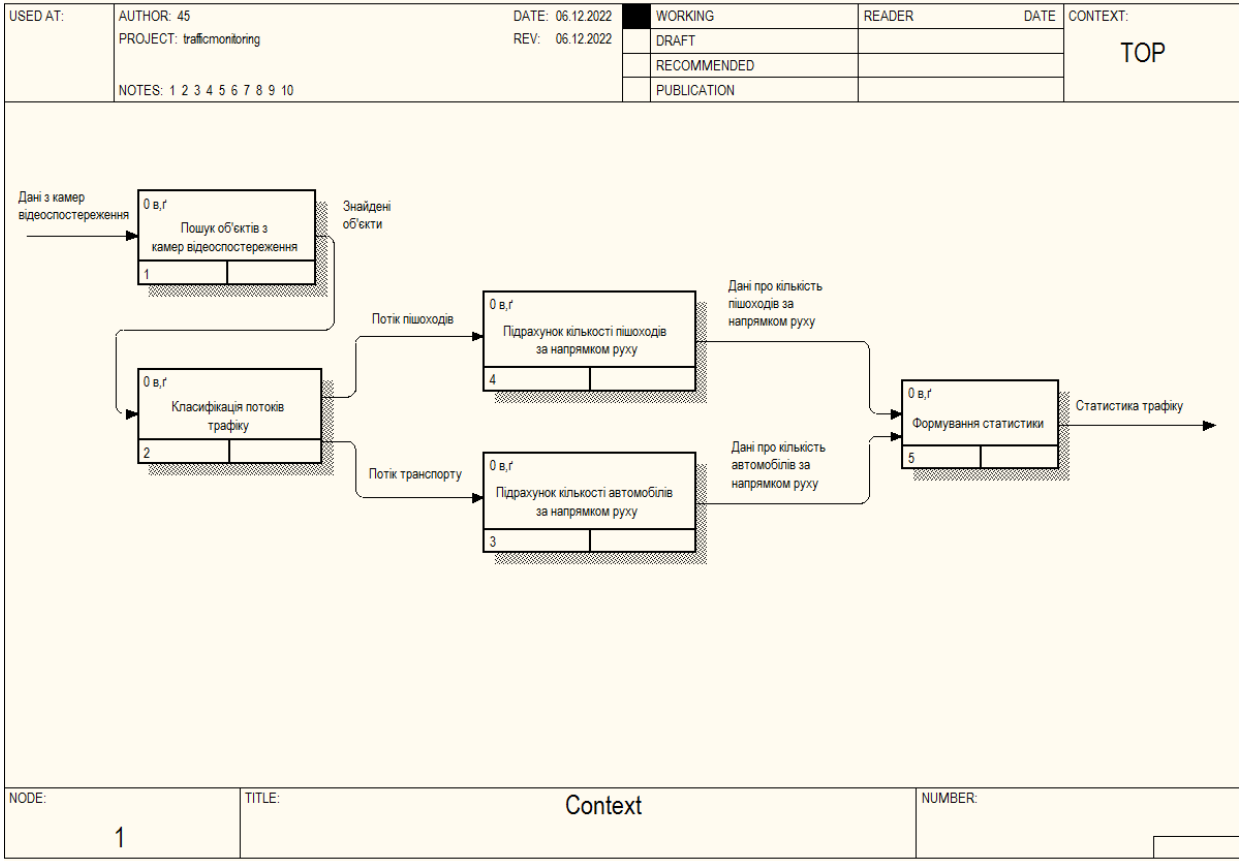


Рисунок 2.1 – Карта процесів системи (IDEF3)

Діаграма процесу пошуку об'єктів з камери відеоспостереження приведена на рисунку 2.2:

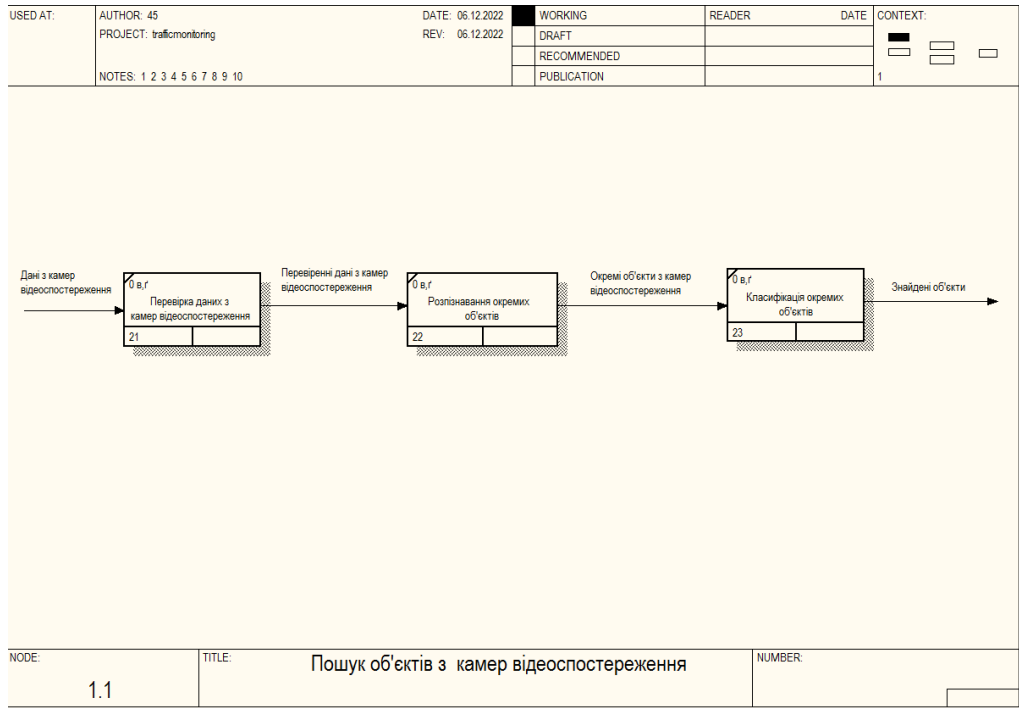


Рисунок 2.2 – Діаграма процесу пошуку об’єктів з камер відеоспостереження (IDEF3)

Діаграма процесу класифікації потоків трафіку приведена на рисунку 2.3:

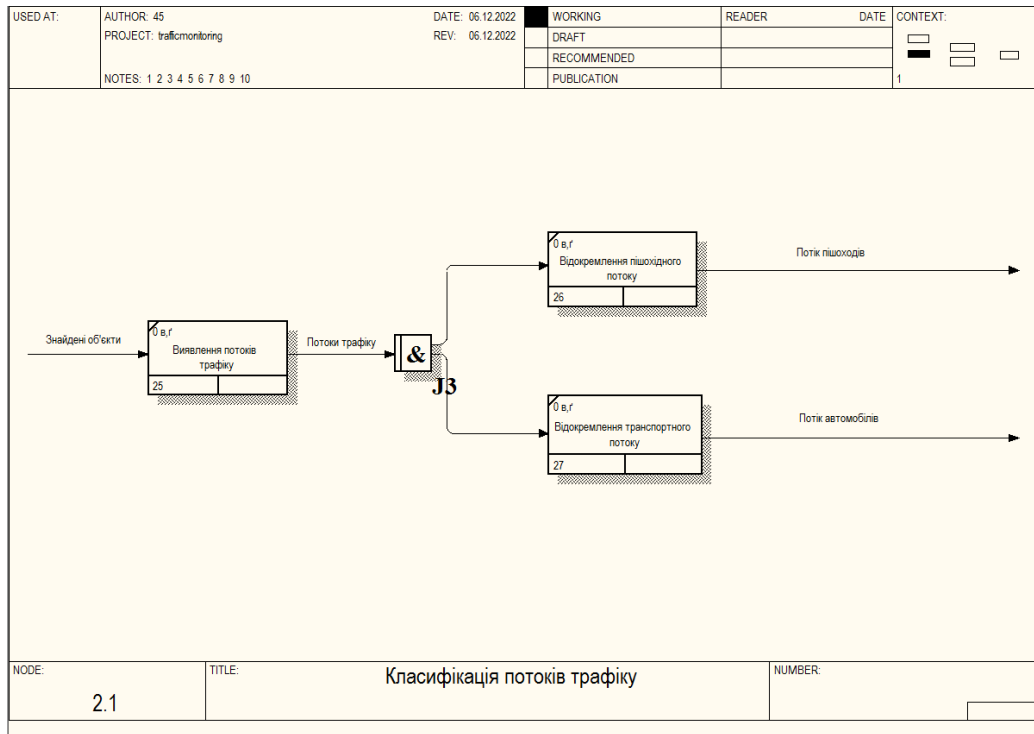


Рисунок 2.3 – Діаграма процесу класифікації потоків трафіку (IDEF3)

Діаграма декомпозиції для завдання підрахунку кількості пішоходів за напрямком руху приведена на рисунку 2.4:

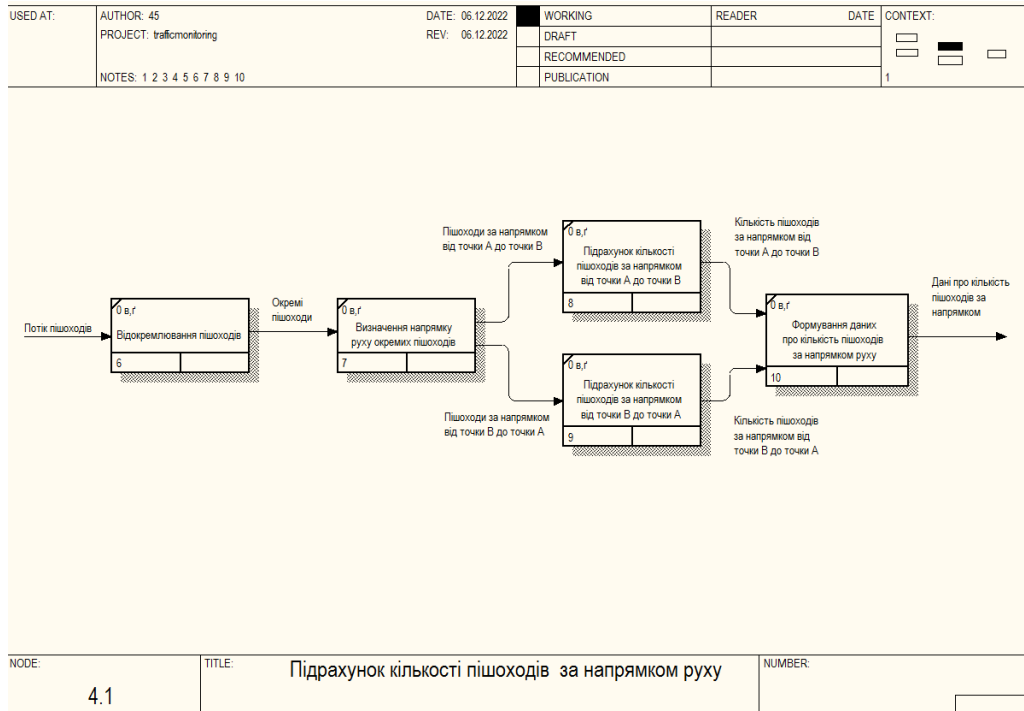


Рисунок 2.4 – Діаграма процесу підрахунку кількості пішоходів за напрямком руху (IDEF3)

Аналогічно формується і діаграма для підрахунку кількості автомобілів за напрямком руху.

Діаграма процесу формування статистики приведена на рисунку 2.6:

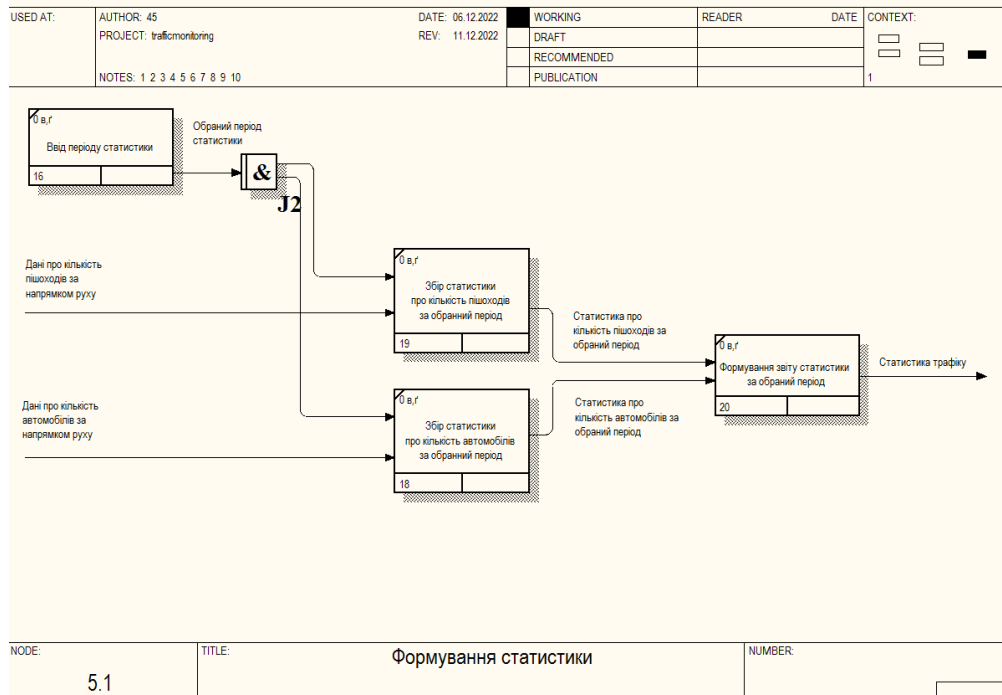


Рисунок 2.5 – Діаграма процесу формування статистики (IDEF3)

## 2.2. Алгоритми функціонування середовищі мультиагентного моделювання в системі NetLogo для визначення критичних показників дорожнього руху

NetLogo це програмний продукт мультиагентного моделювання, що використовується для моделювання природних та соціальних явищ. Він був створений в 1999 році Урі Віленським та безперервно розвивається в ЦЗВ (центрі зв'язаного вивчення) та МД (машинного моделювання). За допомогою цього програмного продукту розроблено імітаційне моделювання транспортного руху для визначення критичних показників дорожнього руху. Отже за допомогою введення і зміни даних можна буде зрозуміти які показники швидкості є найкращими, яка кількість автомобілів може використовуватись одночасно в русі задля того аби не було заторів. Подібний аналіз в місці Києві наприклад дав змогу розширити одну з центральних автомагістралей змінивши двох-сторонній рух на односторонній в двох місцях, що значно покращило рух транспорту і зменшило кількість затор.

Для імітаційного моделювання буде використовуватись програмний застосунок NetLogo 3D 6.3.0, взявши за основу модель бібліотеки – Traffic Basic.

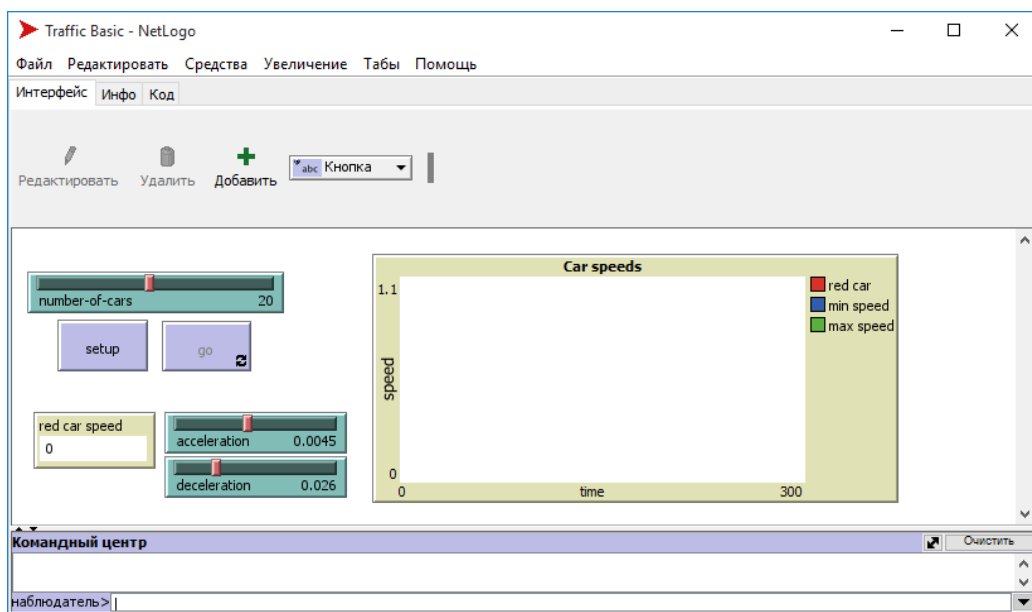


Рисунок 2.6 – Інтерфейс NetLogo

Acceleration – прискорення

Deceleration – уповільнення

Number-of-cars – кількість автомобілів

Red Car Speed – швидкість нашого автомобіля (показник автоматично змінюється)

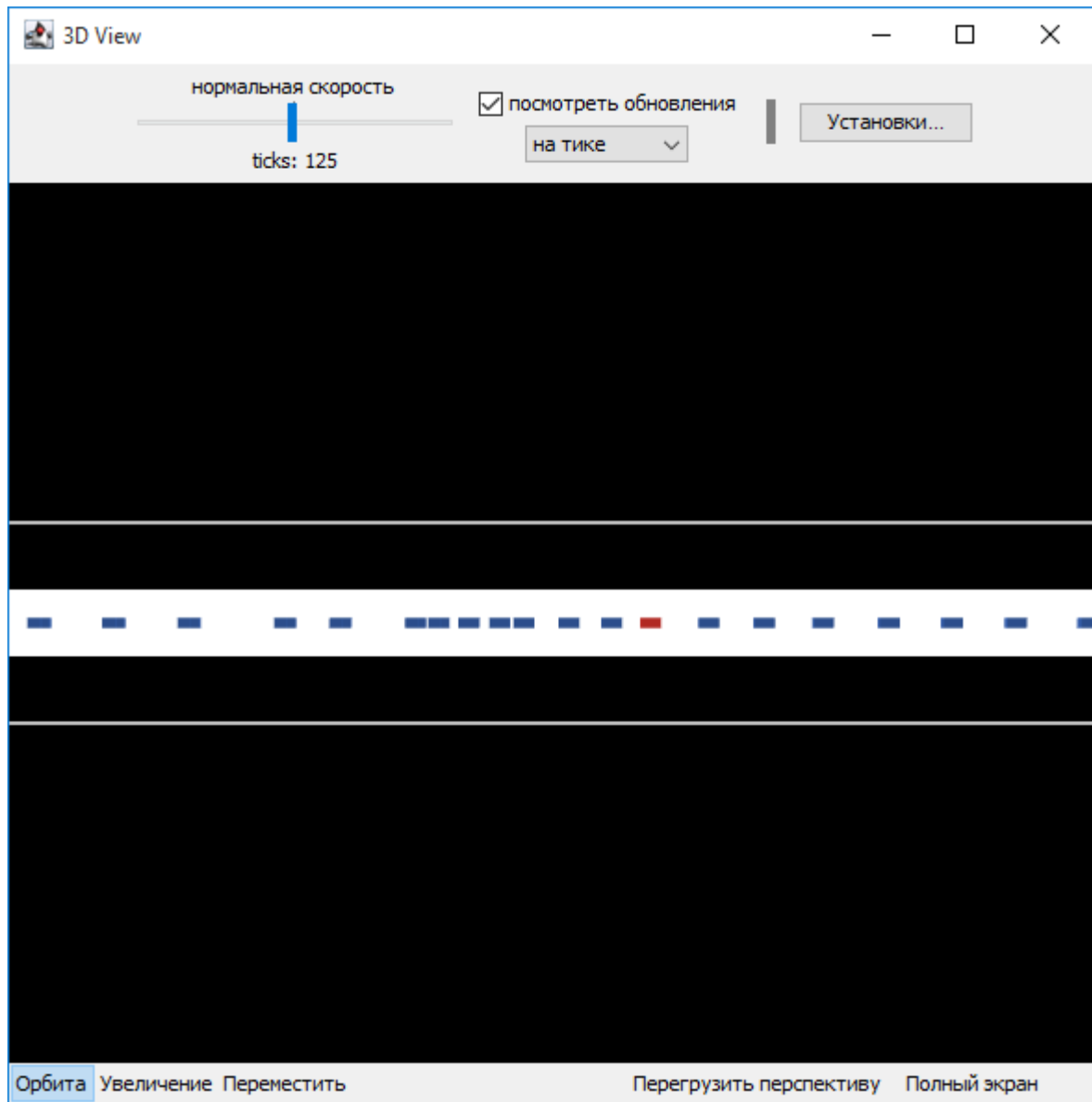


Рисунок 2.7 – Імітаційна модель руху в NetLogo

На рисунку вище ми можемо спостерігати стандартні показники програми, отже за такого руху середня швидкість тримається на рівні 25 км в годину, максимальний показник швидкості тримається на рівні менше 50 км

в годину, що не є критичним рухом, проте з таким сповільненням рух в місці неможливий, адже на пішохідних переходах сповільнення повинно бути до максимуму. Також на графіках ми можемо бачити що за такої кількості автомобілів, такого уповільнення на рівні 26км/год та прискорення - 45км/год іноді трапляються затори на шляху автомобіля. Показники аналізу такого руху приведені нижче на рисунку 2.9

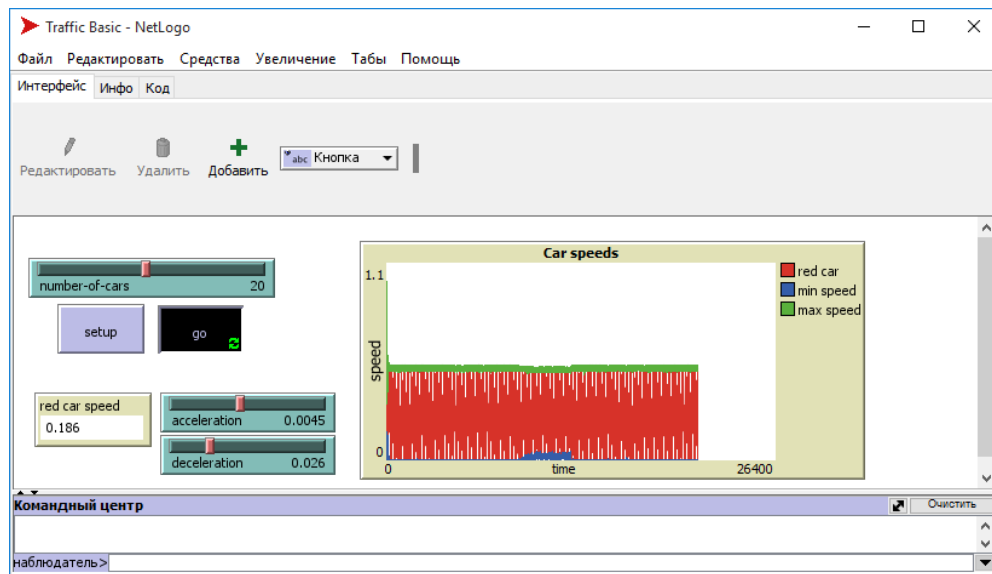


Рисунок 2.8 – Інтерфейс NetLogo

Якщо збільшити кількість автомобілів до 41 ми можемо бачити що навіть за найбільш можливого показника прискорення і сповільнення середній рух транспорту буде нижче середнього і раз в декілька хвилин, що спричиняє затори. Такий рух не є безпечним, адже може спричинити аварійні ситуації, а також заважає роботі наприклад швидкої допомоги, пожежників та поліцейських тощо. Тому за такого руху потрібно обмежувати швидкість і намагатися зменшувати кількість автомобілів шляхом розширення автомагістралі, тощо.

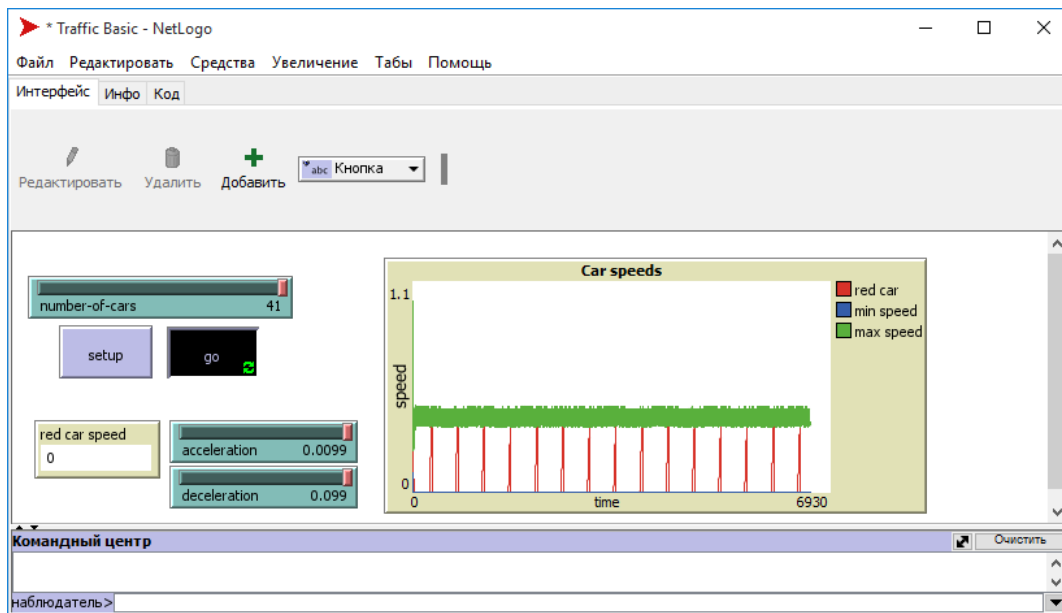


Рисунок 2.9 – Интерфейс NetLogo

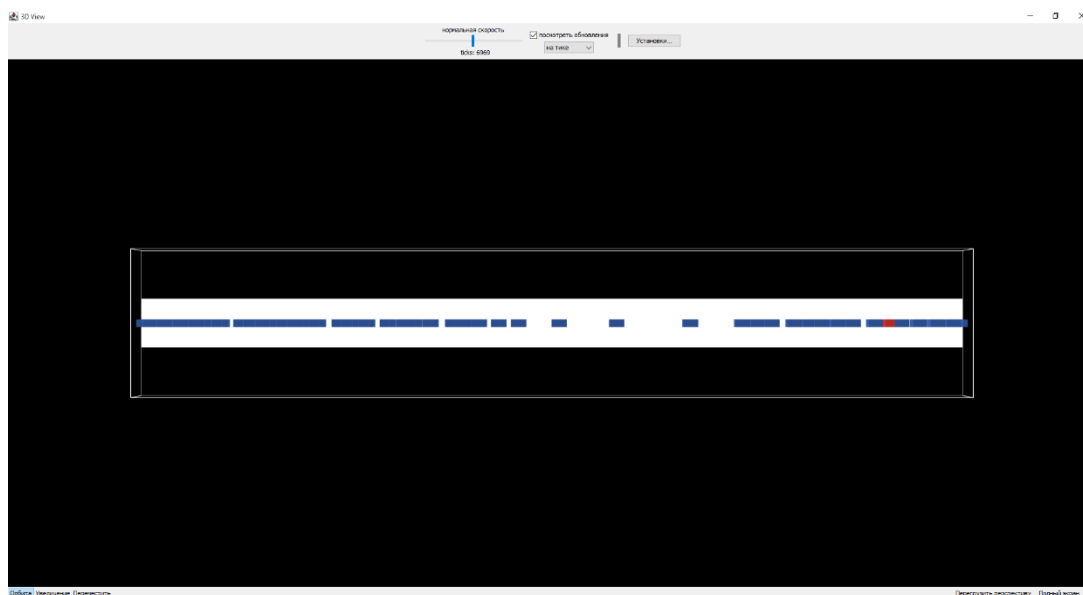


Рисунок 2.10 – Імітаційна модель руху в NetLogo

Проаналізувавши рух на різних швидкостях і з різною кількістю автомобілів найкращим і безпечним в даному випадку буде рух транспорту коли на одній полосі знаходиться менше 20 автомобілів, швидкість руху та прискорення на рівні менше 40 км/год, а уповільнення збільшено до максимуму (для пішохідних переходів). За такого руху безпечний рух буде забезпечено. Якщо ж показники будуть більше 20 автомобілів, а швидкість



прискорення більше 50 км/год, уповільнення навпаки буде менше 30, це буде критичним показником безпеки руху.

### **Висновок до другого розділу**

Даний розділ включає імітаційне моделювання в середовищі мультиагентного моделювання в системі NetLogo для визначення критичних показників дорожнього руху.

В даному розділі також були розроблені карти процесів на базі методології процесного моделювання та представлені у вигляді діаграм IDEF3.

## Розділ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

### 3.1. Опис інтерфейсу та керівництво користувачу

Загальний інтерфейс системи моніторингу транспортного та пішохідного трафіку зображено на рисунку 3.1;

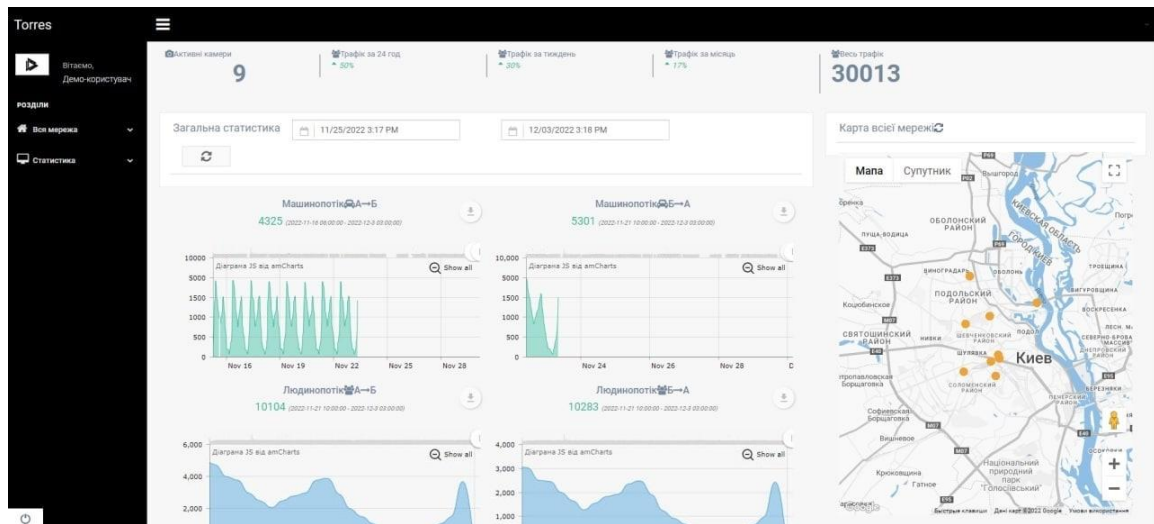


Рисунок 3.1 - Загальний інтерфейс інформаційної технології моніторингу транспортного та пішохідного трафіку

На рисунку 3.2 ми можемо бачити що в технології 18 активних камер що здійснюють моніторинг транспортного та пішохідного руху в місті Київ.

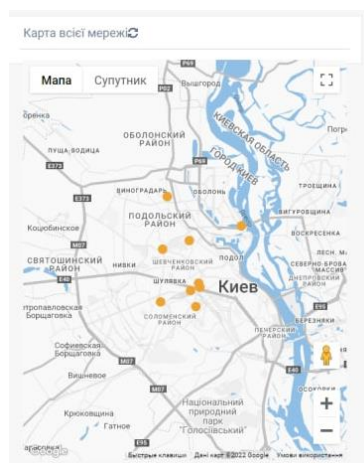


Рисунок 3.2 - Інтерфейс камер та мапи

На рисунку 3.3 ми можемо бачити інтерфейс верхньої статистики, саме там показується інформація про камери, процентні зміни трафіку за 24

години, за тиждень, за місяць тощо, а також показує загальний трафік за обраний період.



Рисунок 3.3 - Інтерфейс верхньої статистики

Також ми можемо спостерігати машинопотік з точки А в точку Б, машинопотік з точки Б в точку А, людинопотік з точки А в точку Б та людинопотік з точки Б в точку А за обраний період. Статистика працює за правилом зміни обраного періоду.

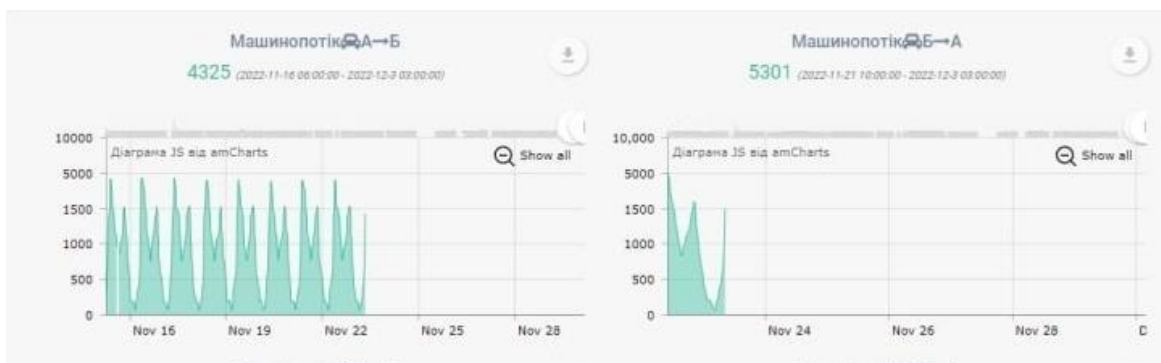


Рисунок 3.4 - Інтерфейс статистики машинопотіку за напрямком руху

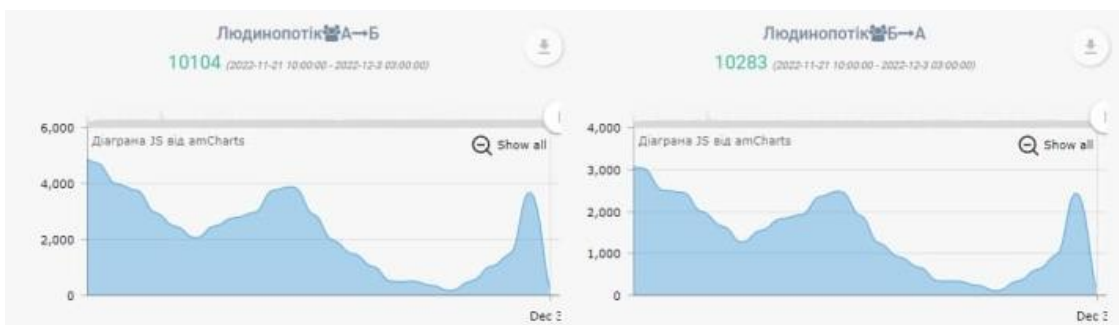


Рисунок 3.5 - Інтерфейс статистики людинопотіку за напрямком руху

Вікно вибору періоду статистики:



Рисунок 3.6 - Інтерфейс вибору періоду статистики

### **Висновок до третього розділу**

В цьому розділі було надано опис розробленої інформаційної технології моніторингу транспортного та пішохідного трафіку, надано керівництво користуванням інтерфейсом технології, де можна обрати період статистики, побачити статистику трафіку пішоходів і автомобілів за напрямками руху, побачити кількість камер, мапу, та багато чого іншого.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи було створено та проаналізовано інформаційну технологію моніторингу транспортного та пішохідного трафіку. Було проаналізовано інші приклади систем (наприклад Dozor та InnoSent), історію моніторингу дорожнього трафіку, а також створено функціональні моделі IDEF0 та IDEF3, за допомогою яких можна зрозуміти в цілому систему, які виконуються під задачі, та як працює технологія. Також було надано загальний опис технології, проаналізовано імітаційне моделювання трафіку в системі Netlogo. Порівнюючи цю систему з іншими, що були наведені в 1 розділі, можна сміливо сказати що було чимало нововведень та кроків, що могли б зробити систему моніторингу за дорожнім трафіком краще, а статистику з неї використовувати в цілях безпеки на дорозі та більш якісного маркетингу.

**ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Проїзд перехрестя [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[http://auto.meta.ua/autolaw/pdd\\_rus/a16/](http://auto.meta.ua/autolaw/pdd_rus/a16/) – Дата перегляду: 9.11.2022.
2. Інформація про світлофори [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
[http://auto.meta.ua/autolaw/pdd\\_rus/d3/](http://auto.meta.ua/autolaw/pdd_rus/d3/) – Дата перегляду: 9.11.2022.
3. Існуючі системи контролю (моніторингу) транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://www.autoopt.ru/articles/products/4716597> – Дата перегляду:  
10.11.2022.
4. Система моніторингу громадського транспорту Dozor [Електронний ресурс]. – <https://city.dozor.tech> – Дата перегляду 10.11.2022
5. Система моніторингу трафіку InnoSenT [Електронний ресурс]. – <https://www.innosent.de/en/index/> – Дата перегляду  
10.11.2022
6. Правила дорожнього руху України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?page=3&nreg=1306-2001-%EF> – Дата перегляду:  
12.11.2021.
7. NetLogo означення, характеристики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.edudirect.net/sopids-1096-1.html> – Дата перегляду: 20.11.2021.
8. Основні поняття інтерфейсів користувача та засоби їх проектування [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<http://elar.khmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1415/2/Rozdil1.pdf> –  
Дата перегляду: 22.11.2021.
9. Глибовець М.М. Основи комп'ютерних алгоритмів /  
М.М. Глибовець – К.: Вид.дім «КМ Академія», 2003. – 452 с.
10. Караванова Т.П. Інформатика: методи побудови алгоритмів та їх

аналіз: обчислювальні алгоритми / Т.П. Караванова – К.: Генеза, 2009. – 336 с.

11. Бродський Ю. Б., Молодецька К. В., Николук О. М. Системний аналіз в економіці : навч. посіб. Житомир : ЖНАЕУ, 2014. 175 с.

12. Катренко А. В. Системний аналіз: підр. За ред. В. В. Пасічника. Львів: Новий Світ-2000, 2011. 395 с.

13. Ушакова І. О. Основи системного аналізу об'єктів та процесів комп'ютеризації : навчальний посібник. Ч. 2 Харків : Вид. ХНЕУ, 2008. – 324 с.

14. Бази даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0\\_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85). - Дата перегляду 22.04.2023.

15. Типи бази даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dou.ua/lenta/articles/types-of-databases/>. - Дата перегляду 22.04.2023.

16. СУБД [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://highload.today/uk/subd-yaki-buvayut-yak-vibrati/>. - Дата перегляду 22.04.2023.

17. Система управління базами даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0\\_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F\\_%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B8\\_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BC%D0%B8_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%85). - Дата перегляду 22.04.2023.

18. Відкриті дані [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D0%B4%D0%BA%D1>

[%80%D0%B8%D1%82%D1%96%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D1%96](#)

. - Дата перегляду 22.04.2023.

19. Відкриті дані, що це таке [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://dostup.pravda.com.ua/explainers/publications/vidkryti-dani-shcho-tse-take-de-ikh-shukaty-i-iaak-vykorystovuvaty/>. - Дата перегляду  
22.04.2023.

20. Бази даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу:  
<https://www.w3schools.com/sql/>. – Дата перегляду 22.04.2023.



**ДОДАТКИ:**

**ДОДАТОК А:**

```
<?php
$start = microtime(true);

header('Content-Type: text/html; charset=utf8');

require_once '../DB/connection.php';

$link = mysqli_connect($host, $user, $password, $database) or die("Error " .
mysqli_error($link));

$time_hour = time();

$current_time = date('Y-m-d H:i:s', $time_hour);

$current_day = date('Y-m-d 00:00:00', $time_hour);

$yesterday = date('Y-m-d 00:00:00', $time_hour - 3600 * 24);

$twoyesterday = date('Y-m-d 00:00:00', $time_hour - 3600 * 24 * 2);

$dayweekago = date('Y-m-d 00:00:00', $time_hour - 3600 * 24 * 7);

$day2weekago = date('Y-m-d 00:00:00', $time_hour - 3600 * 24 * 7 * 2);

$daymonthago = date('Y-m-d 00:00:00', $time_hour - 3600 * 24 * 30);

$day2monthago = date('Y-m-d 00:00:00', $time_hour - 3600 * 24 * 30 * 2);

$user_login = $_POST['param1'];

$GLOBAL_SUM = 0;

$TRAFFIC_24 = 0;

$TRAFFIC_WEEK = 0;

$TRAFFIC_MONTH = 0;

$NUM_OF_DEV = 0;

$NUM_OF_TM = 0;
```

```
$TRAFFIC_24_D2D = 0;

$TRAFFIC_WEEK_W2W = 0;

$TRAFFIC_MONTH_M2M = 0;

$D2D = 0;

$W2W = 0;

$M2M = 0;

$Guids = array();

$DeviceInfo = array();

$TMs = array();

$DeviceData = array();

$ChartGLObalData = array();

$BubbleData = array();

$Traffic_All = array();

mysqli_query($link, "SET NAMES utf8");

$query = "SELECT GUID FROM `devices` WHERE `user_key` = (SELECT
`user_key` FROM `users` WHERE `login` = '$user_login')";

$result = mysqli_query($link, $query) or die("Error " . mysqli_error($link));

if ($result) {

while ($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {

$Guids[] = $row['GUID'];
```