

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Аналіз інформаційних технологій в транспортних системах  
"Розумних міст"

Виконав: студент IV курсу, групи СТ-41

спеціальності 126 Інформаційні системи та

технології

(шифр і назва спеціальності)

Герман В.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Липак Г.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Марценко С.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Стоянов Ю.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2023

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.  
(прізвище та ініціали)

« 23 » червня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 126 Інформаційні системи та технології  
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Герман Віктор Андрійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз інформаційних технологій в транспортних системах "Розумних міст"

Керівник роботи Липак Галина Ігорівна, к.н.с.к., доцент кафедри КН  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 7 » лютого 2023 року № 4/7-134

2. Термін подання студентом завершеної роботи 4 червня 2023р.

3. Вихідні дані до роботи Наукові публікації щодо інформаційних технологій, транспортних систем та їх інтеграції в «Розумних містах»

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Стан та перспективи досліджень в царині транспортних систем розумних міст. 1.1. «Розумні міста» і сучасні інформаційні та комунікаційні технології. 1.2. Опис застосованих методів аналізу. 1.3. Аналітичний огляд транспортної галузі «розумних міст». 2. Аналіз інформаційних технологій в транспортних системах «Розумних міст». 2.1. Геоінформаційні системи та технології для «розумного» транспорту. 2.2. Інформаційні технології великих даних та «розумний» транспорт. 2.3. Аналіз ML для транспортних систем «розумних міст». 3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки. Перелік джерел.

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

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці		05.06.2023	08.06.2023

7. Дата видачі завдання 23 січня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	23.01.2023	<i>Виконано</i>
2.	Підбір джерел про інформаційні технології, транспортних систем та їх інтеграцію в «Розумних містах»	24.01.2023-26.01.2023	<i>Виконано</i>
3.	Опрацювання джерел про інформаційні технології, транспортних систем та їх інтеграцію в «Розумних містах»	27.01.2023-31.01.2023	<i>Виконано</i>
4.	Виконання аналізу інформаційних технологій в транспортних системах «Розумних міст»	01.02.2023-07.02.2023	<i>Виконано</i>
5.	Оформлення розділу «Стан та перспективи досліджень в царині транспортних систем розумних міст»	08.02.2023-09.02.2023	<i>Виконано</i>
6.	Оформлення розділу «Аналіз інформаційних технологій в транспортних системах «Розумних міст»	10.02.2023-12.02.2023	<i>Виконано</i>
7.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності»	05.06.2023-06.06.2023	<i>Виконано</i>
8.	Виконання завдання до підрозділу «Основи охорони праці»	07.06.2023-08.06.2023	<i>Виконано</i>
9.	Оформлення кваліфікаційної роботи	09.06.2023-11.06.2023	<i>Виконано</i>
10.	Нормоконтроль	12.06.2023-13.06.2023	<i>Виконано</i>
11.	Перевірка на плагіат	14.06.2023	<i>Виконано</i>
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	15.06.2023	<i>Виконано</i>
13.	Захист кваліфікаційної роботи	24.06.2023	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Герман В.А.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Липак Г.І.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Аналіз інформаційних технологій в транспортних системах "Розумних міст"// Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» // Герман Віктор Андрійович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СТс-41 // Тернопіль, 2023 // С. 45, рис. – 19, табл. – 3, кресл. – , додат. – 0, бібліогр. – 43.

**Ключові слова:** аналітика даних, великі дані, геоінформація, глибоке навчання, машинне навчання, розумне місто, транспорт, штучний інтелект.

Кваліфікаційна робота присв'ячена аналізу інформаційних технологій в транспортних системах «Розумних міст». Початкова концепція «розумних міст» була визнана основою, яка базується на досягненнях у галузі ІКТ для вирішення задач урбанізації. Громадяни все частіше використовують інформаційно-технологічні платформи «розумних міст» різними способами, наприклад, мобільні пристрої, підключені автомобілі, розумні будинки. В першому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто «розумні міста» і сучасні інформаційні та комунікаційні технології. Подано опис застосованих методів аналізу. Проведено аналітичний огляд транспортної галузі «розумних міст».

В другому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» проаналізовано геоінформаційні системи та технології для «розумного» транспорту. Розглянуто збір і джерела геоінформаційних даних. Подано опис аналітики транспортних даних. Проаналізовано інформаційні технології великих даних та «розумний» транспорт. Виконано аналіз ML для транспортних систем «розумних міст».

## ANNOTATION

Analysis of Information Technologies in Transport Systems of "Smart Cities" // The educational level "Bachelor" qualification work of // Herman Viktor Andriiovych // Ternopil Ivan Pulyu National Technical University, Computer and Information Systems and Software Engineering Faculty, Computer Sciences Department, group ST-41 // Ternopil, 2023 // P. 45, fig. - 19, tabl. - 3, chair. - , annexes. – 0, references - 43.

**Keywords:** data analytics, big data, geoinformation, deep learning, machine learning, smart city, transportation, artificial intelligence.

The qualification work is devoted to the analysis of information technologies in the transport systems of "Smart Cities". The initial concept of "smart cities" has been recognized as a basis based on advances in the field of ICT to solve the problems of urbanization. Citizens increasingly use information technology platforms of "smart cities" in various ways, for example, mobile devices, connected cars, smart homes. In the first section of the qualification work, "smart cities" and modern information and communication technologies are considered. A description of the applied analysis methods is given. An analytical review of the transport industry of "smart cities" was carried out.

In the second section of the qualifying work of the "Bachelor" educational level, geo-information systems and technologies for "smart" transport are analyzed. The collection and sources of geoinformation data are considered. A description of transport data analytics is given. The information technologies of big data and "smart" transport are analyzed. Performed ML analysis for smart city transportation systems.

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІКТ – інформаційні та комунікаційні технології.

ШІ – Штучний інтелект.

BDA (англ. Big Data Analytics) – Аналітика великих даних.

ІоТ (англ. Internet of Things) – Інтернету речей.

ІТС (англ. Intelligent Transport Systems) – Інтелектуальні транспортні системи.

GPS (англ. Global Positioning System) – Система глобального позиціонування.

DL (англ. Deep learning) – Глибоке навчання.

MIT (англ. Massachusetts Institute of Technology) – Массачусетський технологічний інститут.

ML (англ. Machine Learning) – Машинне навчання.

NN (англ. Neural Network) – Нейронні мережі.

VSD (англ. Vehicle Sensor Data) – Дававачів транспортних засобів.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ В ЦАРИНІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ РОЗУМНИХ МІСТ .....	9
1.1 «Розумні міста» і сучасні інформаційні та комунікаційні технології .	9
1.2 Опис застосованих методів аналізу .....	16
1.3 Аналітичний огляд транспортної галузі «розумних міст» .....	20
1.4 Висновок до першого розділу .....	23
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ «РОЗУМНИХ МІСТ» .....	24
2.1 Геоінформаційні системи та технології для «розумного» транспортного .....	24
2.1.1 Збір даних і джерела .....	25
2.1.2 Аналітика транспортних даних .....	27
2.2 Інформаційні технології великих даних та «розумний» транспорт ....	28
2.3 Аналіз ML для транспортних систем «розумних міст» .....	31
2.4 Висновок до другого розділу .....	35
РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	36
3.1 Долікарська допомога при контузіїх .....	36
3.2 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах .....	37
3.3 Висновок до третього розділу .....	39
ВИСНОВКИ.....	40
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ .....	41

## ВСТУП

**Актуальність теми.** У зв'язку з нещодавнім збільшенням міського трафіку, що є наслідком безпрецедентного зростання міського населення, транспортна галузь «розумного міста» стикається з множиною задач, включаючи розробку ефективних стратегій для використання наявної інфраструктури та мінімізації трафіку.

Початкова концепція «розумних міст» була визнана основою, яка базується на досягненнях у галузі ІКТ для вирішення задач урбанізації. Громадяни все частіше використовують інформаційно-технологічні платформи «розумних міст» різними способами, наприклад, мобільні пристрої, підключені автомобілі, розумні будинки. Однак розробка інформаційно-технологічних комплексів для «розумних міст» ще динамічно відбувається, щоб мати можливість використовувати переваги нових, керованих даними, інформаційних технологій. Розвиток нових технологій у сфері великих даних, штучного інтелекту, машинного навчання, глибокого навчання та Інтернету речей (IoT) надалі сформує структуру «розумних міст» і зробить революцію в різних секторах «розумних міст» [1]. Геоінформаційні та комунікаційні технології [2] є ще однією новою сферою, яка все частіше використовується для підвищення стійкості «розумних міст». Геоінформаційні та комунікаційні технології мають важливе значення для впровадження ІКТ, залучаючи науку про геоінформацію в інформаційні системи «розумних міст» для підтримки процесів аналізу та прийняття рішень.

Таким чином, існує потреба в розробці ефективних транспортних стратегій для вирішення проблем, що впливають на транспортну галузь «розумних міст». Тому аналіз інформаційних технологій в транспортних системах «Розумних міст» є актуальним напрямком сучасних досліджень.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» є підвищення поінформованості розробників та громадян щодо особливостей інтеграції інформаційних технологій в



транспортні системи сучасних міст, та, як наслідок, покращення їхніх характеристик. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати ряд завдань, зокрема:

- Виконати аналітичний огляд транспортної галузі «розумних міст».
- Проаналізувати геоінформаційні системи та технології для «розумного» транспорту.
- Дослідити інформаційні технології великих даних та «розумний» транспорт.
- Виконати аналіз ML для транспортних систем «розумних міст».

**Практичне значення одержаних результатів.** Проведений аналіз вітчизнаних та закордонних наукових публікацій може бути практично використаний при формуванні стеку інформаційних технологій для транспортних систем «розумних міст».

## РОЗДІЛ 1. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕНЬ В ЦАРИНІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ РОЗУМНИХ МІСТ

### 1.1 «Розумні міста» і сучасні інформаційні та комунікаційні технології

«Розумні міста» включають різні ІКТ та передові технології, які можуть трансформувати багато соціально-економічних аспектів суспільства (див. рисунок 1.1), зокрема:

- охорону здоров'я;
- енергетику;
- освіту;
- транспорт.



Рисунок 1.1 – «Розумне місто» та ІКТ

Таким чином дозволяючи «розумним» технологіям створювати зміни в суспільстві.

Транспортна галузь «розумних міст» неминуче зіткнеться з множиною інформаційно-технологічних задач (див. рисунок 1.2) у результаті безпрецедентної міграції в міста. Отже, доцільно розробити ефективні стратегії для використання наявної інфраструктури та мінімізації трафіку.



Рисунок 1.2 – Транспортні задачі «розумних міст»

«Розумні» транспортні системи відіграють важливу роль у міських районах, вирішуючи задачі контролю руху та заторів в містах. «Розумні» транспортні системи можуть надавати послуги для підвищення безпеки дорожнього руху, зменшення кількості аварій та надання своєчасної інформації водіям і користувачам (див. рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – «Розумні» транспортні системи

Приклад розгортання «розумних міст» можна знайти в пропозиції компанії «Alphabet (Google)» побудувати громадські кіоски «WiFi» на вулицях Нью-Йорка з можливістю обміну даними з автономними транспортними засобами та іншими міськими системами [3].

«Розумні міста» використовують різноманітні інструменти та методи, зокрема технології:

- інтелектуальні транспортні системи (ITS);
- великі дані;
- аналітику даних;
- штучний інтелект;
- машинне навчання;
- глибоке навчання;
- IoT;
- периферійну аналітику.

Дослідження, орієнтовані на інформаційні технології «розумних міст» (див. рисунок 1.4), стосуються кількох напрямків дослідження «розумного» транспорту та його застосування, які є важливими компонентами «розумних міст», що потребують «розумних» приладів і взаємозв'язків.

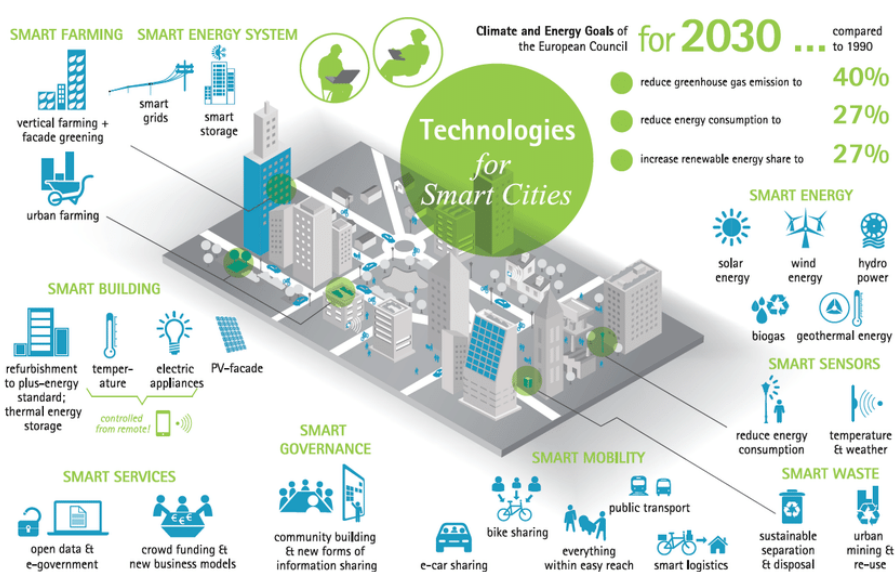


Рисунок 1.4 – «Розумні» транспортні системи

Ці застосунки в транспорті аналізують:

- досвід водія;
- автономні транспортні засоби;
- спільне керування дорожнім рухом;
- управління та прогнозування транспортних потоків.

Впродовж останнього періоду часу аналітика великих даних використовується для розробки та планування «розумного» транспорту, систем управління та спільнот (див. рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Аналітика великих даних для «розумного» транспорту

У «розумному» транспорті дані отримуються з багатьох різномірних джерел, зокрема це:

- дані GPS;
- транспортні логістичні дані;
- відеодані;

- дані соціальних медіа;
- давачі та системні дані;

Наприклад:

- дані давачів транспортних засобів (VSD);
- дані мобільних служб транспортних засобів;
- передові водійські дані;
- допоміжні дані;
- дані про підключені автомобілів тощо.

Загальна архітектура використання та розгортання аналітики великих даних у розумних транспортних системах показана на рисунку 1.6.

### **Рівень «розумних» транспортних застосунків**

- **Аналіз транспортних потоків**
- **Виявлення аварій та реагування на надзвичайні ситуації**
- **Планування маршруту**

---

### **Рівень аналітичного опрацювання даних**

- **Геопросторові та геоінформація**
- **Машинне та глибоке навчання**
- **Штучний інтелект та інші підходи**

---

### **Рівень визначення та збору даних**

- **Рівень визначення та збору даних**
- **GPS і дані про місцезнаходження**
- **Дані соціальних мереж і мобільних пристроїв**

Рисунок 1.6 – Узагальнена архітектура для аналітики великих даних у «розумному» транспорті

Архітектура має три рівні для сприйняття та збору даних, аналітики даних і розумної транспортної програми.

У галузі науки про дані машинне навчання (ML) використовується для моделювання та аналітики для отримання тенденцій і шаблонів із даних (див. рисунок 1.7). Загалом існує три категорії алгоритмів машинного навчання:

- алгоритми навчання під наглядом;
- алгоритми неконтрольованого навчання;
- алгоритми навчання з підкріпленням.



Рисунок 1.7 – Машинне навчання для «розумного» транспорту

Нейронні мережі (NN) є популярною методикою навчання під наглядом як для класифікації, так і для регресії [4]. Алгоритми навчання під наглядом вимагають використання даних для класифікації та регресії. Алгоритми неконтрольованого навчання не вимагають позначених даних і використовувалися для різних «розумних» транспортних застосунків:

- прогнозування потоку транспорту [5];
- оцінка маршруту транспортування [6];
- прогнозування паркувальних місць [7];
- прогнозування часу прибуття автобуса [8] тощо.

Недавньою тенденцією в сучасних алгоритмах ML є поява моделей глибокого навчання (DL). Моделі DL в транспортних системах «розумних міст» (див рисунок 1.8):

- згорткова нейронна мережа (CNN);
- глибока обмежена машина Больцмана;
- рекурентна нейронна мережа;
- моделі навчання з глибоким підкріпленням;
- стекові автоматичні кодери тощо.



Рисунок 1.8 – Глибоке навчання для «розумного» транспорту

Огляд глибокого навчання з підкріпленням для «розумного» транспорту можна знайти в [9]. Прикладні застосунки:

- виявлення транспортних засобів [10];
- імпутацію даних про дорожній рух [11]
- прогноз щільності транспортного потоку [12].

Тому потрібно провести аналіз п'яти рушійних нових інформаційно-технологічних сил у контексті транспортних стратегій «розумних міст»:



- геоінформації;
- аналітики великих даних;
- застосування ML;
- інтегрованого навчання та DL;
- підходів ШІ.

## 1.2 Опис застосованих методів аналізу

Однією з головних цілей є представлення комплексного аналізу сучасних інформаційних технологій і підходів до транспортування «розумних міст» (див. рисунок 1.9), зосередивши увагу на інноваційних інформаційних та комунікаційних технологіях, які називаються п'ятьма ключовими напрямками.

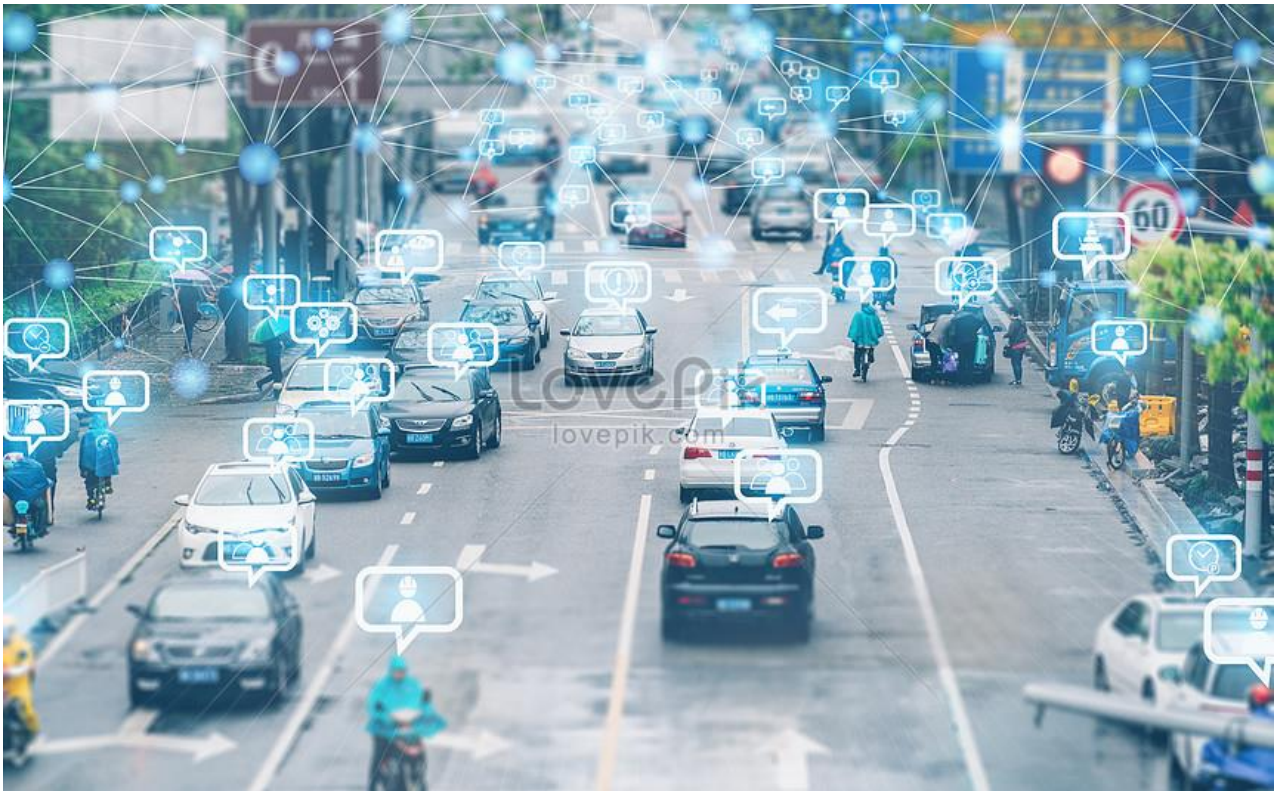


Рисунок 1.9 – Сучасні інформаційні технології і підходи до транспортування «розумних міст»

Огляд літератури розглядається як дійсний підхід і необхідний крок у структуруванні галузі дослідження, і, таким чином, є невід’ємною частиною проведення аналізу [13]. Отже, при виконанні цього аналізу використовується чотириетапний метод дослідження, використаний у [14] для збору та аналізу наукової літератури, а саме:

1. Визначення одиниці аналізу.
2. Вибір контексту класифікації.
3. Збір наукових публікацій та окреслення поля аналізу.
4. Аналіз або оцінка матеріалів.

Таким чином, у рамках параметрів цієї мети, будемо аналізувати наукову літературу. Пошукова вибірка охоплює понад вісімсот п’ятдесят наукових статей із популярних журналів.

Наукову літературу будемо структурувати за двома основними категоріями:

1. Огляд «розумного» міського транспорту.
2. Порівняння та нові інформаційні технології для транспорту «розумних міст».

На рисунку 1.10 подано короткий виклад аналітичних оглядів.



Рисунок 1.10 – Короткий виклад аналітичних оглядів

Проводитимемо пошук наукових публікацій за допомогою наукометричних БД:

- «Google Scholar».
- «IEEE Explore».
- «Scopus».

В таблиці 1.1 подано короткий список дескрипторів класифікації «розумного» міського транспорту. Обмежимо вибір наукових публікацій починаючи з 2010 року.

Таблиця 1.1 – Класифікаційні дескриптори «розумного» міського транспорту

<b>№</b>	<b>Класифікаційний дескриптор</b>	<b>К-сть публ.</b>
1	«Розумний» транспорт	2
2	Архітектури транспортних систем	7
3	Моніторинг і управління трафіком	11
4	Соціальний транспорт і краудсорсинг	3
5	Планування для сталого транспортування	2
6	Транспорт із підтримкою БПЛА для «розумного міста»	1
7	Райдшеринг у «розумному місті»	1
8	Спільне використання транспортних засобів на кількох станціях у «розумному місті»	1
9	Перевезення сміття в «розумному місті»	1

Вибірку решти наукових публікацій проводитимемо за допомогою перехресних посилань. Класифікаційні дескриптори інноваційних інформаційних технологій для транспорту в «розумному місті» подано в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Класифікаційні дескриптори інноваційних інформаційних технологій для транспорту в «розумному місті»

№	Класифікаційний дескриптор	К-сть публ.
1	Вплив геоінформації на транспортування «розумного міста»	28
2	Транспортування на основі даних і технології великих даних	70
3	Підходи ML для транспортування «розумного міста»	22
4	Інтегроване DL для транспортування «розумного міста»	23
5	Транспорт на основі ШІ та інших технік	23

Проте між 2017 і 2020 роками було знайдено обширний перелік різнотипових наукових публікацій (див. рисунок 1.11).

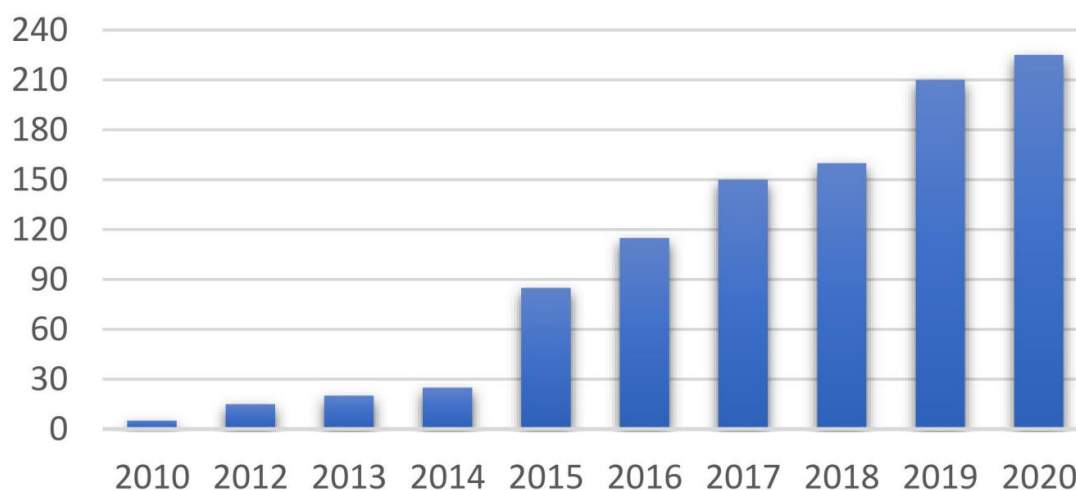


Рисунок 1.11 – Статистика розподілу статей за роками видання

Це дозволило уточнити критерії пошуку. Під час пошуку релевантних публікацій також розглядатимемо окрему наукову статтю як одиницю аналізу та використовуватимемо набір ключових слів, щоб забезпечити збір великої кількості результатів досліджень. Опубліковані результати досліджень будемо аналізувати в двох основних контекстах:

1. Контекст задачі.
2. Контекст рішення та методології.

,щоб достатньо охопити як дослідження транспортних стратегій розумного міста, так і методи, що використовують нові технології для транспорту розумного міста. програм, щоб вирішити проблеми.

### 1.3 Аналітичний огляд транспортної галузі «розумних міст»

«Розумні міста» використовують різні дваачі для збору даних для виконання аналітики. Автори [15] обговорили множину характеристик «розумних міст»:

- розумне управління;
- розумні спільноти;
- розумна економіка;
- розумне середовище;
- розумна мобільність.

Характеристика розумної мобільності стосується інтеграції ІКТ та «розумного» транспорту. Роль ІКТ є ключовим напрямком формування «розумних міст». «Розумна» транспортна система (див. рисунок 1.12) дозволяє використовувати множину корисних застосунків, наприклад моніторинг дорожнього руху, та інформує учасників дорожнього руху про потенційні небезпеки та ситуації.



Рисунок 1.12 – «Розумна» транспортна система

«Розумний» транспорт – ITS використовують різноманітні інформаційні та комунікаційні технології, починаючи від основних програм, наприклад сигнали світлофора, системи контролю та моніторингу, до корисних програм, таких як керування паркуванням та інформаційні системи на основі прийняття рішень. Прикладом інтелектуального транспортного застосунку є інтелектуальна система «vigilare (IVS)» для «розумних» транспортних послуг «розумних» міст, запропонована авторами [16]. На рисунку 1.13 показана архітектура запропонованої структури «IVS».

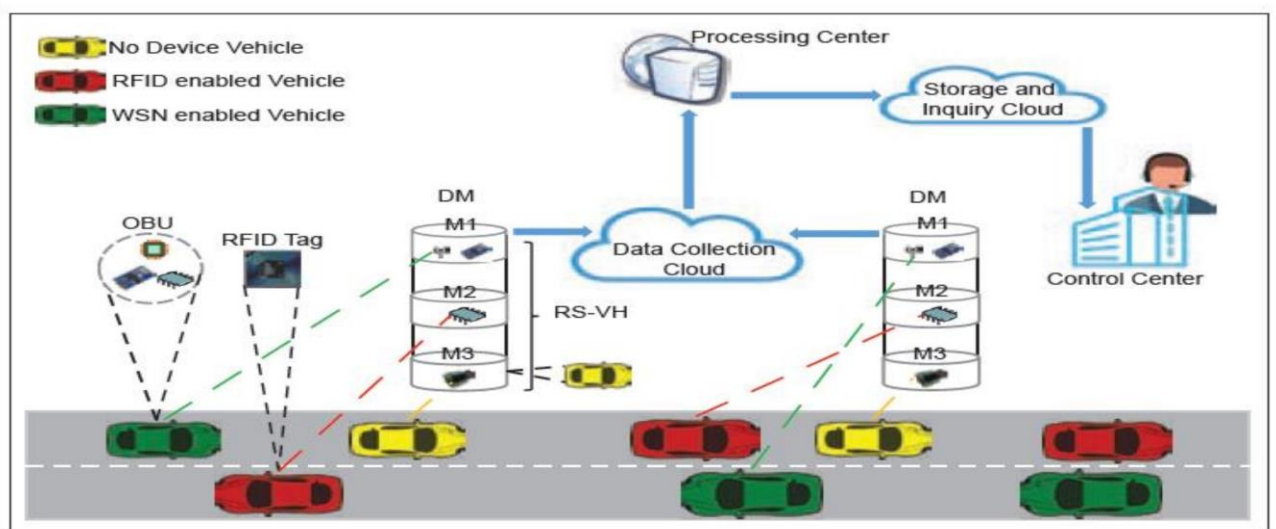


Рисунок 1.13 – Архітектура фреймворку «IVS» [15]

«IVS» використовує множину ІКТ для сприйняття даних, обробки інформації та хмарного зберігання, які інтегровані для виконання корисної програми IVS.

Автори запропонували застосувати інформаційну технологію великих даних разом включаючи IoT, ІКТ та технологіями інтелектуального аналізу даних. Їхньою основною метою було використання інформаційних технологій великих даних для вирішення різноманітних задач ITS, включаючи безпеку, безпеку та управління.

Автори [17] провели дослідження та обговорили різні транспортні архітектури для застосунків «розумних міст», зокрема:

- дорожній зв'язок;
- спільні транспортні засоби;
- навігація та енергетика.

У [18] автори запропонували хмарну транспортну архітектуру «розумного» паркування для «розумних міст». Вони вперше встановили це в університетському містечку, використовуючи три рівні архітектури (див. рисунок 1.14):

1. «Cloud Tier» – хмарне сховище та обчислювальні послуги. Дані включають місця для паркування, керований автомобіль і місцезнаходження користувача;

2. «Рівень веб-серверів» – з'єднання рівня мобільних програм і хмарного рівня. Він підтримує розгортання застосунків і забезпечує середовище для модульного об'єднання застосунків у пакет;

3. «Рівень мобільних застосунків» – надсилає запити веб-серверу паркування автомобілів із запитом про доступні місця для паркування автомобілів. Сервер знайде вільне місце для паркування автомобіля, перейшовши за профілем користувача, і поверне застосунку інформацію про водіння користувачеві.

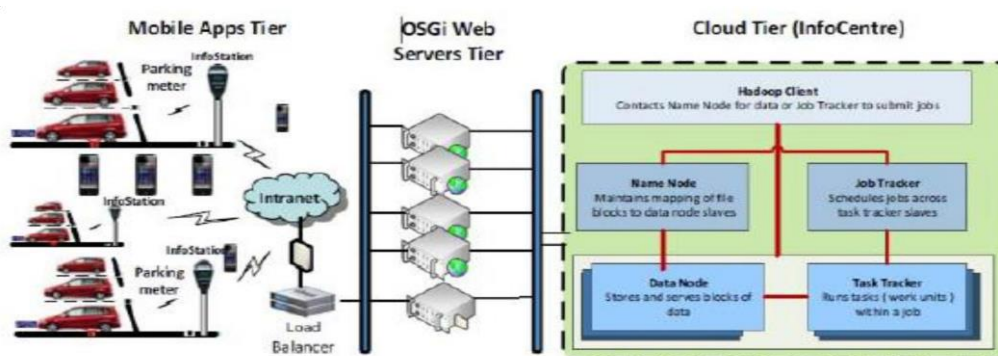


Рисунок 1.14 – Транспортна архітектура розумного паркування [18]

Автори [19] запропонували «розумну» архітектуру системи громадського транспорту з використанням «розумних» автобусів на основі GPS, «розумного»

продажу квитків і автоматичного збору плати за проїзд. Архітектура їхньої системи складалася з трьох модулів:

1. Модуль передавача машини.
2. Модуль керування кінцевою станцією машини.
3. Модуль обслуговування пасажирів.

Модуль автобусного передавача складався з:

- GPS-модуля;
- одноплатного комп'ютера «Raspberry Pi»
- модуля GSM.

Модуль обслуговування пасажирів складався з застосунку на смартфоні для визначення місцезнаходження автобуса та часу, необхідного для досягнення пункту призначення.

#### **1.4 Висновок до першого розділу**

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» розглянуто «розумні міста» і сучасні інформаційні та комунікаційні технології. Подано опис застосованих методів аналізу. Проведено аналітичний огляд транспортної галузі «розумних міст».



## РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ «РОЗУМНИХ МІСТ»

### 2.1 Геоінформаційні системи та технології для «розумного» транспорту

Автори [20] обговорювали трансформацію традиційних міських просторів у цифрові простори та використання геоінформації для розгортання «розумних міст». В [21] досліджено структуру «розумних міст» і вплив ІКТ-рішень на навколишнє середовище. Геоінформаційні та комунікаційні технології пропонують рішення для сталого розвитку «розумних міст».

Автори [22] запропонували підхід до аналізу вразливостей у міських транспортних системах за допомогою показників складних мереж. Комплексні мережеві метрики – це підхід до моделювання складних взаємодій між об'єктами у великій розмірності, наприклад, транспортні маршрути та зупинки можна змоделювати у вигляді графа.

Автори в [23] обговорили деякі ключові технології розумного транспорту для «розумних міст». На рисунку 2.1 показана структурна схема розумної транспортної системи.

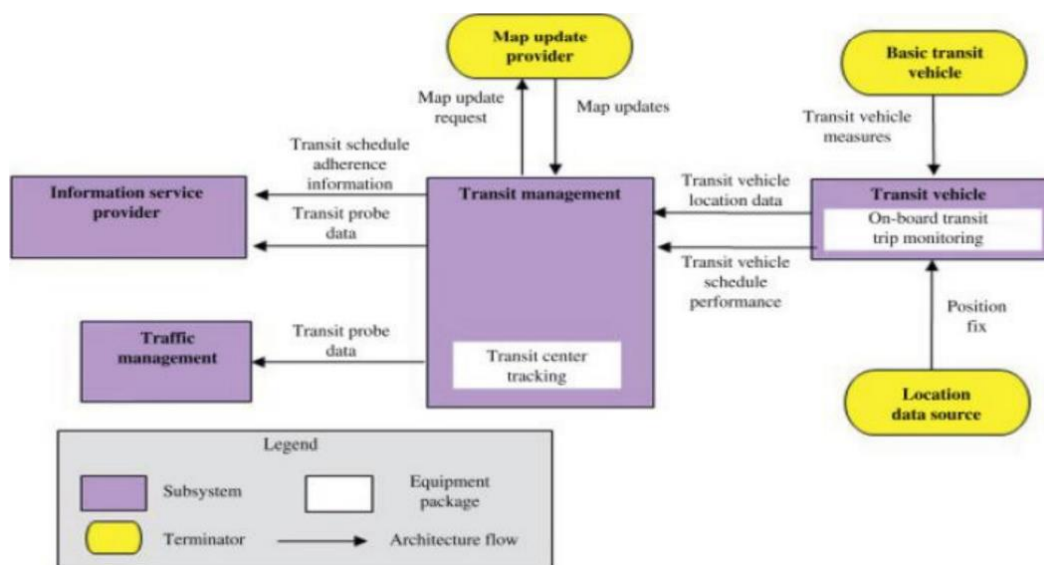


Рисунок 2.1 – Структурна схема «розумної» транспортної архітектури [24]

Система використовує різні ІКТ для формування взаємодії та зв'язку між різними об'єктами у цифрову карту, наприклад:

- людьми;
- транспортними засобами;
- дорогами.

Деякі програми включають вибір оптимального маршруту руху на основі інформації про дорожній рух у реальному часі та місцезнаходження транспортних засобів за допомогою технології позиціонування GPS.

В [25] запропоновано підхід, названий «латентним факторним моделюванням даних траєкторії руху». Автори запропонували генеративну модель «TraLFM» для аналізу моделей мобільності людей, що лежать в основі траєкторій руху. Їхній підхід використовував три спостереження:

- шаблони мобільності відображені послідовністю місць на траєкторіях;
- моделі мобільності залежать від людей;
- моделі мобільності є циклічними та змінюються з часом.

Автори провели обширні експерименти з записами про проходження транспортних засобів «VPR» і даними таксі. Дані «VPR» були зібрані з системи спостереження за дорожнім рухом міста Цзінань. Дані про таксі були зібрані з повних поїздок в місті Порту. Їхні експериментальні результати показали, що запропонований підхід «TraLFM» може перевершити прогнози інших найсучасніших методів.

### **2.1.1 Збір даних і джерела**

Прогрес інформаційних технологій, зокрема, IoT, соціальні медіа тощо, розширив перелік інформаційних джерел, за допомогою яких можна генерувати та збирати великі за обсягом набори даних із пристроїв, транспортних засобів, двавачів і людей для використання в ITS. Збір даних в ITS означає роботу зі зведення даних, отриманих із різнотипових джерел, за допомогою різноманітних відповідних каналів. Автори [26] надають інформацію про

джерела та типи транспортних даних. Одним із джерел збору транспортних даних є «розумна»-карта. Багато систем міського транспорту використовують системи автоматичного збору плати за проїзд «АFC», які вимагають, щоб пасажери мали використовувати свої «розумні»-картки для оплати проїзду. Коли пасажери використовують свої «розумні»-картки, електронний зчитувач фіксує подробиці про час їхньої посадки, інформацію про джерело та пункт призначення тощо. У таблиці 2.1 наведено перелік джерел збору транспортних даних та їх застосування.

Таблиця 2.1 – Перелік джерел і застосунків збору транспортних даних

Джерела даних	Інструменти збору даних	Тип даних	Додатки
«Розумна» картка	«Розумна» картка	ОФ потоки, час у дорозі	Модель поведінки пасажирів у подорожах, планування та управління транспортними послугами
відео	Відеокамера	Положення автомобіля, швидкість автомобіля, щільність автомобіля, класифікація транспортного засобу, номерний знак	Виявлення та моніторинг транспортних потоків, ідентифікація транспортних засобів, виявлення інцидентів, моделювання викидів транспортних засобів
GPS	GPS	Розташування транспортного засобу, щільність транспортного засобу, транспортний засіб класифікація, якість доріг	Навігаційні служби, моніторинг трафіку, визначення режиму руху, вимірювання затримки в дорозі, оптимізація маршруту,

Подамо перелік «розумних» давачів дорогах «розумних міст»:

- пневматичні дорожні труби;
- індуктивні магнітні петлі;
- мікрохвильові радари;
- п'єзоелектричні контурні матриці;

- ультразвукові двавачі;
- акустичні двавачі;
- ІЧ-двавачі;
- двавачі виявлення світла;
- двавачі вимірювання дальності «LIDAR»;
- пункти збору плати;
- детектори транспортних засобів.

Вони використовуються для оперативного визначення:

- положення транспортного засобу;
- потоку транспортного засобу;
- щільність транспортних засобів;
- швидкості транспортного засобу;
- класифікації транспортного засобу;
- час у дорозі.

### **2.1.2 Аналітика транспортних даних**

Аналіз даних – це процес перевірки, відбору, перетворення, управління та представлення даних з метою виявлення корисної інформації та сприяння або посилення систем прийняття рішень. Транспорт є невід’ємною частиною нашого сучасного суспільства. Він забезпечує засоби пересування людей і товарів і стимулює економічний розвиток. Оскільки міське населення різко зростає, транспортна галузь стикається з проблемою розробки ефективних стратегій використання наявної інфраструктури та зменшення трафіку [27]. З появою «розумних міст» та ITS були розгорнуті для щоденного отримання даних від пасажирів, інфраструктури та транспортних послуг:

- двавачі;
- GPS-пристрої;
- смартфони;
- системи автоматичного збору плати за проїзд «AFC» тощо.

Великі обсяги згенерованих даних обробляються за допомогою моделей обробки даних, щоб отримати цінну інформацію, яку можуть використовувати муніципальні органи влади «розумних міст» та приватні компанії для проведення поглибленого аналізу та моніторингу для прийняття обґрунтованих рішень для підвищення якості своїх послуг.

Автори в [28] застосували аналітику даних для визначення гарячих точок міста залежно від часу та місця, використовуючи набір великих даних таксі міста Чикаго. Автори надали описовий, прогнозний і приписний аналіз, щоб визначити:

- компанії таксі, які потребують покращення обслуговування клієнтів;
- максимізувати заробітки водіїв;
- отримати інформацію про поїздки;
- вивчити середній діапазон висадки та наступної посадки водіїв;
- напрацювати кращі моделі поїздок.

Під час описового аналізу автори візуалізували дані, використовуючи бібліотеку «Python Matplotlib», щоб сформулювати графічне подання даних для виявлення закономірностей.

## **2.2 Інформаційні технології великих даних та «розумний» транспорт**

Великі дані описують поєднання передових аналітичних методів, зокрема, ML та розпізнавання шаблонів, разом із обширною сукупністю структурованих і неструктурованих даних, які надзвичайно й експоненціально збільшуються в розмірі, і надзвичайно складних даних для виявлення корисних шаблонів, усвідомлення складних фактів, тенденцій і зв'язків, які існують у даних для покращення та оптимізації процесів прийняття рішень [29]. Інформаційні технології великих даних стосуються програмних інфраструктур, які забезпечують швидке й ефективно вилучення, обробку та аналіз даних із дуже складних і великих наборів даних у спосіб, з яким неможливо впоратися звичайними інструментами керування даними. Великі дані використовувалися

в транспортній галузі для вирішення багатьох різнотипових задач, заснованих на даних для створення нові застосунків, послуг та можливостей [30].

Інформаційно технологічні платформи великих даних надзвичайно активно використовувалися для дослідження процесів транспортування «розумних міст». Розглянемо деякі інформаційно технологічні структури великих даних та засоби їх обробки, зокрема, програмні інфраструктури для обробки великих обсягів даних і варіанти їх використання.

«Apache Hadoop» – це інформаційна технологія, яка задовольняє вимогам великих даних, оскільки вона є масштабованою та розроблена як програмне забезпечення для обробки великих даних [31]. «Hadoop» – це найбільш часто використовувана, розподілена та масштабована програмна основа з відкритим вихідним кодом для зберігання та обробки дуже об'ємних наборів даних. Він пропонує загальну платформу обробки великих даних, яка дозволяє виконувати різноманітні аналітичні операції з даними. Здатність «Hadoop» обробляти розподілену обробку робить його дуже придатним для аналізу даних, створених в ITS, наприклад:

- смарт-карти;
- соціальні мережі;
- різні двавачі;
- дані GPS тощо.

«Apache Spark» – це загальна розподілена структура, яка широко використовується, реалізована за допомогою великого кластера машин у пам'яті для кращої обробки великих даних. На відміну від «Apache Hadoop», яка є дисковою системою, розробленою для підвищення ефективності введення-виведення, «Spark» використовує переваги збільшення обсягу основної пам'яті машин, які складають кластер, для досягнення кращої продуктивності [32]. Він дозволяє завантажувати дані програми користувача в кластер і багаторазово запитувати його. Spark дуже підходить для розгортання методів і програм машинного навчання.

Автори в [33] запропонували трирівневу архітектуру проведення аналізу великих даних в ITS (див. рисунок 2.2). Запропонована архітектура має три рівні:

1. Рівень збору даних.
2. Рівень аналізу даних.
3. Прикладний рівень.

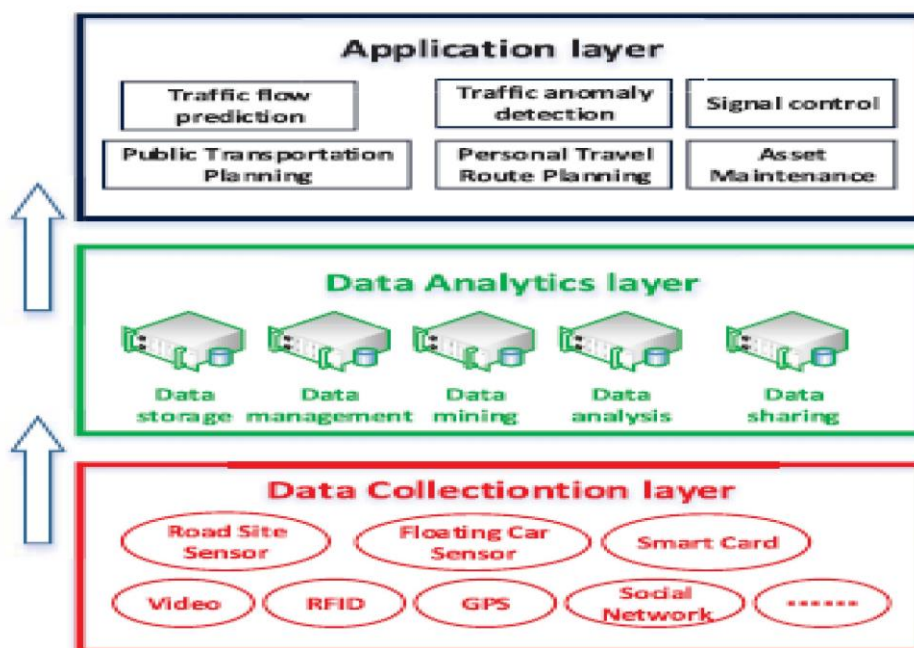


Рисунок 2.2 – Трирівневі архітектури для аналізу великих даних [33].

Рівень збору даних забезпечує верхні рівні різними джерелами даних. Рівень аналітики даних отримує дані з попереднього рівня збору даних, а потім використовує різні методи машинного навчання та аналітики. Прикладний рівень використовує результати обробки даних із рівня аналітики даних для різних сценаріїв транспортування «розумних міст» (наприклад, керування сигналами дорожнього руху, прогнозування потоку транспорту та аварійна порятунк транспорту).

Автори [34] запропонували чотирирівневу архітектуру для аналізу великих даних і розробки системи, яка може обробляти транспортні дані в

режимі реального часу. На рисунку 2.3 показана запропонована архітектура, яка має:

1. Рівень збору даних.
2. Рівень передачі даних.
3. Рівень обробки даних.
4. Прикладний рівень даних.

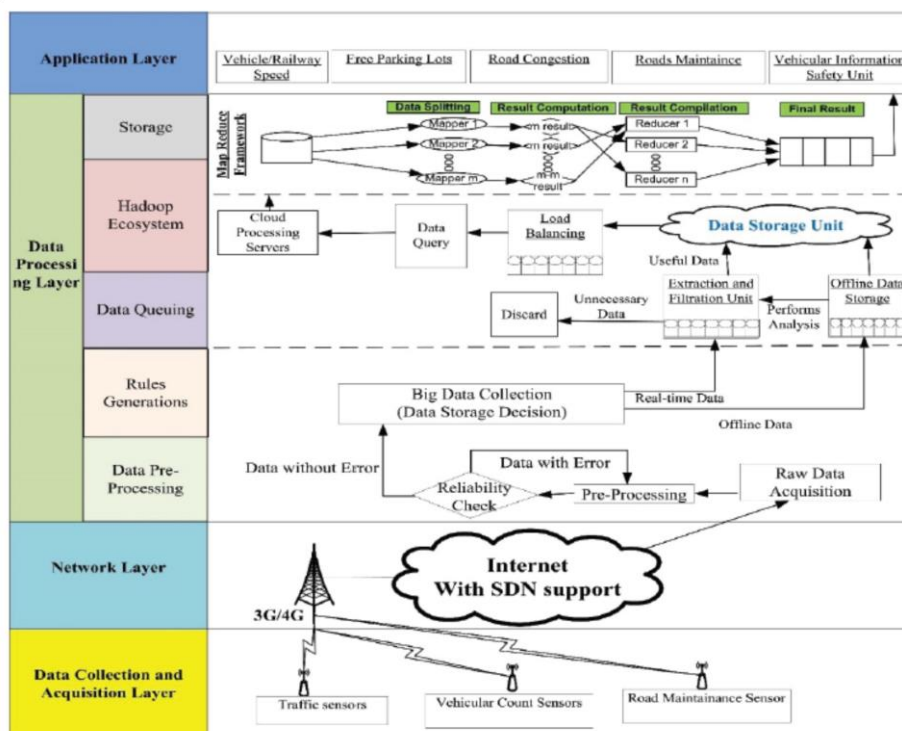


Рисунок 2.3 – Чотирирівневі архітектури для аналізу великих даних [35]

Запропонована ними система збирає дані з різних «RFID», встановлених у різних місцях «розумних міст». «RFID» запрограмовані на ідентифікацію шкідливих транспортних засобів за допомогою їхніх реєстраційних номерів, моделей транспортних засобів тощо.

### 2.3 Аналіз ML для транспортних систем «розумних міст»

Машинне навчання пропонує сприятливий шлях для транспортних систем «розумних міст», враховуючи його здатність використовувати силу даних, які



стають доступнішими для адміністраторів транспортування «розумних міст» і дослідників. З великими обсягами даних, створених джерелами транспортних даних «розумних міст», наприклад:

- давачами;
- смарт-картами;
- відео тощо.

Такі дані неможливо перевірити окремо, необхідно мати систему, яка може навчатися та оптимізувати самостійно, на основі попереднього досвіду. Операційні зміни в контексті транспортних застосунків «розумних міст» вимагають загальної, динамічної та безперервної техніки навчання. Тому для підвищення ефективності критично важливо досліджувати потенціал ML в розробці індивідуальних послуг у перевезеннях «розумних міст». Технології ML швидко розвиваються завдяки:

- вдосконаленню алгоритмів;
- методам збору даних;
- покращенню комунікаційних мереж;
- новим давачам;
- новим блокам вводу-виводу.

Основна мета ML – ефективно інтерпретувати нові дані та робити прогнози за межами навчальної вибірки, подібно до даних у режимі реального часу. Загалом, методи ML, можуть пропонувати:

- описовий аналіз – опис поточного стану системи;
- прогнозний аналіз – передбачення майбутнього стану та цінностей систем;
- директивний аналіз – рекомендувати дії для підтримки або покращення функціональності систем.

Дослідники запропонували ML методи та підходи для вирішення реальних транспортних задач «розумних міст». Автори [36] представили дослідження інтелектуального транспорту з використанням машинного навчання. Їх дослідження вивчало машинне навчання в дослідженнях і

промисловості та зосереджувалося на підходах до управління трафіком для аналізу виявлення та прогнозування. За останні десятиліття в літературі з'явилася значна кількість досліджень, заснованих на машинному навчанні, зокрема з різноманітним використанням багатьох методів машинного навчання для дослідження різноманітних проблем у транспортуванні «розумних міст». У цьому розділі ми обговорюємо методи машинного навчання для транспортних застосунків у «розумних міст». Щоб мінімізувати обсяг написання, деякі вибрані транспортні застосунки були представлені в трьох важливих областях: транспорт і людська мобільність для «розумних міст»; прогнозування транспортного потоку та щільності; маршрутизація, планування та рекомендація маршруту.

Автори [37] запропонували підхід для прогнозування затримки муніципальних рейсів з використанням:

- моделі машинного навчання (ML);
- моделі згорткової нейронної мережі (CNN);
- контрольованих якістю локальних кліматичних даних.

Автори [38] провели порівняльний аналіз чотирьох нейронних мереж:

- двох моделей машинного навчання на основі нейронних мереж зворотного поширення «BPNN»
- двох моделей глибокого навчання на рекурентних нейронних мережах «RNN».

Їх експериментальні результати показали, що моделі, реалізовані на «BPNN», продемонстрували високу продуктивність порівняно з моделями «RNN».

Крім того, новими джерелами для прогнозування транспортного потоку стали традиційні підходи, зокрема, давачі та пристрої трафіку, Інтернет-дані з соціальних мереж «Twitter». В [39] запропоновано структуру, яка отримує та використовує дані з різнорідних джерел, включаючи дані з соціальних мереж, для виявлення потоків або моделей трафіку. На рисунку 2.4 показана запропонована структура.

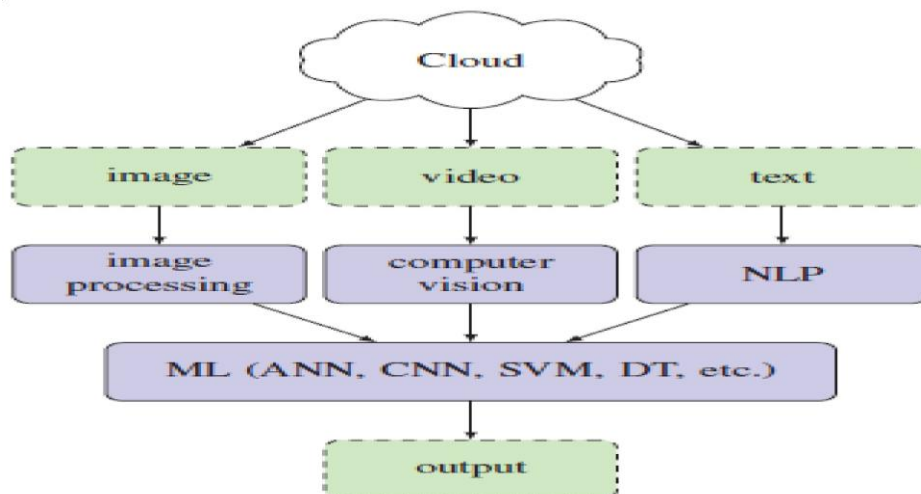


Рисунок 2.4 – Структура з різnorідних джерел в «розумному» транспорті [39]

В [40] запропоновано модель на основі нейронної мережі для прогнозування громадського транспорту з використанням матриці щільності руху (див. рисунок 2.5).

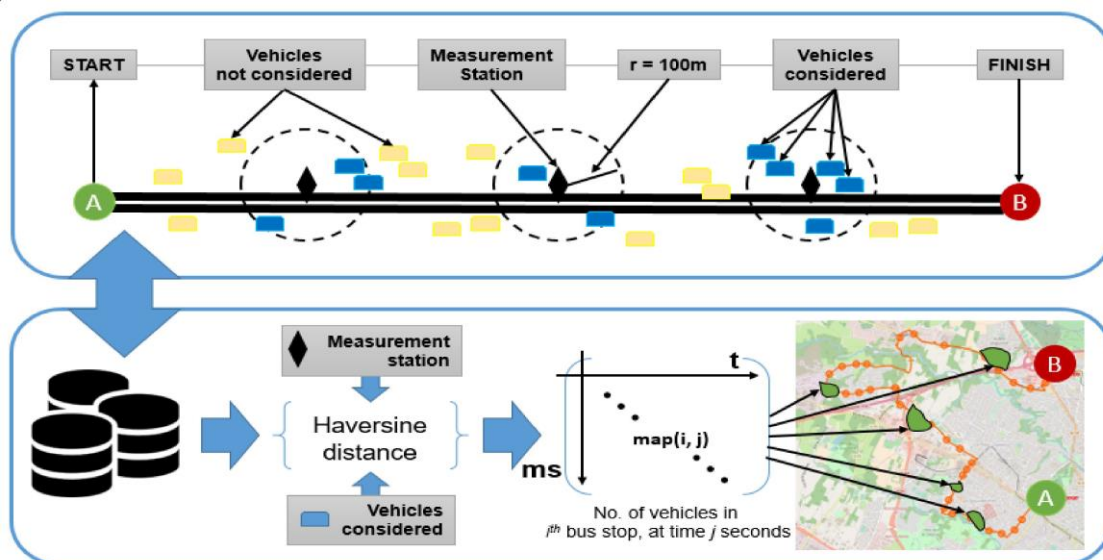


Рисунок 2.5. Підхід нейронної мережі для прогнозування громадського транспорту [40].

Мета полягала в тому, щоб запропонувати рішення щодо часу прибуття автобусів на автостанції з урахуванням місцевих умов руху. Умови руху були представлені у вигляді матриці щільності руху.

## **2.4 Висновок до другого розділу**

В другому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» проаналізовано геоінформаційні системи та технології для «розумного» транспорту. Розглянуто збір і джерела геоінформаційних даних. Подано опис аналітики транспортних даних. Проаналізовано інформаційні технології великих даних та «розумний» транспорт. Виконано аналіз ML для транспортних систем «розумних міст».

## РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 3.1 Долікарська допомога при контузіях

Контузія може з'явитися від ударної хвилі від вибуху, або удару людини об воду чи землю. Контузія може супроводжуватися наступними травмами: забій головного мозку, розрив барабанної перетинки, легень або інших внутрішніх органів [41]. Залежно від ступеня тяжкості виділяють три ступеня контузії:

- Легка – заїкання, тремтіння або поколювання кінцівок, погіршення слуху.
- Середньої тяжкості – погіршення зору, відсутність реакції зіниць на світло, повна глухота, частковий параліч кінцівок.
- Важка – втрата свідомості, переривчасте дихання, судоми чи мимовільні рухи кінцівками, може спостерігатися кровотеча з рота і вух.

Легка контузія зазвичай проходить без негативних наслідків для організму. Середня і важка – ні, тому якщо постраждалу особу вдалося врятувати, на неї чекає тривалий період реабілітації. У будь-якому випадку потрібно викликати швидку допомогу.

Перед приїздом швидкої допомоги потрібно зробити наступні дії:

- Перш за все, покинути небезпечну зону, якщо удар спричинено вибухом.
- Розстебнути одяг жертви, що може стискати дихальні шляхи або ж обмежувати рухливість.
- Бажано повернути постраждалу особу набік, аби запобігти можливому потраплянню блювотних мас в дихальні шляхи.
- Очистити носову та ротову порожнини жертви від води, пилу, піску чи осколків вибуху.
- Якщо жертва не дихає або має проблеми з цим, варто зробити штучне дихання. Непрямий масаж серця в такому разі протипоказаний — внутрішні

органи можуть бути пошкоджені, тому ритмічні натискання в область грудної клітини можуть лише погіршити стан постраждалого.

### **3.2 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах**

Дана кваліфікаційна робота присв'ячена аналізу інформаційних технологій в транспортних системах "Розумних міст". Оскільки при запровадженні інновацій в галузі активно використовуються різноманітні електронні та електричні пристрої та обладнання, то доцільно розглянути особливості заходів електробезпеки на підприємствах. В умовах сучасного виробництва, яке нерозривно пов'язане з використанням електроенергії, особливого значення набуває питання електробезпеки.

Електробезпека – це система організаційних, технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики [42]. Електробезпека на підприємстві забезпечується завдяки дотриманню вимог, викладених у законодавчих актах:

– Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (далі – ПБЕЕС), затверджені наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 № 4, вимоги яких поширюються на працівників, що обслуговують діючі електроустановки споживачів напругою до 220 кВ включно і є обов'язковими для всіх споживачів та виробників електроенергії, незалежно від їх відомчої належності і форм власності на засоби виробництва.

– Правила безпечної експлуатації електроустановок, дія яких поширюються на працівників, що виконують роботи в електроустановках Міністерства енергетики України (наказ Держнаглядохоронпраці України від 06.10.1997 № 257).

– Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС), затверджені наказом Мінпаливенерго України від 25.07.2006 № 258 (у редакції

наказу від 13.02.2012 № 91), якими унормовано організаційні й технічні вимоги щодо експлуатації електроустановок споживачів.

– Правила експлуатації електрозахисних засобів, затверджені наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 05.06.2001 № 253, в яких наведено перелік засобів захисту, вимоги до них, обсяги і норми випробувань, порядок застосування, зберігання їх, а також норми комплектування засобами захисту електроустановок і виробничих бригад.

– Правила улаштування електроустановок (ПУЕ), які визначають будову, принципи улаштування, особливі вимоги до окремих систем, їх елементів, вузлів і комунікацій електроустановок. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 24.07.2017 № 476.

– ДСТУ 2843-94 «Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення», який установлює терміни та визначення основних понять в галузі електротехніки.

– Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МВС від 30.12.2014 № 1417.

Побутові електроприлади в умовах виробництва експлуатують відповідно до експлуатаційної документації підприємств-виробників і ПТЕЕС, п. 1.5 розд. I ПТЕЕС. Відповідальність за організацію безпечної експлуатації електроустановок ПБЕЕС покладають на роботодавця, який повинен [43]:

– призначити відповідального за справний стан і безпечну експлуатацію електроустановок;

– створити і укомплектувати електротехнічну службу з числа осіб, які досягли 18-річного віку, мають відповідну освіту та пройшли медичний огляд і не мають протипоказань;

– розробити і затвердити Положення про енергетичну службу підприємства, посадові інструкції працівників та інструкції з безпечного виконання робіт;

– забезпечити навчання і перевірку знань працівників, своєчасний огляд електроустановок, проведення профілактичних, протиаварійних та приймально-здавальних випробувань;

– встановити такий порядок, щоб працівники, на яких покладено обов'язки з обслуговування електроустановок, вели ретельні спостереження за дорученим їм обладнанням і мережами.

Для безпосереднього виконання функцій щодо організації експлуатації електроустановок призначається особа, відповідальна за електрогосподарство.

### **3.3 Висновок до третього розділу**

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано долікарську допомогу при контузіях. Окремо розглянуто особливості заходів електробезпеки на підприємствах.



## ВИСНОВКИ

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»:

– Розглянуто «розумні міста» і сучасні інформаційні та комунікаційні технології.

– Подано опис застосованих методів аналізу.

– Проведено аналітичний огляд транспортної галузі «розумних міст».

В другому розділі кваліфікаційної роботи:

– Проаналізовано геоінформаційні системи та технології для «розумного» транспорту.

– Розглянуто збір і джерела геоінформаційних даних.

– Подано опис аналітики транспортних даних.

– Проаналізовано інформаційні технології великих даних та «розумний» транспорт.

– Виконано аналіз ML для транспортних систем «розумних міст».

У розділі «Безпека життєдіяльності, основи хорони праці» описано долікарську допомогу при контузіїх. Окремо розглянуто особливості заходів електробезпеки на підприємствах.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ**

- 1 Ang, L.-M.; Seng, K.P.; Zungeru, A.M.; Ijamaru, G. Big Sensor Data Systems for Smart Cities. *IEEE Internet Things J.* 2017, 4, 1259–1271.
- 2 Abdalla, R. Introduction to Geospatial Information and Communication Technology (GeoICT); Springer: Singapore, 2016.
- 3 Weinberg, C. Is Alphabet Going to Build a City? *The Information*. 5 April 2016. Available online: <https://www.theinformation.com/articles/is-alphabet-going-to-build-a-city>.
- 4 Mohri, M.; Rostamizadeh, A.; Talwalkar, A. *Foundations of Machine Learning*; MIT Press: Cambridge, MA, USA, 2018.
- 5 Vlahogianni, E.; Karlaftis, M.G.; Golias, J.C. Optimized and meta-optimized neural networks for short-term traffic flow prediction: A genetic approach. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 2005, 13, 211–234.
- 6 Zenina, N.; Borisov, A. Regression Analysis for Transport Trip Generation Evaluation. *Inf. Technol. Manag. Sci.* 2013, 16, 89–94.
- 7 Zhu, X.; Guo, J.; Huang, W.; Yu, F. Short Term Forecasting of Remaining Parking Spaces in Parking Guidance Systems. In *Proceedings of the Transport Research Board Annual Meeting, Washington, DC, USA, 10–14 January 2016*. No. 16-5060.
- 8 Bin, Y.; Zhongzhen, Y.; Baozhen, Y. Bus Arrival Time Prediction Using Support Vector Machines. *J. Intell. Transp. Syst.* 2006, 10, 151–158.
- 9 Haydari, A.; Yilmaz, Y. Deep Reinforcement Learning for Intelligent Transportation Systems: A Survey. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 2020, 23, 11–32.
- 10 Chen, T. *Going Deeper with Convolutional Neural Network for Intelligent Transportation*; Worcester Polytechnic Institute: Worcester, MA, USA, 2015.
- 11 Duan, Y.; Lv, Y.; Kang, W.; Zhao, Y. A deep learning based approach for traffic data imputation. In *Proceedings of the 17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Qingdao, China, 8–11 October 2014*; pp. 912–917.

- 12 Polson, N.G.; Sokolov, V.O. Deep learning for short-term traffic flow prediction. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 2017, 79, 1–17.
- 13 Srivastava, S.K. Green supply-chain management: A state-of-the-art literature review. *Int. J. Manag. Rev.* 2007, 9, 53–80.
- 14 Esmailian, B.; Wang, B.; Lewis, K.; Duarte, F.; Ratti, C.; Behdad, S. The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. *Waste Manag.* 2018, 81, 177–195.
- 15 Govada, S.S.; Spruijt, W.; Rodgers, T. Smart city concept and framework. In *Smart Economy in Smart Cities*; Springer: Singapore, 2017; pp. 187–198.
- 16 Kumar, R.; Goel, S.; Sharma, V.; Garg, L.; Srinivasan, K.; Julka, N. A Multifaceted Vigilare System for Intelligent Transportation Services in Smart Cities. *IEEE Internet Things Mag.* 2020, 3, 76–80.
- 17 Parmar, P.; Champaneria, T. Study and comparison of transportation system architectures for smart city. In *Proceedings of the 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*, Palladam, India, 10–11 February 2017; pp. 675–680.
- 18 Ji, Z.; Ganchev, I.; O'Droma, M.; Zhang, X. A cloud-based intelligent car parking services for smart cities. In *Proceedings of the 2014 31st URSI General Assembly and Scientific Symposium (URSI GASS)*, Beijing, China, 16–23 August 2014; pp. 1–4.
- 19 Vakula, D.; Raviteja, B. Smart public transport for smart cities. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)*, Thirupur, India, 12–13 December 2017; IEEE: New York, NY, USA, 2017.
- 20 Nahiduzzaman, K.M.; Aldosary, A.S. City structure in transition: A conceptual discourse on the impact of information and communication technology (ICT). In *Social Development and High Technology Industries: Strategies and Applications*; IGI Global: Hershey, PA, USA, 2012; pp. 187–199.
- 21 Ahvenniemi, H.; Huovila, A.; Pinto-Seppä, I.; Airaksinen, M. What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities* 2017, 60, 234–245.

22 Pertence, A.A.; Mini, R.A.; Marques-Neto, H.T. Vulnerability Analysis of the Urban Transport System in the Context of Smart Cities. In Proceedings of the 2020 IEEE International Smart Cities Conference, Piscataway, NJ, USA, 28 September–1 October 2020; pp. 1–8.

23 Tong, L. Research on the Application of Key Technologies in the Construction of Smart Cities Based on Smart Transportation. In Proceedings of the 2020 IEEE Conference on Telecommunications, Optics and Computer Science (TOCS), Shenyang, China, 11–13 December 2020; pp. 189–194.

24 Jackson, D.; Simpson, R. (Eds.) *D\_City: Digital Earth|Virtual Nations|Data Cities: Connecting Global Futures for Environmental Planning*; DCity: Newton, NSW, Australia, 2013.

25 Chen, M.; Yu, X.; Liu, Y. TraLFM: Latent factor modeling of traffic trajectory data. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 2019, 20, 4624–4634.

26 Mohammed, S.; Arabnia, H.R.; Qu, X.; Zhang, D.; Kim, T.H.; Zhao, J. IEEE Access Special Section Editorial: Big Data Technology and Applications in Intelligent Transportation. *IEEE Access* 2020, 8, 201331–201344.

27 Biuk-Aghai, R.P.; Kou, W.T.; Fong, S. Big data analytics for transportation: Problems and prospects for its application in China. In Proceedings of the 2016 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP), Bali, Indonesia, 9–11 May 2016; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2020; pp. 173–178.

28 Trueblood, F.; Rodriguez, D.; Hernandez, J.; Salomon, M.; Soundarajan, S.; Pirouz, M. Demystifying Transportation Using Big Data Analytics. In Proceedings of the 2019 IEEE International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), Las Vegas, NV, USA, 5–7 December 2019; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2019; pp. 1281–1286.

29 Katrakazas, C.; Antoniou, C.; Vazquez, N.S.; Trochidis, I.; Arampatzis, S. Big data and emerging transportation challenges: Findings from the noesis project. In Proceedings of the 2019 6th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), Cracow, Poland, 5–7 June 2019; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2019; pp. 1–9.

30 Torre-Bastida, A.I.; Del Ser, J.; Laña, I.; Ilardia, M.; Bilbao, M.N.; Campos-Cordobés, S. Big Data for transportation and mobility: Recent advances, trends and challenges. *IET Intell. Transp. Syst.* 2018, 12, 742–755.

31 Bibri, S.E. The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability. *Sustain. Cities Soc.* 2018, 38, 230–253.

32 Alam, M.M.; Ray, S.; Bhavsar, V.C. A Performance Study of Big Spatial Data Systems. In Proceedings of the 7th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Analytics for Big Geospatial Data, Seattle, WA, USA, 6 November 2018; pp. 1–9.

33 Zhu, L.; Yu, F.R.; Wang, Y.; Ning, B.; Tang, T. Big data analytics in intelligent transportation systems: A survey. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 2019, 20, 383–398.

34 Jan, B.; Farman, H.; Khan, M.; Talha, M.; Din, I.U. Designing a smart transportation system: An internet of things and big data approach. *IEEE Wirel. Commun.* 2019, 26, 73–79.

35 Galliers, R.D.; Newell, S.; Shanks, G.; Topi, H. Datification and its human, organizational and societal effects. *J. Strateg. Inf. Syst.* 2017, 26, 185–190.

36 Alsrehin, N.O.; Klaib, A.F.; Magableh, A. Intelligent transportation and control systems using data mining and machine learning techniques: A comprehensive study. *IEEE Access* 2019, 7, 49830–49857.

37 Jiang, Y.; Liu, Y.; Liu, D.; Song, H. Applying Machine Learning to Aviation Big Data for Flight Delay Prediction. In Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Dependable, Autonomic and Secure Computing, International Conference on Pervasive Intelligence and Computing, International Conference on Cloud and Big Data Computing, International Conference on Cyber Science and Technology Congress (DASC/PiCom/CBDCCom/CyberSciTech), Calgary, AB, Canada, 17–22 August 2020; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2020; pp. 665–672.

38 Heghedus, C.; Chakravorty, A.; Rong, C. Neural network frameworks. Comparison on public transportation prediction. In Proceedings of the 2019 IEEE

International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops (IPDPSW), Rio de Janeiro, Brazil, 20–24 May 2019; pp. 842–849.

39 Bazzan, A.L.; Chamby-Diaz, J.C.; Estevam, R.S.; Schmidt, L.D.A.; Pasin, M.; Samatelo, J.L.A.; Ribeiro, M.V.L. Using Information from Heterogeneous Sources and Machine Learning in Intelligent Transportation Systems. In Proceedings of the 2019 IEEE 15th International Conference on Intelligent Computer Communication and Processing (ICCP), Cluj-Napoca, Romania, 5–7 September 2019; pp. 213–220.

40 Panovski, D.; Scurtu, V.; Zaharia, T. A neural network-based approach for public transportation prediction with traffic density matrix. In Proceedings of the 2018 7th European Workshop on Visual Information Processing (EUVIP), Tampere, Finland, 26–28 November 2018; pp. 1–6.

41 Редакція Т. Контузія - симптоми та перша допомога. ТСН.ua. URL: <https://tsn.ua/ukrayina/kontuziya-simptomi-ta-persha-dopomoga-2022373.html>

42 Електробезпека: охорона праці. URL: <https://www.sop.com.ua/article/745-elektrobezpeka>.

43 Лекція 8. Заходи електробезпеки на підприємствах галузі. URL: <http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/09/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F-8.pdf>.