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

магістр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних "розумних міст"

Виконав: студент VI курсу, групи СНм-61
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

_____ Перетятко Т.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Марценко С.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Дуда О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Боднарчук І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Оробчук О.Р.
(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.
(підпис) (прізвище та ініціали)
«_26_» _грудня_ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

Студенту Перетятко Тарасу Петровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних "розумних міст"

Керівник роботи Марценко Сергій Володимирович, к.т.н., доцент кафедри КН
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «_24_» _листопада_ 2023 року № _4/7-1099_____

2. Термін подання студентом завершеної роботи 27 грудня 2023р.

3. Вихідні дані до роботи Наукові публікації про мережеві та обчислювальні підходи до інтеграції даних та "розумні міста"

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. 1 «Розумні міста», мережеві та обчислювальні підходи для інтеграції даних, методологія дослідження. 2 Аналіз мережевих та обчислювальних підходів і інтеграції даних «розумних міст». 3. Результати аналізу та рекомендації щодо використання мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст». 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1 Титульна сторінка. 2 Тема, Мета, Об'єкт, Предмет дослідження. 3 Завдання дослідження. 4 Актуальність дослідження. 5 Розумні міста та обчислення. 6 Структура міських обчислень та засобів інтеграції даних у середовищі «розумного міста». 7 Перелік дослідницьких задач у «розумних містах». 8 Підсумок поточних задач дослідження «розумних міст». 9 Технології IoT та архітектурна структура. 10 Таксономія міських обчислень у «розумних містах». 11 Порівняння різних джерел даних для міських обчислювальних завдань. 12 Висновки. 13 Завершальний слайд.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Сенчишин В.С., доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання 24 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	25.11.2023	*Виконано*
2.	Підбір наукових джерел про мережеві та	26.11.2023-28.11.2023	*Виконано*
	обчислювальні підходи до інтеграції даних та "розумні		
	міста"		
3.	Опрацювання наукових публікацій та збір даних по	29.11.2023-1.12.2023	*Виконано*
	темі роботи		
4.	Виконання дослідження згідно мети кваліфікаційної	2.12.2023-4.12.2023	*Виконано*
	роботи		
5.	Оформлення розділу ««Розумні міста», мережеві та	5.12.2023-7.12.2023	*Виконано*
	обчислювальні підходи для інтеграції даних,		
	методологія дослідження»		
6.	Оформлення розділу «Аналіз мережевих та	8.12.2023-10.12.2023	*Виконано*
	обчислювальних підходів і інтеграції даних «розумних		
	міст»»		
7.	Оформлення розділу «Результати аналізу та	11.12.2023-13.12.2023	*Виконано*
	рекомендації щодо використання мережевих та		
	обчислювальних підходів для інтеграції даних		
	«розумних міст»		
8.	Виконання завдання до підрозділу «Охорона праці»	14.12.2023-15.12.2023	*Виконано*
9.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека в	16.12.2023-17.12.2023	*Виконано*
	надзвичайних ситуаціях»		
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	18.12.2023-19.12.2023	*Виконано*
11.	Нормоконтроль	19.12.2023-20.12.2023	*Виконано*
12.	Перевірка на плагіат	21.12.2023	*Виконано*
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	22.12.2023	*Виконано*
14.	Захист кваліфікаційної роботи	27.12.2023	

Студент _____ Перетятко Т.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Марценко С.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Дослідження мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних "розумних міст" // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Перетятко Тарас Петрович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНм-61 // Тернопіль, 2023 // С. 72, рис. – 5, табл. – 4, кресл. – 13, додат. – 1, бібліогр. – 78.

Ключові слова: великі дані, інтеграція даних, міські обчислення, Інтернет речей, розумне місто.

Кваліфікаційна робота присв'ячена дослідженню мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст». В першому розділі кваліфікаційної роботи описано «розумні міста», мережеві та обчислювальні підходи для інтеграції даних. При цьому виділено приклади використання міських обчислень та інтеграції даних у стійких «розумних містах». Подано методологію наукометричного пошуку мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст». Висвітлено стан сучасних досліджень в царині обчислювальних технологій та інтеграції даних «розумних міст».

В другому розділі кваліфікаційної роботи сформована таксономія обчислень «розумних міст». Проаналізовано основні застосунки «розумних міст» з використанням мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст».

В третьому розділі кваліфікаційної роботи подано результати аналізу та рекомендації. Описано використання міських обчислень у «розумних містах». Розглянута проблема розрідженості та переміщення даних «розумних міст». Описано 5G Технології в «розумних містах».

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проаналізовано розглянуто питання організації праці при виконанні робіт в обчислювальному центрі. Описано контроль за станом охорони праці.

ANNOTATION

Research of network and computing approaches to the data integration of "Smart cities" // The educational level "Master" qualification work // Peretiatko Taras Petrovych // Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science, SNm-61 group // Ternopil, 2023 // P. 72, fig. – 5, tables – 4, posters – 13, annexes – 1, ref. – 78.

Key words: big data, data integration, urban computing, Internet of Things, smart city.

The qualification work is devoted to the research of network and computing approaches for the integration of smart cities data. The first chapter of the thesis describes smart cities, network and computing approaches for data integration. At the same time, examples of the use of urban computing and data integration in sustainable smart cities are highlighted. The methodology of scientometric search for network and computing approaches for data integration of smart cities is presented. The state of modern research in the field of computing technologies and data integration of smart cities is highlighted.

In the second section of the qualification work, a taxonomy of calculations of smart cities is formed. The main applications of smart cities are analyzed using network and computing approaches for the integration of smart cities data.

The third section of the qualification work presents the results of the analysis and recommendations. The use of urban computing in smart cities is described. The problem of sparseness and data transfer of smart cities is considered. 5G technologies in "smart cities" are described.

In the section "Occupational protection and safety in emergency situations" the issue of labor organization when performing work in a computer center is analyzed. Control over the state of labor protection is described.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІКТ – Інформаційні та комунікаційні технології.

ІТС – Інтелектуальні транспортні системи.

ШІ – Штучний інтелект.

IoT (англ. Internet of Things) – Інтернет речей.

SG (англ. Smart GRID) – «Розумна» мережа.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 «РОЗУМНІ МІСТА», МЕРЕЖЕВІ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ПІДХОДИ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ, МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ 9
1.1 «Розумні міста», мережеві та обчислювальні підходи для інтеграції даних 9
1.2 Методологія наукометричного пошуку мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст» 14
1.3 Стан сучасних досліджень в царині обчислювальних технологій та інтеграції даних «розумних міст» 16
1.4 Висновок до першого розділу 25
2 АНАЛІЗ МЕРЕЖЕВИХ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПІДХОДІВ І ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ "РОЗУМНИХ МІСТ 27
2.1 Таксономія обчислень «розумних міст» 27
2.2 Основні застосунки «розумних міст» з використанням мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст» 33
2.3 Висновок до другого розділу 40
3 РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПІДХОДІВ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ "РОЗУМНИХ МІСТ" 41
3.1 Результати аналізу та рекомендації 41
3.2 Використання міських обчислень у «розумних містах» 43
3.2.1 Когнітивна кібербезпека 49
3.2.2 Якість повітря 49
3.2.3 Ресурси IoT 50
3.2.4 Кіберфізичні системи 52
3.3 Проблема розрідженості та переміщення даних «розумних міст» 53
3.4 5G Технології в «розумних містах» 54
3.5 Висновок до третього розділу 55
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ 56

4.1 Організація праці при виконанні робіт в обчислювальному центрі .. 56
4.2 Контроль за станом охорони праці 59
4.3 Висновок до четвертого розділу 63
ВИСНОВКИ 64
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ 65
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми. Швидкий розвиток технологій Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI) та комунікаційних технологій, які використовуються в «розумних містах» забезпечує можливості збирати великі обсяги даних з різних джерел, сенсорів, систем відстеження, мобільних пристроїв та соціальних мереж.

Водночас зростає попитом на інформаційно-технологічні проєкти «розумних міст» з боку міських адміністрацій та урядових кіл. Міста та уряди прагнуть використовувати інформаційні та комунікаційні технології для вирішення ряду прикладних задач, зокрема забруднення повітря, дорожній рух, безпека та громадський порядок.

Недостатня розробка методів та інструментів для інтеграції даних «розумних міст», які є складними системами і генерують різноманітні дані з різними форматами та структурами. Інтеграція цих даних є важливою умовою для ефективного використання їх для вирішення проблем міст. Тому актуальним напрямком досліджень є мережеві та обчислювальні підходи для інтеграції даних «розумних міст».

Мета і задачі дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» є підвищення рівня повноти подання інформації нових високоефективних, масштабованих та безпечних методів та інструментів для інтеграції даних «розумних міст». Для досягнення поставленої мети потрібно виконати ряд завдань, зокрема:

– Проаналізувати існуючі на даний час методи та інструменти інтеграції даних «розумних міст».

– Сформувати таксономія обчислень «розумних міст».

– Сформувати рекомендації щодо методів та інструментів інтеграції даних «розумних міст».

Об’єкт дослідження. Інтеграція даних «розумних міст».

Предмет дослідження. Мережеві та обчислювальні підходи для інтеграції даних «розумних міст».

Наукова новизна одержаних результатів кваліфікаційної роботи полягає у тому, що отримала подальший розвиток таксономія обчислень «розумних міст».

Практичне значення одержаних результатів. Сформовано рекомендації щодо впровадження мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст».

Апробація результатів магістерської роботи. Основні результати проведених досліджень обговорювались на XI науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м. Тернопіль, 2023 р.).

Публікації. Основні результати кваліфікаційної роботи опубліковано у двох працях конференції (Див. додатки А).

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 78 найменувань та одного додатку. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 72 сторінки, з них 47 сторінки основного тексту, який містить 5 рисунків та 4 таблиць.

1 «РОЗУМНІ МІСТА», МЕРЕЖЕВІ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ПІДХОДИ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ, МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 «Розумні міста», мережеві та обчислювальні підходи для інтеграції даних

Нещодавнє поширення повсюдних обчислювальних технологій призвело до появи міських обчислень та інтеграції даних, метою яких є надання інтелектуальних послуг жителям «розумних міст». Міські обчислення та інтеграція даних мають справу з великими обсягами даних, зібраних із давачів та інших джерел у «розумному місті». Тому доцільно дослідити та висвітити роль міських обчислень у стійких «розумних містах». Крім того, доцільно розробити таксономію, яка класифікуватиме існуючі дослідження на основі міських даних, підходів, застосувань, сприятливих технологій і наслідків. Щоб впоратися з викликами «розумних міст», доцільно проаналізувати множину складних випадків використання міських комп'ютерів. Крім того, відомі приклади використання міських обчислень та інтеграції даних у стійких «розумних містах», наприклад:

– «розумне» планування;
– «розумне» навколишнє середовище;
– «розумне» енергоспоживання;
– «розумний» транспорт;
– «розумна» державна політика;
– «розумні» бізнес-процеси.

В інформаційно-обчислювальному середовищі «розумних міст» виникає ряд дослідницьких задач, зокрема:

– когнітивна кібербезпека;
– якість повітря;
– проблема розрідженості даних;
– переміщення даних;
– технології 5G;

– масштабування за допомогою аналізу та збору енергії;

– знання щодо конфіденційності.

Вони потребують можливого вирішення в нових ракурсах «розумних міст».

Мініатюризація сенсорних, обчислювальних, мережевих і комунікаційних технологій у міських просторах призвела до розвитку нових технологічних екосистем для «розумних міст». В даний час міська влада надає широкі інтелектуальні послуги в усіх областях застосування [1], включаючи:

– охорону здоров’я;

– транспорт;

– чисті та зелені технології;

– розваги та дозвілля;

– управління потоками тощо.

Міські обчислення та інтеграція даних можуть відігравати вирішальну роль у розвитку «розумних міст». Особи, які приймають рішення, можуть працювати над міською обчислювальною інфраструктурою для аналізу даних і прийняття важливих рішень. Удосконалені міські обчислення та інтеграція даних можуть відстежити неадекватність «розумного міста», а учасники можуть надати рішення з потенціалом для пом’якшення неадекватності «розумного міста». Як наслідок, це підвищує ефективність і результативність «розумного міста», що покращує життя громадян, які проживають у «розумному» середовищі. Зокрема, опубліковано інформацію про опитування щодо «розумних міст», яке охоплює:

– мотивацію «розумних міст»;

– архітектуру;

– характеристики;

– особливості;

– склад «розумних міст».

Автор [2] подав дискусію про парадигму «Sense-Analyze-Actuate» для «розумних міст», окресливши технічні проблеми та потенційні рішення для управління інфраструктурою ресурсів міського масштабу. Були розглянуті

виклики та майбутні напрямки досліджень, які можуть розвивати «розумні міста». Крім того, стійкі міста – це складні системи, через які «розумним містам» важко успішно долати складності за допомогою технології великих даних для моніторингу, аналізу та покращення ефективності з точки зору сталості. Водночас досліджено та обговорено сприятливу роль міських обчислень, інтеграції даних та штучного інтелекту в тактиці та його винахідницькі можливості.

У міських обчисленнях дані мають велике значення, і факт полягає в тому, що без даних міські обчислення та інтеграція даних можуть бути обмеженими без будь-яких можливостей аналітики [3]. Доступність даних життєво важлива для полегшення міських обчислень у «розумних містах». Міські обчислення та інтеграція даних зосереджені на покращенні якості життя громадян шляхом вирішення міських задач. Приклади джерел генерації даних включають потік транспорту, географічні дані та мобільність людей, отримані з міста. Наприклад, місце для відкриття нового бізнесу або роздрібного магазину має велике значення. Розташування було питанням виживання з давніх часів, коли міські райони були важливими для сучасних міст у сьогоденні. Нова кав’ярня, розташована в жвавому місці, може залучити більше клієнтів, тоді як відкриття такої ж кав’ярні за сто метрів може не залучити багато клієнтів. Недостатньо використовувати статистику інфраструктури для вимірювання вартості інвестицій. Наприклад, шум і забруднення від потягів та автобусів можуть знизити цінність кав’ярні.

Дослідники [4] пропонують «Індекс стійкості» проектів міської мобільності в Бразилії для моніторингу та оцінки стійкості проектів міської мобільності. Проект визначив можливість внесення змін у бразильську політику міської мобільності. Крім того, вплив міського планування на зміни ландшафту та соціальну поведінку відповідає 17 індикаторам сталості проекту міського розвитку, визначеним і згрупованим на основі їх зв’язку з навколишнім середовищем та соціально-економічних особливостей. Крім того, [5] представив широкий огляд «розумних» і стійких міст на основі, припущень, поточного розвитку, нових технологічних тенденцій і планування майбутньої практики.

Було обговорено проекти моделей сталого міста та підходи до «розумного міста», включаючи сильні та слабкі сторони в контексті цілей сталого розвитку.

Комплексний підхід до моделювання сталого міста з теоретичної точки зору, інтегрований із поточною хвилею обчислень, великих даних та контекстно-залежних обчислювальних технологій, був запропонований на основі викликів, визначених у опитуванні для майбутньої практики «розумного» сталого міського планування та розвитку [6].

З точки зору досягнення успіху інформаційної системи, зростання бездротової технології, інтегрованої з IoT та штучним інтелектом (ШІ), допомогло імітувати «розумну» поведінку та приймати точні рішення без втручання людини. Це також покращило використання IoT-пристроїв як громадян, підключених до Інтернету.

На рисунку 1.1 показано структуру міських обчислень та інтеграції даних у «розумних містах».

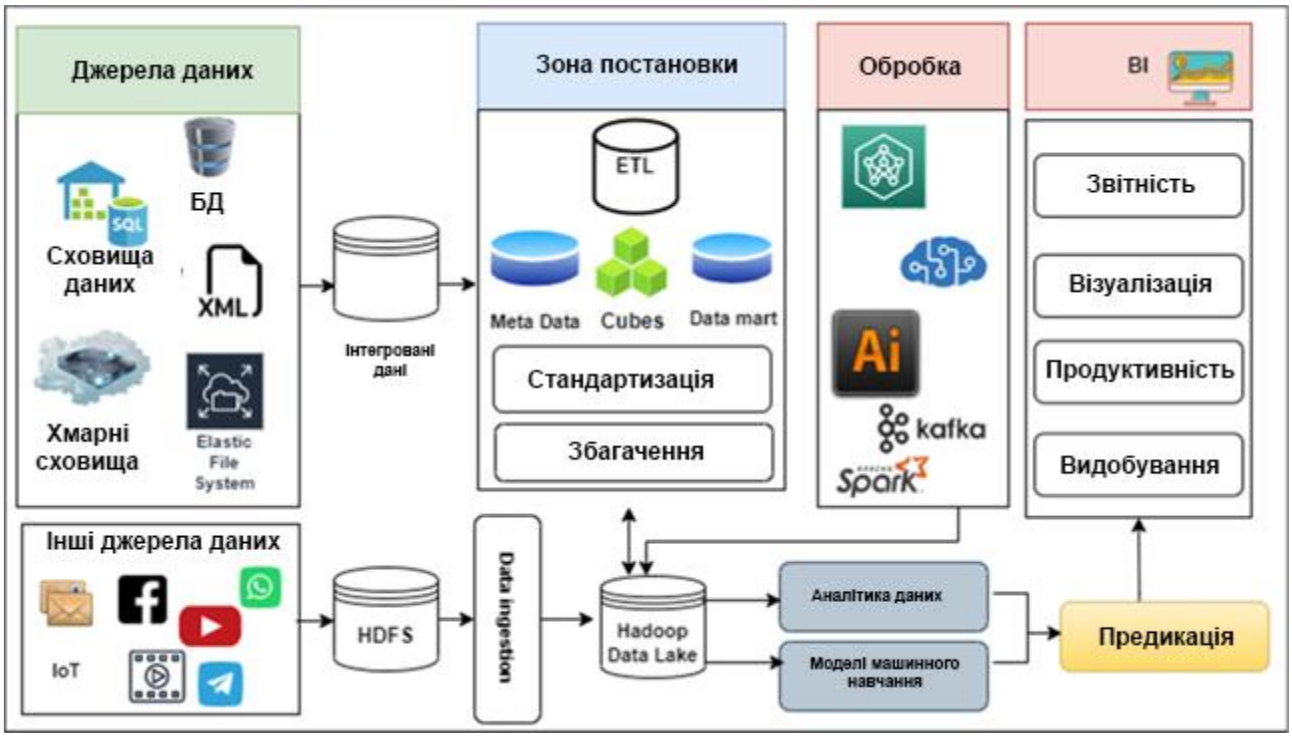

Рисунок 1.1 – Структура міських обчислень та засобів інтеграції даних у середовищі «розумного міста» [7]

Основна мета міських обчислювальних систем та засобів інтеграції даних полягає в тому, щоб покращити спосіб життя громадян і міське середовище, а

також збагатити операційний інтелект у службах «розумного міста» [8]. Міські обчислювальні системи забезпечують повну технологічну екосистему для виконання наскрізних операцій для досягнення вищезазначених цілей. З цією метою міські обчислювальні системи забезпечують обчислювальну інфраструктуру, зв'язок, мережу та технології зберігання даних для:

– виконання операцій збору даних;
– управління;
– аналітики;
– візуалізації знань.

Дослідники [9] розділили технологічну екосистему для міських обчислень та інтеграції даних на п'ять категорій:

1) зондування;
2) управління даними;
3) об'єднання даних;
4) обробка розрідженості;
5) візуалізація знань.

Однак нам все ще потрібно впоратися з декількома проблемами, пов'язаними з комунікацією, зокрема:

– проблемами конфіденційності;
– загрозами безпеці;
– обчислювальним навантаженням;
– використанням пропускної здатності;
– енергоефективністю.

У цій кваліфікаційній роботі відбувалося дослідження ролі міських обчислень та інтеграції даних у «розумних містах». При дослідженні було запропоновано класифікацію наукової літератури за декількома вимірами, пов'язаними з поточними проблемами в парадигмі «розумних міст» [10]. Основні питання, пов'язані з кожною категорією міських обчислень та інтеграції даних, висвітлюються на основі вивчення наукової та популярної літератури та нещодавно опублікованих досліджень. Щоб спростити цю процедуру, було визначено дев'ять технологій:

– глибоке навчання;
– великі дані;
– повсюдний і мобільний інтелект;
– мультихмарність;
– когнітивні обчислення;
– «розумна» автоматизація;
– блокчейн;
– кібербезпека;
– Інтернет речей.

В процесі досліджень доцільно сформувати таксономію найбільш відповідної літератури з міських обчислень, інтеграції даних і «розумних міст» на основі:

– міських даних;
– методологій;
– програм;
– допоміжних технологій;
– наслідків та результатів.

Кожен параметр доцільно дослідити окремо, а ключові результати слід представити з метою побудови ефективних «розумних» міських обчислень у стійких міських контекстах.

Аналіз ролі міських обчислень та інтеграції даних у «розумних містах», слід проводити на основі множини застосунків і технологій, таких як інтелектуальний транспорт, «розумні» будинки та «розумні» автомобілі.

1.2 Методологія наукометричного пошуку мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст»

Методологія огляду при проведенні даного дослідження розкриває підхід, використаний для проведення огляду літератури. Етапи огляду літератури:

– формулювання ключових слів;

– ідентифікація академічних пошукових систем та бібліографічних баз даних;

– перевірка статей;

– критерії виключення та включення;

– відбір.

Ключові слова були сформульовані виходячи з мети дослідження. Остаточні сформульовані ключові слова:

– «Міські обчислення»;

– «інтеграція даних»;

– «розумне місто»;

– «міське місто»;

– «розумні міста»;

– «розумні міста та стійкість»;

– «Інтернет речей»;

– «стале місто»;

– «стійкість».

Академічні пошукові системи, що мають відношення до обчислювальної техніки, використовували ключові слова для визначення дуже релевантних статей. Використані академічні пошукові системи::

– IEEExplore;

– Web of Science;

– ACM Digital Library;

– DBPL Computer Science Bibliography;

– Ei-Compendix;

– ScienceDirect;

– Scopus;

– SpringerLink.

В процесі наукометричного пошуку було виключено статті, написані іншими мовами. В пошуковій вибірці залишено лише статті, написані англійською мовою, рецензовані та опубліковані в журналах, на конференціях і редаговані книги. Статті, отримані з академічної пошукової системи та

бібліографічних баз даних, перевірялися на основі назви кожної статті, висновку, анотації та дублікатів перед повною оцінкою повного змісту робіт, які пройшли критерії відбору.

1.3 Стан сучасних досліджень в царині обчислювальних технологій та інтеграції даних «розумних міст»

Міські обчислення та інтеграція даних зазвичай сприяють розвитку «розумних міст» шляхом інтеграції всіх життєво важливих компонентів «розумних міст» як екосистеми [11]. Вони надають необхідні технології для адекватного розподілу послуг громадянам через різні сервісні системи в «розумних містах». Водночас вони розглядають складні проблеми надання послуг «розумного міста». Таким чином, міські обчислення та інтеграція даних можуть відігравати значну роль в «розумних містах» у технологічних вимірах, показаних на рисунку 1.2.

Рисунок 1.2 – Поточний стан дослідницьких проблем у «розумних містах» [7]

Здавалося б, вісім вимірів виглядають різноманітними з точки зору обчислювальної технології та її застосування. Було розділено міські обчислення та інтеграція даних для «розумних міст» на вісім технологічних вимірів (див. рис. 1.2):

– IoT;
– глибоке навчання;
– великі дані;
– багатохмарність;
– когнітивні обчислення;
– інтелектуальна автоматизація;
– блокчейн;
– кібербезпека.

Враховуючи формулювання ключових слів, вибір цих вимірів було зумовлено двома факторами:

1) відповідними статтями, які включають міські комп'ютери, «розумні міста» та будь-який із дев'яти вимірів у назві;

2) відповідними статтями, які включають міські комп'ютери та або «розумні міста» з будь-яким із дев'яти вимірів у назві, анотації або ключових словах.

У таблиці 1.1 подано підсумок поточних проблем дослідження «розумних міст». IoT з'явився як джерело генерації даних через взаємопов'язані комплексні системи різних давачів і інтелектуальних програм, які взаємодіють один з одним у міському середовищі. Ці взаємодії варіюються від конкретних доменних застосунків до більш просунутих міжгалузевих систем. «Розумні міста» з підтримкою IoT реагують на необхідні бажання громадян створити «розумне» середовище. Наприклад, щоб покращити існуючі автобусні послуги в Об'єднаних Арабських Еміратах, [12] запровадили оптимізоване споживання енергії на основі інтелектуального середовища, сприятливого для Інтернету речей. Підхід полягає в тому, щоб оцінити заповненість автобусних зупинок та освітлення, автоматично повідомляти про несправності комунальних послуг, дистанційно контролювати кондиціонування повітря та вимірювати забруднення

повітря навколо. Ідея полягає в тому, щоб підключити різні давачі та виконавчі механізми через автономний мікроконтролер на основі Wi-Fi.

Таблиця 1.1 – Підсумок поточних проблем дослідження «розумних міст»

Область дослідження	**Основні виклики**
Глибоке навчання	Робота з показниками оптимізації залежності від часу
Великі дані	– Боротьба з неоднорідністю та інтеграцією гетерогенних джерел даних. – Боротьба з галасливими, невизначеними та суперечливими даними
Повсюдне та мобільне спостереження	– Проблеми з продуктивністю – Енергоефективними – Підтримка програмування
	Розробити пристрій обробки, забезпечений довірою, безпекою та конфіденційністю
Багатохмарність	– Розробка та запуск складних програм в хмарі – Повторне використання програмних компонент з онлайн-бібліотеками для надання різних міських обчислювальних послуг
	Аутентифікація користувача
	Стандартизація
IoT	Міське зондування та збір даних Акумулятор і потужність обробки

Автори [13] повідомили про виклики IoT. Вони підсумували адаптацію та впровадження IoT у «розумних містах» і обговорили такі питання, як стандартизація та гнучкість мережі, мобільність давачів, а також точність, своєчасність і повнота зібраних даних. Основні технології IoT та архітектурна структура показані на рисунку 1.3. Структура поєднує численні рівні, причому перший рівень містить давачі та цілі, що використовуються в різних сферах, таких як лікарні, банки, заводи, державні установи, сільське господарство тощо.

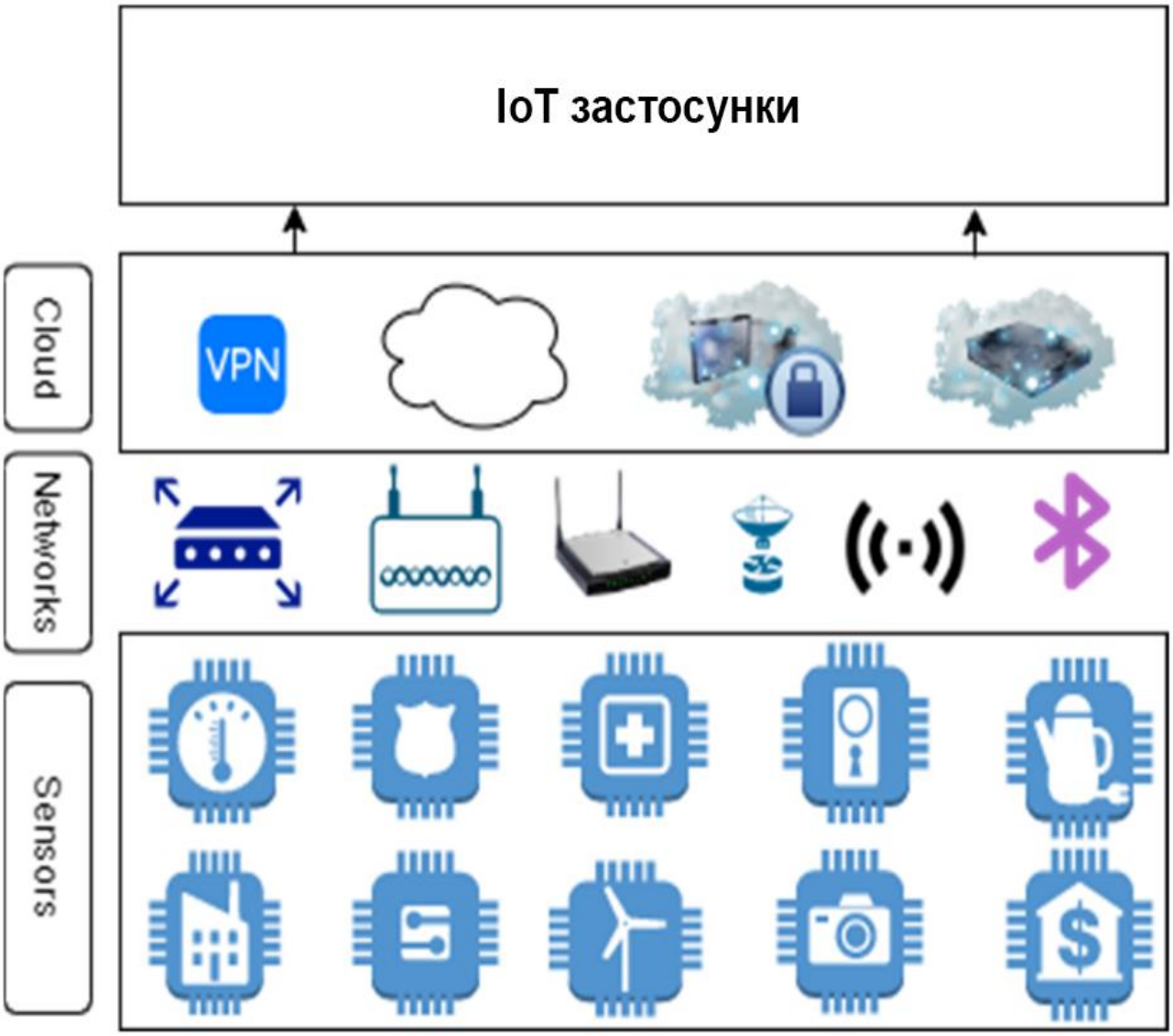

Рисунок 1.3 – Технології IoT та архітектурна структура [7]

Для вирішення міських проблем може знадобитися підхід до глибокого навчання для створення великих цінностей за допомогою міських обчислень. Багато досліджень включили глибоке навчання в застосунки «розумного міста», щоб розкрити нову інформацію з великих міських даних. Автори [14] досліджували глибоке навчання в поєднанні міських великих даних. Дослідження було зосереджено на класифікації міського злиття великих даних на три категорії на основі глибокого навчання:

1) DL-злиття на основі подвійного етапу.
2) DL-злиття на основі виходу.
3) DL-злиття на основі входу.

Однак було виділено деякі проблеми з об’єднанням великих даних у містах, такі як якість даних, мультимодальні дані, просторово-часові дані та розрідженість даних. Дослідники [15] реалізували прогнозування трафіку за допомогою архітектури глибокого навчання, використовуючи дані про потік трафіку, які були просторово-часовими. Іншим прикладом глибокого навчання є дослідження міського потоку води та прогнозування рівня води, запропоноване. Крім того, пом’якшення впливу температури на характеристики бездротових каналів зв’язку спонукало запропонувати підкріплену стратегію планування сну на основі навчання для вузлів бездротових давачів. Навчання з підкріпленням дає змогу вузлу в мережі реагувати на основі поточного середовища, щоб виконувати дії, такі як перехід, прослуховування або сон, автономно. Результати сталої роботи показали хорошу продуктивність порівняно з базовою роботою мережі та алгоритмами підключення. Основними проблемами впровадження глибокого навчання для міських обчислень у «розумних містах» є подолання залежності від часу, робота з великими обсягами даних у різних форматах, швидкоплинні потокові дані та достовірність аналізу даних [16].

Всеохоплюючий і мобільний інтелект створює загальний шлях до «розумного світу», застосовуючи його у фізичному середовищі для надання людям надійних і відповідних послуг. Всеосяжний і мобільний інтелект дає змогу розробляти нові застосунки та системи та значно розширює діапазон обчислювальних можливостей, включаючи цифровий інтелект у повсякденних предметах і будинках. Це може спростити та підвищити ефективність. Автори [17] представили опитування щодо питання довіри до поширених і мобільних обчислень. Опитування намагалося надати вичерпну концепцію та визначення довіри з різних областей дослідження, щоб запропонувати концепцію управління протоколами, заснованими на довірі, у повсюдних і мобільних обчисленнях. Поточні протоколи, засновані на довірі, були критично оцінені. У статті розглядалися техніки, методології, моделі, застосування та потреби в протоколах, заснованих на довірі.

Жваво обговорювалися безпека мостів у протоколах на основі довіри для повсюдних і мобільних обчислень, а також підходи до ухилення від мостів

безпеки. Окреслено відкриті дослідницькі проблеми в контексті протоколів, заснованих на довірі, у повсюдних і мобільних обчисленнях. В [18] представлено тематичне дослідження управління мобільністю, пов’язане з поширеними обчислювальними засобами та сталим розвитком. Автори висвітлили приклад, коли культурний опір змусив поширені обчислення змінитися через поступові та ненав’язливі програми. У прикладі наведено перегляд у режимі реального часу, пов’язаний із системою громадського транспорту під час використання мобільних телефонів. Результати показують, що поширені обчислювальні технології підтримують впровадження нових продуктів, які спричиняють позитивні соціальні зміни щодо поведінки та цінностей. Крім того, у пошуках того, чи можна достовірно виміряти щоденний стрес за допомогою показників поведінки людини, отриманих із мобільного телефону. Результати роботи аналізувалися за двома алгоритмами «Random Forest» і «Gradient Boosted». Результати показують, що вплив такої технології полягає у зниженні стресу та подальшому покращенні суб’єктивного здоров’я для стабільного життя. Однак роботи бракує прогнозування особистості мобільних користувачів і виявлення стресу повністю автоматизованим способом.

Концепція великих даних використовується в міських обчисленнях через зростаючий обсяг даних, який збільшується щодня через різні давачі, вбудовані в «розумні міста». Великі набори даних створюються з використанням технологій IoT та ІКТ із застосуванням постійного та автономного зондування, яке замінює традиційний підхід [19]. У «розумних» екологічно чистих містах, дані з підтримкою Інтернету речей все більше пов’язані зі звичайними або автоматично отриманими даними. Крім того, повсюдна сенсорика є ключовим компонентом майбутніх «розумних» стійких міст, які часто покладаються на реалізацію численних бачень ІКТ щодо повсюдних обчислень, зокрема Інтернету речей. Дослідники [20] опублікували дані про міські обчислення, щоб отримати доступ до знань, отриманих шляхом інтеграції кількох незалежних джерел у «розумних містах». Дані, що стосуються міських обчислень, були зібрані в Орхусі, Данія, з багатьох джерел, включаючи статичні та динамічні джерела. Статичні джерела надавали дані про використання землі, водні перешкоди, водні

шляхи, зручності, об’єкти інтересу (POI), будівлі та дороги. З іншого боку, динамічні джерела даних включали місця для паркування, погоду, забруднення та дорожній рух. Ці дані можна використовувати для отримання нових знань для покращення міського планування та прийняття кращих рішень. Дослідники можуть використовувати їх для аналізу просторових особливостей різних подій у «розумних містах».

Багатохмарні обчислення стали важливою технологією для «розумних міст», міських обчислень та інтеграції даних. Нещодавно він вийшов із традиційної обчислювальної парадигми, перейшовши до більш складного багатохмарного середовища, особливо під час обробки великих обсягів даних. Автори [25] обговорили різні проблеми щодо гібридних багатохмарних середовищ і запропонували можливі рішення щодо того, як компанії можуть прийняти їх у свої процеси управління. В даний час багато постачальників технологій «розумного міста» стикаються з труднощами в управлінні кількома хмарами, які знаходяться в різних постачальників і працюють на різних платформах, обчислювальних вимогах і постачальниках. Крім того було досліджено роль хмарних обчислень, які можуть відігравати значну роль у допомозі містам стати «розумними». Автори визначили деякі дослідницькі проблеми, пов’язані з хмарними обчисленнями щодо міських обчислень та інтеграції даних для «розумних міст», і ці проблеми підсумовані таким чином:

– розробка та запуск складених програм у хмарі;

– розробка багаторазової бібліотеки програмного забезпечення, яка містить багаторазове програмне забезпечення, яке надає різні послуги для обробки запитів;

– автентифікація користувача;

– стандартизація.

«Розумна» автоматизація: «розумні» пристрої все більше змінюють наше повсякденне життя в міських районах. Наприклад, смартфони можна використовувати в інтелектуальних системах охорони здоров’я для вимірювання кількох фізіологічних параметрів за допомогою бездротових медичних пристроїв, таких як спірометр, електрокардіограма та оксиметр, підключених до

шлюзів смартфонів через з’єднання Bluetooth. Тим часом «розумні міста» стрімко розвиваються, впроваджуючи нові практики та послуги. В даний час очікується, що для розуміння прихильності «розумного міста» до загального міського планування і навпаки, необхідно визнати пропозиції міського планування для середовища «розумного міста» [21]. Великі міста по всьому світу мають перенапружену та застарілу інфраструктуру, що стикається з проблемами в наданні життєво важливих державних послуг своєму населенню. Ці державні послуги є важливими, особливо для людей з обмеженими можливостями.

Кіберфізична концепція запропонована в [22] для полегшення життя людей із втратою зору або іншими особливими потребами. Запропонована концепція з обміном інформацією в реальному часі функціонуватиме як міст між кіберпростором, наповненим IoT, і фізичним простором. Це допоможе людям з обмеженими можливостями орієнтуватися вулицями та переходами, а також попередить людей, які перебувають у небезпеці. Пропоноване рішення є розподіленою системою, яка забезпечує гнучкість інтелектуальних агентів і інтелектуального середовища, але не включає зобов’язання та кібербезпеку системи. Система надає дослідникам широкі можливості для розгляду нових допоміжних підходів до допомоги людям з обмеженими можливостями орієнтування, навігації та пересування.

Крім того, «розумна» мережа є однією з найбільших систем Інтернету речей у «розумному місті». Загальна увага дослідників була зосереджена на вдосконаленні внутрішніх системних функцій інтелектуальної мережі, але вони не зосереджені на розробці міських обчислень на основі даних інтелектуальної мережі. Була запропонована повсюдна структура міських обчислень з використанням даних інтелектуальної мережі. Система базується на стохастичній конфігурації мережі та надійному аналізі головних компонент. Розміщення магазинів і система спільного велосипеда були виконані як застосування запропонованої системи. Результати показують, що запропонований метод забезпечує майже оптимальне рішення для сцен попиту в «розумному місті». Автори стверджують, що «розумне місто» можна використовувати як зворотний зв’язок для інших ресурсів даних у «розумному

місті», і разом із запропонованою системою воно може дуже допомогти в системах розподілу електроенергії.

Блокчейн як технологічна інновація забезпечує децентралізацію, постійність, анонімність і можливість перевірки в середовищі «розумного міста» [23]. Основними проблемами блокчейну в «розумних містах» є масштабованість, гнучкість і безпека. Дослідження було зосереджено на підкресленні важливості аналітичних інструментів для розробки та впровадження блокчейну в середовищі «розумного міста». Автори розробили інфраструктуру з використанням механізму блокчейну, щоб полегшити впровадження безпеки та конфіденційності на основі просторово-часових послуг смарт-контрактів, щоб допомогти покращити сталість «розумних міст». Концепція інфраструктури використовує вузли когнітивного туману для розміщення та обробки розвантажених мультимедійних даних із геотегами та транзакцій із мобільного краю та вузлів Інтернету речей.

Цікаво, що безпека є однією з сильних сторін блокчейна [24]. Однак дослідники ретельно це сумніваються через сліпу довіру до розробників блокчейну та інших зацікавлених сторін, а також через проблеми та загрози кібербезпеці. Інші проблеми включають обчислювальну ефективність і розмір сховища, сумісність і зручність використання. Загалом, дослідники стверджують, що ці проблеми з впровадженням блокчейну виникають через його незрілість.

Кібербезпека продовжує залишатися серйозною проблемою для багатьох застосунків «розумного міста» в кіберпросторі через кількість порушень безпеки, зокрема атак типу «man-inthe-middle» і «zero-day». Це призвело до необхідності створення нових теорій для розуміння, міркування та вивчення таких атак, оскільки традиційні системи машинного навчання стикаються з труднощами виявлення невеликих мутацій у цих атаках з часом. Крім того, використовувана зброя та засоби захисту рухаються з шаленою швидкістю, а поверхня атаки швидко розширюється. Захист даних вимагає боротьби зі спробами злому, коли машинне навчання може використовуватися для виявлення загроз безпеці. Тим часом традиційні інструменти безпеки

використовують відомі сигнатури загроз і канали загроз, надані надійними партнерами. Сьогодні цього недостатньо, оскільки корпоративні периметри розпадаються, і перші ознаки нової та невідомої загрози можуть бути записані в журналі програми або за допомогою інструменту моніторингу сеансу користувача.

Кібербезпека є найважливішим викликом міських обчислень для «розумних міст», оскільки він покладається на технології для роботи з переплетеною екосистемою. Зростання технологій сприяє міським обчисленням у вбудованій обчислювальній потужності, що призвело до швидкого розширення різноманітних «розумних» пристроїв у середовищі «розумного міста». Незважаючи на те, що ці нові пристрої та міські обчислювальні програми пропонують велику користь для населення, вони також відкривають ширший простір для атак для зловмисних кібератак. Дослідники стверджують, що кібербезпека необхідна на всіх вбудованих рівнях «розумних міст», щоб пом’якшити ці виклики безпеці.

Когнітивні обчислення стали помітним у покращенні якості життя в містах. Обговорюється зв’язок між «розумними» містами та когнітивними обчисленнями, щоб визначити, як «розумні міста» можуть використовувати силу когнітивних обчислень для проектування когнітивних міст. Автор [25] класифікував когнітивні обчислення на три критичні технології для «розумних міст»:

– IoT;
– аналітика великих даних;
– хмарні обчислення.

Вони підкреслюють, що сприятливими підходами для цих технологій є навчання з підкріпленням і глибоке навчання.

1.4 Висновок до першого розділу

В першому розділі кваліфікаційної роботи описано «розумні міста», мережеві та обчислювальні підходи для інтеграції даних. При цьому виділено

приклади використання міських обчислень та інтеграції даних у стійких «розумних містах». Подано методологію наукометричного пошуку мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст». Висвітлено стан сучасних досліджень в царині обчислювальних технологій та інтеграції даних «розумних міст».

2 АНАЛІЗ МЕРЕЖЕВИХ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПІДХОДІВ І ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ «РОЗУМНИХ МІСТ»

2.1 Таксономія обчислень «розумних міст»

У цьому параграфі розроблено таксономію міських обчислень у «розумних містах» на основі різних категорій. Ці категорії демонструють взаємозв'язок між концепцією міських комп'ютерів і «розумними» містами. На рисунку 2.1 показано ряд параметрів, взятих з наукової літератури:

– міські дані;
– можливості;
– ключові застосування;
– наслідки.

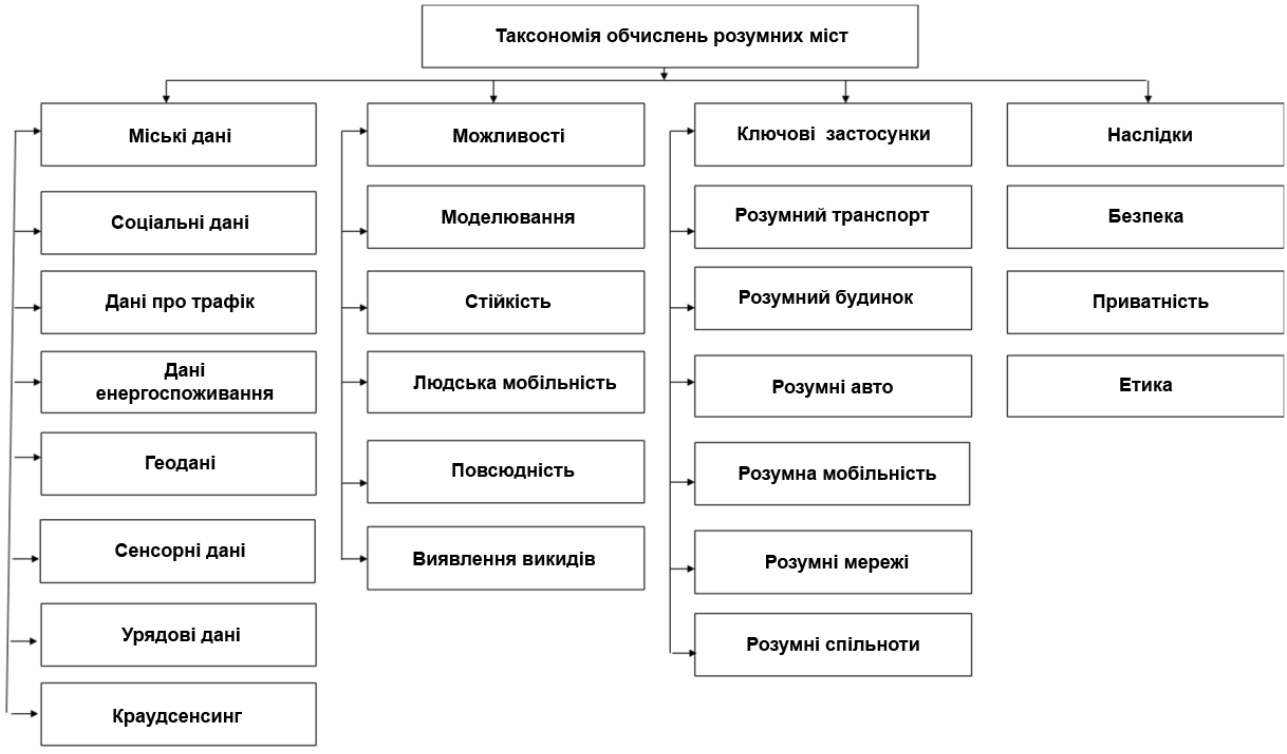

Рисунок 2.2 – Таксономія міських обчислень у «розумних містах» [7]

З потенційним зростанням населення планети світ швидко рухається до урбанізації. Більшість великих міст і містечок залишають стійке екологічне враження. Нестабільний розвиток стимулює інновації в сферах економічної

креативності, перетворення економічних інновацій на результати та забезпечення платформ, які можуть безпечно сприяти розвитку міських громад. Інформаційні та комунікаційні технології (ІКТ) є інструментом для стимулювання проектування та розробки пристроїв для міської громади.

Здатності користувачів адаптуватися до цього середовища може сприяти розуміння користувачами функціонування та використання технологій, вбудованих у міську спільноту. Інтелектуальні пристрої та мобільні телефони здійснюють збір статистичних даних для геометричного збільшення з огляду на те, що фіксується міська життєва діяльність. У результаті цього як державні, так і неурядові організації були спонукані ініціювати інновації, використовуючи ці дані для покращення якості життя. Нові дослідження з перекриваючими темами та проблемами навколо міських обчислень стали реальністю завдяки недавнім проривам і появі недорогих давачів, активації та «розумної» автоматизації, нанотехнологій та бездротового зв’язку. Зараз наше життя обертається навколо «розумних» пристроїв, які завжди підключені до Інтернету завдяки поширеній обчислювальній технології, змінюючи те, як громадяни взаємодіють один з одним і ведуть бізнес у «розумних містах». Проте міські комп’ютерні програми дали жителям «розумних міст» технологічні та соціальні можливості. Згідно з [26], ефективні системи паркування можуть бути розроблені на основі даних, отриманих від міської громади, щоб зменшити затори. Таким чином, це спонукало дослідників розробити SmartPark для вбудовування в громади Сан-Франциско. Технологія використовує повсюдну інфраструктуру стільникового зв’язку та Wi-Fi, щоб надавати автомобілям інформацію про доступність паркувальних місць у реальному часі. Автори [20] розробили модель прогнозування, використовуючи міські дані, зібрані з різних джерел в Орхусі, Данія. Зібрана інформація стосується міських структур, автомобільного руху, забруднення повітря, прогнозу погоди та POI. RMSE та MAE використовувалися як показники ефективності для оцінки модель, заснована на трансферному навчанні. Крім того, пропонують об’єднання POI у шість етапів, а саме стандартизацію схеми, збір даних, відображення таксономії, зіставлення та уніфікацію POI та перевірку даних. Пропозицію було реалізовано в реальному

середовищі в Сінгапурі як приклад. Було виявлено, що його практичне застосування вказує на успіх фреймворку для об’єднання п’яти різних джерел даних POI в уніфіковані дані POI. Розслідування виявило, що остаточний уніфікований набір даних був кращим, ніж складові дані POI з точки зору повноти та вичерпності.

Крім того, із зростанням і розвитком Інтернету, мобільних пристроїв і сенсорних технологій дані можна генерувати для міських обчислень. Наприклад, клієнти можуть використовувати мобільні програми для публікації оцінок або коментарів щодо продукту чи послуги після споживання або використання послуги. Стосовно даних про мобільність, ці дані можуть бути відгуками користувачів і слідами місцезнаходження, сліди транзакцій смарт-картки та записи про щоденні поїздки пасажирів, отримані за допомогою таксі GPS, можна використовувати для визначення правильного місця для створення роздрібного магазину в місті [27]. Автори пропонують міські обчислення та інтеграція даних для розподілу вдихуваних твердих частинок серед житлових груп у «розумному місті». Для об’єднання житлових будинків побудовано подвір’я. Моделювання проводилось для варіантів типу двору для житлових кластерів. Було досліджено різні розведення та атмосферні забруднювачі, щоб виміряти вплив кожного з них. Було виявлено, що з точки зору концентрації дрібнодисперсних PM2,5 у кластерах найгірші показники мають плоский кластер внутрішнього двору, тоді як U-подібний кластер є найбільш сприятливою формою. Дослідник [28] описав набір даних, що містить інформацію про фактичну заповнюваність і кількість п’яти кімнат в університеті, а також дані про критерії навколишнього середовища в приміщенні, пристрої, увімкнуті Wi-Fi, споживання енергії користувачами, роботу HVAC та надворі погода. Серед п’яти приміщень були дві лекційні аудиторії різного розміру, кабінет допоміжного персоналу, науково-дослідний кабінет і бібліотека, доступна для студентів. Дані кожної з п’яти кімнат збиралися протягом ста восьмидесяти днів з 5-хвилинною тривалістю вибірки. Дані використовувалися як еталон для моделювання поведінки мешканців методи, керовані даними, і для моделювання побудови. У таблиці 2.1 подано порівняння різних джерел даних для міських обчислювальних завдань.

Таблиця 2.1 – Порівняння різних джерел даних для міських обчислювальних завдань [7]

Джерело даних	**Формат вмісту**	**Складність**	**Аналітичні інструменти**	**Застосунки**
Соц.медіа	Безструктурні та напівструктуровані	Висока	Apache Spark RapidMiner SAS	Аналіз настроїв Аналіз тексту Розкриття злочинів Поведінка клієнтів Аналітика
Дорожня подія	Напівструктурований	Середня	Apache Spark Splunk HadooSp MapReduce	Прогностична аналітика
Енергетичні дані	Напівструктурований	Середня	Apache Spark Hadoop MapReduce	Прогностична аналітика
Географічні дані	Неструктурований	Висока	ArcGIS BioMedware R-Analysis of Spatial Data GeoVista Studio Project	Тимчасова аналітика
Дані давачів	Неструктурований	Висока	Hadoop MapReduce Apache Spark Talend	Прогнозний аналіз Розумна охорона здоров'я
Урядові дані	Структуровані та неструктуровані	Середня	Apache Spark Hadoop MapReduce	Міське планування

Швидке зростання міських обчислювальних технологій для «розумних міст» відкриває нові можливості для багатьох сфер досліджень, зокрема, це:

– імітаційне моделювання;

– міська мобільність;

– повсюдні міста;

– виявлення викидів тощо.

У наступному параграфі подано коротке обговорення деяких можливостей міських обчислень та інтеграції даних для «розумних міст».

Імітаційне моделювання в основному використовується для прогнозування продуктивності фізичної моделі шляхом створення та оцінки цифрового прототипу моделі в середовищі «розумного міста». Воно пояснює систему та умови, за яких ця система може протистояти вразливості, даючи змогу дослідникам і практикам мати гнучкість у проектуванні системи, оскільки вони можуть визначити ефективність і правильність системи до фактичного будівництва. Імітаційне моделювання також дає змогу дослідникам вивчати проблему на різних рівнях абстракції та полегшує її повторення для подальших досліджень. Імітаційне моделювання є ключовим підходом, який використовується для створення та оцінки різних міських обчислювальних моделей [29]. Імітаційне моделювання також пов’язане з певними труднощами, оскільки процес моделювання потребує великої кількості даних і обчислень, щоб вважатися точним моделюванням. Іншою проблемою щодо імітаційного моделювання є його нездатність адаптуватися до постійно мінливих даних у міських обчислювальних програмах.

Міська мобільність розглядається як ключ до досягнення цілей сталого розвитку, і вона стимулює як економічний, так і соціальний розвиток [30]. Мобільність є ключовим компонентом «розумного міста», оскільки транспорт надає величезну кількість даних про громадян і транспортні засоби. Влада пропонує плани мобільності зі зрушенням до моделей сталого транспорту, а міський транспорт приймає економіку спільного використання через державні та приватні ініціативи [31]. Виклик перешкоджає сталий міській мобільності, яка є джерелом занепокоєння для міських планувальників і політиків, оскільки вона є багатовимірною, охоплюючи екологічну ефективність, енергоефективність, моніторинг поведінки та мобільності, а також вплив на економічний розвиток. Ще одним викликом у впровадженні сталої міської мобільності є інтеграція систем міської мобільності та послуг мобільності за допомогою смартфонів, а також модернізація послуг громадського транспорту. Інші виклики міської мобільності включають зростання заторів, зниження якості повітря, відсутність

фізичної активності та доступний, надійний, безпечний і доступний громадський транспорт, а також нові будинки та створення робочих місць.

Усюдисущі міста «u-city» – це просунутий рівень «розумних міст» з інтелектуальними системами конвергенції. «U-city» – це рішення проблем, з якими стикаються міські громади, наприклад слабка безпека, низький рівень сталого розвитку та забруднення. Щоб визначити вимоги до платформи для створення «U-city», автори пропонують ефективну концептуальну основу, яка досліджує та вимірює основні показники «розумного міста», тобто середовище, населення та інфраструктуру, які є критично важливими. Було розраховано повсюдний коефіцієнт Тегерана, Ірану та Сеула, Південна Корея. Результати підтвердили надійність і ефективність точності запропонованої системи у визначенні повсюдних умов міст. У дослідженні [32] розроблено структуру, яка зосереджується на варіаціях у джерелах великих даних і покращує витрати на обчислення щодо колосальної роботи. Платформа використовує уніфіковану стратегію для аналізу різнорідного потоку даних за допомогою географічного та часового аналізу. Результати дослідження демонструють узагальненість, здійсненність і ефективність запропонованої структури за допомогою різноманітних демонстрацій випадків використання та ілюстрацій, отриманих із вимог реального середовища, зібраних у різних містах. Більше того, за останні роки декілька проектів, розроблених ToolSmart1, сприяли вдосконаленню «розумних міст», зокрема цифровий кутовий шукач із підключенням Bluetooth, відеокамера огляду з підключенням до Wi-Fi тощо. Ці проекти надали можливість дослідникам і практикам збирати точніші дані.

Вилучення знань є ключовим завданням міських обчислень для «розумних міст» і стає більш значущим, коли у великих даних є викиди. Соуза та Акіно [33] запропонували метод виявлення викидів за допомогою багатосторонньої природи даних. Запропонований метод виявляє викид у великих даних шляхом зменшення розмірності, класифікації прихованих факторів і поєднання обох. Метод було застосовано до чотирьох міських міст, і результат показав, що запропонований метод створює новий підхід кластеризації. Результати більш точні, і вони беруть дані з різних вимірів. Запропонований метод також можна

інтегрувати з іншими програмами, такими як хмара, і додатково розширити, додавши більше інформації, такої як клімат, метеорологічні дані, якість води тощо.

2.2 Основні застосунки «розумних міст» з використанням мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст»

Ключові програми є ключовими аспектами «розумного міста», які сприяють створенню даних для міських обчислень. У цьому параграфі коротко обговорюються деякі ключові «розумні» застосунки (див. рисунок 2.1) і надається короткий опис кожного з них в таблиці 2.2..

Рисунок 2.2 – Класифікація ключових застосунків «розумного міста» [7]

Таблиця 2.2 – Короткий перелік ключових застосувань «розумного міста»

Компонент розумного міста	**Міські дані**	**Комунікаційні технології**
Розумний транспорт	Файли журналу даних давача руху дані GPS про місцезнаходження Дані давача	Wi-Fi і ZigBee
Розумний будинок	Дані давача	Wi-Fi
Розумні транспортні засоби	Дані давача	WiMAX і Bluetooth
Розумна мобільність	Дані давача	Мобільні пристрої Bluetooth і 5G
Розумна мережа	Дані давача	WiMAX і ZigBee
Розумні спільноти	Дані користувача, Дані давача	Wi-Fi

Інтелектуальні транспортні системи (ITC) є одними з основних компонентів будь-якого «розумного міста». Широкомасштабні мережі WSN використовуються в інтелектуальному транспорті для моніторингу часу в дорозі онлайн, включаючи вибір маршруту, час очікування, забруднення повітря, пробки та рівень шуму [34]. Різні види транспорту, найсучасніша інфраструктура та рішення для управління трафіком і мобільністю – все це творчо пропонує ITC. ITC змінили спосіб і манеру, якими люди їздять на роботу в «розумних містах». IT – це нова транспортна техніка, у яку вбудовано електронне обладнання, включаючи бездротові та комунікаційні системи, що дає змогу користувачам мати легкий доступ до «розумних», безпечних і швидких каналів пересування. Деякі основні функції ITC включають інформацію про маршрут (вона надає користувачам попередню інформацію в режимі реального часу про маршрути подорожей і дає змогу їм вибрати найкращий маршрут), безпеку та контроль транспортного засобу (це дає змогу водіям, а також попереджає їх про їхні навички водіння, дорогу умови, характеристики транспортних засобів),

електронні розклади (надає мандрівникам детальну інформацію про час прибуття та відправлення транспортних засобів, поїздів тощо) [35]. ITC забезпечує відповідне та комфортне середовище для життя людей у «розумних містах», мінімізуючи рівень забруднення та надаючи «розумні рішення» для паркування.

«Розумна» будівля включає в себе ІКТ та послуги, обладнуючи прилади в будинку через мережі для покращення якості життя. Як правило, підприємство інтелектуальних пристроїв вбудовано в «розумну» будівлю, щоб запропонувати унікальні послуги вдома, які зазвичай відсутні в звичайних будівлях на користь користувачів [36]. Він використовує технологію для оснащення пристроїв, що живляться за допомогою енергоефективності, економічності та Wi-Fi. Ці пристрої використовуються для інтелектуального моніторингу та дистанційного керування, які автоматично забезпечують гармонійну взаємодію між ними без втручання людини.

Кіберфізична система (CPS) є типовою ілюстрацією «розумної» будівлі, що забезпечує комфорт, безпечне середовище та безпеку, низьке енергоспоживання та повсюдну зручність. Сервіси «розумних» будівель можна додатково вдосконалити, додавши до хмарних сервісів функції охорони здоров’я, такі як питання кров’яного тиску та частоти серцевих скорочень, які зазвичай неможливо мати в системах, вбудованих локально. Подамо короткий виклад останніх досліджень, які стосуються «розумних» будівель.

Контроль опалення, вентиляції, кондиціонування повітря та розетки в «розумних» будівлях досліджено в [37], як використовувати мінімальні стратегії вимірювання для прогнозування заповнюваності в різних типах приміщень, офіси, бібліотеки та лекційні кімнати, використовуючи дані від різноманітних давачів, які вимірюють внутрішні та зовнішні умови навколишнього середовища, з’єднання пристроїв Wi-Fi, споживання енергії, роботу системи ОВК та дані, пов’язані з часом. Для створення прогнозів використовувалися Bi-GRU, DNN, Bi-LSTM, GRU та LSTM. Було використано новий підхід до вибору функцій, щоб знайти основні атрибути для прогнозування зайнятості. Результати показали, що алгоритм, використаний для вибору ознак, перевершує

порівнювані алгоритми (RFECV). Використання Bi-GRU в офісах, GRU в бібліотеках і Bi-GRU в аудиторіях дало найкращу продуктивність моделі. Автор [37] зазначив, що керівники будівель і дослідники можуть використовувати зібрану інформацію для визначення найбільш значущих змінних для прогнозування заповнюваності та зменшення потреб у дорогих давачах. Щоб підвищити узагальнення результатів, дослідження можна розширити в майбутньому, щоб включити різні типи місць. Дослідник [38] представив новий метод контролю доступу та делегування (ACD), який використовує розширювану мову розмітки контролю доступу (XACML) для захисту доступу до тем MQTT у системах керування надзвичайними ситуаціями на основі Інтернету речей (IoT). Запропонований механізм містить нову точку прийняття рішення, яку називають точкою прийняття рішення про делегування (DDP), яка вивчає політики керування делегуванням, використовуючи нові алгоритми поєднання правил і політик. Процедура оцінювання аналізує валідність методу делегування, глибину та кількість делегатів. Механізм ACD був розгорнутий на випробувальному стенді. Результати показали, що пропозиція ефективна і що оцінка затримки DDP ідеальна для систем IoT. Plug-Mate – це технологія на основі Інтернету речей (IoT), спрямована на зменшення споживання енергії та витрат шляхом відключення розеток у порожніх кімнатах.

Управління надзвичайними ситуаціями в «розумних» будівлях. В [37] створено систему Plug-Mate для регулювання споживання енергії підключеними пристроями в «розумних» будівлях. Система складається з давачів заповненості, «розумних» розеток і центрального концентратора, який збирає дані про заповненість і повідомляє розумним «розеткам» вмикати або вимикати навантаження за потреби. Система проста в установці та масштабована, її можна обслуговувати та контролювати за допомогою програми на смартфоні. Запропонована система автоматизує навантаження штекерів на основі введення користувача за допомогою мережі підключених модулів і трьох підсистем. По-перше, ненав'язлива система локалізації всередині приміщень збирає дані про заповненість з високою роздільною здатністю; потім дані про тип навантаження штекера виводяться за допомогою складної функції ідентифікації навантаження

штекера; і, нарешті, різноманітні параметри керування представлені через власний інтерфейс користувача. Крім того, у звіті зазначено, що Plug-Mate було перевірено та продемонстровано в пілотному дослідженні.

Виявлення зайнятості в «розумних» будівлях. Автор [39] запропонував використання алгоритмів короткострокового прогнозування зайнятості для керування системою HVAC в енергоефективних будівлях. Ці алгоритми, які передбачають, коли буде використовуватися кімната або простір, і відповідно керують системою HVAC, призначені для підвищення енергоефективності будівель. Триетапна процедура починається з методики на основі ідентифікації, яка використовує алгоритм максимізації очікувань (EM) для ідентифікації моделі. Потім, використовуючи загальний системний розв'язувач проблем (GSPS), було досліджено новий кінцевий автомат (FSA). На останньому кроці була надана нечітка роль стохастичного базису. Дослідження демонструє, що дані, зібрані з давачів присутності та інших джерел, можна використовувати для навчання систем прогнозування присутності за допомогою методів машинного навчання. У документі також обговорюються переваги використання алгоритмів прогнозування заповнюваності для керування системою опалення, вентиляції та кондиціонування, такі як підвищення енергоефективності, комфорту мешканців та економія коштів.

«Розумні» транспортні засоби: через зростання кількості міських громад «розумні міста» викликають великий інтерес. З розвитком середовища «розумних міст» різні «розумні об'єкти» інтегруються разом і перетворюються на «розумні» системи. Щоб подолати сучасні виклики, такі як забруднення навколишнього середовища та енергоспоживання, які постають перед «розумним містом», передбачено хмарні обчислення для автомобілів. Останнім часом швидка еволюція «автомобільних технологій і транспортних послуг на вимогу» в «розумних містах» призвела до розробки «розумних» транспортних засобів [40], які оснащені бездротовим зв'язком і автономною можливістю зменшити рівень виробництва вуглецю в «розумні міста». «Розумний» транспортний засіб є основним засобом створення «розумного міста», оскільки він оснащений додатковим бортовим обладнанням, що дає змогу надавати

послуги на вимогу для пасажирів автомобіля. «Розумні» транспортні засоби реалізовані за допомогою стандартів IEEE 802.11.p та IEEE 1609 [41], які забезпечують зв'язок і отримання інформації з оточення автомобіля. Враховуючи важливість «розумних» транспортних засобів у «розумному» міському середовищі, спостерігається збільшення адаптації зв'язку між транспортними засобами, що дає змогу транспортним засобам обмінюватися інформацією. Таким чином, транспортні засоби можуть без втручання людини передавати певну інформацію, як-от пункт призначення та швидкість. Повідомлення та попередження попереджають водія про необхідність контролювати рух автомобіля, щоб уникнути аварії. Надсилання повідомлень, наприклад про те, що він знаходиться на відстані понад 300 м, може інформувати водія про різні умови, такі як дорожній рух, погода, загрози та інформацію загального користування [42]. Крім того, «розумні міста» збирають дані з кількох вузлів за допомогою різних електричних пристроїв і давачів. Інші інфраструктури можуть спілкуватися з транспортними системами всередині середовища.

«Розумна» мобільність. Урбанізація створює нові виклики для проекту «розумного» міста в 21 столітті та спричинила такі проблеми, як дорожній рух, забруднення та транспортні системи [43]. Ці проблеми спонукали зацікавлені сторони досліджувати дані, отримані в результаті операцій у міських районах, наприклад споживання електроенергії, затори внаслідок дорожнього руху тощо. «Розумна» мобільність – це система, яка приймає рішення щодо дорожнього руху та забруднення на основі даних, отриманих про дорожній рух. і забруднення. Згодом маршрути рекомендуються відповідно до вподобань користувачів або для зменшення заторів. «Розумна» мобільність має здатність зробити «розумне» місто привабливим і красивим і сприяти розширенню бізнесу шляхом полегшення потоку транспорту в «розумному місті». Інтелектуальний підхід до мобільності потрібен для того, щоб направляти та підтримувати жителів «розумних» міст. Уподобання пішоходів, автомобілістів і велосипедистів відрізняються, оскільки одні віддають перевагу маршруту без скупчення людей незалежно від відстані до місця призначення, а інші віддають

перевагу найкоротшому маршруту незалежно від натовпу. З іншого боку, деякі віддають перевагу маршруту з мінімальним забрудненням через ускладнення зі здоров'ям або неякісне повітря.

«Розумна» мережа (SG) – це енергосистема з операційними та енергетичними заходами, які інтегровані з комунікаційною інфраструктурою для забезпечення двонаправленого потоку енергії та інформації. Величезний попит на енергію в «розумних» містах став початком еволюції SG [44]. SG – це інтелектуальна система розподілу електроенергії з різними функціями живлення, зокрема інтелектуальними лічильниками, стійкістю енергії, «розумними» машинами та енергоефективністю. Енергетичні властивості відповідають за потік розподілу енергії в двох напрямках між виробниками та користувачами. SG наразі застосовуються в усьому світі для досягнення цілей сталого розвитку та безпечного та економічного електропостачання з користувачами, які активно беруть участь у використанні розширеної інфраструктури вимірювання, а також управління енергією вдома. Загальна послуга пакетного радіозв’язку – це технологія зв’язку SG, яка використовується для передачі даних на великі відстані по каналу перемикач. SG, яка працює в усьому світі, повинна використовувати технологію мікрохвильового доступу, яка використовує IEEE 802.16, яка забезпечує послуги передачі даних на великій відстані та контролює стан мережі [45]. Іншою технологією зв'язку SG є Bluetooth (IEEE 802.15), який має низьке енергоспоживання та працює на частоті 2,4 ГГц для керування та моніторингу системи живлення. ZigBee (IEEE 802.15.4) є загальноприйнятою програмою в SG через її високий рівень енергоефективності, що дає змогу споживати енергію з меншою швидкістю.

«Розумні» спільноти. «розумні» спільноти є основними компонентами міста, яке використовує підключені технології для покращення інфраструктури «розумного» міста, незалежно від розміру міста. «Розумна» спільнота включає міських планувальників, які відстежують і збирають дані про дорожній рух, щоб покращити транспортну систему міста та конкурентоспроможність громади. Зібрані дані дають змогу запровадити нову транспортну систему в громадах, щоб зменшити кількість аварій і час у дорозі. Дослідження Кулкарні та Фарнхема [46]

передбачило, що до 2020 року вартість «розумних» спільнот на світовому ринку становитиме приблизно 1,6 трильйона доларів. Крім того, «розумні» спільноти мають потенціал значно активізувати життя громади, даючи громадянам можливість реагувати на зміни навколишнього середовища та заробляти на життя, а також надавати їм можливість робити внесок у суспільство [47]. Крім того, «розумні» спільноти можуть підтримувати та покращувати дохід нації за рахунок диверсифікації економіки, енергії, клімату, транспорту та мобільності, а також безпеки.

2.3 Висновок до другого розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи сформована таксономія обчислень «розумних міст». Проаналізовано основні застосунки «розумних міст» з використанням мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст».

3 РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖЕВИХ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПІДХОДІВ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ «РОЗУМНИХ МІСТ»

3.1 Результати аналізу та рекомендації

Останнім часом багато досліджень було зосереджено на структурах, методах і алгоритмах захисту мережевих комунікацій, «розумних» застосунків і конфіденційності даних, зібраних із різних джерел у «розумному» місті. У цьому параграфі коротко обговорюються деякі технічні проблеми та можливі рішення, запропоновані в існуючих роботах на основі безпеки, конфіденційності та етики. Таблиця 3.1 ілюструє деякі приклади вказівок щодо наслідків.

Таблиця 3.1 – Підсумок інструкцій щодо безпеки, конфіденційності та етики [7]

Результати	**Настанови**
Безпека	Можливості автентифікації Автоматичне та безпечне оновлення програмного забезпечення
	Робота з уразливістю віртуалізації
Конфіденційність	Закони та нормативні акти про те, як регулюються дані Розташування даних має бути доступним для користувачів Створення основ довіри та конфіденційності даних в організації вимагає встановлення прав власності
Етика	Обізнаність користувачів щодо обміну даними про мобільність Встановлення прозорості для збирачів міських даних і для користувачів
	Відхиляйтеся від упередженості джерел даних і процедур збору

Безпека. Комунікаційні технології, які використовуються для ефективного зв'язку в міських обчисленнях у «розумних» містах, це WSN, RFID, Wi-Fi, 4G LTE, LTE-Advanced (LTE-A) і 5G. Кожна з цих технологій наражається на різні проблеми безпеки через компоненти, які використовуються для їх розробки. Для WSN давачі та виконавчі механізми є основними елементами, які роблять WSN гнучкими та викликають високу затримку зв'язку. Ці характеристики роблять WSN схильними до кібератак. Однак у «розумному місті» безпека, пов'язана з WSN, може базуватися на конфіденційності даних, автентифікації, цілісності та актуальності. Чотири проблеми безпеки, пов'язані з WSN, можна пом'якшити на основі криптографічних алгоритмів, управління, захищеної маршрутизації та довіри вузла. Для RFID можливими проблемами безпеки, які виникають через RFID, є відстеження, DoS, відмова, підробка, зміна, пошкодження та видалення, підслуховування та підробка. Для міських обчислень у «розумних містах» технологія RFID в основному використовується для автоматизованого обміну інформацією без будь-якої ручної участі та може працювати в суворих умовах [48]. Для Wi-Fi основними компонентами є радіозв'язок, передавачі та приймачі Wi-Fi, які покращують гостьовий доступ, підвищують мобільність, надають можливість розширювати мережу та підтримують співпрацю. Wi-Fi вразливий до таких загроз: шахрайські точки доступу, зловмисний фішинг, неправильна конфігурація, неавторизований доступ до системи, втрата сигналу через DoS, військовий набір, тунелювання протоколу, MitM і атаки DDoS/Dos. LTE надає нові функції, такі як висока пропускна здатність, яка підтримує міські обчислення та інтеграцію даних з точки зору оптимізації витрат, часу обчислення та низького енергоспоживання. Проблемами безпеки в мережах 4G LTE, LTE-A та 5G є атаки DDos/Dos, фішингові атаки та атаки на ідентифікацію.

Конфіденційність: бачення «розумного міста» полягає в тому, щоб покращити об'єкти в міських районах за допомогою включення технологічних інструментів у такі об'єкти, як SG, транспортна система, державні установи, школи тощо, щоб підвищити рівень життя без проводів. З режимом зв'язку між підключеними пристроями в «розумних містах» конфіденційність даних становить серйозну проблему в мережі, оскільки вторгнення даних зі зловмисних

пристроїв може тимчасово зупинити послуги, що надаються «розумним містом». Наприклад, управління транспортною системою стало проблемою в транспортних системах через природу підключених транспортних засобів. Крім того, зростуть вимоги громадян щодо надання швидких перевезень, що може призвести до порушення конфіденційності даних користувачів під час спілкування [49]. Це, у свою чергу, змусить користувачів втратити довіру до такої системи. Тому вкрай важливо використовувати надійні інструменти криптографії для захисту пристроїв, які використовуються під час спілкування, щоб зберегти конфіденційність людей у присутності зловмисників.

Етика: Етична оцінка є основним компонентом, необхідним для прийняття технологій «розумного міста». Міські обчислення та інтеграція даних та технології «розумного міста» стали важливими компонентами функціональності міського міста. Міський оперативний контроль і міські служби стають дуже чутливими до режимів, керованих даними. Як наслідок, існує потреба розробити та розгорнути етику як для користувачів, так і для розробників застосунків для «розумного міста». Деякі з основних етичних моделей включають особисту конфіденційність, нав’язливість, стигму та автономію, а також обмін даними та автономію. Особиста приватність має складні фази [50].

Обмін даними та автономія передбачають право користувачів приймати особисті рішення щодо свободи та незалежності, зокрема стосовно допоміжних технологій, таких як «розумні» будинки, SG, електростанції тощо. Це стосується аспектів конфіденційності, які безпосередньо не пов’язані до контролю даних, і це включає як фізичні, так і соціальні аспекти. Однак приватність є основною передумовою автономії.

3.2 Використання міських обчислень у «розумних містах»

У цьому параграфі подано різні випадки використання міських обчислень та інтеграції даних у «розумних містах». Основна мета – показати, як міські обчислення та інтеграція даних використовуються в «розумному місті». Деякі з випадків використання міських обчислень у «розумних містах» – це планування,

міські обчислення та інтеграція даних для навколишнього середовища, міські обчислення та інтеграція даних для транспортних систем, міські обчислення та інтеграція даних для «розумних міст», споживання енергії та міські обчислення та інтеграція даних для економіки «розумних міст». Детальні обговорення представлені в декілька етапів.

Міські обчислення та інтеграція даних для «розумних міст». для побудови «розумного міста» необхідне ефективне планування. Однією з найважливіших областей застосування в міських обчисленнях є «розумне» міське планування. З розвитком людської цивілізації неможливо переоцінити потребу в «розумному» міському плануванні, яке може включати транспорт і планування землекористування, щоб сприяти розвитку соціального середовища та економіки суспільства. Крім того, урбанізація швидко зростає в багатьох країнах, що розвиваються; тому потреба в нових технологіях, які можуть дистанційно розуміти міські зміни та надавати ключові дані для ремонтопридатності «розумного» міста, є дуже важливою.

У більшості випадків планування «розумного» міста вимагає оцінки багатьох факторів, таких як мобільність людей, транспортний потік і структура дорожньої мережі. Ці фактори дуже складні та швидко розвиваються; отже, це робить планування «розумного» міста дуже складним завданням. Наприклад, щоб зрозуміти дизайн міських подорожей, було проведено декілька досліджень на основі інформації про оцінку подорожей [51].

Згодом пошук корисних територій у місті є дуже важливим. Корисні області, такі як ділові райони та освітня підтримка для різноманітних вимог міського життя людей, є ключовими методами для формування та окреслення вичерпної інформації про міське місто. Таким чином, розуміння ключових корисних територій у певному місті може стандартизувати міське планування, ще більше прискорити інші речі, такі як вибір місця для бізнес-цілей.

У дослідженні [52], автори запропонували нову структуру під назвою DRoF. Ця структура визначає зони різноманітних ролей у міському місті, використовуючи рух людей між областями та POI у певному регіоні. В іншому

дослідженні [53], автори також досліджували деякі корисні області з відповідним розподілом POI у певному регіоні.

Міські обчислення та інтеграція даних для навколишнього середовища в «розумних містах». міста зараз стикаються з безліччю проблем, які призводять до величезних труднощів. Наприклад, у кількох країнах, що розвиваються, забруднення повітря є великою проблемою та викликає серйозне занепокоєння. У більшості з цих країн уряди побудували відносну кількість станцій моніторингу якості повітря в містах, щоб сповіщати людей про рівень забруднення повітря в певній місцевості.

Однак якість міського повітря дуже однобока в містах, що залежить від багатьох складних факторів, таких як метеорологія, землекористування та інтенсивність руху. Тому будівництво багатьох станцій моніторингу може бути дуже дорогим з точки зору людських ресурсів, землекористування та грошей. Отже, люди не визначать якість повітря, якщо в місті немає станцій моніторингу. Автори [54] запропонували хмарну систему, яка виводить інформацію про якість повітря в місті в режимі реального часу на основі звітної історичної та миттєвої інформації про якість повітря.

У дослідженні [55], автори отримали інформацію зі стільникових дзвінків, щоб зрозуміти міські аспекти, які викликали переміщення людей. Крім того, інше дослідження [56] запропонувало обробку вихідних телефонних дзвінків для ілюстрації пересування людей. Пізніше було проведено дослідження для отримання даних про мобільність з підказок телефонів. Іншою формою забруднення, що впливає на людей у «розумних містах», є шум. Таке забруднення може призвести до проблем із фізичним і психічним здоров'ям людей. Першим кроком у розумінні міського шуму є вимірювання рівня шуму в місті. У статті [57], дослідники запропонували два методи вимірювання рівнів міського шуму.

В інших тематичних дослідженнях [58], що базуються на підходах, заснованих на мобільних телефонах, які досліджують рівень шуму в Нью-Йорку. Крім того, автори запропонували мобільний застосунок для визначення шумового забруднення за участі громадян. Деякі країни, такі як США,

Великобританія та Німеччина, проводять моніторинг шумового забруднення. Ці країни використовують шумові карти для отримання інформації про рівні шумового забруднення. Карти шуму обчислюються за допомогою симуляції, яка залежить від вхідних даних, таких як тип транспортного засобу, тип дороги та дані про транспортний потік. Оскільки збір такої інформації коштує дуже дорого, ці карти можна оновити лише через тривалий період часу. У дослідженні [59], автори отримали дані про шумове забруднення в містах за допомогою бездротових сенсорних мереж. Однак розгортання такої технології у великих містах може бути дуже дорогим як з точки зору фінансів, так і з точки зору людських ресурсів.

Міські обчислення та інтеграція даних для споживання енергії в «розумних містах». Швидка урбанізація та розвиток «розумних міст» споживають величезну кількість енергії. Отже, отримання технологій, які можуть відчути витрати на енергію в масштабі міста, розширити енергетичну інфраструктуру, а також зменшити кількість споживання енергії є критичним. У містах маємо дві форми споживання енергії:

– споживання газу;
– споживання електроенергії.

Що стосується споживання газу, дослідження, проведене [60], запропонувало метод, який допоможе миттєво визначити поведінку людей при заправці паливом і споживання бензину в усьому місті. Цей метод аналізує та інтерпретує маршрути GPS, які пасивно отримують таксі. Автори [61] зробили висновок про надходження газу та викид забруднень автомобілями, які їздять на роботу по міській мережі доріг, використовуючи технологію GPS, на основі частини автомобілів.

Результати показують, що враховуючи інтенсивність руху на дорозі та швидкість руху, вхід і скидання газу можна визначити на основі поточне середовище. Що стосується споживання електроенергії, для збільшення внутрішнього енергоспоживання ефективне поєднання енергії з відновлюваних джерел для задоволення зростаючого запиту через електромобілі є ключовим фактором стійкості. «Розумні» алгоритми, які використовуються на

технологічному або комунальному рівні, допоможуть залишатися в межах встановленого громадою рівня споживання енергії. У дослідженні [62] автори переконалися, що кожен автомобіль у спільноті організовано за допомогою підсилювального агента навчання, який додатково підтримуватиме алгоритм прогнозування тимчасового навантаження. В іншому дослідженні запропоновано нову структуру, яка допоможе в підтримці конструкції зарядки та накопичувача для електромобілів.

Міські обчислення та інтеграція даних для транспорту в «розумних містах». що стосується міських обчислень для транспорту в «розумних містах», стовпом міського життя є транспорт. Однак органи транспортної служби зазвичай не мають миттєвого прогнозу щодо стану руху. Таким чином, величезна залежність від нафти разом із впливом на навколишнє середовище викидів із споживання викопного палива робить споживання енергії міським транспортом у «розумних містах» складною проблемою для подолання. Крім того, ключовою частиною транспортної системи є заправка транспортних засобів окремими особами. Таким чином, було запропоновано метод миттєвої ідентифікації глобальної інформації [60]. У Монреалі веб-сайти інтегровані з LTE, щоб забезпечити об’ємну машинно-машинну (M2M) модель трафіку. Модель має здатність визначати положення інтелектуальних лічильників, світлофорів і «розумних» автобусних зупинок. Це дає змогу аналізувати дані трафіку, зібрані з моделі M2M.

Міські обчислення та інтеграція даних для державної політики в «розумних містах». міські обчислення та інтеграція даних відіграють певну роль у новій урядовій політиці, так що запровадження нової урядової політики в «розумних містах» може викликати занепокоєння чи паніку у громадян, які живуть у «розумних містах», через страх перед невідомим. або невпевненість щодо впливу нової політики на громадян. Уряди можуть використовувати міські обчислення та інтеграція даних, щоб зрозуміти ймовірну прийнятність нової політики громадянами. Якщо результати міських обчислень вказують на прийнятність політики, уряд може продовжити впровадження політики. Якщо це свідчить про недостатню обізнаність про нову політику, особи, які приймають

рішення, можуть докласти величезних зусиль для підвищення обізнаності про нову політику. У разі відхилення політики громадянами, можна провести додаткову роботу на основі міських обчислень та інтеграції даних, щоб отримати уявлення про ймовірні причини відмови від нової політики для майбутнього вдосконалення або модифікації політики з метою кращого обслуговування громадян у «розумному місто». Міська влада збирає дані за допомогою різних стратегій збору, таких як інтелектуальне зондування, краудсенсінг, краудсорсинг, опортуністичне зондування та ненав'язливе безперервне зондування. Цей масивний збір великих даних сприяє впровадженню повсякденної оперативної інформації в усьому місті для покращення способу життя громадян, роботи міста та міського середовища [9]. Крім того, аналітика в режимі реального часу допомагає міській владі контролювати злочинність, реагувати на надзвичайні ситуації та справлятися з хаотичними ситуаціями, такими як заворушення, великі затори та вірусні захворювання.

Міські обчислення та інтеграція даних для бізнес-процесів у «розумних містах». послуги, які «розумне місто» надає громадянам через різні міські системи, полегшуються за допомогою міських обчислень. Отже, цілі міських обчислень повинні бути узгоджені з бізнес-процесами в міських системах, а основною передумовою інтеграції міської системи для розвитку «розумного міста» (SCD) є зміна бізнес-процесу (BPC). Найкращі практики інтеграції корпоративних систем (ESI) були визнані та впроваджені з 1940-х років. Увагу в [63] зосереджено на розумінні подібності між SCD та ESI. Дослідження забезпечило основу для порівняння, підкреслюючи, що ESI можна використовувати для вирішення проблем BPC у контексті SCD. Запропонована структура допоможе дослідникам зосередитися на соціальних і технічних аспектах інтеграції міської системи.

Залучення міських обчислень до виконання різноманітних і складних завдань створює декілька проблем для реалізації бачення «розумних міст». У цьому параграфі обговорюються основні проблеми та пропонуються деякі вказівки щодо вирішення виявлених проблем.

3.2.1 Когнітивна кібербезпека

Незважаючи на успішний розвиток аналітики великих даних у сфері кібербезпеки, багато проблем залишаються невирішеними. Поточні дослідження показують, що більшість існуючих аналітичних методів не наголошують на тому, щоб «розуміти» загрози та ризики кібербезпеки, що спричиняє неефективне виявлення загроз. Тому в даний час дослідники зосереджуються на оптимізації методів обробки проблем аналітики великих даних. Великі дані охоплюють великі обсяги даних, які генеруються з високою швидкістю для керування в сховищах, які поширюються віддалено. У результаті цього дослідники були спонукані запропонувати потужну передову технологію для ефективної та ефективної аналітики великомасштабних даних. Аналітика для великих даних допомагає урядовим і неурядовим організаціям знаходити нові знання, що ховаються в об’ємних даних, як-от поведінка людей щодо певної політики або прогнозні моделі охорони здоров’я для використання департаментами охорони здоров’я. Застосування пізнання для виявлення потоків безпеки в таких об’ємних даних необхідно розробити для покращення бізнесу та безпеки. Когнітивна аналітика має потенціал для усунення обмежень людського пізнання шляхом обробки та розуміння великих даних для кібербезпеки в режимі реального часу.

3.2.2 Якість повітря

Погана якість повітря у великому місті вважається критичною екологічною проблемою, а збір і аналіз даних про забруднення повітря в режимі реального часу в «розумному місті» має важливе значення для сталого розвитку міста. Витрати на будівництво та обслуговування станцій забруднення повітря занадто високі. Отже, для вимірювання забруднення повітря потрібні економічно ефективні засоби. Автори [64] запропонували прогностичну модель, яка використовує міські дані з різнорідних джерел для прогнозування твердих частинок. Запропонована модель використовує концепцію трансферного

навчання, і результати показують, що запропонована модель перевершує всі базові лінії. Крім того, дані соціальних медіа та соціальні події також обговорюються як майбутнє розширення для підвищення точності запропонованої моделі.

Існують різні відкриті дослідницькі завдання в галузі якості повітря. Основним завданням є кількісна оцінка та прогнозування впливу якості повітря на здоров'я. Дослідники провели значну роботу з кількісного визначення впливу якості повітря на здоров'я людини, але це залишається проблемою через вплив зміни клімату на якість повітря [65]. Прогноз впливу забруднення повітря на здоров'я, включаючи госпіталізацію та смертність, також вивчався, але дослідники рекомендують майбутні проекти для кращого сприяння прийняттю рішень. Дослідники також рекомендують проводити дослідження на конкретній території, щоб усунути ризик неправильної класифікації опромінення, проти якого стверджують через сукупне опромінення від точкових, неточкових і мобільних джерел.

Іншим відкритим викликом щодо якості повітря є створення стійких рішень, які можуть пом'якшити якість повітря та є фінансово життєздатними. Стійкі рішення можуть бути досягнуті шляхом подальшого вдосконалення супутникового дистанційного зондування та об'єднання відповідних даних для точного визначення концентрацій PM2,5 у широкому діапазоні умов [66]. Витрати на інфраструктуру для пом'якшення погіршення якості повітря через джерела згоряння в містах і міських районах є обтяжливими в економічному сенсі, але різні види досліджень показали, що переваги кращої якості повітря, особливо щодо CO_2, компенсують вартість впровадження кліматичної політики.

3.2.3 Ресурси IoT

Із зростанням кількості електромобілів (EV) способи пересування людей змінюються. Існують різні фактори, які впливають на продуктивність EV та навколишнє середовище, зокрема енергоефективність, довговічність тощо. Однак із використанням електромобілів постає проблема переміщення даних

електромобілів і підключення їх до хмари. Отже, ці великі дані, зібрані з електромобілів, створюють можливість для дослідників розробляти нові та новітні підходи до обміну та транспортування інформації. У дослідженні Лі та ін., щоб вирішити цю проблему, дослідники запропонували схему управління енергією, згідно з якою дані системи електромобілів використовувалися для розуміння моделей довгострокової оцінки продуктивності з використанням великих даних. Результати показують, що запропонована схема може успішно допомогти перенести великі дані з електромобілів у хмару та допомогти в аналізі поведінки водіїв і запасу ходу.

В іншій роботі [67], дослідники також працювали над способами керування даними, зібраними з гібридних електромобілів (PHEV). Інтелектуальне керування даними, отриманими з PHEV, може допомогти зменшити або усунути потенційні затори в системах живлення та ефективно розподілити доступну енергію. Автори запропонували нову схему, яка включає цінову залежність для аналізу інтеграції PHEV та можливостей керування даними. Було проведено комплексне дослідження руху великих даних. Автори окреслили деякі проблеми в обробці даних. По-перше, автори окреслив нові архітектури баз даних, які підтримують зберігання та обробку великих даних. По-друге, обговорювалися питання великих даних, такі як джерела даних, обробка та аналіз. Таким чином, автори показали, як розпаралелювання даних про помилки під час обробки може використовуватися програмістами не лише в розподіленим способом, але також і в межах кожного сервера.

Результати показали, що споживання енергії запропонованою структурою значно менше, ніж енергія, яка споживається під час передачі через Інтернет. Запропонована структура встановлює платформу для зменшення затримки передачі даних у «розумних містах» і надає дослідникам орієнтир для вивчення гібридних методів, за допомогою яких передача даних здійснюється як транспортними засобами, так і Інтернетом. Загальновідомо, що збір і збереження об’ємних даних із різних джерел у «розумному місті» є складним завданням. Крім того, складною є передача даних до підрозділів управління для аналітики та обробки.

Щоб допомогти ефективно передавати дані, було запропоновано підхід до зменшення споживання енергії та викидів вуглецю. Запропонований підхід зміг прискорити передачу даних. Подібним чином було запропоновано Інтернет автобусів (IoB) як підмножину Інтернету транспортних засобів (IoV). Ініціатива дає змогу використовувати автобуси для громадського транспорту як послугу для носіїв інформації. Не зважаючи на розробку, для розвитку цієї галузі потрібно багато майбутніх досліджень.

3.2.4 Кіберфізичні системи

Широкомасштабне розміщення кіберфізичних систем кидає виклик проблемам послідовності в різних областях, які вимагають подальших інтелектуальних методів зондування та обчислень, включаючи передові мережеві та комунікаційні інструменти, щоб запропонувати більш широкі кіберфізичні послуги. Труднощі перетворення класичних міст, які були побудовані випадково через перенаселення та погане планування, у «розумні міста» є інфраструктурним викликом для «розумних міст», пов’язаних із міськими обчисленнями. Країни з великою демографією та розмаїттям створюють великі виклики та можливості, а нові технології в «розумних містах» повинні забезпечувати стійкі рішення та громадські зручності для міського населення та громадян. Існують деякі проблеми з приладами, пов’язані з урбанізацією, такі як забруднення навколишнього середовища, управління транспортом, використання енергії та охорона здоров’я.

Згідно з нещодавнім дослідженням у 2022 році [68]), кіберфізичні системи продовжуватимуть розвиватися, використовуючи та потребуючи кількох форм, і «розумні міста» є одним із методів, виділених авторами. Швидко рухливі ландшафти міського руху в «розумному місті» забезпечать рішення для пересування, які забезпечать стале використання. Кіберфізичні системи перетворилися на дуже складні системи з різноманітними методами для потоків даних, обробкою величезної кількості даних і наданням широкого спектру послуг.

В даний час різні дослідники, особи, що приймають управлінські рішення, технічний персонал і промислові спеціалісти працюють над кіберфізичними системами з огляду на розробку різних застосунків у міжнародних рекомендаціях і критичних інфраструктурах для прогресу «розумного міста» [69]. Тому кіберфізичні системи відіграють важливу роль у різних застосунках, особливо тих, що використовують мережеві та фізичні пристрої.

3.3 Проблема розрідженості та переміщення даних «розумних міст»

У результаті створення даних із різноманітних джерел у міському місті виникає проблема джерел даних із невеликою кількістю та розрізненими даними в межах міського міста. Це створює виклик міським обчислювальним екосистемам у «розумних містах». Найкращий спосіб інтегрувати ці розріджені дані з різних джерел для ефективних міських обчислень залишається відкритою проблемою. Запропоновано інтегрувати моделі для вирішення проблеми розрідженості даних в міську обчислювальну екосистему в «розумному місті». Автори [70] виділили фактори, що сприяють зміщенню розріджених даних, включаючи вузько розподілені безперервні предиктори, низьку подію на змінну та категоріальні коваріати з дуже низькою або високою поширеністю.

«Розумні міста» мають ефективно керувати ресурсами IoT та їхніми даними. Тим не менш, якщо кількість пристроїв IoT величезна, це призведе до проблем із отриманням, передачею та аналізом великих даних. Традиційні мережі, які передають дані, є дорогими з точки зору споживання енергії та затримки. У [71] запропоновано волонтерську систему передачі даних на основі транспортних засобів, яка може сприяти суспільній обізнаності та енергозбереженню. Запропонована структура встановлює платформу для зменшення затримки передачі даних у «розумних містах» і надає дослідникам орієнтир для вивчення гібридних методів, за допомогою яких передача даних здійснюється як транспортними засобами, так і Інтернетом. Результати показали, що споживання енергії запропонованою структурою значно менше, ніж енергія, яка споживається під час передачі через Інтернет.

3.4 5G Технології в «розумних містах»

Оскільки розгортання технологій 5G швидко поширюється в глобальних міських містах, оскільки інфраструктура та ресурси здебільшого зосереджені в міських містах [72], це має наслідки для міських обчислень в аспекті аналітики даних. Незважаючи на те, що поява технологій 5G покращила послуги в галузі телекомунікацій, вона також принесла нові виклики дослідницькому співтовариству. Поява технологій 5G значно підвищила швидкість зв'язку та створення дуже великих обсягів даних на дуже високих швидкостях, яких ніколи не було в епоху 4G і нижче. Швидкість, з якою дані генеруються з різнорідних джерел у міському місті, викликає занепокоєння для міської комп'ютерної спільноти, оскільки дані потрібно збирати та обробляти, щоб отримати розуміння та цінну інформацію та отримати нові знання. З огляду на швидкість, з якою дані генеруються через гетерогенні джерела технології 5G, апаратне забезпечення для зберігання даних незабаром стане серйозним викликом для промисловості та наукових кіл. З іншого боку, через великий обсяг даних, які генеруються та збираються, неглибокі алгоритми не можуть їх обробляти, оскільки відомо, що неглибокі алгоритми машинного навчання дуже добре працюють із невеликими вибірками даних, наприклад обсяг даних збільшується ефективність і результативність дрібного алгоритму. Незважаючи на те, що почало з'являтися спеціальне обладнання для обробки великих обсягів даних за допомогою алгоритмів глибокого навчання, спеціальне обладнання для підтримки обробки великих обсягів даних за допомогою архітектури глибокого навчання має стати новим фокусом, і, оскільки центральна колекція даних може бути неможливою у майбутньому, то рекомендується прийняти федеративне навчання для аналізу даних у міських обчисленнях.

5G, розгорнута для міських обчислень, має потоки безпеки. Потоки безпеки для передачі між сегментами технології 5G дуже складні, оскільки потоки безпеки є динамічними в результаті різних технологічних втілень у середовищі. Вразливості безпеки викликані втіленнями різних технологій, включаючи, але не обмежуючись, віртуалізацію мережевих функцій, машинного

навчання, програмно-визначених мереж та IoT, кожна з яких виявляє свої вразливості безпеки в мережевих [73]. Розгортання технологій 5G у міських комп’ютерах може наражати міські комп’ютери на різні форми атак на безпеку, які запускають зловмисники, досліджуючи слабкі місця безпеки технологій 5G у передачі між зрізами мережі.

3.5 Висновок до третього розділу

В третьому розділі кваліфікаційної роботи подано результати аналізу та рекомендації. Описано використання міських обчислень у «розумних містах». Розглянута проблема розрідженості та переміщення даних «розумних міст». Описано 5G Технології в «розумних містах».

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Організація праці при виконанні робіт в обчислювальному центрі

Тема кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» присвячена дослідженню мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст». На сучасному етапі наукових досліджень практично неможливо уявити платформи управління даними, візуалізації та аналітичні інструменти, де б не використовувалися ресурси обчислювальних центрів. З моменту впровадження комп'ютерів та обчислювальних центрів у повсякденне життя людей, проводяться дослідження, щодо того, як вони впливають на здоров'я громадян. Отже, актуальним стає питання організації праці в обчислювальних центрах, визначення факторів виробничого середовища та трудового процесу, що впливають на умови праці в цих установах, і необхідності дотримання заходів безпеки.

Більшість працівників сучасних обчислювальних центрів безпосередньо залучена до роботи з комп'ютерною технікою. Для сучасних громадян комп'ютер став технічною необхідністю, подібно до звичайних побутових пристроїв. Ми користуємося комп'ютерами, не задумуючись про їхню шкідливість чи безпечність, усвідомлюючи лише доступні переваги від їхнього використання. Щодо комп'ютерної техніки, існує значний обсяг інформації щодо її безпеки та можливих ризиків.

Міністерством соціальної політики України від 14.02.2018 р. № 207 затверджено вимоги до безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями (надалі – Вимоги). Терміни у зазначених Вимогах [74] вживаються в таких значеннях:

– Екранові пристрої – це електронні засоби відтворення графічної чи алфавітно-цифрової інформації, включаючи, але не обмежуючись електронно-променевими трубками, рідкокристалічними, плазмовими, проекційними, органічними світлодіодними моніторами та іншими інноваційними розробками в сфері інформаційних технологій.

– Робоче місце або робоча станція – це набір обладнання, що включає екранний пристрій, до якого може бути підключена клавіатура чи інші пристрої введення, а також програмне забезпечення, яке включає інтерфейси "оператор-дисплей" та інші функції. Це також включає периферійні пристрої, електронні носії інформації, смартфони, модеми, друкарські пристрої, пристрої для зберігання документів, робочі крісла, робочі столи або поверхні "розумних" столів та інші необхідні складові виробничого середовища.

– Інші терміни, які використовуються у цих Вимогах, мають значення, яке визначено в Законі України "Про охорону праці".

– Під час створення обчислювальних центрів роботодавці повинні повідомити працівників під розписку про умови праці та про наявність небезпечних та шкідливих виробничих факторів на їхніх робочих місцях. Ці фактори можуть бути фізичного, хімічного, біологічного чи психофізіологічного характеру, і вони можуть виникати під час роботи з екранними пристроями або в інших обставинах, які ще не були усунуті. Крім того, роботодавці повинні інформувати про можливі наслідки впливу цих факторів на здоров'я працівників відповідно до вимог Закону України "Про охорону праці".

– Роботодавці зобов'язані забезпечити для працівників обчислювальних центрів навчання та перевірку знань з питань охорони праці та безпечного використання екранних пристроїв перед початком роботи з ними, а також у разі модифікації або організації роботи обладнання. Заходи повинні бути прийняті для забезпечення відповідності робочих місць працівників обчислювальних центрів цим Вимогам.

– При облаштуванні робочих місць працівників обчислювальних центрів, які працюють з екранними пристроями, необхідно вибирати обладнання, яке не виробляє зайвого шуму та не виділяє надмірного тепла [74]. Рівні шуму на робочих місцях осіб, які працюють з екранними пристроями, повинні відповідати вимогам Санітарних норм виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99, затвердженим постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року № 37.

Роботодавці повинні організовувати внутрішні перерви для відпочинку працівників обчислювальних центрів відповідно до визначених часових інтервалів протягом робочої зміни, відповідно до Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин (ДСанПІН 3.3.2.007-98). Ці правила затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10 грудня 1998 року № 7.

Також роботодавці повинні взяти на себе витрати на проведення медичних оглядів працівників обчислювальних центрів відповідно до вимог Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21 травня 2007 року № 246. Результати цих оглядів можуть вимагати вжиття відповідних заходів для покращення стану здоров'я.

Роботодавці повинні проводити лабораторні дослідження умов праці в обчислювальних центрах для визначення можливих шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості трудових процесів. Ці дослідження включають виявлення ризиків, таких як погіршення зору, фізичне занепокійнення та стрес. Роботодавці повинні приймати заходи для усунення виявлених ризиків відповідно до положень Закону України "Про охорону праці".

Робочі місця працівників обчислювальних центрів, оснащених екранними пристроями, повинні бути розроблені таким чином і мати такі габарити, щоб надавати працівникам достатньо простору для комфортної зміни робочого положення та вільних рухів [75]. З метою забезпечення безпеки та охорони здоров’я працівників обчислювальних центрів, всі випромінювання від екранних пристроїв має бути зведене до гранично допустимого рівня. При цьому вплив факторів довкілля, таких як шум, вібрація, забруднення, температура і т.д., які не призводять до соматичних або психічних розладів та не викликають змін стану здоров’я, працездатності або поведінки, повинен знаходитися в межах безпеки та охорони здоров’я працівників.

Організація робочих місць працівників обчислювальних центрів із застосуванням екранних пристроїв повинна гарантувати відповідність всіх компонентів робочого місця і їх розміщення ергономічним, антропологічним та психофізіологічним вимогам, враховуючи характер виконуваних завдань.

Освітлення робочих місць працівників обчислювальних центрів із застосуванням екранних пристроїв має створювати необхідний контраст між екраном і оточуючим середовищем, враховуючи складність та характер виконуваних завдань і відповідаючи вимогам ДСанПІН 3.3.2.007-98.

Мікроклімат у приміщеннях обчислювальних центрів з робочими місцями працівників, обладнаних екранними пристроями, повинен підтримуватися на стабільному рівні і відповідати вимогам Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень, встановлених у ДСН 3.3.6.042-99, які були затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01 грудня 1999 року під № 42 (далі – ДСН 3.3.6.042-99).

Робочі столи або поверхні повинні мати достатні розміри і поверхню з низькою відбивальною здатністю, забезпечуючи гнучкість при розміщенні екрана, клавіатури, документів та відповідного інформаційно-технологічного обладнання. Робочі крісла повинні бути стійкими і забезпечувати зручний рух та положення працівників обчислювальних центрів з екранними пристроями. Сидіння повинні бути регульованими за висотою, а спинка – як за висотою, так і за нахилом. Крім того, слід передбачити підніжку для тих працівників обчислювальних центрів, кому це необхідно.

4.2 Контроль за станом охорони праці

Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» присвячена дослідженню мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст». Оскільки проекти класу «розумне місто» потребують активної інтеграції інформаційних та комунікаційних технологій в різнотипову за своєю природою міську інфраструктуру, то актуальним постає контроль за станом охорони праці.

Контроль за охороною праці є важливим механізмом забезпечення безпеки праці та попередження нещасних випадків. Він полягає в тому, що суб'єкт контролю здійснює облік і перевірку того, як контрольований об'єкт виконує покладені на нього завдання і реалізує свої функції.

Підвищена увага до проблеми здійснення контролю за охороною праці пояснюється тим, що незважаючи на заходи, що вживаються, рівень виробничого травматизму і смертельних випадків зростає. Однією із причин цього є недосконаліть механізму контролю за дотриманням законодавства та норм охорони праці.

Контроль за охороною праці здійснюється з боку роботодавців та державних органів. Роботодавці здійснюють внутрішній контроль, який спрямований на забезпечення безпеки праці на своєму підприємстві. Державний контроль здійснюється органами державного нагляду за охороною праці.

Мета контролю за охороною праці – запобігти порушенням законодавства та норм охорони праці, а також усунути вже виявлені порушення.

Контроль за охороною праці є ефективним способом забезпечення безпеки праці, але він повинен бути ефективним. Для цього необхідно:

– Удосконалити законодавство та норми охорони праці.

– Створити ефективний механізм державного контролю за охороною праці.

– Сприяти підвищенню рівня культури охорони праці у роботодавців та працівників.

На практиці основними видами контролю за станом охорони праці, які проводяться на підприємствах, зокрема, є такі:

– Трьохступеневий контроль закріплено нормативними актами, зокрема розділом 3 Галузевої Угоди між Міністерством регіонального розвитку та будівництва України та Профспілкою працівників і промисловості будівельних матеріалів України на 2017-2018 роки [76].

– Оперативний контроль керівниками робіт за іншими відповідальними особами підприємства (наприклад, службою охорони праці).

– Контроль вищою організацією (четвертий чи п’ятий ступінь контролю).

– Контроль місцевими органами влади (органами самоврядування).

– Відомчий контроль за охороною праці – це вид контролю, який здійснює роботодавець для забезпечення безпеки праці на своєму підприємстві. Відповідно до статті 13 Закону України про охорону праці, роботодавець зобов'язаний: створити на робочому місці і в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до вимог нормативних актів; забезпечити дотримання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці. Для виконання цих обов'язків роботодавець повинен: створити систему управління охороною праці; забезпечити проведення інструктажів з охорони праці для працівників; проводити перевірки дотримання вимог охорони праці на підприємстві. Відомчий контроль за охороною праці є важливим механізмом забезпечення безпеки праці на підприємстві. Він дозволяє виявити та усунути порушення законодавства та норм охорони праці, а також сприяє підвищенню культури безпеки праці у працівників.

– Громадський контроль.

– Контроль органами державного нагляду.

В масштабах одного підприємства адміністративний контроль за станом охорони праці здійснюють:

– Керівник підприємства.

– Головні спеціалісти.

– Інші особи, які наказом роботодавця наділені адміністративними повноваженнями [77].

Відомчий контроль за охороною праці – це вид контролю, який здійснюють органи управління підприємством, установою, організацією з метою забезпечення безпеки праці на підпорядкованих їм об'єктах.

Відповідно до Порядку проведення планових виїзних перевірок підприємств, установ, організацій з питань охорони праці, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 1 червня 2013 року № 440, відомчий контроль за охороною праці здійснюють:

– служби охорони праці вищестоящих організацій;

– галузеві спеціалісти вищестоящих організацій.

За результатами перевірок відомчого контролю складається акт, у якому зазначаються виявлені порушення вимог законодавства про охорону праці та заходи щодо їх усунення.

Мета відомчого контролю за охороною праці:

– забезпечення виконання вимог законодавства про охорону праці на підпорядкованих підприємствах, установах, організаціях;

– усунення виявлених порушень вимог законодавства про охорону праці;

– підвищення рівня культури безпеки праці у працівників.

Під час здійснення відомчого контролю перевіряються:

– виконання планів роботи з охорони праці на підприємстві;

– використання виділених на охорону праці коштів;

– розробка проектної документації;

– виконання обов'язків з охорони праці службовими особами;

– інші питання, пов'язані з охороною праці.

Для забезпечення ефективності відомчого контролю він повинен бути регулярним і систематичним.

Оперативний контроль за охороною праці

Оперативний контроль за охороною праці – це вид контролю, який здійснюється на підприємствах, в установах, організаціях з метою своєчасного виявлення та усунення порушень вимог законодавства про охорону праці.

Мета оперативного контролю:

– поліпшення організації роботи з охорони праці;

– посилення уваги до безпеки праці з боку керівника підприємства, головних спеціалістів, керівників структурних підрозділів і профспілкових організацій;

– підвищення особистої відповідальності за вирішення поточних та перспективних питань охорони праці на підприємстві.

Кожен ступінь контролю здійснюють конкретні особи відповідно до існуючого наказу про введення оперативного контролю за станом охорони праці в установах, закладах та на підприємствах системи МОЗ України:

– Перший ступінь оперативного контролю проводить керівник структурного підрозділу (майстер, бригадир) разом з громадським інспектором щоденно перед початком зміни і під час роботи. Про допущені порушення робиться запис у спеціальний журнал і доповідається вищому керівнику.

– Другий ступінь оперативного контролю здійснюють головні спеціалісти, начальники дільниць разом з представником профспілки раз на 7-10 днів. Помічені недоліки записують в журнал другого ступеня.

– Оперативний контроль третього ступеня один раз на місяць проводить комісія, до складу якої входять керівник підприємства, голова профспілок, інженер з охорони праці, головні спеціалісти. Результати перевірки стану охорони праці третього ступеня оформляють протоколом.

– Оперативний контроль четвертого ступеня проводиться на нарадах на яких приймаються рішення про усунення виявлених недоліків з метою запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням [78].

При створенні онлайн-сервісу для генерації резюме засобами враховано досліджену інформацію про контроль за станом охорони праці.

4.3 Висновок до четвертого розділу

В третьому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто питання організації праці при виконанні робіт в обчислювальному центрі. Описано контроль за станом охорони праці.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі освітнього рівня «магістр» виконано дослідження мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст».

В першому розділі кваліфікаційної роботи:

– Описано «розумні міста», мережеві та обчислювальні підходи для інтеграції даних.

– Виділено приклади використання міських обчислень та інтеграції даних у стійких «розумних містах».

– Подано методологію наукометричного пошуку мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст».

– Висвітлено стан сучасних досліджень в царині обчислювальних технологій та інтеграції даних «розумних міст».

В другому розділі кваліфікаційної роботи:

– Сформована таксономія обчислень «розумних міст».

– Проаналізовано основні застосунки «розумних міст» з використанням мережевих та обчислювальних підходів для інтеграції даних «розумних міст».

В третьому розділі кваліфікаційної роботи:

– Подано результати аналізу та рекомендації.

– Описано використання міських обчислень у «розумних містах».

– Розглянута проблема розрідженості та переміщення даних «розумних міст».

– Описано 5G Технології в «розумних містах».

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проаналізовано розглянуто питання організації праці при виконанні робіт в обчислювальному центрі. Описано контроль за станом охорони праці.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1 Zheng, Y. Unified Urban Governance Models. J. Wuhan Univ. Inf. Sci. Ed. 2022, 47, 19–25.

2 Bouroche, M.; Dusparic, I. Urban computing: The technological framework for smart cities. In Handbook of Smart Cities; Springer: Cham, Switzerland, 2021; pp. 89–112.

3 Cheng, B.; Fan, C.; Fu, H.; Huang, J.; Chen, H.; Luo, X. Measuring and Computing Cognitive Statuses of construction Workers based on Electroencephalogram: A critical review. IEEE Trans. Comput. Soc. Syst. 2022, 9, 1644–1659.

4 de Oliveira Cavalcanti, C.; Limont, M.; Dziedzic, M.; Fernandes, V. Sustainability assessment methodology of urban mobility projects. Land Use Policy 2017, 60, 334–342.

5 Bibri, S.E.; Krogstie, J. Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. Sustain. Cities Soc. 2017, 31, 183–212.

6 Zeng, X.; Yu, Y.; Yang, S.; Lv, Y.; Sarker, M.N.I. Urban resilience for urban sustainability: Concepts, dimensions, and perspectives. Sustainability 2022, 14, 2481.

7 Hashem, Ibrahim Abaker Targio, et al. "Urban Computing for Sustainable Smart Cities: Recent Advances, Taxonomy, and Open Research Challenges." Sustainability 15.5 (2023): 3916.

8 Duda, O., et al, Selection of Effective Methods of Big Data Analytical Processing in Information Systems of Smart Cities. CEUR Workshop Proceedings 2631, pp. 68-78. 2020.

9 Zheng, Y.; Capra, L.; Wolfson, O.; Yang, H. Urban computing: Concepts, methodologies, and applications. ACM Trans. Intell. Syst. Techn. (TIST) 2014, 1–55.

10 Duda, O., Kunanets, N., Martsenko, S., Matsiuk, O., Pasichnyk, V., Building secure Urban information systems based on IoT technologies. CEUR Workshop Proceedings 2623, pp. 317-328. 2020.

11 Bodnarchuk I., Duda O., Kharchenko A., Kunanets N., Matsiuk O., Pasichnyk V. Choice method of analytical information-technology platform for

projects associated to the smart city class. ICTERI 2020 ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume I: Main Conference p.317-330.

12 Kamal, M.; Atif, M.; Mujahid, H.; Shanableh, T.; Al-Ali, A.R.; Al Nabulsi, A. IoT based smart city bus stops. Future Internet 2019, 11, 227.

13 Janssen, M.; Luthra, S.; Mangla, S.; Rana, N.P.; Dwivedi, Y.K. Challenges for adopting and implementing IoT in smart cities. Internet Res. 2019, 29, 1589–1616.

14 Liu, Y.; Dai, H.N.; Wang, Q.; Shukla, M.K.; Imran, M. Unmanned aerial vehicle for internet of everything: Opportunities and challenges. Comput. Commun. 2020, 155, 66–83.

15 Niu, X.; Zhu, Y.; Zhang, X. DeepSense: A novel learning mechanism for traffic prediction with taxi GPS traces. In Proceedings of the 2014 IEEE Global Communications Conference, Sydney, Australia, 10–14 June 2014.

16 Najafabadi, M.M.; Villanustre, F.; Khoshgoftaar, T.M.; Seliya, N.; Wald, R.; Muharemagic, E. Deep learning applications and challenges in big data analytics. J. Big Data 2015, 2, 1.

17 Usman, A.B.; Gutierrez, J. Toward trust based protocols in a pervasive and mobile computing environment: A survey. Ad Hoc Netw. 2018, 81, 143–159.

18 Courant, M.; Lüthi, A. Pervasive Computing and Sustainable Development: A case study in Mobility Management. Update 2004, 2, 1.

19 Kunanets N. et al. (2021) Designing the Repository of Documentary Cultural Heritage. In: Shakhovska N., Medykovskyy M.O. (eds) Advances in Intelligent Systems and Computing V. CSIT 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1293, pp 1034-1044. Springer, Cham. ISBN978-3-030-63270-0.

20 Honarvar, A.R.; Sami, A. Multi-source dataset for urban computing in a Smart City. Data Brief 2019, 22, 222–226.

21 Duda, O., Palka, O., Pasichnyk, V., Matsiuk, O., Kunanets, N., & Tabachyshyn, D. (2020, September). Existing City Assessment Systems. In 2020 IEEE

15th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT) (Vol. 2, pp. 238-241). IEEE.

22 Goldberg, M.; Zhang, Z. A cyber-physical system framework towards smart city and urban computing to aid people with disabilities. In Proceedings of the 2018 27th Wireless and Optical Communication Conference (WOCC), Hualien, Taiwan, 30 April–1 May 2018.

23 Xie, S.; Zheng, Z.; Chen, W.; Wu, J.; Dai, H.N.; Imran, M. Blockchain for cloud exchange: A survey. Comput. Electr. Eng. 2020, 81, 106526.

24 Rahman, M.A.; Rashid, M.M.; Hossain, M.S.; Hassanain, E.; Alhamid, M.F.; Guizani, M. Blockchain and IoT-based cognitive edge framework for sharing economy services in a smart city. IEEE Access 2019, 7, 18611–18621.

25 Chen, M.; Herrera, F.; Hwang, K. Cognitive computing: Architecture, technologies and intelligent applications. IEEE Access 2018, 6, 19774–19783.

26 Krieg, J.-G.; Jakllari, G.; Toma, H.; Beylot, A.L. Unlocking the smartphone's sensors for smart city parking. Pervasive Mob. Comput. 2018, 43, 78.

27 Zhang, N.; Chen, H.; Chen, X.; Chen, J. ELM meets urban computing: Ensemble urban data for smart city application. In Proceedings of ELM-2015 Volume 1: Theory, Algorithms and Applications (I); Springer International Publishing: New York, NY, USA, 2016; pp. 51–63.

28 Tekler, Z.D.; Low, R.; Yuen, C.; Blessing, L. Plug-Mate: An IoT-based occupancy-driven plug load management system in smart buildings. Build. Environ. 2022, 223, 109472.

29 Malik, A.W.; Mahmood, I.; Ahmed, N.; Anwar, Z. Big data in motion: A vehicle-assisted urban computing framework for smart cities. IEEE Access 2019, 7, 55951–55965.

30 Lah, O.; Fulton, L.; Arioli, M. Decarbonisation scenarios for transport and the role of urban mobility. In Sustainable Urban Mobility Pathways; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 65–80.

31 da Cruz, S.M.S.; Costa, R.J.M. Enabling Smart City Provenance-Based Applications to Improve Urban Mobility in Brazilian Cities. In Sustainable

Transportation and Smart Logistics; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 439–466.

32 Balduini, M.; Brambilla, M.; Della Valle, E.; Marazzi, C.; Arabghalizi, T.; Rahdari, B.; Vescovi, M. Models and practices in urban data science at scale. Big Data Res. 2019, 17, 66–84.

33 Souza, T.I.; Aquino, A.L.; Gomes, D.G. A method to detect data outliers from smart urban spaces via tensor analysis. Future Gener. Comput. Syst. 2019, 92, 290–301.

34 Alaba, F.A.; Othman, M.; Hashem, I.A.T.; Alotaibi, F. Internet of Things security: A survey. J. Netw. Comput. Appl. 2017, 88, 10–28.

35 Lin, I.-C.; Lin, C.Y.; Hung, H.M.; Cui, Q.; Chen, K.C. Autonomous vehicle as an intelligent transportation service in a smart city. In Proceedings of the 2017 IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall), Toronto, ON, Canada, 24–27 September 2017.

36 Naghibi, B.; Masoum, M.A.; Deilami, S. Effects of v2h integration on optimal sizing of renewable resources in smart home based on monte carlo simulations. IEEE Power Energy Technol. Syst. J. 2018, 5, 73–84.

37 Tekler, Z.D.; Ono, E.; Peng, Y.; Zhan, S.; Lasternas, B.; Chong, A. ROBOD, room-level occupancy and building operation dataset. In Building Simulation; Tsinghua University Press: Beijing, China, 2022; Volume 15, pp. 2127.

38 Dallel, O.; Ayed, S.B.; Taher, J.B.H. Secure iot-based emergency management system for smart buildings. In Proceedings of the 2021 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), Nanjing, China, 29 March–1 April 2021.

39 Dong, J.; Winstead, C.; Nutaro, J.; Kuruganti, T. Occupancy-based HVAC control with short-term occupancy prediction algorithms for energy-efficient buildings. Energies 2018, 11, 2427.

40 Aloqaily, M.; Al Ridhawi, I.; Kantraci, B.; Mouftah, H.T. Vehicle as a resource for continuous service availability in smart cities. In Proceedings of the 2017 IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), Montreal, QC, Canada, 8–13 October 2017.

41 Garg, S.; Singh, A.; Batra, S.; Kumar, N.; Yang, L.T. UAV-empowered edge computing environment for cyber-threat detection in smart vehicles. IEEE Netw. 2018, 32, 42–51.

42 Fantin Irudaya Raj, E.; Appadurai, M. Internet of things-based smart transportation system for smart cities. In Intelligent Systems for Social Good: Theory and Practice; Springer Nature: Singapore, 2022; pp. 39–50.

43 Ray, A.K.; Bagwari, A. Study of smart home communication protocol's and security & privacy aspects. In Proceedings of the 2017 7th International Conference on Communication Systems and Network Technologies (CSNT), Nagpur, India, 11–13 November 2017.

44 Pagani, G.A.; Aiello, M. From the grid to the smart grid, topologically. Phys. A Stat. Mech. Appl. 2016, 449, 160–175.

45 Zafar, R.; Mahmood, A.; Razzaq, S.; Ali, W.; Naeem, U.; Shehzad, K. Prosumer based energy management and sharing in smart grid. Renew. Sustain. Energy Rev. 2018, 82, 1675–1684.

46 Kulkarni, P.; Farnham, T. Smart city wireless connectivity considerations and cost analysis: Lessons learnt from smart water case studies. IEEE Access 2016, 4, 660–672.

47 Milanés-Montero, M.I.; Barrero-González, F.; Pando-Acedo, J.; González-Romera, E.; Romero-Cadaval, E.; Moreno-Munoz, A. Smart Community Electric Energy Micro-Storage Systems with Active Functions. IEEE Trans. Ind. Appl. 2018, 54, 1975–1982.

48 Jing, Q.; Vasilakos, A.V.; Wan, J.; Lu, J.; Qiu, D. Security of the Internet of Things: Perspectives and challenges. Wirel. Netw. 2014, 20, 2481–2501.

49 Khan, M.A.; Abbas, S.; Hasan, Z.; Fatima, A. Intelligent transportation system (ITS) for smart-cities using Mamdani fuzzy inference system. Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl. 2018, 9.

50 Baldini, G.; Botterman, M.; Neisse, R.; Tallacchini, M. Ethical design in the internet of things. Sci. Eng. Ethics 2018, 24, 905–925.

51 Jiang, S.; Fiore, G.A.; Yang, Y.; Ferreira, J., Jr.; Frazzoli, E.; González, M.C. A review of urban computing for mobile phone traces: Current methods, challenges

and opportunities. In Proceedings of the 2nd ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing, Chicago, IL, USA, 11 August 2013.

52 Yuan, J.; Zheng, Y.; Xie, X. Discovering regions of different functions in a city using human mobility and POIs. In Proceedings of the 18th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Beijing China, 12–16 August 2012.

53 Sheng, C.; Zheng, Y.; Hsu, W.; Lee, M.L.; Xie, X. Answering top-k similar region queries. In Database Systems for Advanced Applications: 15th International Conference, DASFAA 2010, Tsukuba, Japan, 1–4 April 2010; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2010.

54 Zheng, Y.; Liu, F.; Hsieh, H.P. U-air: When urban air quality inference meets big data. In Proceedings of the 19th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Chicago, IL, USA, 11–14 August 2013.

55 Becker, R.A.; Caceres, R.; Hanson, K.; Loh, J.M.; Urbanek, S.; Varshavsky, A.; Volinsky, C. A tale of one city: Using cellular network data for urban planning. IEEE Pervasive Comput. 2011, 10, 18–26.

56 Demissie, M.G.; de Almeida Correia, G.H.; Bento, C. Exploring cellular network handover information for urban mobility analysis. J. Transp. Geogr. 2013, 31, 164–170.

57 Liu, T.; Zheng, Y.; Liu, L.; Liu, Y.; Zhu, Y. Methods for sensing urban noises. Tec. Rep. MSR-TR-2014-66 2014. Available online: https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/methods-for-sensing-urban-noises/.

58 Wang, Y.; Zheng, Y.; Liu, T. A noise map of New York City. In Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication, Seattle, WA, USA, 13–17 September 2014.

59 Santini, S.; Ostermaier, B.; Vitaletti, A. First experiences using wireless sensor networks for noise pollution monitoring. In Proceedings of the Workshop on Real-World Wireless Sensor Networks, New York, NY, USA, 1 April 2008.

60 Zhang, F.; Wilkie, D.; Zheng, Y.; Xie, X. Sensing the pulse of urban refueling behavior. In Proceedings of the 2013 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing, Zurich, Switzerland, 8–12 September 2013.

61 Shang, J.; Zheng, Y.; Tong, W.; Chang, E.; Yu, Y. Inferring gas consumption and pollution emission of vehicles throughout a city. In Proceedings of the 20th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, New York, NY, USA, 24–27 August 2014.

62 Dusparic, I.; Harris, C.; Marinescu, A.; Cahill, V.; Clarke, S.l. Multi-agent residential demand response based on load forecasting. In Proceedings of the 2013 1st IEEE Conference on Technologies for Sustainability (SusTech), Portland, Oregon, 1–2 August 2013.

63 Javidroozi, V.; Shah, H.; Feldman, G. Urban Computing and Smart Cities: Towards Changing City Processes by Applying Enterprise Systems Integration Practices. IEEE Access 2019, 7, 108023–108034.

64 Honarvar, A.R.; Sami, A. Towards sustainable smart city by particulate matter prediction using urban big data, excluding expensive air pollution infrastructures. Big Data Res. 2019, 17, 56–65.

65 Nguyen, G.T.H.; Shimadera, H.; Uranishi, K.; Matsuo, T.; Kondo, A. Numerical assessment of PM2.5 and O3 air quality in Continental Southeast Asia: Impacts of potential future climate change. Atmos. Environ. 2019, 215, 116901.

66 Pinder, R.W.; Klopp, J.M.; Kleiman, G.; Hagler, G.S.; Awe, Y.; Terry, S. Opportunities and challenges for filling the air quality data gap in low-and middle-income countries. Atmos. Environ. 2019, 215, 116794.

67 Galus, M.D.; Andersson, G. Demand management of grid connected plug-in hybrid electric vehicles (PHEV). In Proceedings of the 2008 IEEE Energy 2030 Conference, Atlanta, Georgia, 17–18 November 2008; pp. 1–8.

68 Broo, D.G. Transdisciplinarity and three mindsets for sustainability in the age of cyber-physical systems. J. Ind. Inf. Integr. 2022, 27, 100290.

69 Nagarajan, S.M.; Deverajan, G.G.; Bashir, A.K.; Mahapatra, R.P.; Al-Numay, M.S. IADF-CPS: Intelligent Anomaly Detection Framework towards Cyber Physical Systems. Comput. Commun. 2022, 188, 81–89.

70 Greenland, S.; Mansournia, M.A.; Altman, D.G. Sparse data bias: A problem hiding in plain sight. BMJ 2016, 352, i1981.

71 Kanwal, M.; Malik, A.W.; Rahman, A.U. Mahmood I, Shahzad M. Sustainable vehicle-assisted edge computing for big data migration in smart cities. IEEE Internet Things J. 2019, 7, 1857–1871.

72 Zhang, D.; Rodrigues, J.J.; Zhai, Y.; Sezaki, K. 5G and Beyond Technology-Enabled Remote Health. IEEE Wirel. Commun. 2021, 28, 44–45.

73 Sajjad, M.M.; Bernardos, C.J.; Jayalath, D.; Tian, Y.C. Inter-Slice Mobility Management in 5G: Motivations, Standard Principles, Challenges, and Research Directions. IEEE Commun. Stand. Mag. 2011, 6, 93–100.

74 МІНІСТЕРСТВО СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ. Наказ 14.02.2018 № 207 Про затвердження Вимог щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. Доступно онлайн: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18#Text.

75 Умови праці працівників, які використовують у роботі персональні комп'ютери. Доступно онлайн: https://zolochiv.net/umovy-pratsi-pratsivnykiv-iaki-vykorystovuiut-u-roboti-personal-ni-komp-iutery/.

76 Галузева угода між міністерством регіонального розвитку. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v_063661-08#Text.

77 Закон про охорону праці. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/main/2694-12#Text.

78 Закон про введення оперативного контролю за станом охорони праці. URL:https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0444282-01#Text/.

ДОДАТКИ

Додаток А

Тези конференції

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

М А Т Е Р І А Л И

XI НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ, СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»

13-14 грудня 2023 року

ТЕРНОПІЛЬ
2023

УДК 004.9

Лебідко Д.М., Онуферко В.А., Перетятко Т.П.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВЕЛИКІ ЗА ОБСЯГОМ ДАНІ, РЕЛЯЦІЙНІ ТА НЕРЕЛЯЦІЙНІ МОДЕЛІ

Lebidko D.M., Onuferko V.A., Peretiatko T.P.

BIG DATA, RELATIONAL AND NON-RELATIONAL MODELS

В кінці минулого століття наука та технології вступили в нову еру – еру великих за обсягом даних. Науковий прогрес призвів до різкого збільшення кількості даних, що продукуються щодня. Наукові дані, зібрані на даний час, здебільшого залежать від ряду різних змінних. Тому їх можна представити у вигляді багатовимірних масивів або гіперкубів даних [1]. Впорядкування даних усередині гіперкубів є важливою задачею, і для цього було розроблено багатий спектр різноманітних інструментів.

Більшість сучасних програмних архітектур забезпечують підтримку обробки структур даних на базі гіперкубів [2]. Однак у кожній з цих програм гіперкуби даних можуть отримувати доступ до даних лише «ортогонально» до своїх «осей». Це означає, що можна вибирати лише певні значення або діапазони вздовж заданих розмірів. Це обмежує можливості аналізу даних, оскільки часто потрібно отримувати доступ до даних у неортогональних напрямках. Наприклад, може бути потрібно порівняти дані з різних осей або визначити, як зміна однієї змінної впливає на інші.

Поширення великих за обсягом даних створило потребу в масштабованих системах, які можуть ефективно їх обробляти. Реляційні бази даних, які базуються на SQL, є стандартним підходом до зберігання та керування даними. Вони добре працюють для структурованих даних, зокрема, таблиць, але мають обмеження щодо масштабованості. Бази даних NoSQL, з іншого боку, не використовують реляційну модель даних. Вони зазвичай краще підходять для керування великими обсягами даних, оскільки можуть масштабуватися по горизонталі, тобто формувати додаткові вузли для обробки даних.

Бази даних NoSQL – це нереляційні бази даних, які використовують різні моделі зберігання даних, що краще підходять для сучасних типів даних. На даний час існує чотири основні типи баз даних NoSQL: Бази даних типу «ключ-значення» зберігають дані у вигляді пари ключ-значення. Ключ ідентифікує запис, а значення містить дані про запис. Ці бази даних добре підходять для зберігання великих обсягів даних, які не мають чіткої структури. Бази даних документів зберігають дані у вигляді документів, які є JSON-подібними об'єктами. Ці бази даних добре підходять для зберігання неструктурованих даних, таких як текст і код. Бази даних стовпців зберігають дані у вигляді стовпців. Ці бази даних добре підходять для зберігання даних, які часто запитуються за певними стовпцями. Графові бази даних зберігають дані у вигляді графів. Граф складається з вузлів та ребер, які подають об'єкти та відношення між ними. Ці бази даних добре підходять для зберігання даних, що мають багато зв'язків між сутностями.

Захист особистої інформації користувачів є важливою задачею при передачі хмарних сховищ. Це пов'язано з тим, що хмарне сховище містить чутливі дані, зокрема, імена, адреси електронної пошти, номери кредитних карток та інші особисті дані.

Література

1. J. Gray, S. Chaudhuri, A. Bosworth, A. Layman, D. Reichart, M. Venkatrao, F. Pellow, and H. Pirahesh, "Data cube: A relational aggregation operator generalizing group-by, cross-tab, and subtotals," Data mining and knowledge discovery, vol. 1, pp. 29–53, 1997.

2. Xtensor Stack, "Xtensor Documentation," In *Xtensor* (Version 0.24.6). Retrieved from Read the Docs: [https://xtensor. readthedocs.io/en/latest/], 2023.

УДК 004.9

Лебідко Д.М., Онуферко В.А., Перетятко Т.П.
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ХМАРНІ ПЛАТФОРМИ, ОБЧИСЛЕННЯ ТА ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ

Lebidko D.M., Onuferko V.A., Peretiatko T.P.

CLOUD PLATFORMS, COMPUTING AND THE INTERNET OF THINGS

Керування хмарною інфраструктурою та платформами є важливим та складним завданням, яке вимагає ретельного планування та поетапного виконання, а розуміння внутрішніх складнощів, які потрібно враховувати, допоможе установам та організаціям розробити ефективні плани управління. Існує багато внутрішніх складнощів, які потрібно враховувати.

Хмарні платформи повинні керувати хмарним програмним забезпеченням, яке використовується в установі чи організації. Це включає в себе такі завдання щодо встановлення, конфігурування та оновлення програмного забезпечення. Хмарна платформа повинна керувати транзакціями, передбаченими з постачальниками хмарних послуг. Це включає в себе завдання моніторингу відповідності транзакцій та вирішення спорів. Хмарна платформа повинна керувати хмарними програмними службами, які використовуються в організації. Це включає в себе завдання планування, розгортання та управління послугами. Хмарна платформа повинна сегментувати хмарну інфраструктуру на основі планових транзакцій. Це допомагає забезпечити, щоб дані, які підпадають під різні вимоги, були ізольовані одні від одних.

Хмарні обчислення – це модель обробки даних, при якій ресурси, сервери, сховища та програми, доступні через Інтернет. Це надає користувачам можливість отримувати доступ до цих ресурсів за потреби, не маючи необхідності інвестувати в власну інфраструктуру. Хмарні обчислення мають ряд переваг перед традиційними моделями обробки даних. Хмарні обчислення можуть бути більш економічно ефективними, ніж власна інфраструктура, оскільки користувачі сплачують лише за ті ресурси, які вони використовують. Хмарні обчислення можна легко масштабувати вгору або вниз відповідно до потреб, що може допомогти організаціям заощадити гроші. Хмарні обчислення доступні з будь-якого місця, де є Інтернет.

Інтернет речей – це мережа фізичних пристроїв, які підключені до Інтернету і можуть збирати та обмінюватися даними. Ці пристрої можуть використовуватися для широкого спектру цілей, таких як моніторинг стану обладнання, управління ланцюгами поставок та надання послуг клієнтам. Хмарні обчислення та IoT тісно пов'язані між собою. Хмарні обчислення можна використовувати для зберігання даних, які збирають пристрої IoT, а також для обробки цих даних [1]. Це дозволяє організаціям отримувати цінну інформацію з пристроїв IoT, яка може бути використана для покращення їхньої ефективності та продуктивності.

Хмарні обчислення дають користувачам змогу отримувати доступ до програм та даних через Інтернет. Це означає, що користувачі можуть використовувати свої «розумні» пристрої, смартфони та планшети, для доступу до своїх IT-ресурсів. Користувачі можуть отримувати доступ до своїх IT-ресурсів з будь-якого місця, де є Інтернет. Користувачі можуть отримувати доступ до своїх IT-ресурсів за допомогою одного інтерфейсу.

Література

1. Khadidos, A.O.; Shitharth, S.; Khadidos, A.O.; Sangeetha, K.; Alyoubi, K.H. Sangeetha, and Khaled H. Alyoubi. Healthcare Data Security Using IoT Sensors Based on Random Hashing Mechanism. J. Sens. 2022, 2022, 8457116.

Корба Д., Мудрик І.
ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ JAVA, SPRING ТА ПРОТОКОЛУ GTFS
Korba D., Mudryk I.
DESIGN AND DEVELOPMENT OF MOBILE OBJECTS MONITORING SYSTEM USING JAVA, SPRING AND GTFS PROTOCOL TECHNOLOGIES 63

Віталій Кравчук
ПРОБЛЕМА ЗАХИСТУ КІБЕРПРОСТОРУ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ
Vitaliy Kravchuk
CYBERSECURITY ISSUES FOR SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES 64

О. Крамар, К. Козачук; Ю. Лавришук
КОНЦЕПТ VR-ПРОСТОРУ ЦЕНТРУ НАУКИ ТЕРНОПОЛЯ
O. Kramar, K. Kozachuk; Yu. Lavryshchuk
THE CONCEPT OF THE TERNOPIL SCIENCE CENTER'S VR SPACE 66

Т.О. Крамар, О.М. Дуда
ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В «РОЗУМНОМУ МІСТІ»
T.O. Kramar, O.M. Duda
AUGMENTED REALITY TECHNOLOGIES IN THE SMART CITY 67

Крисюк М.В., Закопець А.І., Дуда Х.О.
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ МІСЬКИХ ЗАДАЧ
Krysiuk M.V., Zakopets A.I., Duda Kh.O.
STATUS AND PROSPECTS OF COMPUTING PLATFORMS FOR URBAN TASKS 68

Крисюк М.В., Закопець А.І., Дуда Х.О.
ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПОТРЕБ «РОЗУМНИХ МІСТ»
Krysiuk M.V., Zakopets A.I., Duda Kh.O.
INFORMATION TECHNOLOGY PLATFORMS AND SIMULATION FOR THE NEEDS OF SMART CITIES 69

Кубарич З.П., Скарга-Бандурова І.С.
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО РЕАГУВАННЯ НА ІНЦИДЕНТИ У SIEM СИСТЕМІ
Z.P. Kubarych, I.S. Skarga-Bandurova
USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR EFFECTIVE INCIDENT RESPONSE IN SIEM SYSTEM 70

О.П. Кузьмич, Я.В. Литвиненко
МЕТОДИ СТАТИСТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ МЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ
O.P. Kuzmych, Ia.V. Lytvynenko
METHODS OF STATISTICAL PROCESSING OF MEDICAL SIGNALS 71

О.А. Кучеренко, О.О. Кучеренко
ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕДОБРОБКИ ДАНИХ ДЛЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ
O.A.Kucherenko, O.O.Kucherenko
FEATURES DATA PREPROCESSING FOR FORECASTING METHODS 72

Лебідко Д.М., Онуферко В.А., Перетятко Т.П.
ВЕЛИКІ ЗА ОБСЯГОМ ДАНІ, РЕЛЯЦІЙНІ ТА НЕРЕЛЯЦІЙНІ МОДЕЛІ
Lebidko D.M., Onuferko V.A., Peretiatko T.P.
BIG DATA, RELATIONAL AND NON-RELATIONAL MODELS 73

Лебідко Д.М., Онуферко В.А., Перетятко Т.П.
ХМАРНІ ПЛАТФОРМИ, ОБЧИСЛЕННЯ ТА ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ
Lebidko D.M., Onuferko V.A., Peretiatko T.P.
CLOUD PLATFORMS, COMPUTING AND THE INTERNET OF THINGS 74