

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: Багатовимірний аналіз даних щодо цифровізації "розумних міст"

Виконав: студент VI курсу, групи СНМ-61

спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Нападій В.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Кунанець Н.Е.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Дуда О.М.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Боднарчук І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Оробчук О.Р.

(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 Нападію Володимиру Романовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Багатовимірний аналіз даних щодо цифровізації "розумних міст"

Керівник роботи Кунанець Наталія Едуардівна, д.н.с.к., професор 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 аналіз даних, цифровізацію та «розумні міста»

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. 1 Концепти «розумне місто» та «стале місто». 2 Аналіз методів та результатів багатовимірного аналізу «розумних міст». 3. Багатовимірний аналіз даних щодо цифровізації «розумних міст» з використанням гіперкубів. 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 Розумне місто. 6 Діагностичні змінні, включені до синтетичного «розумного» індикатора «розумних міст» ЄС. 7 Дендрограма подібності східноєвропейських «розумних міст». 8 Ієрархічний та динамічний інформаційний потік для цифрових міст. 9 Динамічний і багатовимірний характер інформації розумного міста. 10 Екстрапольоване розташування багатовимірної природи інформації розумних міст. 11 Висновки. 12 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	<i>Виконано</i>
2.	Підбір наукових джерел про аналіз даних та цифровізацію «розумних міст»	26.11.2023-28.11.2023	<i>Виконано</i>
3.	Опрацювання наукових публікацій та збір даних по темі роботи	29.11.2023-1.12.2023	<i>Виконано</i>
4.	Виконання дослідження згідно мети кваліфікаційної роботи	2.12.2023-4.12.2023	<i>Виконано</i>
5.	Оформлення розділу «Концепти «розумне місто» та «стале місто»»	5.12.2023-7.12.2023	<i>Виконано</i>
6.	Оформлення розділу «Аналіз методів та результатів багатовимірного аналізу «розумних міст»	8.12.2023-10.12.2023	<i>Виконано</i>
7.	Оформлення розділу «Багатовимірний аналіз даних щодо цифровізації «розумних міст» з використанням гіперкубів»	11.12.2023-13.12.2023	<i>Виконано</i>
8.	Виконання завдання до підрозділу «Охорона праці»	14.12.2023-15.12.2023	<i>Виконано</i>
9.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	16.12.2023-17.12.2023	<i>Виконано</i>
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	18.12.2023-19.12.2023	<i>Виконано</i>
11.	Нормоконтроль	19.12.2023-20.12.2023	<i>Виконано</i>
12.	Перевірка на плагіат	21.12.2023	<i>Виконано</i>
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	22.12.2023	<i>Виконано</i>
14.	Захист кваліфікаційної роботи	27.12.2023	

Студент

_____ (підпис)

Нападій В.Р.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Кунанець Н.Е.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Багатовимірний аналіз даних щодо цифровізації "розумних міст" // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Нападій Володимир Романович // 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. 65, рис. – 6, табл. – 5, кресл. – 12, додат. – 1, бібліогр. – 39.

Ключові слова: багатовимірний аналіз, багатовимірна інформація, розумна концепція, розумне місто, управління інформацією, цифрове місто.

Кваліфікаційна робота присвячена багатовимірному аналізу даних щодо цифровізації «розумних міст».

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» описано концепти «розумного міста» та «сталого міста». Проведено концептуалізацію цифрових потреб «розумних міст». Розглянуто інформаційні системи «розумних міст». Описано «розумне» та стратегічне цифрове місто. Висвітлено методологію дослідження цифровізації «розумних міст».

В другому розділі кваліфікаційної роботи досліджено методи багатовимірного аналізу «розумних міст». Висвітлено результати багатовимірного аналізу «розумних міст». Описано результати багатовимірного аналізу «розумних міст».

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано багатовимірні конструкції гіперкубів «розумного міста». Подано багатовимірний аналіз «розумного міста» на основі гіперкубів. Висвітлено результати багатовимірного аналізу «розумного міста» на основі гіперкубів.

В четвертому розділі кваліфікаційної роботи описано інженерно-психологічні принципи професійного добору. Подано основні принципи і способи забезпечення життєдіяльності.

ANNOTATION

Multidimensional data analysis regarding the digitalization of "Smart cities" // The educational level "Master" qualification work // Napadii Volodymyr Romanovych // Ternopil Ivan Pulyuy National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering, Department of Computer Science, SNm-61 group // Ternopil, 2023 // P. 65, fig. - 6, tables - 5, posters - 12, annexes - 1, ref. - 39.

Key words: multidimensional analysis, multidimensional information, smart concept, smart city, information management, digital city.

The qualification work is dedicated to the multidimensional analysis of data on the digitization of "smart cities".

The concepts of "smart city" and "sustainable city" are described in the first chapter of the qualifying work of the "Master's" educational level. The digital needs of "smart cities" were conceptualized. Information systems of "smart cities" are considered. A "smart" and strategic digital city is described. The research methodology of the digitization of "smart cities" is highlighted.

In the second section of the qualification work, the methods of multidimensional analysis of "smart cities" were investigated. The results of the multidimensional analysis of "smart cities" are highlighted. The results of the multidimensional analysis of "smart cities" are described.

In the third section of the qualification work, the multidimensional constructions of hypercubes of the "smart city" are described. A multidimensional analysis of the "smart city" based on hypercubes is presented. The results of the multidimensional analysis of the "smart city" based on hypercubes are highlighted.

The fourth chapter of the qualification paper describes the engineering and psychological principles of professional selection. The main principles and ways of ensuring life activities are presented.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

IS – Інформаційна система.

IKT – Інформаційні та комунікаційні технології.

IT – Інформаційні технології.

AI (англ. Artificial Intelligence) – Штучний інтелект.

DSS (англ. Decision Support Systems) – системи підтримки прийняття рішень.

HR (англ. Human Resources) – Людські ресурси.

KS (англ. Knowledge System) – Система знань.

SDC (англ. Strategic Digital City) – Стратегічне цифрове місто.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 КОНЦЕПТИ «РОЗУМНЕ МІСТО» ТА «СТАЛЕ МІСТО»	9
1.1 Концепти «розумного міста» та «сталого міста»	9
1.2 Концептуалізація цифрових потреб «розумних міст»	12
1.3 Інформаційні системи «розумних міст»	15
1.4 «Розумне» та стратегічне цифрове місто	16
1.5 Методологія дослідження цифровізації «розумних міст»	20
1.6 Висновок до першого розділу	22
2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ БАГАТОВИМІРНОГО АНАЛІЗУ «РОЗУМНИХ МІСТ»	23
2.1 Методи багатовимірної аналізу «розумних міст»	23
2.2 Результати багатовимірної аналізу «розумних міст»	30
2.3 Опис результатів багатовимірної аналізу «розумних міст»	33
2.4 Висновок до другого розділу	37
3 БАГАТОВИМІРНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ЩОДО ЦИФРОВІЗАЦІЇ «РОЗУМНИХ МІСТ» З ВИКОРИСТАННЯМ ГІПЕРКУБІВ	38
3.1 Багатовимірні конструкції гіперкубів «розумного міста»	38
3.2 Багатовимірний аналіз «розумного міста» на основі гіперкубів	44
3.3 Результати багатовимірної аналізу «розумного міста» на основі гіперкубів	49
3.4 Висновок до третього розділу	53
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
4.1 Інженерно-психологічні принципи професійного добору	54
4.2 Основні принципи і способи забезпечення життєдіяльності	57
4.3 Висновок до четвертого розділу	60
ВИСНОВКИ	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ	62
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Міські агломерації стрімко впроваджують цифрові технології для покращення якості життя громадян та оптимізації міської інфраструктури. При цьому однією з головних актуальних задач є необхідність ефективного використання великого обсягу даних, які генеруються розумними містами через Інтернет речей (IoT). Багатовимірний аналіз даних та використання гіперкубів є потужним інструментом для обробки та аналізу цих даних, надаючи можливість отримати глибше розуміння різноманітних аспектів цифрової трансформації міст.

Виконане в даній кваліфікаційній роботі дослідження спрямоване на аналіз та впровадження нових методів багатовимірного аналізу, зокрема за допомогою гіперкубів, для оптимального використання цифрових даних у «розумних містах». Це може допомогти вирішити завдання ефективного управління ресурсами, підвищення безпеки та створення інноваційних «розумних» рішень для міської інфраструктури.

Актуальність дослідження полягає у врахуванні запитів, пов'язаних із зростанням обсягів цифрових даних у міському середовищі. Ефективне управління цими аспектами є важливим етапом для забезпечення довіри громадян та успішної імплементації цифрових технологій у «розумному» міському середовищі. Отже, дослідження багатовимірного аналізу даних з використанням гіперкубів у контексті цифровізації «розумних міст» є важливим кроком у напрямку оптимізації міської інфраструктури, що враховує потреби сучасного суспільства та сприяє сталому розвитку міст.

Мета і задачі дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» є підвищення рівня повноти подання інформації щодо методів багатовимірного аналізу даних цифровізації «розумних міст». Для досягнення поставленої мети потрібно виконати ряд завдань, зокрема:

- Визначити, які дані можуть бути використані для оцінки ефективності цифровізації «розумних міст».

– Оцінити можливості використання різних методів багатовимірного аналізу даних для оцінки ефективності цифровізації «розумних міст».

– Провести експериментальні дослідження для оцінки ефективності використання багатовимірного аналізу даних для оцінки ефективності цифровізації «розумних міст».

Об’єкт дослідження. Багатовимірний аналіз даних, який використовується для оцінки ефективності цифровізації «розумних міст».

Предмет дослідження. Використання багатовимірного аналізу даних для оцінки ефективності цифровізації «розумних міст».

Наукова новизна одержаних результатів кваліфікаційної роботи полягає у тому, що отримали подальший розвиток багатовимірні конструкції гіперкубів «розумного міста».

Практичне значення одержаних результатів. Проведено багатовимірний аналіз «розумного міста» на основі гіперкубів.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні результати проведених досліджень обговорювались на XI науково-технічній 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 39 найменувань та одного додатку. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 65 сторінки, з них 45 сторінки основного тексту, який містить 6 рисунків та 4 таблиці.

1 КОНЦЕПТИ «РОЗУМНЕ МІСТО» ТА «СТАЛЕ МІСТО»

1.1 Концепти «розумного міста» та «сталого міста»

До середини 2010-х років «розумне місто» було маловідомим поняттям загалом. Проте, починаючи з середини двадцятих років, воно привернуло значно ширшу увагу в дискурсі про сучасний менеджмент публічного простору та в наукових публікаціях [1]. Окрім концепції «розумного міста», в процесі досліджень доцільно розглядати ідею «сталого міста».

Пріоритетними напрямками співпраці «розумних громад», «розумних міст» та «розумних регіонів є розширення транспортної інфраструктури та зміцнення їхньої енергетичної безпеки. Перш ніж з'ясувати, як місто може поєднати риси «розумного» та сталого міста, спочатку необхідно визначити обидва ці поняття – і це нелегке завдання через їх складність і неоднозначність.

Хоча термін «Розумне місто» чітко визначений, він часто використовується як синоніми з іншими, такими як «Розумне місто», «Електронне місто» або «Цифрове місто», усі вони стосуються різних аспектів функціонування міського простору. Визначення, прийняте як правильне для цілей дослідження, було подане авторами [2], що представляє один із більш розширених описів цього явища. У цьому визначенні стверджується, що ««розумне місто» – «місто, де громадські процеси та діяльність здійснюються завдяки використанню інформаційно-комунікаційних технологій». «Розумне місто» – це місто, яке характеризується конкурентоспроможною економікою, інтелектуальними транспортними мережами, сталим використанням енергії, високоякісним соціальним капіталом, високою якістю життя та «розумним» державним управлінням» [3].

Незважаючи на те, що кожен з елементів «розумного міста» є важливим будівельним блоком, значна частина результатів досліджень головним чином зосереджена на інтелектуальних транспортних мережах, сталому використанні енергії та розумному державному управлінні, оскільки ця діяльність значною мірою залежить від державного нагляду [4]. Дослідження також враховують

показники, пов'язані з прозорістю державних установ у мегаполісах, і розглядають широкий спектр об'єктів, які надаються мешканцям цих центрів: парки, зелені зони, зони відпочинку, заклади охорони здоров'я, комунальні заклади тощо. транспортні мережі – це транспортно-логістичні системи, інтегровані через ІКТ [5]. Стале використання ресурсів базується на економічному управлінні природними ресурсами шляхом використання більшої кількості відновлюваних джерел енергії та впровадження муніципальних систем управління мережами для оптимізації витрат і зменшення негативних екологічних наслідків. Нарешті, «розумне» державне управління розширює управління містом, включаючи прозорість у роботі органів державної влади, якість і доступність послуг та поширення ІКТ та інфраструктури для забезпечення управління містом у режимі реального часу [6].

Стале місто має перш за все враховувати потреби майбутніх поколінь. Тому, згідно зі звітом «Наше спільне майбутнє», виданим Всесвітньою комісією з навколишнього середовища та розвитку, таке місто має помірно задовольняти потреби своїх нинішніх мешканців, але без шкоди для якості життя в наступні десятиліття. [7]. Таким чином, стале місто має докласти зусиль для обмеження негативних зовнішніх ефектів, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища, що визначається як надмірний викид вихлопних газів і, як наслідок, надмірне тепло в міському просторі, а також для боротьби з викидами смогу, які спричиняють серйозні проблеми зі здоров'ям мешканців – забезпечення того, щоб не перевищувалися нейтральні для здоров'я стандарти шуму і запобігання привласненню рекреаційного простору для інфраструктури, міських будівель і комерційних приміщень [8].

Основна перевага реалізації стратегії «розумне місто» полягає в тому, що вона може розвиватися за принципом максимальної субсидіарності в управлінні. Поширення «розумних» рішень для громадян мінімізує необхідний державний нагляд, а відповідальність за місто делегується мешканцям. «Розумне місто» – місто з доступною цифровою інформацією, що забезпечує інтелектуальний і соціальний розвиток його мешканців [9]. Як суб'єкт, він сам по собі служить чудовим інноваційним центром, безпосередньо впливаючи на добробут своїх

мешканців і надаючи їм сучасне, але дружнє до людей місце для життя. Незважаючи на те, що переваги такої діяльності є різноманітними, вони в основному стосуються адміністративної сфери, наприклад, формування позитивного іміджу адміністрації, створення пільгових умов для підприємців, створення заощаджень для міського господарства, покращення транспортної та логістичної систем у місті та розбудова позитивний імідж місця, дружнього до жителів та ідей. Ідея «розумне місто» є вигідною як для міста, яке впроваджує «розумні» рішення, так і для сусідніх міст, що конгломеруються в «розумний регіон» [10]. У довгостроковій перспективі «розумне місто» може стати вирішенням проблеми міської, або національної конкуренції. Міста в Об'єднаних Арабських Еміратах відходять від нафтової моделі – правильно усвідомлюючи можливість падіння цін на нафту або, у довгостроковій перспективі, виснаження запасів – і рухаються до підприємницької, туристичної галузі розвиваючи перш за все «Розумні міста», що сприятливі для жителів [11].

Беручи до уваги вищезазначені міркування, доцільно проаналізувати просторову диференціацію концепції «розумних міст». При цьому доцільно проаналізувати міркування про масштаби та масштаби, в яких міста виконують роль «розумних» відповідно до концепції «розумне місто». Водночас доцільно розглянути коректність припущення про першість великих столичних центрів над іншими і питання про можливу національну специфіку. Інакше кажучи, чи можна на основі ідентичних, об'єктивних вимірів визначити лідерів такого зіставлення в надрегіональному розрізі.

При відборі списку міст для аналізу, слід керуватись їх присутністю у міжнародних статистичних записах, передусім у публікаціях Євростату, що дасть змогу отримати доступ до порівнянних числових даних. Результати, які показують, наскільки швидко була реалізована концепція «розумне» та «стійке» місто, можуть слугувати цікавою основою для порівняльного аналізу подібних процесів в інших частинах світу, включаючи країни Європейського співтовариства, які зазнали аналогічної трансформації. Світовий досвід щодо розробки концепції «розумне місто» може бути дуже цінним орієнтиром для мешканців європейських метрополій, особливо Центрально-Східної Європи.

Зазначені країни можуть протягом наступних десятиліть стати лідерами економічної трансформації, включаючи цифрову трансформацію – досвід деяких із нових держав-членів ЄС може дати цінні поради щодо того, як одночасно досягти двох важливих цілей:

- економічної та технологічної трансформації;
- екологічно чисте стійке зростання.

Наскільки відомо, наразі не було опубліковано жодної компіляції впровадження «розумної» концепції в містах групи країн східної Європи на основі уніфікованих та узагальнених синтетичних показників. Окремі міста були оцінені іншими дослідниками:

- динаміка розвитку міст;
- «розумні міста»;
- рейтинг європейських міст середнього розміру.

Мета полягала в тому, щоб знайти подібності та відмінності на рівні груп країн із подібним рівнем минулого розвитку та культурною спадщиною.

1.2 Концептуалізація цифрових потреб «розумних міст»

Розвиток ІТ вплинув на потреби цифрових міст. Як природний прогрес, цифрові міста розвиваються в тому самому еволюційному контексті, що і «розумні міста», та були впроваджені в різних країнах, з декількома пілотними проектами, що розробляються по всьому світу [12]. Інформаційні ресурси ведуть до конвергенції між людьми та їх оточенням завдяки регулярному використанню технологічних пристроїв для зберігання та обробки зростаючих обсягів вироблених даних [13].

Технології можуть стимулювати динаміку розвитку міста, витягаючи цінну інформацію з даних, забезпечуючи тим самим довгострокову стійкість і створюючи або оптимізуючи послуги для громадян. На попит на цифрові публічні послуги впливає здатність ІТ-ресурсів інтегрувати, обробляти та аналізувати дані міста. Цей процес вимагає стратегічного розвитку цифрових міст. Прийняття багатовимірної інтелектуальної системи управління

інформацією, яка взаємодіє та пов'язується з технологічними потребами громадян, виступає як варіант для забезпечення динамізму соціальних відносин у цифрових містах, включаючи «розумних» громадян, місця та планування міст [14].

Мережі даних та інформації, які впливають на міста, організації та громадян, зростають у міру розвитку Інтернету та технологій для управління різними системами та рівнями прийняття рішень. Багатовимірність, у свою чергу, не обмежується внутрішнім середовищем державного управління [15]. Вона пронизує стратегічне інформаційне управління, пронизує зовнішнє середовище та взаємодіє з різними акторами в муніципалітеті. Інформаційна дисперсія міста стає інтегрованою в модель інформаційного потоку через упорядковані рухи та системи. Доступність і гнучкість системи базуються на конкретних технологіях та їх узгодженості з державною політикою [16].

Дослідницькі потреби виникають у міру того, як місто перетворюється з фізичної на цифрову сутність, де інформація набуває дедалі важливішої ролі; отже, міста більше не є просто фізичними, оскільки їхні будівлі та вулиці перетворюються на цифрові міста [17]. Крім того, у міру того, як місто перетворюється з фізичного на цифрове, інформація стає все більш важливою. Отже, міста більше не є просто фізичними, а їхні будівлі та вулиці стають цифровими містами. Ця проблема стає все більш актуальною, оскільки державна політика не відповідає цифровим потребам громадян, таким чином розриваючи ланцюг і перешкоджаючи зусиллям зі створення сталого цифрового міста.

Крім того, потік інформації слід розглядати стратегічно, коли процес об'єднання різних міських систем виходить за межі створення офіційних веб-ресурсів міста до рівня створення цифрового та «розумного міста». Тим не менш, дані та інформація не завжди налаштовані відповідно до потреб громадян або інтегровані в різні віртуальні мережі управління.

Проблеми продовжують виникати в контексті міських інформаційних систем із простою двонаправленою структурою, коли інформація про управління містом виходить за рамки рудиментарної функціональності сховища. Крім того, концепція цифрового міста вийшла за рамки свого початкового сприйняття і

зосередилася на вирішенні проблем публічної інформації за допомогою використання технологій. Двонаправлені інформаційні системи не обов'язково керують динамічною та багатовимірною інформацією, створеною різними міськими застосунками, інформаційними системами та стратегічним плануванням міста [18]. Отже, ключове дослідницьке питання – «чи є міська інформація багатовимірною щодо цифрових державних послуг».

Тому доцільно провести аналіз багатовимірної інформації у містах, щоб розробити багатовимірну структуру з урахуванням різних реалій у «розумних» містах різних країн. Обґрунтування дослідження базується на необхідності розробки багатовимірної інформаційної моделі для вдосконалення концепції цифрового міста [18]. Крім того, об'єднання державної політики, цифрових послуг та інформаційних систем може посилити стратегічне планування міста.

Дослідження базуються на понятті стратегічного цифрового міста (SDC), яке є застосуванням ресурсів інформаційних технологій для муніципального управління. Цей підхід також надає інформаційні та публічні послуги громадянам і мешканцям міста. Огляд літератури [18] щодо поняття цифрового міста включає технології як стратегічний елемент, який об'єднує різні державні політики. Окрім доступу до інформації, стратегічне цифрове місто (SDC) має інтегрувати державну політику у вищу операційну спроможність державного сектору, забезпечуючи його стратегічне узгодження та індивідуальне налаштування.

Однак моделі управління інформацією не можуть підтримувати швидкість, з якою дані циркулюють у системах управління, а двонаправлені системи не можуть керувати багатовимірною інформацією, згенерованою з різних ІС «розумних міст» [12].

Величезний обсяг інформації, якою керує ІС «розумного міста», є важливим ресурсом для сталого розвитку демократичного суспільства. Обсяг інформації прискорює інтеграцію між стратегіями ІТ та державних послуг [18]. Управління інформацією та взаємодія між громадянами та інституціями дедалі більше адаптуються у співпраці з концепціями цифрових і «розумних міст».

Підходи до моделювання «розумних міст» або розуміння конструкцій, які складають «розумне місто», були запропоновані та розроблені з використанням різних структур [18].

1.3 Інформаційні системи «розумних міст»

Інформація набула популярності завдяки поширенню використання технологій, підкреслюючи її стратегічну цінність для процесів прийняття рішень; таким чином воно стало невід'ємною частиною міської діяльності та громадських послуг [18].

У цьому контексті «розумні міста» можна визначити як взаємопов'язаний набір елементів, які збирають, обробляють і поширюють інформацію для підтримки прийняття рішень. Основними характеристиками ІС «розумних міст» є взаємозалежний зв'язок між змінними, які складають систему, та ієрархічними рівнями даних [18]. Змінні «розумних міст» встановлюють зв'язок між ефективністю та узгодженістю в усіх напрямках, таким чином сприяючи стратегічній багатомірності. Розміри ІС також визнаються структурою організації для забезпечення доступності та ефективності використання. Тому ІС «розумного міста» набуває стратегічного характеру, використовуючи цифрові сервіси для підтримки інклюзивних елементів.

Побудова інформаційної системи «розумного міста» починається з розмірних основ для роботи, таким чином підкреслюючи структуру бази даних у системі. Розробка інформаційних концепцій «розумних міст» використовує елементи розмірної конфігурації на різних шарах і структурних рівнях, таким чином встановлюючи взаємозв'язки та артикуляцію між елементами ІС [19].

Артикуляції, надані ІС «розумного міста» через триангуляцію інформаційних рівнів, з'єднують і допомагають стратегічному управлінню, таким чином даючи змогу ІС «розумного міста» розвиватися в індивідуальну інформаційну архітектуру, роблячи її актуальною для користувачів у різних міських інформаційних контекстах. Концепція еволюції систем відрізняється від зростання фізичних благ тим, що вона має справу зі змінами в тій самій системі,

зосередженість на вдосконаленні. Еволюція ІС встановлює зв'язки між різними етапами розвитку ІС «розумних міст»:

- 1) ініціація;
- 2) впровадження;
- 3) контроль;
- 4) інтеграція;
- 5) адміністрування даних;
- 6) зрілість.

Еволюція ІС «розумних міст» внаслідок змін у вимогах або розвитку нової інформаційної архітектури виникає в результаті процесу реструктуризації, який враховує розміри змінних та потреби громадян [18]. Цифрові міста надають цифрові послуги громадянам. Публічний менеджер «розумного міста» повинен збирати та обробляти дані для створення інформаційного контексту та обміну ним із користувачами. Однак більшість міст не можуть створити достатній простір для появи міської інформаційної системи (UIS), оскільки вони не можуть надати необхідні «розумні» послуги через брак ресурсів, дефіцит сучасних адміністративних методів і стандартів обслуговування або нездатність створити місцеву співпрацю.

UIS, передова ІС «розумного міста», надає послуги громадянам на основі ІТ-інфраструктури, сприяючи взаємодії між інформацією, громадянами, державними службами та менеджерами [18]. У цьому контексті екстраполяція міської інформації відіграє складну операційну роль і встановлює складні взаємозв'язки з охороною здоров'я, освітою, наукою, технологіями та культурою. Таким чином, UIS надає контекстуалізовану інформацію для кожної ситуації та відіграє важливу роль у розвитку цифрового міста.

1.4 «Розумне» та стратегічне цифрове місто

Таким чином, концепції «розумних міст» поширюються на ідею онлайн-платформи, спрямованої на сприяння мережам спільнот для інтеграції та

створення у різних містах. Одна з концепцій «розумного міста» включає креативність і знання [18].

На відміну від звичайних концепцій «розумного міста», стратегічне цифрове місто можна розуміти як застосування ресурсів інформаційних технологій для управління містом та державної політики. Концепція стратегічного цифрового міста (SDC) є комплексним проектом, який пропонує громадянам більше, ніж Інтернет, через звичайні телекомунікаційні ресурси; ця концепція базується на міських стратегіях щодо вирішення різних тематичних і державних політик у муніципалітеті [18]. Одне з найбільш часто цитованих визначень цієї концепції було створено понад десять років тому компанією IBM, яка представила «розумне місто» як місто, яке використовує всі доступні технології для кращого розуміння, контролю та оптимізації використання обмежених ресурсів. У тому ж технологічному контексті CISCO визначила «розумні міста» як масштабовані рішення, які використовують ІКТ для підвищення ефективності, зниження витрат і покращення якості життя [18]. Ці функції підтримуються та оновлюються через мережі та цифрові програми. ІТ сприяють відкритим і активним функціям у «розумних містах».

Інновації, інформація та знання є важливими компонентами «розумних міст». Інноваційна система спрямовує розвиток досвіду та технологій різними суб'єктами, включаючи:

- компанії;
- університети;
- технологічні центри;
- інкубатори діяльності;
- цифрові застосування інформації та знань

Система зосереджена на поширенні інформації, комунікації, прийнятті рішень, передачі та використанні технологій, а також співпраці для інновацій.

«Розумні міста» концептуалізуються з точки зору збору та організації міської цифрової інформації, яка забезпечує простір для полегшення взаємодії між мешканцями та відвідувачами міста [18].

Взаємодія між менеджерами та громадянами також має існувати в «розумному місті» для покращення проектних планів, інформації та послуг. Стратегії впровадження цифрового міста стосуються рівнів, згаданих у природному, інституційному та цифровому просторі сучасного міста:

- 1) люди;
- 2) інститути співпраці;
- 3) цифрові інструменти для управління знаннями та інновацій.

Термін «розумне місто» відноситься до територій різного масштабу та включає:

- здатність сприяти освіті;
- технологічному розвитку;
- інноваційним процедурам;
- цифровим просторам;
- обробці інформації;
- передачі знань;
- технічним інструментам.

Незважаючи на певну технологічну схожість між цифровим містом і «розумним містом», стратегічне цифрове місто може створити більшу гнучкість за рахунок технологічного вдосконалення, а також зміни ставлення громадян, коли інформаційна та громадська політика міста стануть тісніше пов'язані з потребами громадян і адаптуються до них, таким чином поєднання різних муніципальних тем або цілей із конкретними стратегіями для створення гнучких, налаштованих інформаційних відповідей і цифрових послуг [18]. Таким чином, реалізація концепції «розумного міста» вимагає співпраці між декількома проектами:

- стратегічне планування муніципалітету, який включає цілі та стратегії муніципалітету з точки зору муніципальних функцій і тем.
- планування муніципальної інформації.
- планування ІТ залучають мерії та громадські організації.

Інформація є основним продуктом проекту «розумного міста», який є необхідною умовою для планування муніципальних ІС та систем знань (KS), а

також профілів людських ресурсів (HR), незалежно від того, пов'язані з місцевими менеджерами чи муніципальними службовцями, які необхідні для кожного проекту. «Розумне місто» сприяє забезпеченню ресурсами міських служб через IT-структури.

Стратегічно муніципальна тематика та макродіяльність є в усіх містах. Ці теми необхідні для комплексного та ефективного функціонування «розумних міст». Можна знайти декілька тем, зокрема:

- «розумне» сільське господарство;
- «розумні» наука і технології;
- «розумна» освіта;
- «розумний» спорт;
- «розумна» охорона здоров'я;
- «розумна» безпека;
- «розумні» послуги;
- «розумний» транспорт.

Ці функції можна розділити на модулі або муніципальні питання [18]. Інтеграція та виконання стратегій міста є викликом для державних менеджерів. Ця інформація є важливим інструментом для поєднання політики в контексті цифрових міст.

Термін «стратегія» фокусується на організації та її середовищі. Його суть складна, а стратегія впливає на функціонування муніципальної організації. Стратегія включає питання та процеси, пов'язані з визначеним шляхом, однак організації демонструють високу ефективність при визначенні пріоритетів управління інформацією. Стратегія є переконливою, якщо розглядати її з трьох точок зору:

- 1) інформація та визначення стратегії;
- 2) інформація та виконання стратегії;
- 3) інформація та інтеграція.

Таким чином, стратегічний елемент цих міст пов'язаний з їхньою здатністю до управління інформацією та відповідними зв'язками з іншими контекстами «розумного міста».

Інформація про багатовимірну природу міської організації є результатом її динамізму та здатності узгоджуватися з різними системними рівнями, як зазначають [18].

1.5 Методологія дослідження цифровізації «розумних міст»

Методологія дослідження наголошувала на непрямій теоретичній реальності, заснованій на теорії моделей [18]. Автор зосереджувався на дедуктивному методі, спостереженні за інформаційними системами міста без участі та квазі-змішаному підході завдяки якісним даним, пов'язаним з інфометричним картографуванням [2].

Отримані дані були об'єднані та порівняні за допомогою техніки інформаційного відображення, результат якої відповідає дедуктивному методу відповідно до квазі-змішаного підходу. Політика відкритих даних канадських і бразильських міст подібна, і відповідна інформація регулярно розкривається опитуваними містами [2]. Крім того, столиця Саскачевану – місто Реджайна – є активним членом муніципальної мережі бенчмаркінгу Канади – MBNCanada. MBNCanada є партнерством між Канадські муніципалітети зосередилися на вимірюванні інформації, щоб сприяти покращенню державних «розумних» послуг, політики та громад.

Дослідження [2] було розроблено таким чином, щоб включати три фази:

- теоретичні основи;
- створення моделі;
- багатовимірний досвід.

Розроблену таким чином структуру автори [2] перевіряли у двох містах – Реджайна, Саскачеван, Канада, та Ріо-де-Жанейро, Бразилія. Механізми дослідження були розроблені ієрархічно, поєднуючи всі фази та їхні підпроцеси, як показано на рисунку 1.1.

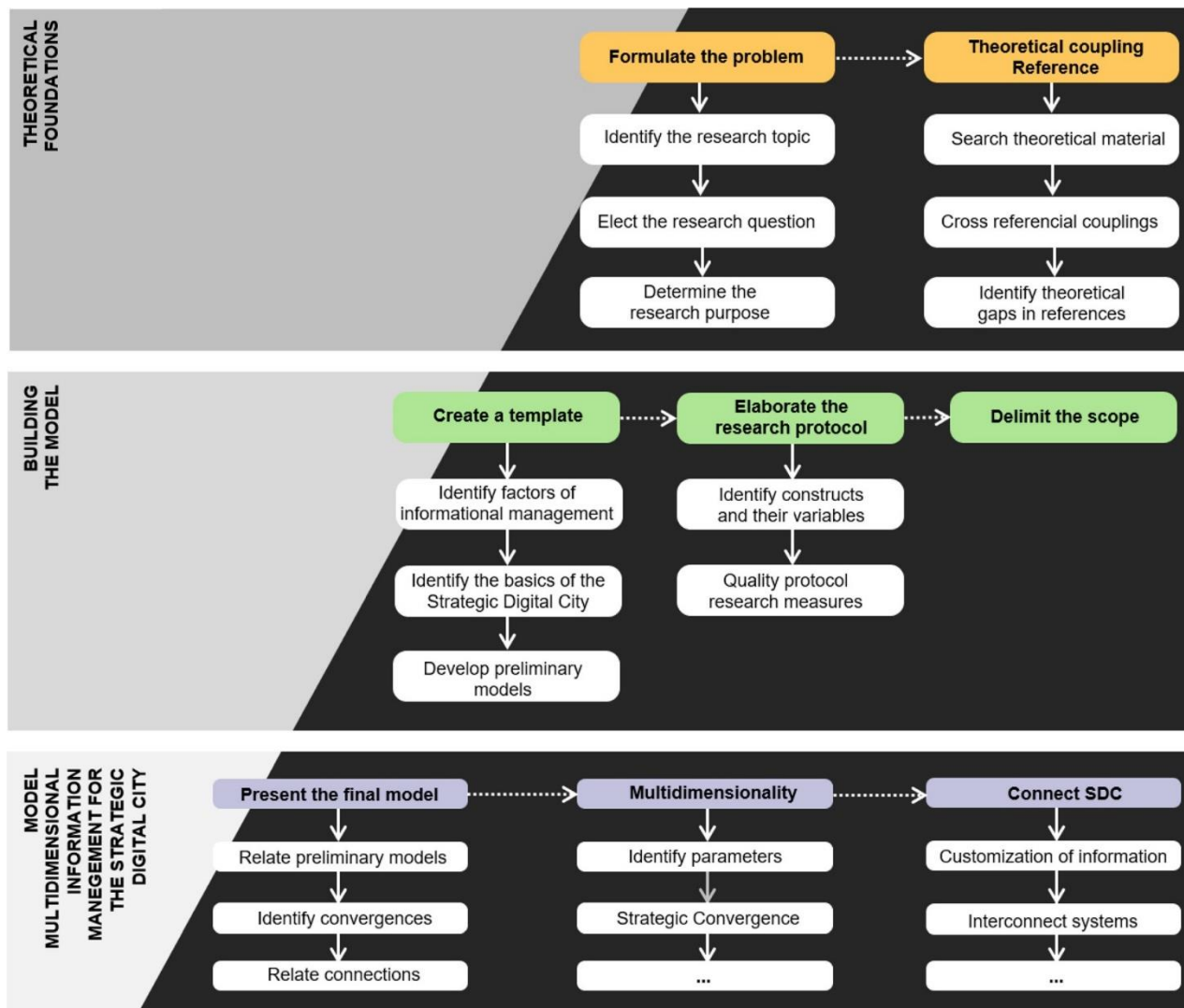


Рисунок 1.1 – Фази та механізм дослідження

Процедури були організовані та взаємопов'язані, враховуючи особливості та науковість кожного етапу дослідження [2]. Для виявлення наукових досягнень щодо ключових слів, пов'язаних із використаними концепціями, у було проведено комплексний пошук у базі даних Web of Science за термінами, пов'язаними з «розумними містами», цифровими містами та міськими інформаційними містами, поданими в таблиці 1.1.

Дослідження [2] ґрунтувалося на припущеннях, запропонованому квазі-змішаному підходу, який підтримувався аналізом соціальних мереж і методами порівняльної конфігурації, незалежним дослідницьким спостереженням за системами управління інформацією та відповідним аналізом.

Таблиця 1 Логічні ієрархічні результати пошуку в базі даних Web of Science [2]

Критерії	Місце			
	1st	2nd	3rd	4th
Область дослідження	«Розумне місто» (комп'ютерні науки) (47.70%)	Цифрове місто (комп'ютерні науки) (47,52%)	Міські ІС (комп'ютерні науки) (47,52%)	Міське управління (містознавство) (26,06%)
Рік	Розумне місто (33,39%)	Міська ІС (14,28%)	Міське управління (12,32%)	Цифрове місто (7,96%)
Публікація	Цифрове місто (57,96%)	Міська ІС (25,01%)	Міське управління (22,79%)	Розумне місто (16,15%)
Країна	Міська ІС (7,14%)	Цифрове місто (2,74%)	Міське управління (0,65%)	«Розумне місто» (0,50%)

1.6 Висновок до першого розділу

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» описано концепти «розумного міста» та «сталого міста». Проведено концептуалізацію цифрових потреб «розумних міст». Розглянуто інформаційні системи «розумних міст». Описано «розумне» та стратегічне цифрове місто. Висвітлено методологію дослідження цифровізації «розумних міст».

2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ БАГАТОВИМІРНОГО АНАЛІЗУ «РОЗУМНИХ МІСТ»

2.1 Методи багатовимірної аналізу «розумних міст»

«Синтетичний індикатор розумності» використовувався, щоб вказати на просторову дисперсію цієї задачі та її багатьох соціально-економічних підмножин і порівняти її між регіонами доступним способом, тобто з використанням одного числового значення. Це здійснюється шляхом переведення багатовимірної набору змінних в одне числове значення, як правило, з певного діапазону, таким чином чітко виражаючи ступінь розглянутого явища [2]. Потім, виходячи з упорядкування отриманих числових значень, ситуацію в окремих «розумних» областях можна порівняти одна з одною на основі декількох кроків.

Вибір діагностичних змінних, часткових показників має вирішальне значення для достовірності отриманих результатів. Вони повинні відповідати формальним і статистичним критеріям, але, перш за все, вони повинні бути змістовними. Змінні, використані для остаточного аналізу [20], були обрані за ознаками:

- широке визнання;
- можливість вимірювання;
- доступність числових даних;
- відносно висока якість;
- висока змістовна цінність.

Одним із атрибутів змінних для дослідження, є їх достовірність, яка була частково забезпечена шляхом зважування їх із кількістю населення та врахуванням його частки у відсотковому складі явища. Таким чином, кінцеві значення діагностичних змінних і, отже, результати подальшої класифікації не залежать від розміру міста вимірюваною кількістю жителів або абсолютними числами [2]. Таким чином, емпіричний аналіз включав лише ті змінні, які

відповідали вимогам, встановленим формальними та статистичними критеріями, а саме ті, що характеризуються [21]:

- повнота даних за весь аналізований часовий ряд;
- достатня просторова мінливість, виміряна коефіцієнтом варіації – $v_j > 10\%$);
- відсутність надмірної кореляції між змінними – коефіцієнт кореляції Пірсона $< 0,85$.

Наявність сильно корельованих змінних у наборі діагностичних змінних означає, що ці ознаки надають більшої ваги даним, які дублюються в аналізі. Подібні дані вводяться в аналіз через корельовані змінні. Це може призвести до ситуації, коли таксономічний аналіз не представляє достовірно досліджувану реальність, надаючи надмірної ваги надмірно корельованим змінним. Після виділення діагностичних ознак наступний етап дослідження – унітаризація.

Унітаризація – це одна з формул нормалізації, інші – стандартизація та нормалізація, яка зводить змінні до певного інтервалу – порівнянність, роблячи їх безрозмірними. Це реалізовано, щоб уникнути ситуацій, коли змінні з великими абсолютними значеннями, на порядок вищими за інші змінні, мали б вирішальну частку в побудові синтетичного індексу стандартної тривалості життя. Це означатиме, що результати класифікації можуть бути спотворені цими змінними, надмірно відображаючи їхній вплив на інші змінні. Процедура унітаризації пропонує перевагу перед стандартизацією, оскільки запобігає ситуації, коли на кінцевий результат синтетичного індексу сильно впливатимуть екстремальні значення деяких змінних. Таким чином, на відміну від стандартизації, унітаризація усуває такі сценарії, зводячи дані до діапазону від нуля до одиниці із закритим інтервалом [22]. Це зменшило змінні, часто описувані різними одиницями, для порівнянності, у цьому випадку – до значень від нуля до одиниці, використовуючи формулу:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i \{x_{ij}\}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}} \quad (2.1)$$

де: z_{ij} – уніфіковане значення j -ї змінної для i -го об'єкта; x_{ij} – значення j -ї змінної для i -го об'єкта.

Кожну зі змінних, включених у дослідження [2], оцінювали шляхом визначення стимуляторів і дестимуляторів. Останній мав супроводжуватися процесом стимуляції, тобто перетворенням дестимулятора на стимулятор, щоб забезпечити рівномірний напрямок впливу на всі змінні, тому вищі значення кінцевого синтетичного індексу вказували на кращий рівень життя. Для цього була використана наступна формула стимуляції:

$$x_{ij} = a - bx_{ij}^D \quad (2.2)$$

де:

j – змінна;

i – об'єкт дослідження (місто);

n^{D_0} – робити цикл n разів;

a, b – довільні константи: $b = 1, a = \max x_{ij}$

x_{ij}^D – значення j -го дестимулятора в i -му об'єкті.

Наступним етапом аналізу був вибір координат модельного об'єкта, що складається з найбільш сприятливих значень змінних, що спостерігаються в змінах:

$$z_{0j} = \begin{cases} \max_i \{z_{ij}\} \text{ dla } z_j^S \\ \min_i \{z_{ij}\} \text{ dla } z_j^D \end{cases} \quad (2.3)$$

Відстані окремих міст від стандарту були потім розраховані за допомогою наступної евклідової метрики [2]:

$$d_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (z_{ij} - z_{0j})^2} \quad (2.4)$$

де:

d_{i0} – відстань об'єкта від візерунка;

z_{ij} – значення нормованої змінної j для i -го об'єкта;

z_{0j} – координати еталонного об'єкта для j -ї змінної.

Передостаннім етапом дослідження [2] було визначення значення синтетичного індексу, за допомогою якого ранжувалися міста за рівнем життя їх мешканців. У розрахунках використовувалися такі формули:

$$s_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0}, \quad d_0 = \bar{d}_0 + 2S(d_0), \quad \bar{d}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_{i0}, \quad S(d_0) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_{i0} - \bar{d}_0)^2} \quad (2.5)$$

де:

S_i – міра синтетичного розвитку;

d_{i0} – відстань об'єкта від моделі;

\bar{d} – середнє арифметичне d_0 ;

$S(d_0)$ – стандартне відхилення d_0 .

Останній етап аналізу [2], після впорядкування міст за рівнем життя, полягав у групуванні окремих одиниць у чотири кластери на основі отриманого синтетичного індексу. Класифікацію було встановлено відповідно до наступних діапазонів:

$$\begin{aligned} \text{Tier 1 : } w_i &\in [\bar{w} + s_w, 1], \\ \text{Tier 2 : } w_i &\in [\bar{w}, \bar{w} + s_w), \\ \text{Tier 3 : } w_i &\in [\bar{w} - s_w, \bar{w}), \\ \text{Tier 4 : } w_i &\in [0, \bar{w} - s_w). \end{aligned} \quad (2.6)$$

де:

w_i – індикатор синтетичний;

\bar{w} – середнє значення синтетичного показника;

s_w – стандартне відхилення синтетичного показника.

На основі відібраних змінних було проведено аналіз просторової диференціації реалізації «розумної ідеї» за допомогою методу моделі розвитку Хелвіга [23]. Отримані синтетичні значення індексу розвитку «розумних міст» були використані для лінійного розташування міст за силою досліджуваного явища.

Аналіз [2] був доповнений визначенням схожості в цьому відношенні між містами. Групування проводилось за допомогою методів класифікації з метою виділення найбільш однорідних кластерів об'єктів за подібністю структури спостережуваних величин – у даному випадку синтетичних мір «розумності». Групи об'єктів демонструють сильну диференціацію між групами та максимальну гомогенізацію всередині груп.

Метод Уорда був використаний для агломератної ієрархічної кластеризації, яка використовує кількість кластерів, що дорівнює кількості тестових об'єктів, як початкову точку. Критерієм групування одиниць у послідовні кластери та групи є мінімальна дисперсія значень ознак [24], які використовуються як критерії сегментації відносно значення кластерів, створених на послідовних кроках. В результаті об'єкти, що входять в одну групу, виявляються максимально схожими за аналізованими ознаками. З іншого боку, наступні ітерації визначаються відстанню (d_{ip}) між щойно створеним кластером і іншими кластерами [2], розрахованими за формулою:

$$d_{ip} = \frac{n_i + n_k}{n_i + n_j + n_k} d_{ik} + \frac{n_j + n_k}{n_i + n_j + n_k} d_{jk} - \frac{n_k}{n_i + n_j + n_k} d_{ij} \quad (2.7)$$

де:

n_i – розмір i -го кластера;

n_j – розмір кластера j ;

n_k – розмір кластера k ;

d_{ik} – відстань між первинним кластером i та кластером k ;

d_{jk} – відстань між первинним кластером j і кластером k ;

d_{ij} – відстань між первинним кластером i та кластером j .

Метод Уорда отримав широке визнання завдяки його теоретичним властивостям і сприятливим результатам симуляційних досліджень, які дають дуже хороші результати групування з дуже однорідними кластерами «розумних міст». У результаті моделювання було доведено, що ефективність виявлення реальної структури даних у цьому методі приблизно на 40% вища, ніж метод найдальшого сусіда, який займає друге місце за ефективністю [25]. Його сильні сторони також полягають у прозорості представленого контенту, який представлений у формі дендрограми.

У спробі побудувати синтетичну міру «розумності» міста, яка б описувала просторову дисперсію в реалізації концепції «розумне місто», було розпочато таксономічний аналіз [2], першим кроком якого був вибір діагностичних ознак. Слід підкреслити, що це найбільш суб'єктивний етап аналізу, оскільки він вимагає від дослідника вибору ознак, які найкраще характеризуватимуть аналізоване явище. Таким чином, вибір діагностичних змінних для розрахунку синтетичного індексу базувався як на змістовних, так і на формально-статистичних критеріях. Змінні, спочатку кваліфіковані для дослідження, були відібрані на основі огляду літератури та характеризувались [20]):

- широким визнанням;
- високою змістовною цінністю;
- вимірністю;
- доступністю числових даних;
- відносно високою якістю.

Змінні були пов'язані з кількістю мешканців, щоб зменшити вплив розміру міста на кінцеві значення.

Вибірка дослідження охопила статистичні дані про рівень життя. Порівняльний аналіз було проведено для публікації Європейської комісії щодо європейських міст. Індикатори, прийняті для аналізу, є вимірними та надійними, оскільки дані були взяті з офіційних публікацій Євростату, а також звітів, публікацій та інформаційних порталів, що агрегують дані на різних адміністративних рівнях.

Змінні, які використовуються для аналізу «розумних міст», охоплюють багато сфер життя, включаючи:

- економічні показники;
- демографічні показники;
- соціально-культурну інфраструктуру;
- захист навколишнього середовища.

Їх системний відбір був продиктований аналізом [26]. Автори, проаналізувавши численні публікації, визначили, що найважливішими видами діяльності для покращення умов життя в містах відповідно до концепції «розумне місто» є заходи, пов'язані з:

- міським плануванням;
- міською інфраструктурою;
- мобільністю;
- громадською безпекою;
- здоров'ям;
- стійким розвитком;
- державною політикою.

З цієї причини була зроблена спроба включити змінні, що описують рівень життя в «розумному мсті» в економічних термінах, але також були враховані:

- соціальні;
- екологічні;
- громадянські аспекти.

Деякі потенційні змінні були виключені під час попереднього відбору через неповні дані та, в деяких випадках, труднощі з агрегацією даних на адміністративному рівні через організаційні та формальні міркування. Інші дослідники, аналізуючи цю тему, стикалися з подібними складнощами [27]. Набір змінних базувався на декількох базах даних, які також використовувалися в інших дослідженнях. Після формальної та статистичної перевірки було завершено остаточний набір із п'ятнадцяти змінних, що описують просторову варіацію «розумності» між провідними містами (див. таблицю 2.1).

Таблиця 2.1 – Діагностичні змінні, включені до синтетичного «розумного» індикатора «розумних міст» ЄС [2]

Змінна	Тип змінної	Джерело
ВВП на душу населення	Стимулятор	Євростат
Коефіцієнт вікової залежності	Дестимулятор	Євростат
Рівень безробіття (%)	Дестимулятор	Євростат
Домогосподарства з однієї особи (%)	Стимулятор	Євростат
Іноземці в загальній чисельності населення	Стимулятор	Євростат
Зрілість цифрового управління (DGM)	Стимулятор	Світовий банк
Сервіс електронних платежів	Стимулятор	Світовий банк
Індекс сприйняття корупції (CPI)	Стимулятор	Світовий банк
Частка зелених насаджень від загальної площі міста (%)	Стимулятор	Євростат
Частка мешканців міст, які піддаються забрудненню PM 2,5	Дестимулятор	Євростат
Індекс охорони здоров'я *	Стимулятор	Нумбео
Смертельні випадки автотранспорту	Дестимулятор	Євростат
Автомобілів на тисячу населення	Стимулятор	Євростат
Міські велосипеди на тисячу населення	Стимулятор	Євростат
Кількість точок доступу Wi-Fi в місті	Стимулятор	Wifimap.io

Було оцінено загальну якість «розумної» системи охорони здоров'я, медичних працівників, обладнання, персоналу, лікарів, витрат тощо.

2.2 Результати багатовимірного аналізу «розумних міст»

Результати дослідження показали, що чеські міста безперечно мають найвищі синтетичні показники «розумності» серед міст східної Європи, які впроваджують стратегії «розумне місто». Високі бали столиць у рейтингу не є дивними, і це пов'язано з ендегенним потенціалом цих мегаполісів, які

відіграють важливу роль як центри зростання мегаполісів. Найнижчі оцінки отримали столиці регіонів східної Польщі. Ці території стикаються з багатьма соціальними та економічними проблемами, найважливішими з яких, безсумнівно, є депопуляція, особливо в сільській місцевості та старіння населення, відносно високий рівень безробіття та низька заробітна плата, а також недоліки інфраструктури, до яких головним чином належать проблеми, пов'язані з рівнем життя та муніципальною та транспортною інфраструктурою. У списках регіонів ЄС з найнижчим ВВП на душу населення лідирують польські регіони а також слаборозвинені болгарські та румунські регіони. З усіх угорських міст, включених до аналізу, найнижче значення синтетичного показника було зафіксовано для Секешфегервара.

Для цілей аналізу [2] було виділено чотири класи за значенням синтетичного показника:

- вище середнього;
- середній;
- нижче середнього;
- низький.

Після врахування діагностичних змінних, відібраних для дослідження, з усіх міст, включених у дослідження, лише два були включені до першого класу – два чеських міста Прага та Брно, значення синтетичного показника яких явно перевищувало значення для інших міст порівняння. Два наступних класи були фактично рівними за кількістю: десять міст віднесено до другого класу та одинадцять – до третього класу, зі значеннями нижче середнього, за значенням синтетичного показника [2]. Останній клас, визначений низькими значеннями показника, склали три міста: вищезгаданий угорський Секешфегервар і два міста Великодньої Польщі, Кельце та Жешув. Розмір кожного класу є нормальним, що вказує на те, що значення були здебільшого близькі до середнього значення популяції, тоді як екстремуми, як позитивні, так і негативні, становили невелику частку всіх значень.

Наступний крок мав на меті визначити, які міста найбільш схожі одне на одного з точки зору впровадження «розумне місто». Використовуючи методи

агломерації, 26 міст, включених у дослідження, спочатку були згруповані в п'ять кластерів (див. рисунок 2.1).

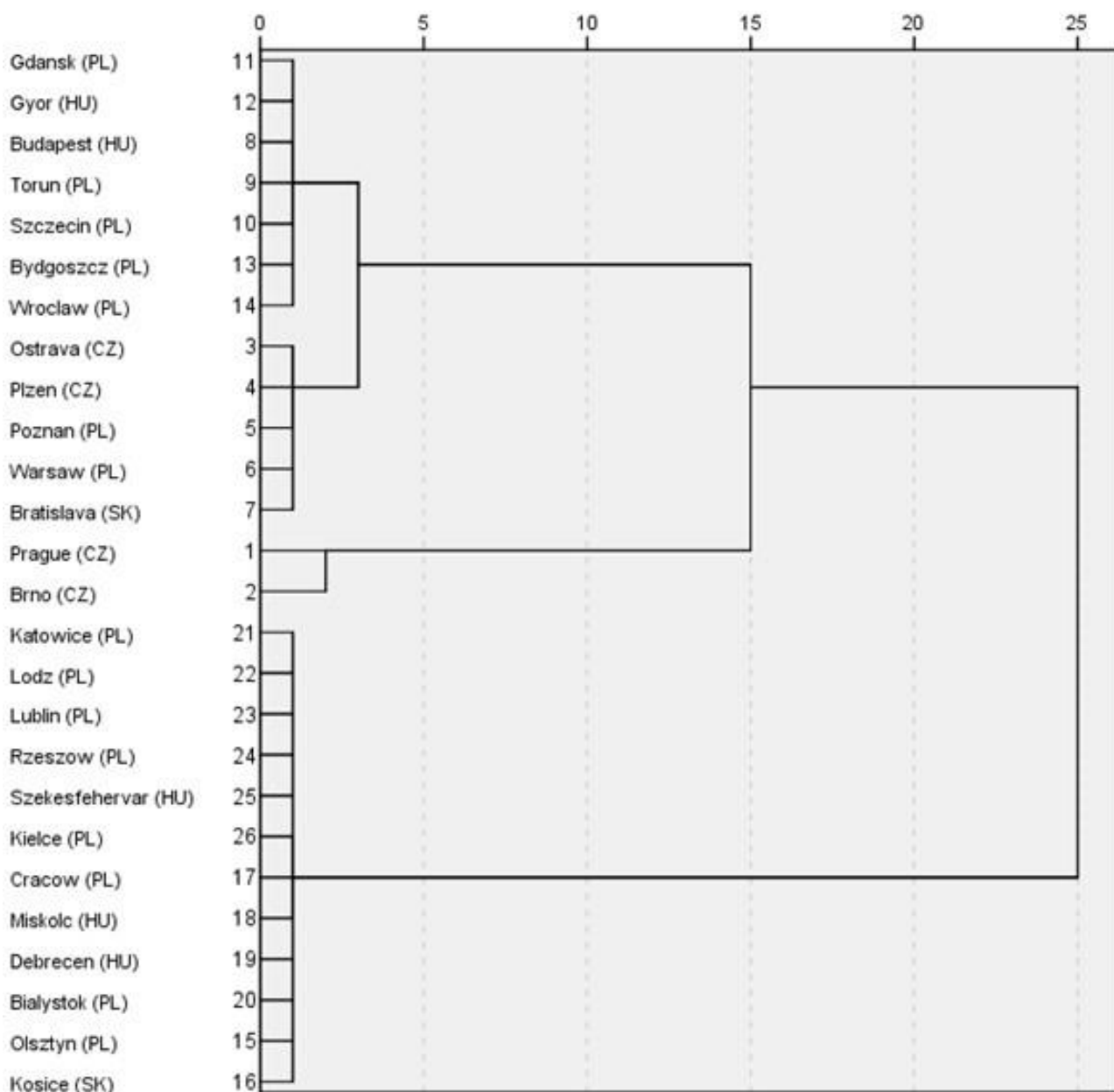


Рисунок 2.1 – Дендрограма подібності східноєвропейських «розумних міст» [2]

Однак два з них були одноелементними кластерами та були створені з міст із найвищими значеннями синтетичного показника «розумності». Наступне групування складалося з п'яти точок даних і включало решта чеських міст, два провідні польські міста, Познань і Варшава, і столицю Словаччини. Найближче за ними йдуть сім міст, у тому числі п'ять польських і два угорських, включаючи останню столицю цього списку Будапешт.

Лише на подальших етапах аналізу всі ці одиниці утворили один кластер. Останній (базовий) кластер, тобто найбільш ізольований, налічував дванадцять міст. Точкою відсікання в цьому випадку був Ольштин – п'ятнадцяте місце в рейтингу міст за значенням синтетичного показника, регіональна столиця в північно-східній частині Польщі. Міста, що входять до цього кластеру, становлять найбільш однорідну групу міст, але найбільш відмінну від решти міст. Вони чітко відрізнялися не лише від лідерів цього списку, а й від міст четвертого кластеру, відмежованого Вроцлавом, який посів чотирнадцяте місце в рейтингу синтетичних показників «розумності».

2.3 Опис результатів багатовимірного аналізу «розумних міст»

На підставі наведених вище результатів можна зробити висновок, що чеські міста – Прага, Брно, Острава та Пльзень, отримали найвищий бал з усіх проаналізованих міст [2]. Таким чином, на друге дослідницьке запитання – про вплив національної політики – можна відповісти позитивно. У дослідженнях щодо впровадження сталого розвитку та «розумних міст» [28], Чеська Республіка є лідером серед групи країн східної Європи [29]. Його успіх можна пояснити:

- ефективним розгортанням електронного урядування;
- соціально-економічним потенціалом;
- станом ринку праці;
- відкритістю для економічних іммігрантів.

Також важливою була якість медичного обслуговування. Тому високе становище чеських міст не повинно дивувати. Це також відображено в думках мешканців цих міст. Такий висновок також підтверджується дослідженнями великих і середніх міст Центральної та Східної Європи. Важливо зазначити, що всі чеські міста прагнули реалізувати елементи стратегії «розумне місто». Наприклад, Прага реалізує стратегію «Smart Prague 2030» [30]. Брно реалізує довгострокову стратегію розвитку до 2050 року, яка називається «Бачення #brno2050». Стратегію розвитку «розумного міста» також дотримуються

Острава і Пльзень. Чітко окреслені та послідовно реалізовані стратегії розвитку «розумних міст» сприяють високим оцінкам чеських міст. Однак слід зазначити, що подібні стратегії розгортаються в усіх країнах східної Європи [31]. Приклади цікавих реалізацій, які покращують «розумні міста» у східній Європі, включають додаток Vooom для безпечного планування громадського транспорту, спільних транспортних засобів і таксі в епоху пандемії COVID-19 – проект реалізується в Гданську. Іншим прикладом є набір інструментів «Mozaweb» для комплексної освітньої програми, яка використовується в дистанційній освіті в містах Угорщини. У Чехії розробили додаток «Zachranka» для підтримки екстрених запитів. З іншого боку, «Golemio Prague» – це спільне управління цифровими даними різних міських департаментів. Проект «Monse» у Словаччині – це дистанційна система моніторингу стану здоров'я людей похилого віку, які живуть самі вдома в містах Угорщини. Тим не менш, навіть у випадку чеських міст реалізація стратегії «розумне місто» не обійшлася без серйозних складнощів. Цю проблему описано в [32]. Навіть чеські мегаполіси, які очолюють рейтинг, мають мати справу з численними проблемами з розгортанням стратегії «розумне місто» зіштовхнувшись із питаннями:

- конкурентоспроможності;
- людського капіталу;
- громадянської участі жителів;
- транспорту;
- інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ);
- природних ресурсів;
- якості життя.

Там, де йдеться про великі групи людей, одна з потенційних проблем пов'язана з взаємопроникненням компетенцій і суперечливих інтересів окремих сторін [33]. Мегаполіси можуть мати проблеми з недостатньо чітким розмежуванням повноважень і завдань між центральним, регіональним і місцевим управлінням. Надмірна централізація може призвести до затримки реалізації різних компонентів стратегії «розумних міст» у містах, підпорядкованих рішенням урядів штатів, штаб-квартири яких зазвичай

знаходяться в національних столицях. Крім того, міста східної Європи можуть зіткнутися з проблемами поганого зв'язку між міськими центрами та установами вищого рівня, низькоякісної інфраструктури, що відрізає міста від важливих комунікаційних шляхів, а також браку професійно освічених місцевих осіб, які приймають рішення для реалізації місцевих стратегій і розподілу коштів з Операційними програмами Європейського Співтовариства. Автори [18] вказують на численні проблеми, з якими стикаються чеські міста – лідери нинішнього рейтингу групи східної Європи, серед яких:

- відсутність відповідного законодавства, яке б враховувало довгострокові стратегії розвитку окремих міст і регіонів;
- обмежені фінансові ресурси для довгострокових стратегій розвитку.
- термінові стратегії;
- недостатні повноваження міст щодо прийняття рішень через надмірну централізацію;
- небажання осіб, які приймають рішення, брати участь у плануванні;
- залежність від рішень політичного центрального керівництва, на яке можуть чинити тиск політичні представники певного регіону чи країни.

Вищезазначені недоліки, пов'язані з надмірною централізацією, можуть мати важливе значення при аналізі розміщення різних столиць східної Європи. Високий рейтинг Праги порівняно з іншими столицями підтверджується звітами і дослідженнями. Столиці країн групи східної Європи вирізняються з-поміж інших міст у списку, який характеризується високими показниками розбіжності, особливо помітними у період 2006–2012 рр. для Словаччини та Чехії [18]. Аналіз підтвердив специфіку цих міст. Надмірна диспропорція між столицями штатів та іншими містами в країнах східної Європи може бути обмежена коштами, що надходять протягом останніх декількох десятиків років у рамках політики згуртованості ЄС, спрямованої на скорочення розриву між середньорозвиненими та найменш розвиненими регіонами Європейського співтовариства. У цьому випадку регіональні столиці повинні знайти власні ресурси або кошти з інших операційних програм, виділених спеціально для впровадження стратегій «розумного міста» та «стійкого міста».

Незважаючи на це, регіони польського сходу, тобто Люблін, Жешув, Білосток і Кельце, мають найгірші результати в рейтингу. Проблема цих міст може полягати в їх поступовій депопуляції – відтоку молоді, яка навчається та шукає роботу в інших містах, і, як наслідок, старінні східних міських громад. Варто також відзначити позитивні приклади зі списку, зокрема Познань, який виділяється порівняно з іншими містами, такими як Краків [34], який є одним із «розумних» міських центрів, що найшвидше розвиваються.

Слід підкреслити, що концепція «розумного міста» не є однозначною. Тому вибір діагностичних змінних також залишається неоднозначним, і їх вибір може вплинути на остаточний рейтинг рівня «розумності» міст. Це важливе обмеження.

Вибір методу має певні наслідки. Однак головна мета полягала у виявленні просторової диференціації «розумного міста» здавалася доцільною для використання цієї форми подання та аналізу даних. Проведений аналіз заслуговує на увагу як орієнтир для фахівців, які цікавляться останніми тенденціями функціонування сучасної міської сфери.

Обмеження вибору міст може бути важливим через велике значення та особливу роль країн, які зазнали системних та економічних трансформацій протягом понад тридцяти років, а зараз також переживають цифрову трансформацію.

Країни групи східної Європи також є новими державами-членами Європейського співтовариства. У їхньому випадку ефективна реалізація концепцій «розумне місто» та «стійке місто» має допомогти нейтралізувати історичні розбіжності, пов'язані з членством Польщі, Чехії, Угорщини та Словаччини в Раді Економічної Взаємодопомоги. Понад три десятиліття ці країни долають економічний розрив між ними та державами-членами Європейського Співтовариства з дедалі більшим успіхом – одним із прикладів позитивних тенденцій є впровадження стратегій «розумне місто» та «стійке місто» [18].

2.4 Висновок до другого розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи досліджено методи багатовимірного аналізу «розумних міст». Висвітлено результати багатовимірного аналізу «розумних міст». Описано результати багатовимірного аналізу «розумних міст».

3 БАГАТОВИМІРНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ЩОДО ЦИФРОВІЗАЦІЇ «РОЗУМНИХ МІСТ» З ВИКОРИСТАННЯМ ГІПЕРКУБІВ

3.1 Багатовимірні конструкції гіперкубів «розумного міста»

Багатовимірна інформаційна модель SDC враховувала корельовані моделі, які були ідентифіковані та досліджені в контексті цифрових і «розумних міст», зосереджуючись на інформаційних елементах цих систем [35]. У цьому контексті дослідження враховує обширний перелік інформаційних моделей [2]. Конструктивний експеримент проводився в контексті, пов'язаному з «розумними містами», на основі офіційного веб-сайту кожного міста з урахуванням різних контекстів, організаційних моделей і багатовимірної динаміки інформації. Для порівняння міста представили інформацію, яка збігалася з розробленою структурою. Перетин даних між трьома конструктами та змінними дає змогу прийняти стратегічний погляд на багатовимірну інформацію (див. таблицю 3.1).

Основу було створено на базі трьох конструктів:

- 1) багатовимірна інформація;
- 2) державні послуги;
- 3) SDC.

Таблиця 3.1 – Порівняльний аналіз структури конструкцій і змінних багатовимірної інформації [2]

Змінна	Дослідницьке питання	Одиниця	Техніка досліджень
1	2	3	4
Тип управління інформацією	Чи використовуються технології для управління даними міста?	Так Ні	Нечастинне спостереження
	Як називається система управління даними міста?	Назва	Аналіз документів, анкетування

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
Наявність інформації	Чи містять дані однієї бази даних?	Так Ні	Аналіз документів
	Чи є інформація про місто?	Так Ні	Нечастинне спостереження
Тип інформаційної архітектури	Яка інформація доступна?	Число	Розщеплення
	Яка структура надання інформації доступна?	Тип	Нечастинне спостереження

Кожна конструкція складалася з різних змінних. Багатовимірною інформаційною конструкцією:

- наявність інформації;
- тип управління інформацією;
- тип інформаційної архітектури.

Порівняльна структура конструкцій і змінних державних послуг подана в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняльна структура конструкцій і змінних державних послуг [2]

Змінна	Дослідницьке питання	Одиниця	Техніка досліджень
1	2	3	4
Кількість державних послуг	Скільки цифрових послуг доступно кожному громадянину?	Число	Розщеплення
Назва державних служб	Які назви цифрових послуг доступні кожному громадянину?	Назва	Аналіз документів, анкета

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
Тип державних послуг	Який тип муніципальних тем пов'язаний з державними послугами, доступними для кожного громадянина?	Тип	Нечастинне спостереження

«Розумні міста» будують множину державних послуг. Порівняльна структура конструкцій і змінних державних послуг подана в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняльна структура конструкцій і змінних державних послуг [2]

Змінна	Дослідницьке питання	Одиниця	Техніка досліджень
Кількість муніципальних тем	Скільки муніципальних тем?	Номер	Аналіз документів, інфокартування, анкетування
Назва муніципальних тем	Як називаються муніципальні теми?	Ім'я	Аналіз документів, інфомапінг
Кількість стратегій	Яка кількість міських стратегій пов'язана з кожною муніципальною темою?	Номер	Аналіз документів, інфокартування, анкетування
Назва стратегій	Як називаються міські стратегії, пов'язані з кожною муніципальною темою?	Ім'я	Інфокартування, анкетування

Концептуальною основою моделі [2] став огляд бібліографічних посилань, аналіз суміжних моделей та нових інформаційних технологій. Розглядаючи тему оригінальності, модель об'єднує поняття SDC із комбінацією інформації, яка

розглядається як багатовимірна. Управління інформацією SCD складалося з конструкцій і змінних, які, будучи сформульованими, конвергували в багатовимірні ІС «розумних міст» для консолідації їх динамічного характеру [2]. Інформацію сприймають у її архітектурному стані як модель матерії та енергії, якій надано значення. Багатовимірність інформації пропонує декілька можливостей підключення до інформаційних систем міста.

Динамічний характер інформації, присвоєної певній конструкції, представлений кубиками та потенційним обертанням навколо своєї осі. Вирівнювання або роз'єднання граней куба підкреслюють відповідну просторовість, яка створює багатовимірність інформації, що є наслідком її динамічного характеру та різної передбачуваної контекстуалізації.

Пошук і консолідація даних у контексті багатовимірної інформації виконуються за допомогою пошуку в базі даних, які залежать від конкретних характеристик дослідження користувача. Стратегічний характер цього процесу підтверджується здатністю вирівнювати змінні в ІС «розумних міст» відповідно до конкретних характеристик різних користувачів. Таким чином, налаштована інформація параметризується за допомогою конструкції SDC, враховуючи концептуальні зв'язки між різними системами та міською політикою. Три змінні сформували багатовимірні інформаційні конструкції. Доступність інформації «розумних міст» – ця змінна відноситься до структури публічної інформації. Вона також представляє специфічні зв'язки цієї інформації з громадянами міста. Отже, інформаційна багатовимірність визначає необхідність пошуку, особливості системи управління та параметри налаштування. Категорія управління «розумних міст» – ця змінна включає здатність систем пов'язувати частини інформації з конкретними контекстами. Змінна типу керування стосується систем, що використовуються SDC для обробки інформації на різних рівнях, зокрема:

- планування ресурсів підприємства (ERP);
- ІС управління (MIS);
- адміністративні системи (AS);
- системи керування базами даних (СКБД);

- сховища даних (DW);
- штучний інтелект (AI);
- спеціалізовані системи (SE);
- аналіз даних (DM);
- системи обробки транзакцій (TPS)
- системи підтримки прийняття рішень (DSS).

Багатовимірною здатністю змінної, про яку йде мова, вимагає впорядкованого розташування кожної системи походження, яка складає складну систему «розумного міста», не втрачаючи контексту налаштування значення для громадянина. Тип інформаційної архітектури «розумного міста» – ця змінна стосується типів інформаційної архітектури, пов'язаної з цифровими містами. Вона фокусується на інтелектуальних системах, які включають, але не обмежуються архітектурою функціонального рівня, еталонною архітектурою та архітектурою домену. Змінна типу інформаційної архітектури була структурована відповідно до просторової точки зору для аналізу інформаційних взаємозв'язків у конкретному контексті SDC. Рівень керування взаємодіє з функціями; рівень безпеки призначає процедурам надійність. Обидва шари забезпечують артикуляцію інших шарів та їх елементів композиції.

Тим не менш, що стосується відкритих даних, які використовуються, розроблена таким чином модель виражає двовимірну спрямовану дію, а не багатовимірну, коли система отримала ту саму інформацію в іншому контексті та не може налаштувати змінні.

Отже, артикуляції IS розвивалися аналогічно граням куба та з точки зору комбінацій налаштувань і багатовимірних форм. Конструкція публічних послуг відповідає CDE, розроблена у середовищі на основі віртуальної інфраструктури та має технічний характер. Однак модель задовольняє потреби своїх громадян, посиляючись на їхні потреби та запити.

Гіперкуб «розумного міста», що поданий на рисунку 3.1, представляє багатовимірний контекст цифрового міста. Його площини демонструють динамічну здатність орієнтувати композиційні змінні та потік інформації для покращення зв'язків у системі «розумного міста».

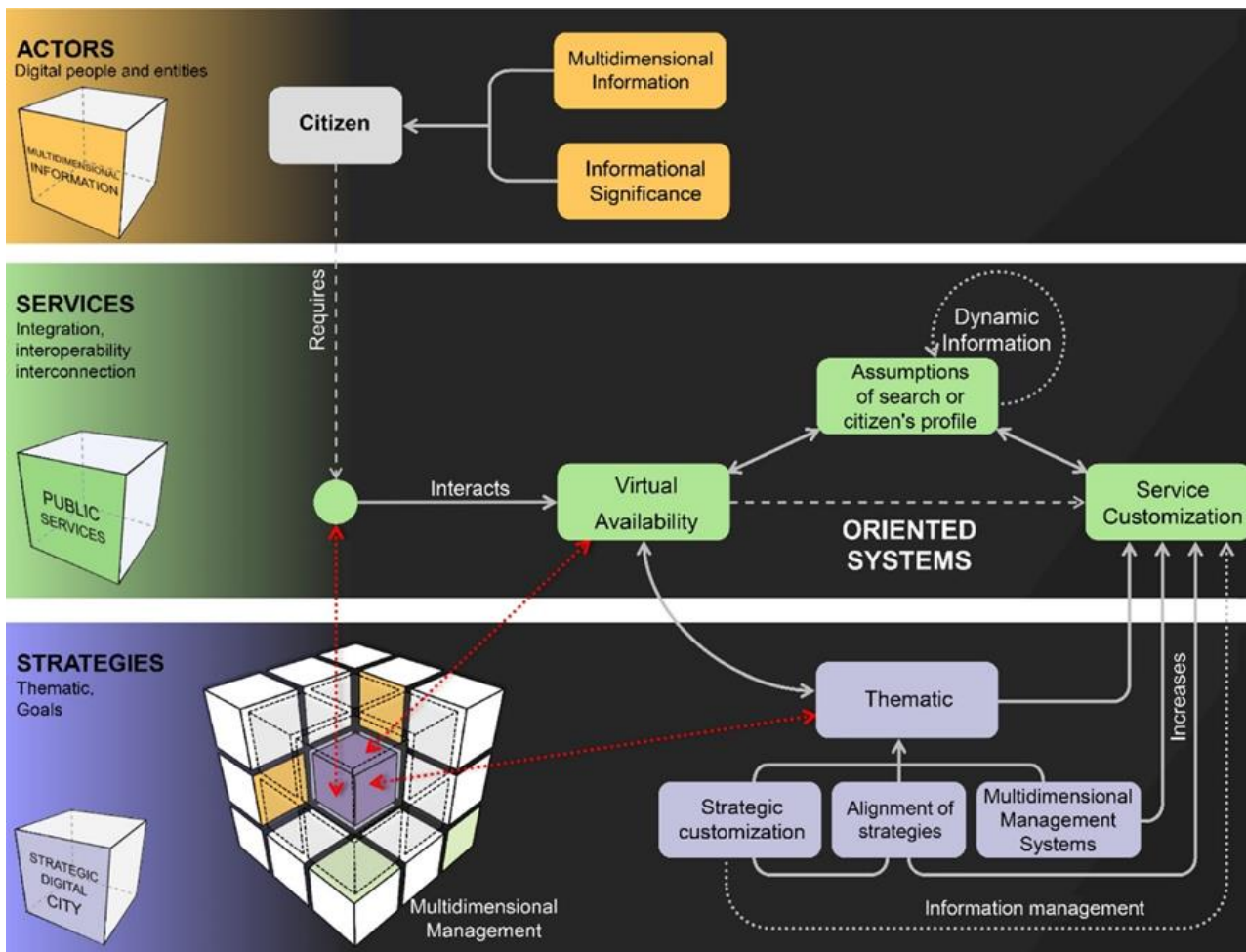


Рисунок 3.1 – Ієрархічний та динамічний інформаційний потік для цифрових «розумних міст» [2]

Модель, розроблена за допомогою цих конструкцій і сформульованих змінних, представляє просторову структуру, яка є характерною для багатовимірності «розумного міста». Змінні дослідження сприяють упорядкуванню інформації в контексті ІС міста. У цьому контексті дані з'єднують інформаційних менеджерів, перебуваючи на різних рівнях та ієрархічних рівнях, які утворюють складні багатовимірні системи управління містом. З іншого боку, налаштування даних у формі інформації виходить за межі звичайних бар'єрів та ієрархічних рівнів «розумних міст». Динамічний характер і змінений склад інформації пропонують різні значення для громадян, коли їх запитує ідентична ІС «розумного міста». Ці значення збігаються, щоб надати індивідуальну інформацію для кожного запиту. Багатовимірне перекриття куба (див. рисунок 3.2) було розроблено, щоб проходити через системи управління «розумним містом» відповідно до тем, пов'язаних з державною політикою.

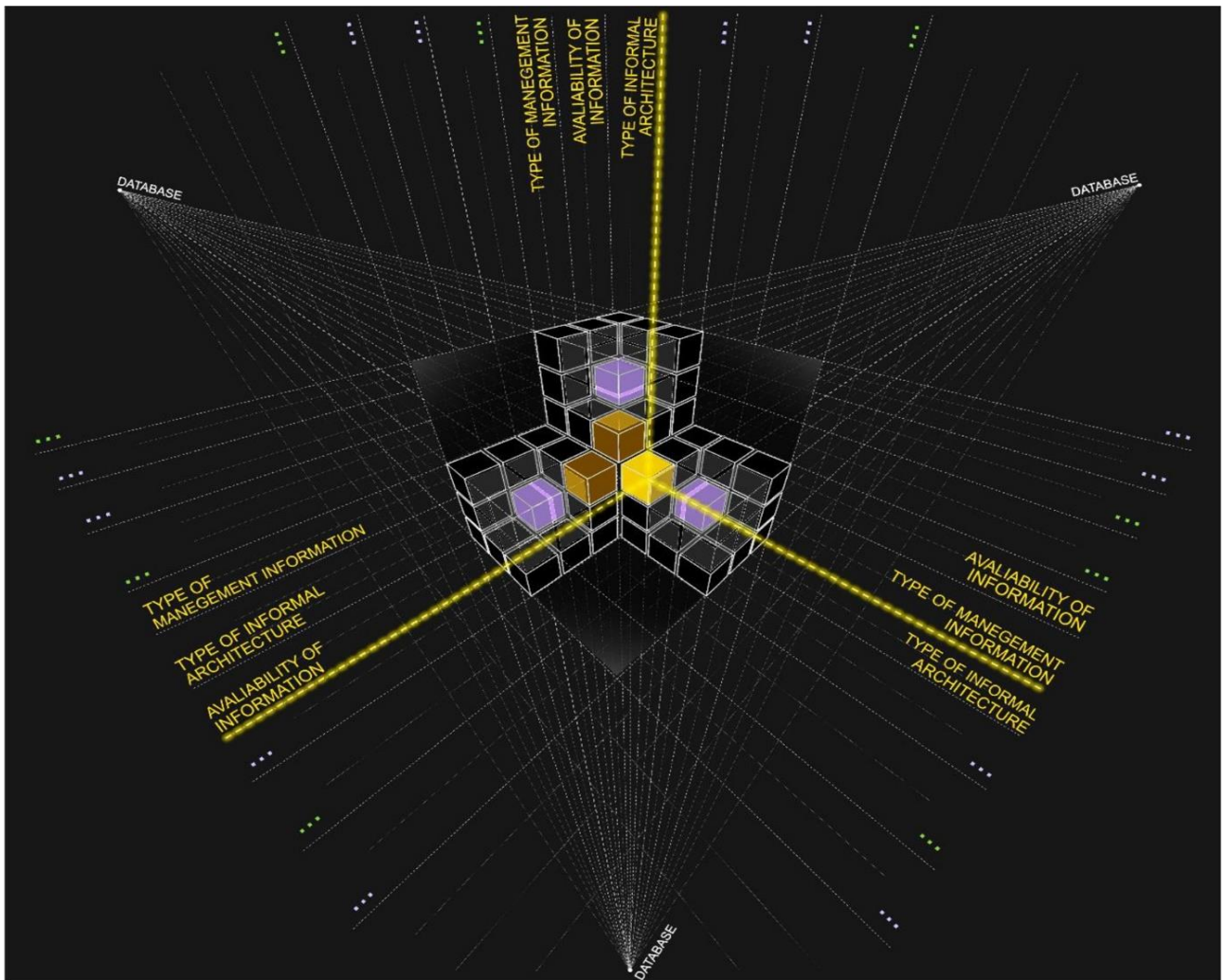


Рисунок 3.2 – Динамічний і багатовимірний характер інформації «розумного міста» [2]

Тим не менш, природний перебіг дослідження [2] просунувся до чіткої композиції, включаючи елементи дослідження, такі як конструкції та змінні. Відповідно до профілю користувача змінні багатовимірного інформаційного складу та їхні дані слідує налаштованим шляхам у системах управління на різних фонах. При інтеграції з ІС «розумного міста» ці стратегії створюють багатогранну систему, яка подає переваги користувача або потреби в системі управління.

3.2 Багатовимірний аналіз «розумного міста» на основі гіперкубів

Спочатку стратегічний інформаційний менеджмент, UIS і державна політика сходяться в одній спільній точці: багатовимірному інформаційному

менеджменті в «розумних» і стратегічних цифрових містах [2]. Ця конвергенція вказує на те, що елементи стратегічного управління відключені, і мається на увазі стратегічна сліпота, амплітуда перевищує мету дослідження.

Експерименти, пов'язані зі змінними інформаційної конструкції «розумного міста», зійшлися, таким чином підтвердивши розроблену тут структуру. Серед інших важливих моментів – конкретні системи управління даними на індивідуальній основі, стратегія, застосована в «розумних містах», які враховані у експерименті [2]. Ця стратегія зосереджена на забезпеченні систем надання інформації «розумних міст», які підключені до цифрових державних послуг. Інформація, виділена в експерименті [2], продемонструвала багатовимірний характер «розумних міст» та була невіддільна від її динамічної природи щодо структури доступності цифрової інформації. Традиційне двовимірне дослідження структури містить шари і він не відображає можливості контекстуалізації та динамічний характер інформації «розумних міст».

Для порівняння цифрові державні служби «розумних міст» демонстрували лінійність «розумних міст», пропонуючи послуги, пов'язані зі збором податків [2]. Окрім кількості послуг, досвід підкреслив їх зв'язок із муніципальною тематикою. Інформаційний потік відповідав інформаційній багатовимірності «розумних міст» один випуск індексує різні стратегії та державні послуги.

Що стосується громадських послуг «розумних міст», то міста продемонстрували відмінну поведінку та спрямованість [2]. Наприклад, м. Регіна зосередилася на послугах, спрямованих на «розумний» соціальний розвиток. А м. Ріо-де-Жанейро зосередилося на «розумних» послугах у сфері державного управління. В поєднанні з цифровою інформацією, наданою дослідженими містами, державні «розумні» служби відображали розриви або відключення на різних рівнях ІС «розумних міст», як показано на рисунку 3.3.

Навіть при відключенні від інформаційної доступності змінна архітектури підтримувала порядок ІС «розумних міст», зважаючи на її ієрархічний характер. Міста представили три або більше кодів у своїх архітектурах. Однак цей підхід не забезпечує можливості багатовимірних зв'язків «розумних міст», поведінка, виявлена в усіх проаналізованих містах.

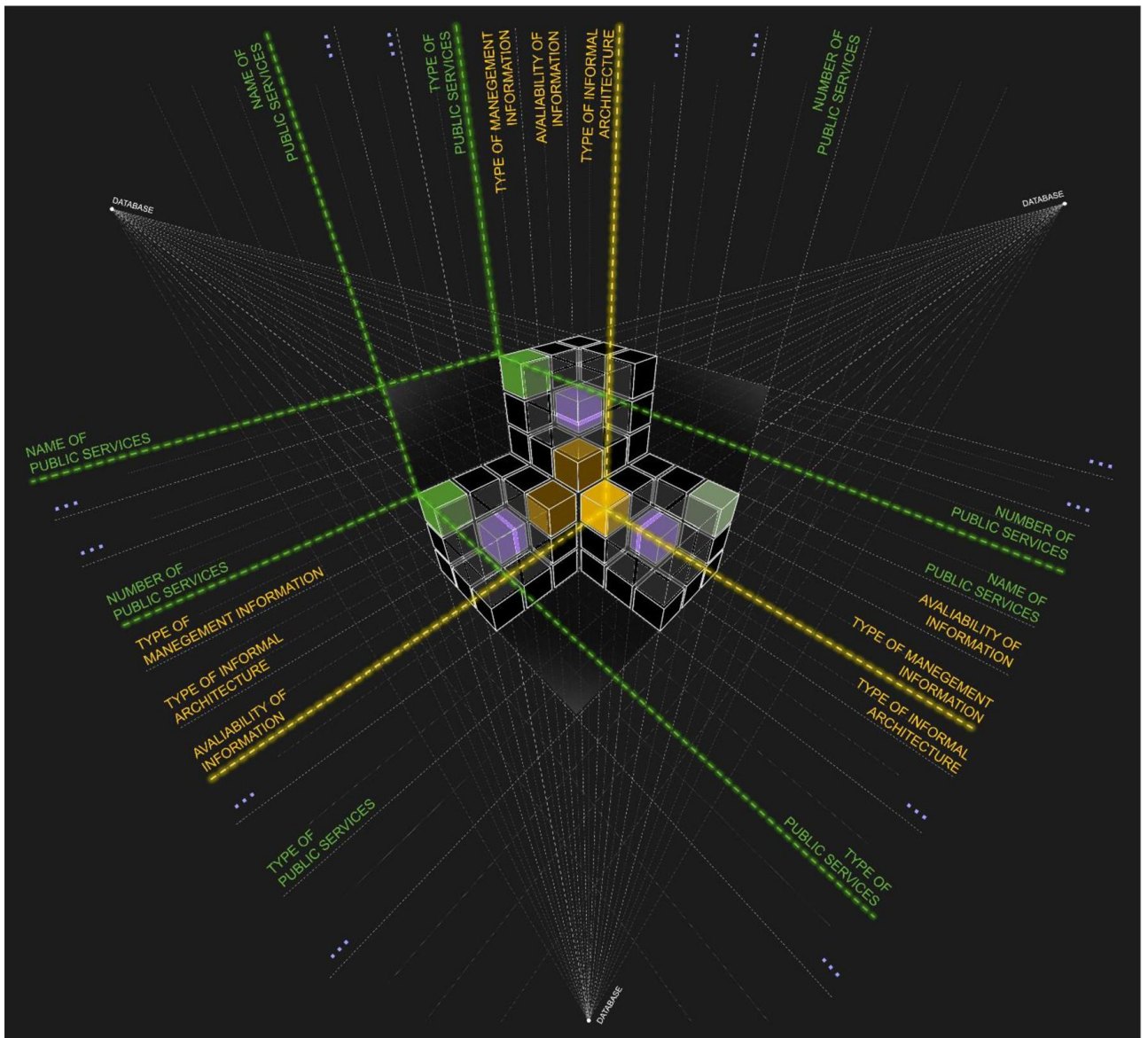


Рисунок 3.3 – Екстрапольоване розташування багатовимірної природи інформації «розумних міст» [2]

З огляду на комбінації змінних, тобто назви загальнодоступних послуг, доступності інформації та інформаційної архітектури «розумних міст», конформація тріади призвела до роз'єднання щодо принаймні однієї системної змінної. Ізоляція зеленого куба вказує на порушення між змінними громадських послуг і муніципальною спрямованістю «розумних міст». Цей аспект не призвів до персоналізованої інформації або до конкретних потреб громадян.

Попередньо державні служби були визначені та нанесені на карту на веб-сайтах міст, вказуючи двадцять дев'ять «розумних» державних послуг для міста Регіна та тридцять сім для Ріо-де-Жанейро, які розподілені за різними муніципальними темами [2]. Після оцінки згаданих «розумних» публічних

послуг і видалення дублікатів двадцять шість «розумних» послуг були доступні та відновлені для м. Регіна та двадцять чотири для м. Ріо-де-Жанейро. Однак змінна існування не стосується багатовимірних атрибутів SDC. І навпаки, різні сторінки одного сайту переглядалися, щоб отримати той самий варіант «розумної» послуги. Змінні були схрещені в усіх проаналізованих містах. Щоб отримати певну інформацію, від користувача вимагалася навігація веб-сайтом, що призвело до відключення від ІС.

SDC конструює через свої змінні демонстровані інформаційні зв'язки з пропонованими «розумними» державними послугами. Тим не менш, ці послуги були ідентифіковані в лінійних або двовимірних формах і шарах, розділених різними системами та відключених. ІС «розумних міст» продемонстрували двовимірну типізацію, а роз'єднані конструкції злилися в невідповідність і багатовимірний безлад.

Експерименти з конструктами SDC розглядали структуру чотирьох змінних, припущення стратегічної здатності до впорядкування в муніципальних темах і можливості просторового розташування між змінними конструкції та композиції моделей «розумних міст». У містах були виявлені часткові зв'язки між змінними та здатністю до впорядкування в різних муніципальних темах. Багатовимірність стала однією зі стратегій для цифрових «розумних міст», незважаючи на це, дослідження [2] виявило зриви та роз'єднання в одній або декількох змінних при їх перетині.

Досліджувані змінні продемонстрували інформаційні зв'язки з пропонованими «розумними» державними послугами, однак ці зв'язки залишалися лінійними та двонаправленими. Експерименти, що стосуються «розумних міст», показали двовимірну типізацію в їхніх міських ІС. Таким чином, між досліджуваними конструктами не виявлено елементів багатовимірного інформаційного зв'язку, що обмежує їхню здатність налаштовувати та дотримуватися стратегій цифрового міста.

Очікувана багатовимірною модель (див. рисунок 3.4) для стратегічних цифрових «розумних міст», чії конструкції та змінні призначені для зв'язку на різних рівнях, була розроблена шляхом прогнозування всіх узгоджень.

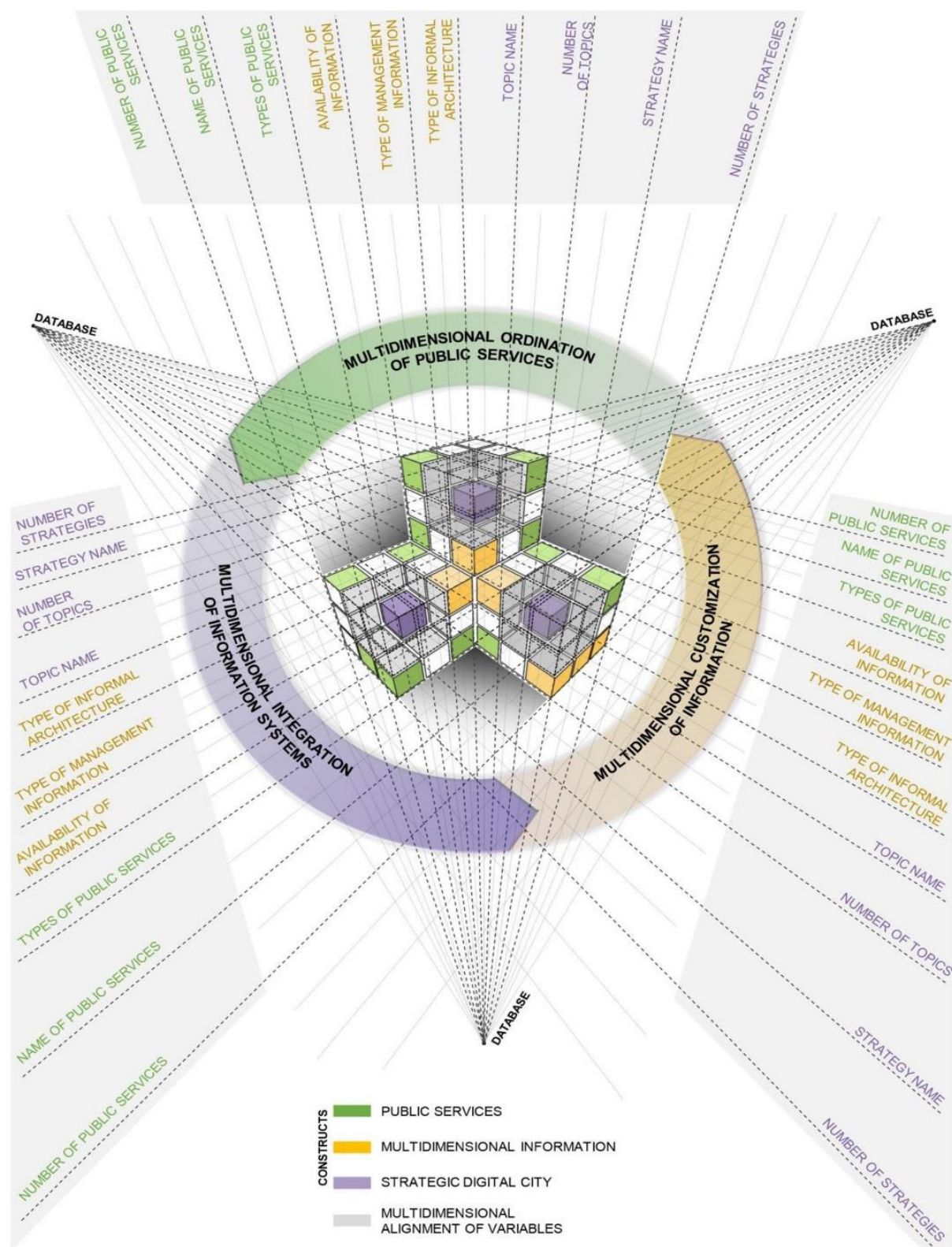


Рисунок 3.4 – Багатовимірна модель «розумних міст» [2], розроблена з різними рівнями IS змінних

Модель SDC «розумних міст» представляє спосіб, у який багатовимірність та інформація повинні бути пов'язані та вирівняні. Цей сценарій експерименту ілюструє потік вирівнювання та розташування змінних. Це полегшує стратегічну

багатовимірну настройку, так що належне підключення даних до контексту користувача дає змогу отримувати інформацію з різних систем.

3.3 Результати багатовимірного аналізу «розумного міста» на основі гіперкубів

Дослідження «розумних» і стратегічних цифрових міст [2] виявило критичну дискусію щодо багатовимірного характеру інформації, яка використовується в ІС міста, підкреслюючи стратегічні зв'язки «розумних» цифрових послуг.

Огляди літератури визначили управління інформацією «розумного міста» як важливу стратегію для зв'язку індивідуальних цифрових послуг і державної політики з громадянами. Дослідження [2] також розглядало корельовані моделі «розумних міст» з різних країн та зосереджено на інформаційних елементах цих складних систем.

Незалежно від досвіду «розумного міста» та зусиль з підключення ІКТ до муніципального управління, досліджені корельовані моделі «розумних міст» підтвердили односпрямоване використання інформації, відповіді якої залишаються бінарними та не можуть бути налаштовані відповідно до потреб громадян.

Дослідження багатовимірної інформаційної основи «розумних міст» [2] було проведено у містах у різних країнах. Міста були обрані зі стратегічних міркувань, оскільки вони були відомі тим, що використовують нові технології на благо своїх громадян і бізнесу. Проаналізовані міста продемонстрували істотне покращення з точки зору використання відкритої інформації та технологій.

Розроблена таким чином структура пов'язувала три конструкції та десять багатовимірних змінних, таким чином пов'язуючи концептуальні теорії з розробленою та застосованою моделлю «розумних міст» [2]. Актуальність розробленої моделі полягає в тому, що вона характеризує інформацію як багатовимірний елемент SDC через її здатність до просторового розташування, таким чином уникаючи технологічної сліпоти та покращуючи міське управління.

Однак міста продемонстрували часткову багатовимірність у контексті ІТ, а архітектурні обмеження були центральними моментами.

Незалежно від того, чи пов'язані досліджувані змінні «розумних міст» та конструкції, інформація тече лише у двох напрямках, тобто двовимірно. Визначені конструкції та змінні були проаналізовані, результати були частково пов'язані з іншими дослідженими ІС «розумних міст», таким чином посилюючи вимірність інформації.

Гіперкубічна структура підкреслила перспективи «розумних» цифрових послуг. Громадські цифрові послуги та міські стратегії об'єдналися в багатовимірну структуру. Ці фактори були налаштовані як один із внесків в «розумні міста». Динамічний потік даних від кожної змінної полегшив часткову інтеграцію ІС та налаштування загальнодоступних послуг, згаданих раніше. Досліджені змінні [2] були взаємопов'язані з точки зору їх розмірної структури, враховуючи різні веб-сайти та ІС «розумних міст», які були досліджені. Міста представили віртуальну інформацію, а інформаційне відображення вказує на різні рівні інформаційної архітектури ІС.

Тим не менш, процедура інфомапінгу виявила державні служби, дані яких не були проіндексовані в підрозділі сайту. Ця ідентифікація призвела до цифрового відключення або часткового підключення до «розумних» державних послуг. Індксація експериментальних змінних призвела до розривів між наявною інформацією та пропонованими державними послугами. Однак описи, визначені серед змінних, не збігалися в контексті багатовимірного інформаційного менеджменту, що поєднує різні ІС «розумних міст».

Конструкцію SDC було досліджено [2] та визнано одним із стратегічних елементів для цифровізації міст, враховуючи вирівнювання інформації та функціональність ієрархії.

Індксація публічних цифрових послуг та інформація на веб-сайтах «розумних міст» призвели до часткової багатовимірності в досліджуваних містах. Однак ці фактори посилили тактичний характер SDC, «розумних» державних послуг та інформації. Державні політики можуть динамічно взаємодіяти, пропонуючи таким чином інтелектуальну та персоналізовану

структуру. Крім того, така політика відповідає потребам громадян і покращує якість життя в конкретному технологічному контексті «розумного міста».

Багатовимірна інформаційна структура виявила нову стратегію державного управління. Інформація інтегрується як частина процесу, за допомогою якого державні політики з'єднують громадян із індивідуальними цифровими послугами.

Крім того, ця модель була відповіддю на наукові проблеми, пов'язані зі стратегічними цифровими містами щодо цифрової інформації, державних послуг та двовимірної структури «розумного міста», коли інформаційна архітектура відігравала важливу роль у полегшенні доступу та розвитку SDC, пов'язуючи державну політику з потребами громадян у покращенні гнучкий державний менеджмент.

Урбанізація нашої планети вимагає «розумної» та гнучкої інформаційної реакції з боку політиків та дослідницької спільноти. Дослідження [2] показує, що процвітаюче цифрове «розумне» місто потребує багатовимірного узгодження інформації, що поєднує державну політику, технології, цифрові послуги та громадян.

Таке успішне узгодження необхідне для підвищення гнучкості інформації та налаштування для покращення «розумних» цифрових послуг і державної політики. Багатовимірна інформація була ідентифікована та відображена для зв'язку різних ІС «розумних міст» та їх динамічних перебудов.

Багатовимірна інформаційна структура «розумних міст» створила нову архітектуру на основі ІС міста та державної політики. Оскільки багатовимірна інформація поєднує різні контексти та виміри ІС, вона набуває індивідуального значення відповідно до потреб громадян, таким чином створюючи персоналізовані «розумні» цифрові послуги для міста.

На відміну від «розумних міст», концепція стратегічного цифрового міста (SDC) використовує ІКТ для покращення зв'язків між міським плануванням, службами та громадянами за допомогою комплексної гнучкості інформації.

Розроблена таким чином нова структура [2] перевищила можливості традиційного використання інформації, запити якої є односпрямованими та

обмежені відповідями сховища даних кожного міста. Крім того, ця структура має можливість систематизації та налаштування даних, надаючи різні значення різним користувачам і полегшуючи індивідуальне використання інформації.

З академічної точки зору розроблена таким чином структура підкреслює природу багатовимірної інформації «розумних міст» та допомагає запобігти стратегічній сліпоті, тим самим покращуючи ефективність міського управління та сприяючи демократизації інформації. Представлена багатовимірна структура «розумних міст» показує інформацію в її динамічному контексті, включаючи налаштування та багатовимірний зв'язок із різними рівнями міської інформаційної системи.

Крім того, легкий доступ до публічної інформації міста та індивідуальних послуг покращує взаємозв'язок між потребами громадян і міською політикою, цілі якої зосереджені на встановленні гнучких відносин, зосереджених на індивідуальних та значимих цифрових послугах.

Державне управління «розумних міст» вимагає розуміння та впровадження рішень, узгоджених із потенціалом багатовимірної інформаційної структури. Дослідження [2] представило модель «розумних міст», згідно з якою така інформація може бути узгоджена для налаштування, незалежно від рівня інформаційного забезпечення окремого «розумного міста», який використовується для її отримання, тим самим запобігаючи технологічній сліпоті.

Таким чином, поняття стратегічного цифрового міста (SDC) виходить за рамки концепції «розумного міста», використовуючи інформаційні та комунікаційні технології як інструмент для ефективної співпраці в контексті міського управління з метою розширення публічного простору, зміцнення цифрового міста, поширення доступу до інформації для задоволення потреб міст і громадян, тим самим багатовимірно пов'язуючи міську інформацію з «розумними» цифровими послугами.

3.4 Висновок до третього розділу

В третьому розділі кваліфікаційної роботи описано багатовимірні конструкції гіперкубів «розумного міста». Подано багатовимірний аналіз «розумного міста» на основі гіперкубів. Висвітлено результати багатовимірного аналізу «розумного міста» на основі гіперкубів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Інженерно-психологічні принципи професійного добору

Професійний відбір – це процес вибору з групи кандидатів до професії осіб, від яких можна чекати найефективнішого виконання потрібного обсягу робіт [36]. Він полягає у ретельному порівнянні суті діяльності та структури особи кандидата.

До операторів, які обслуговують складні сучасні технічні системи, ставляться спеціальні вимоги, специфічні для кожної конкретної галузі техніки. Ці вимоги стосуються, зокрема, таких характеристик:

- Здібності до розумової праці: оператори повинні мати високий рівень інтелекту, добре розвинені аналітичні здібності, увагу, пам'ять, здатність до швидкого прийняття рішень.

- Психологічні якості: оператори повинні бути врівноваженими, стресостійкими, здатними до концентрації уваги, мати гарні комунікативні навички.

- Фізичні якості: оператори повинні мати хороше здоров'я, фізичну витривалість, координацію рухів.

Важливою особливістю операторів є те, що оптимальне опрацювання інформації, яка надходить до них, відбувається у тому випадку, коли вона за обсягом узгоджена з їх можливостями прийняття та не є занадто великою і занадто малою. При великому навантаженні оператори не встигають виконувати задані функції, але коли навантаження дуже зменшується, то оператори втрачають активність.

Професійний відбір операторів дає змогу відібрати найбільш підготовлених і здатних осіб, які зможуть успішно виконувати свої обов'язки.

У наш час розроблені основи комплексного інженерно-психологічного підходу до професійного добору операторів. Цей підхід передбачає комплексну оцінку кандидата на посаду оператора з урахуванням його психологічних, фізіологічних та інших індивідуальних характеристик.

Існує декілька методів професійного добору операторів [37]:

– Стихійний відбір – це найпростіший метод, який полягає в тому, що кандидати на посаду оператора призначаються з групи претендентів без врахування його індивідуальних здібностей. Цей метод є неефективним, оскільки не дає змогу відібрати найбільш підготовлених і здатних осіб.

– Медичний відбір – це метод, який передбачає оцінку стану здоров'я кандидата на посаду оператора. Цей метод є необхідним, але не достатнім для професійного добору операторів.

– Конкурсний відбір – це метод, який передбачає оцінку індивідуальних здібностей кандидата на посаду оператора шляхом проведення іспитів або конкурсу документів. Цей метод є більш ефективним, ніж стихійний відбір, але він не дає змогу в повній мірі оцінити психологічні характеристики кандидата.

– Інженерно-психологічний відбір – це метод, який передбачає комплексну оцінку кандидата на посаду оператора з урахуванням його психологічних, фізіологічних та інших індивідуальних характеристик. Цей метод є найбільш ефективним, оскільки дає змогу відібрати найбільш підготовлених і здатних осіб, які зможуть успішно виконувати свої обов'язки.

Під час інженерно-психологічного відбору оцінюються такі психологічні якості кандидата на посаду оператора:

– Здібності до розумової праці: інтелект, аналітичні здібності, увагу, пам'ять, здатність до швидкого прийняття рішень.

– Психологічні якості: врівноваженість, стресостійкість, здатність до концентрації уваги, комунікативні навички.

– Фізичні якості: здоров'я, фізична витривалість, координація рухів.

Інженерно-психологічний відбір здійснюється за допомогою таких методів:

– Психологічні тести: тести інтелекту, аналітичних здібностей, пам'яті, уваги, стресостійкості тощо.

– Психологічні співбесіди: співбесіди з психологом, спрямовані на оцінку психологічних якостей кандидата.

– Медичні обстеження: обстеження, спрямовані на оцінку стану здоров'я кандидата.

Інженерно-психологічний відбір є необхідним для забезпечення ефективної роботи операторів, які обслуговують складні сучасні технічні системи.

Інженерно-психологічний метод професійного добору є найбільш ефективним, оскільки дає змогу відібрати найбільш підготовлених і здатних осіб, які зможуть успішно виконувати свої обов'язки.

В основі інженерно-психологічного методу лежать два основних принципи:

– Активність добору – це не лише факт відбору кандидатів на посади операторів, а й удосконалення методів навчання, а також органів керування.

– Етапність добору – це послідовність проведення цієї роботи.

Активність добору передбачає такі напрямки:

– Максимальне пристосування органів керування та робочого місця оператора до функціональних характеристик людини.

– Раціональна автоматизація керування.

– Розробка алгоритмічних систем навчання.

– Оптимізація режимів тренувань.

Етапність добору передбачає такі етапи:

– Перший етап – відбір за висновками медичних комісій. Його основне завдання полягає в тому, щоб виключити осіб, які за станом здоров'я не можуть виконувати ті чи інші функціональні обов'язки оператора.

– Другий етап – оцінка індивідуальних здібностей кандидата на посаду оператора. Цей етап передбачає використання психологічних тестів (тести інтелекту, аналітичних здібностей, пам'яті, уваги, стресостійкості тощо), психологічних співбесід (співбесіди з психологом, спрямовані на оцінку психологічних якостей кандидата), медичного обстеження (обстеження, спрямовані на оцінку стану здоров'я кандидата).

– Третій етап – практичний відбір. Цей етап передбачає перевірку кандидатів на посаду оператора в реальних умовах роботи.

Інженерно-психологічний метод професійного добору є необхідним для забезпечення ефективної роботи операторів, які обслуговують складні сучасні технічні системи.

Професійна сумісність – це відповідність професійних якостей індивідів вимогам професії та умовам праці. Вона передбачає, що на підготовку працівників до виконання певної роботи потрібно однакове або близьке за часом і витратами ресурсів.

Психологічна сумісність – це відповідність особистісних характеристик індивідів вимогам колективу та умовам праці. Вона передбачає встановлення між працівниками стосунків, заснованих на взаємодопомозі, увазі один до одного та інших позитивних якостях.

Добра психологічна сумісність досягається, як правило, в тому випадку, коли рівень психомоторної та розумової діяльності у працівників достатньо великий і рівнозначний. Це дає змогу їм успішно взаємодіяти один з одним, ефективно виконувати спільні завдання та досягати поставлених цілей.

4.2 Основні принципи і способи забезпечення життєдіяльності

Кваліфікаційна робота освітнього рівня «магістр» присв'ячена дослідженню багатовимірного аналізу даних щодо цифровізації «розумних міст». Тому актуальним питанням розділу «Безпека в надзвичайних ситуаціях» є дослідження основні принципів і способів забезпечення життєдіяльності.

Можна виділити ряд важливих проблем, які постійно перебувають у полі зору людства для забезпечення нормальних умов життя і праці. До них належать [39]:

- Забезпечення безпечного середовища для життя і праці. Це означає захист від природних і техногенних катастроф, а також від шкідливих впливів на здоров'я.

- Забезпечення доступу до якісних продуктів харчування, води та енергії. Це є основою для здоров'я і самопочуття людини.

– Забезпечення освіти та доступу до медичних послуг. Це є необхідними умовами для розвитку особистості та суспільства.

– Забезпечення соціальної справедливості та рівних можливостей для всіх людей. Це є запорукою стабільного і мирного суспільства.

Ці проблеми є складними і багатограними. Вони вимагають комплексного підходу та спільних зусиль усього людства. Зокрема:

1. Дотримання параметрів середовища перебування людини в необхідних для життєдіяльності межах є однією із складних проблем, які стоять перед світовим співтовариством. Ця проблема пов'язана з тим, що трудова діяльність людей з року в рік активізується і ускладнюється. Це призводить до введення новіших знарядь праці та технологій, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище.

Як наслідок загострюється проблема технологічної безпеки та збільшується навантаження на навколишнє середовище. Це може призвести до виснаження природних ресурсів, незворотних забруднень і зміни безпечних параметрів середовища.

Ці зміни створюють реальні умови для виникнення різного роду небезпек, таких як техногенні катастрофи, природні катаклізми та екологічні кризи.

Щоб захистити населення від цих небезпек, кожна держава повинна мати професійно придатні структури і системи захисту.

Головна мета таких систем - захист населення та зниження рівня ризику при виникненні небезпек шляхом запобігання, реагування і ліквідації їх наслідків.

2. Забезпечення населення всіма видами енергоресурсів є важливою умовою для забезпечення безпеки будь-якої країни світу. Енергетична криза, що існує на даний час, суттєво впливає на життєдіяльність людей.

3. Забезпечення населення всіма необхідними параметрами і нормами матеріального середовища життя є важливою умовою для його нормального існування. Гострою проблемою для багатьох людей у різних країнах є недостатня кількість житла, комунального транспорту, суспільних закладів, спортивних комплексів, медичних закладів та інших елементів системи життєзабезпечення.

4. Забезпечення продуктами харчування є важливою умовою для життєдіяльності людини. Із збільшенням чисельності населення ця проблема стає особливо гострою. Якщо людство не розробить нові технології вирощування продуктів харчування і своєчасно не адаптується до них, може виникнути небезпечна ситуація.

5. Наявність і раціональне використання питної (прісної) води є важливою умовою для життєдіяльності людини. Забруднення прісної води може призвести до її непридатності для використання для потреб населення. Тому важливо очищати воду, боротися з промисловим і побутовим забрудненням, виснаженням водою.

6. Ліквідація, переробка або використання відходів виробництва є важливою проблемою, оскільки відходи виробництва можуть бути небезпечними для навколишнього середовища і здоров'я людини. Особливо небезпечними є відходи атомних, хімічних, біологічних виробництв, кількість яких щорічно зростає.

Основні проблеми життєдіяльності людини зводяться до комплексу заходів щодо захисту, раціонального використання природних ресурсів і відновлення природи. Це включає збереження та відновлення живої природи, а також неживої природи.

Розглянемо ключові принципи забезпечення життєдіяльності [39]:

1. Безперервне забезпечення фізіологічних процесів організму людини залежить від таких факторів, як повітря, питна вода, продукти харчування, тепло, світло, житло, одяг, взуття.

2. Життєдіяльність людини залежить від взаємозв'язку і взаємозалежності з навколишнім середовищем. Цей взаємозв'язок проявляється в тому, що людина споживає ресурси навколишнього середовища, а також впливає на нього своїми діяльністю.

Життєдіяльність людини впливає на навколишнє середовище, змінюючи і регулюючи споживання, виснажуючи енергоресурси та корисні копалини, змінюючи клімат, рослинний і тваринний світ, забруднюючи навколишнє середовище.

Унаслідок того, що науково-технічний прогрес ще не досяг такого рівня, щоб усі технологічні процеси були безпечними, безвідходними та безаварійними, не виключається вірогідність виникнення техногенних і технологічних криз.

3. Раціональна організація праці передбачає ефективне використання робочого часу, трудових ресурсів, засобів виробництва та інших ресурсів. Вона включає управління, цілі і завдання, засоби праці, виробничу діяльність і результати праці. Порушення норм праці, технологічних процесів, фізичне зношення засобів виробництва, нанесення моральної шкоди можуть призвести до аварійних ситуацій.

4. Принцип матеріального заохочення при організації життєдіяльності передбачає, що рівень матеріального забезпечення працівника безпосередньо залежить від його продуктивності праці:

- людським фактором (способом матеріального заохочення);
- працездатністю виробничого персоналу;
- ступенем підготовленості до праці (професійним, фізіологічним, психологічним).

4.3 Висновок до четвертого розділу

В четвертому розділі кваліфікаційної роботи описано інженерно-психологічні принципи професійного добору. Подано основні принципи і способи забезпечення життєдіяльності.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена багатовимірному аналізу даних щодо цифровізації «розумних міст».

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр»:

- Описано концепти «розумного міста» та «сталого міста».
- Проведено концептуалізацію цифрових потреб «розумних міст».
- Розглянуто інформаційні системи «розумних міст».
- Описано «розумне» та стратегічне цифрове місто.
- Висвітлено методологію дослідження цифровізації «розумних міст».

В другому розділі кваліфікаційної роботи:

- Досліджено методи багатовимірного аналізу «розумних міст».
- Висвітлено результати багатовимірного аналізу «розумних міст».
- Описано результати багатовимірного аналізу «розумних міст».

В третьому розділі кваліфікаційної роботи:

- Описано багатовимірні конструкції гіперкубів «розумного міста».
- Подано багатовимірний аналіз «розумного міста» на основі гіперкубів.
- Висвітлено результати багатовимірного аналізу «розумного міста» на

основі гіперкубів.

У розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проаналізовано описано інженерно-психологічні принципи професійного добору. Подано основні принципи і способи забезпечення життєдіяльності.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

- 1 Ibănescu, B.-C.; Bănică, A.; Eva, M.; Cehan, A. The Puzzling Concept of «розумне місто» in Central and Eastern Europe: A Literature Review Designed for Policy Development. *Transylv. Rev. Adm. Sci.* 2020, 16, 70–87.
- 2 Teixeira, Alex V., and Denis Alcides Rezende. "A Multidimensional Information Management Framework for Strategic Digital Cities: A Comparative Analysis of Canada and Brazil." *Global Journal of Flexible Systems Management* 24.1 (2023): 107-121.
- 3 Manville, C.; Cochrane, G.; Cave, J.; Millard, J.; Pederson, J.K.; Thaarup, R.K.; Liebe, A.; Wissner, M.; Massink, R.; Kotterink, B. Mapping Smart Cities in the EU; European Parliament. 2014. Available online: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET\(2014\)507480_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf).
- 4 Lewandowska, A.; Chodkowska-Miszczuk, J.; Rogatka, K.; Starczewski, T. Smart Energy in a Smart City: Utopia or Reality? Evidence from Poland. *Energies* 2020, 13, 5795
- 5 Bednarska-Olejniczak, D.; Olejniczak, J.; Svobodová, L. Towards a Smart and Sustainable City with the Involvement of Public Participation—The Case of Wrocław. *Sustainability* 2019, 11, 332.
- 6 Sobczak, A.; Ziora, L. The Use of Robotic Process Automation (RPA) as an Element of Smart City Implementation: A Case Study of Electricity Billing Document Management at Bydgoszcz City Hall. *Energies* 2021, 14, 5191.
- 7 Humlerova, V.; Partlova, P. Sustainable Development of Municipalities and Smart Cities Concept in the Czech Republic. Varazdin: Varazdin Development and Entrepreneurship Agency (VADEA). Available online: <https://www.proquest.com/conferencepapers-proceedings/sustainable-development-municipalities-smart/docview/2131157670/se-2?accountid=14884>.
- 8 Du, M.; Zhang, X.; Mora, L. Strategic Planning for Smart City Development: Assessing Spatial Inequalities in the Basic Service Provision of Metropolitan Cities. *J. Urban Technol.* 2020, 28, 115–134.

- 9 Shin, S.-Y.; Kim, D.; Chun, S. Digital Divide in Advanced Smart City Innovations. *Sustainability* 2021, 13, 4076.
- 10 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.
- 11 Khan, M.S.; Woo, M.; Nam, K.; Chathoth, P.K. Smart City and Smart Tourism: A Case of Dubai. *Sustainability* 2017, 9, 2279.
- 12 Kunanets N. et al. (2021) Designing the Repository of Documentary Cultural Heritage. In: Shakhovska N., Medykovsky 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.
- 13 Antwi-Afari, P., Owusu-Manu, D., Thomas Ng, S., & Asumadu, G. (2021). Modeling the smartness or smart development levels of developing countries' cities. *Journal of Urban Management*, 10(4), 369–381.
- 14 Engin, Z., van Dijk, J., Lan, T., Longley, P. A., Treleaven, P., Batty, M., & Penn, A. (2020). Data-driven urban management: Mapping the landscape. *Journal of Urban Management*, 9(2), 140–150.
- 15 Duda, O., Pasichnyk, V., Kunanets, N., Antonii, R., Matsiuk, O. Multidimensional Representation of COVID-19 Data Using OLAP Information Technology. *International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies*, 2020, 2, pp. 277–280, 9321889.
- 16 Chakraborty, A., Wilson, B., Sarraf, S., & Jana, A. (2015). Open data for informal settlements: Toward a user's guide for urban managers and planners. *Journal of Urban Management*, 4(2), 74–91.
- 17 Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). What are the differences between sustainable and smart cities? *Cities*, 60, 234–245.
- 18 Janusz, Marcin, and Marcin Kowalczyk. "How Smart Are V4 Cities? Evidence from the Multidimensional Analysis." *Sustainability* 14.16 (2022): 10313.
- 19 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.

20 Zeliás', A. Taksonomiczna Analiza Przestrzennego Zróznicowania Poziomu' Zycia w Polsce w Ujęciu Dynamicznym' ; Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej: Kraków, Poland, 2006.

21 Malina, A. Wielowymiarowa Analiza Przestrzennego Zróznicowania Struktury Gospodarki Polski Według Wojew' ództw; Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej: Kraków, Poland, 2004.

22 Nardo, M.; Saisana, M.; Saltelli, A.; Tarantola, S.; Hoffman, A.; Giovanni, E. Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide; OECD Statistics Working Papers; OCED: Paris, France, 2005; Volume 3, pp. 1–109.

23 Hellwig, Z. Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr. (Procedure of evaluating high level manpower data and typology of countries by means of the taxonomic method). Przegląd Stat. 1968, 4, 302–327.

24 Stanisław, A. Przystępny Kurs Statystyki z Zastosowaniem pakietu Statistica PL na Przykładach z Medycyny; Analizy wielowymiarowe: Kraków, Poland, 2007.

25 Berbeka, J. Poziom Zycia Ludnos'ci a Wzrost Gospodarczy w Krajach Unii Europejskiej' ; Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej: Kraków, Poland, 2006.

26 Guedes, A.L.A.; Alvarenga, J.C.; Goulart, M.D.S.S.; Rodriguez, M.V.R.Y.; Soares, C.A.P. Smart Cities: The Main Drivers for Increasing the Intelligence of Cities. Sustainability 2018, 10, 3121.

27 Hajduk, S. Using multivariate statistical methods to assess the urban smartness on the example of selected European cities. PLoS ONE 2020, 15, e0240260.

28 Smart Cities. Ranking of European Medium-Sized Cities; Final Report; Centre for Regional of Regional Science: Vienna, Austria, 2014.

29 Polednikova, E. Regional classification: The case of Visegrad Four. ER-CEREI 2014, 17, 25–38.

30 Smart Prague Koceptce Smart Prague do Roku 2030. Available online: https://www.smartprague.eu/files/koncepcje_smartprague.pdf/.

31 Varró, K.; Szalai, A. Discourses and practices of the smart city in Central Eastern Europe: Insights from Hungary's big cities. Urban Res. Pr. 2021, 94, 1–25.

32 Janůrová, M.; Chaloupková, M. Obstacles in Implementations of the Smart City Strategies in the Czech Republic. In *Smart Governments Regions and Cities*; Drezgic', S., Žikovic', S., Tomljanovic', M., Eds.; University of Rijeka: Rijeka, Croatia, 2020; pp. 93–105.

33 Bachtler, J.; McMaster, I. EU Cohesion Policy and the Role of the Regions: Investigating the Influence of Structural Funds in the New Member States. *Environ. Plan. C Gov. Policy* 2008, 26, 398–427.

34 Gorzelany, J.; Krakowie, U.R.W.; Lorek, S. Is Kraków a smart city yet? Analysis of the effectiveness of implementing the smart city concept in Kraków. *Geomat. Landmanagement Landsc.* 2018, 4, 17–27.

35 Duda O., Matsiuk O., Kunanets N., Pasichnyk V., Rzhеuskyi A., Bilak Y., Formation of Hypercubes Based on Data Obtained from Systems of IoT Devices of Urban Resource Networks, *International Journal of Sensors, Wireless Communications and Control* (2020) 10: 1. ISSN 2210-3287.

36 Калениченко, Р., А. Коханець, and М. Берташ. "Професійний відбір та професійний добір у профорієнтаційній роботі." *Вісник Національного університету оборони України* (2022): 47-57.

37 Ударцева, Т. Є. "Доцільність проведення професійного добору операторів керування безпілотними літальними апаратами." *Системи озброєння і військова техніка* 1 (2016): 186-189.

38 Проблеми життєдіяльності. URL: https://pidru4niki.com/11800912/bzhd/problemi_zhittyediyalnosti.

39 Основні принципи забезпечення безпечної життєдіяльності. URL: https://studopedia.com.ua/1_58559_osnovni-printsipi-zabezpechennya-bezpechnoi-zhittiediyalnosti.html.

ДОДАТКИ

Тези конференції

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

МАТЕРІАЛИ

XI НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



13-14 грудня 2023 року

ТЕРНОПІЛЬ
2023

УДК 004.9

Дячук К.Г., Нападій В.Р., Каплун М.О.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

«РОЗУМНІ МІСТА» ТА СТАЛІЙ РОЗВИТОК

Diachuk K.H., Napadii V.R., Kaplun M.O.

SMART CITIES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Хоча термін «розумне місто» має широке тлумачення, він часто використовується як синонім інших термінів, зокрема, «інтелектуальне місто», «електронне місто» або «цифрове місто», що стосуються різних аспектів функціонування міського простору та середовища [1]. Визначення «розумного міста» є одним із найширших і включає: конкурентоздатну економіку, «розумні» транспортні мережі, сталий розвиток, високоякісний соціальний капітал, високу якість життя, «розумне» державне управління. Таким чином, «розумне місто» – це місто, яке використовує інформаційні та комунікаційні технології для підвищення своєї ефективності та якості життя своїх мешканців.

Один з ключових напрямків розвитку сучасних міст – забезпечення сталого розвитку та використання ресурсів. Стале використання ресурсів означає, що природні ресурси повинні використовуватись так, щоб вони були доступні для майбутніх поколінь. Доцільно використовувати більше відновлюваних джерел енергії, а саме сонячну та вітрову енергію. Ці процеси супроводжуються впровадженням муніципальних систем управління мережами, що допомагають оптимізувати витрати та зменшити негативні екологічні наслідки [2]. Стале місто – це місто, яке задовольняє потреби своїх мешканців, не завдаючи шкоди навколишньому середовищу та не порушуючи права майбутніх поколінь. Для цього місто має докласти зусиль для обмеження негативних зовнішніх ефектів, а саме забруднення навколишнього середовища, викиди смогу та шум. Місто також має забезпечувати доступ до рекреаційного простору для всіх мешканців.

Реалізація стратегії «розумне місто» має ряд переваг, як для міста, так і для його мешканців. Однією з основних переваг є зменшення державного контролю. «Розумні» послуги, що надаються громадянам, дозволяють їм самостійно вирішувати багато питань, що раніше були сферою відповідальності держави. Це, в свою чергу, сприяє розвитку субсидіарності, коли відповідальність за вирішення проблем делегується найближчому рівню управління. Ще одна перевага «розумних міст» – доступ до цифрової інформації. Це дозволяє мешканцям міста отримувати інформацію про різні аспекти міського життя та брати участь в управлінні містом. Це сприяє інтелектуальному та соціальному розвитку мешканців. Водночас «розумне місто» є інноваційним центром. «Розумні» послуги та застосунки, які впроваджуються в місті, стимулюють розвиток нових технологій. Це сприяє економічному розвитку міст та підвищує його конкурентоспроможність загалом. «Розумні» інформаційно-технологічні рішення покращують якість життя мешканців міст.

Література

1. Esposito, G.; Clement, J.; Mora, L.; Crutzen, N. One size does not fit all: Framing smart city policy narratives within regional socio-economic contexts in Brussels and Wallonia. *Cities* 2021, 118, 103329.

2. Zachová, M.; Horak, T. Smart Cities and Quality of Life perception in the Czech Republic. In *Proceedings of the Conference: 2020 Smart City Symposium Prague, (SCSP), Prague, Czech Republic, 25 June 2020.*

УДК 004.9

Дячук К.Г., Нападій В.Р., Каплун М.О.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ МІСТ

Diachuk K.H., Napadii V.R., Kaplun M.O.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR DIGITALIZATION OF CITIES

На даний час інформаційні технології (ІТ) розвиваються з неймовірною швидкістю. Ці технології впливають на всі сфери нашого життя, в тому числі і на розвиток міст. Цифрове місто – це місто, яке використовує ІТ для підвищення ефективності та якості життя своїх мешканців [1]. Цифрові міста використовують ІТ для вирішення широкого переліку задач в різних галузях, зокрема, транспорту, охорони навколишнього середовища, безпеки, охорони здоров'я та освіти. Розвиток ІТ сприяє розвитку цифрових міст. ІТ дають змогу містам збирати та обробляти великі обсяги даних, які можна використовувати для прийняття рішень. ІТ також дають містам можливість ефективніше взаємодіяти з мешканцями та бізнесом. Інформаційні технології допомагають містам стати динамічнішими. Це відбувається завдяки отриманню цінної інформації з даних, яка може використовуватися для прийняття рішень, що сприяють довгостроковій стійкості та якості життя міських жителів [2]. Попит на цифрові публічні послуги спричиняє здатність ІТ-ресурсів інтегрувати, обробляти та аналізувати міські дані. Цей процес вимагає стратегічного розвитку цифрових міст. Один із способів забезпечення динамічного розвитку цифрових міст – це розроблення багатовимірних інтелектуальних систем управління інформацією. Такі системи можуть взаємодіяти з технологічними потребами громадян і сприяти взаємодії між «розумними» жителями, «розумними» локаціями та «розумними містами».

Мережі даних та поширення інформації ускладнюються та стають багатовимірними. Це відбувається завдяки розвитку Інтернету, інформаційних та комунікаційних та технологій, що дозволяють збирати та обробляти великі обсяги даних. Ці мережі впливають на міста, організації та громадян у різних сферах людської діяльності. Вони можуть використовуватися для супроводу процесів прийняття рішень, управління містами, надання послуг та взаємодії з мешканцями. Багатовимірність комунікаційних та інформаційних мереж даних означає, що вони не обмежуються внутрішнім середовищем систем управління. Водночас вони використовують інтегровані у зовнішнє середовище кіберфізичні системи та взаємодіють з ним. Інформаційна дисперсія міст означає, що дані та інформація розподілені по різних системах та рівнях прийняття рішень. Інтеграція цієї інформації в єдину модель інформаційних потоків є важливим завданням розробки інформаційних платформ та систем міського управління. Доступність і гнучкість систем міського інформаційного управління базується на конкретних інформаційних та комунікаційних технологіях, їх узгодженості з муніципальною політикою. Тому ці задачі є актуальним напрямком сучасних досліджень.

Література

1. Lam, P. T., & Yang, W. (2020). Factors influencing the consideration of Public-Private Partnerships (PPP) for smart city projects: Evidence from Hong Kong. *Cities*, 99.
2. Arvidsson, V., Holmström, J., & Lyytinen, K. (2014). Information systems use as strategy practice: A multidimensional view of strategic information system implementation and use. *The Journal of Strategic Information Systems*, 23(1), 45–61.

Л.П. Дмитроца, С.В. Дацук ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ПРОТИДІІ ДЕЗІНФОРМАЦІЇ У FACEBOOK L.P. Dmytrotsa Ph.D, S.V. Datsyk APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS TO DETECT AND COUNTERACT DISINFORMATION ON FACEBOOK	37
Дерев'янюк В.С., Скалецький П.О., Кунанець Н.Е. СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В РОЗУМНИХ БУДІВЛЯХ Derevianko V.S., Skaletskyi P.O., Kunanets N.E. OBSERVATION AND SIMULATION OF HEAT SUPPLY PROCESSES IN SMART BUILDINGS	39
Д.О. Дисевич, В. І. Козак, А. Д. Головко, С. Т. Гавриць ХМАРНА ІНФРАСТРУКТУРА ДЛЯ СИСТЕМИ ПЛАТІЖНИХ ШЛЮЗІВ D. O. Dysevuch, V. I. Kozak, A. D. Holovko, S. T. Havryts CLOUD INFRASTRUCTURE FOR THE SYSTEM OF PAYMENT GATEWAYS	41
Марта Дубик ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ВЕЛИКИХ ДАНИХ НА ОСНОВІ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ МОДЕЛЕЙ Marta Dubyk IMPROVING THE ACCURACY OF CLUSTERING LARGE DATA BASED ON NEURAL NETWORK MODELS	43
Дмитро Дюг МЕТОД ІНТЕГРАЦІЇ CHATGPT ДО TELEGRAM-БОТА Dmytro Diuh CHATGPT INTEGRATION METHOD TO TELEGRAM BOT	44
Дячук К.Г., Нападій В.Р., Карлун М.О. «РОЗУМНІ МІСТА» ТА СТАЛІЙ РОЗВИТОК Diachuk K.H., Napadii V.R., Karlun M.O. SMART CITIES AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT	45
Дячук К.Г., Нападій В.Р., Карлун М.О. ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЦИФРОВІЗАЦІЇ МІСТ Diachuk K.H., Napadii V.R., Karlun M.O. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR DIGITALIZATION OF CITIES	46
Задорожний С.Ю., Скарга-Бандурова І.С. МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОПЕРАЦІЙНОМУ ЦЕНТРІ БЕЗПЕКИ S. Yu. Zadorozhnyi, I.S. Skarga-Bandurova HARNESSING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR SECURITY OPERATIONS CENTRES	47
К.К. Зеленський, Я.В. Литвиненко ДАВАЧІ ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬ В РОЗУМНОМУ БУДІНКУ K.K. Zelensky, Ya.V. Lytvynenko SENSORS USED IN A SMART HOME	48
К.К. Зеленський, Я.В. Литвиненко ОГЛЯД МІКРОКОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ РОЗУМНОГО БУДІНКУ K.K. Zelensky, Ya.V. Lytvynenko OVERVIEW OF MICROCONTROLLERS FOR BUILDING A SMART HOUSE	49