

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних
розумних міст

Виконав: студент IV курсу, групи СН-42
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

Симко Г.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник
(підпис) Никитюк В.В.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
(підпис) Липак Г.І.
(прізвище та ініціали)

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

Рецензент
(підпис) Гащин Н.Б.
(прізвище та ініціали)

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 » червня 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Бакалавр
(назва освітнього ступеня)

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

Студенту Симко Григорію Євгеновичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних розумних міст

Керівник роботи Никитюк Вячесла Вячеславович, канд. техн. наук, доцент кафедри КН
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 7 » травня 2025 року № 4/7-444

2. Термін подання студентом завершеної роботи 27 червня 2025р.

3. Вихідні дані до роботи Наукові публікації щодо інформаційно-технологічних платформ, різнотипові набори та колекції даних розумних міст, інтеграцію даних.

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

Вступ. 1 Аналіз предметної області міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

1.1 Проблемна область міждоменної інтеграції даних «розумних міст». 1.2 Роль даних у «розумному місті». 1.3 Відкриті дані та обмін даними в «розумних містах». 1.4 Тематичні особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст». 2 Опис процесів міждоменної інтеграції даних «розумних міст». 2.1 Умови обміну даними в «розумних містах». 2.2 Ключові етапи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». 2.3 Структура процесу міждоменної інтеграції даних «розумних міст». 2.4 Ключові технології інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». 3 Концептуальне прототипування інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». 3.1 Структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». 3.2 Особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст». 3.3 Концептуальні обмеження чутливих та нечутливих даних «розумних міст». 3.4 Кореляція результатів з науковими публікаціями. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки. Перелік джерел.

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Сенчишин В.С., доцент кафедри МТ	12.06.2025	15.06.2025

7. Дата видачі завдання 27 січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Ознайомлення з завданням до кваліфікаційної роботи	30.01.2025	
2.	Підбір джерел про розумні міста, процеси обміну даними та міждоменну інтеграцію даних «розумних міст»	31.01.2025-03.02.2025	
3.	Опрацювання джерел по темі кваліфікаційної роботи	04.02.2025-06.02.2025	
4.	Виконання дослідження щодо концептуального прототипування інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»	07.02.2025-11.02.2025	
5.	Оформлення розділу «Аналіз предметної області міждоменної інтеграції даних «розумних міст»»	03.06.2025-05.06.2025	
6.	Оформлення розділу «Опис процесів міждоменної інтеграції даних «розумних міст»»	06.06.2025-08.06.2025	
7.	Оформлення розділу «Концептуальне прототипування інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»»	09.06.2025-11.06.2025	
8.	Виконання завдання до підрозділу «Безпека життєдіяльності»	12.06.2025-13.06.2025	
9.	Виконання завдання до підрозділу «Основи охорони праці»	14.06.2025-15.06.2025	
10.	Оформлення кваліфікаційної роботи	16.06.2025-17.06.2025	
11.	Нормоконтроль	18.06.2025-19.06.2025	
12.	Перевірка на плагіат	20.06.2025	
13.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	21.06.2025	
14.	Захист кваліфікаційної роботи	27.06.2025	

Студент

(підпис)

Симко Г.Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Никитюк В.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних розумних міст // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Бакалавр» // Симко Григорій Євгенович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СН-42 // Тернопіль, 2025 // С. 66, рис. – 7, табл. – 3, кресл. – 12, додат. – 0, бібліогр. – 55.

Ключові слова: дані, домен, захист даних, інформаційно-технологічна платформа, обмін даними, розумні міста, системна інтеграція.

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню процесів міждоменної інтеграції даних розумних міст та платформ для їх реалізації. В першому розділі кваліфікаційної роботи подано опис проблемної області міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Розглянуто роль даних у «розумному місті». Досліджено відкриті дані та обмін даними в «розумних містах». Подано тематичні особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

В другому розділі кваліфікаційної роботи описано умови обміну даними в «розумних містах». Розглянуто ключові етапи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Описано структуру процесу міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Проаналізовано ключові технології інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Сформовано структуру інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

В третьому розділі кваліфікаційної роботи сформована структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Описано особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Розглянуто концептуальні обмеження чутливих та нечутливих даних «розумних міст». Проаналізована кореляція результатів з науковими публікаціями.

ANNOTATION

Information Technology Platform for Cross-Domain Data Integration in Smart Cities
// Qualification work of the educational level "Bachelor" // Symko Hryhorii // Ternopil Ivan Pulyu National Technical University, Computer and Information Systems and Software Engineering Faculty, Computer Sciences Department, group SN-42 // Ternopil, 2025 // P. 66, fig. - 7, tabl. - 3, chair. - 12, annexes. – 0, references - 55.

Keywords: data, domain, data protection, information technology platform, data exchange, smart cities, system integration.

The qualification paper is dedicated to the study of cross-domain data integration processes in smart cities and the platforms for their implementation.

The first section of the qualification paper describes the problem area of cross-domain data integration in "smart cities." The role of data in a "smart city" is examined. Open data and data exchange in "smart cities" are investigated. The thematic features of cross-domain data integration in "smart cities" are presented.

The second section of the qualification paper describes the conditions for data exchange in "smart cities." The key stages of cross-domain data integration in "smart cities" are considered. The structure of the cross-domain data integration process in "smart cities" is described. Key technologies of the information technology platform for cross-domain data integration in "smart cities" are analyzed. The structure of the information technology platform for cross-domain data integration in "smart cities" is formed.

In the third section of the qualification paper, the structure of the information technology platform for cross-domain data integration in "smart cities" is formed. The features of cross-domain data integration in "smart cities" are described. Conceptual limitations of sensitive and non-sensitive "smart city" data are considered. The correlation of the results with scientific publications is analyzed.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ШІ – штучний інтелект.

GDPR (англ. General Data Protection Regulation) – загальний регламент про захист даних.

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

IRT (англ. Innovation Resistance Theory) – теорія спротиву інноваціям.

OGD (англ.) – відкриті урядові дані.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ МІЖДОМЕННОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ «РОЗУМНИХ МІСТ»	10
1.1 Проблемна область міждоменної інтеграції даних «розумних міст»	10
1.2 Роль даних у «розумному місті»	14
1.3 Відкриті дані та обмін даними в «розумних містах»	16
1.4 Тематичні особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст»	18
1.5 Висновок до першого розділу	20
РОЗДІЛ 2. ОПИС ПРОЦЕСІВ МІЖДОМЕННОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ «РОЗУМНИХ МІСТ»	21
2.1 Умови обміну даними в «розумних містах»	21
2.2 Ключові етапи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»	23
2.3 Структура процесу міждоменної інтеграції даних «розумних міст»	26
2.4 Ключові технології інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»	32
2.5 Висновок до другого розділу	34
РОЗДІЛ 3. КОНЦЕПТУАЛЬНЕ ПРОТОТИПУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ МІЖДОМЕННОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ «РОЗУМНИХ МІСТ»	35
3.1 Структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»	35
3.2 Особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст»	40
3.3 Концептуальні обмеження чутливих та нечутливих даних «розумних міст»	43
3.4 Кореляція результатів з науковими публікаціями	44
3.5 Висновок до третього розділу	50
РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	51

4.1 Психологічні чинники небезпеки	51
4.2 Контроль за станом охорони праці.....	54
4.3 Висновок до четвертого розділу	59
ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ	62

ВСТУП

Актуальність теми Сучасні міста генерують величезні обсяги інформації з різноманітних джерел, включаючи IoT-пристрої, відкриті дані та геолокаційні метадані. Ефективна інтеграція цих даних є ключовою для створення нових «розумних» сервісів, як от інтелектуальне управління відходами, мобільністю, енергетикою та охороною здоров'я, а також для динамічної оцінки міського середовища та прийняття рішень. «Розумні міста», що використовують передові технології, мають значний потенціал для покращення міського життя, підвищення якості послуг і сприяння сталому розвитку. Важливою складовою цієї цифрової трансформації є безперебійний обмін даними між різними секторами міста. Проте, така інтеграція стикається з низкою проблем, включаючи технічні виклики, необхідність забезпечення високої якості даних, їх сумісності та дотримання законодавства про захист даних.

Дослідження набуває особливої актуальності у контексті розробки комплексних рішень, що дають можливість подолати ці бар'єри та максимізувати потенціал даних для розвитку міст. Розробка концептуальної інформаційно-технологічної платформи, яка враховує вимоги до управління даними, конфіденційності, безпеки, відповідності правовим нормам та етичним міркуванням, стає нагальною потребою. Це дасть змогу не лише оптимізувати процеси обміну даними між різними міськими доменами, але й забезпечити їхню надійність та довіру, що є фундаментом для сталого розвитку «розумних міст» та підвищення якості життя їхніх мешканців. Тому інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних «розумних міст» є актуальним напрямком сучасних досліджень.

Мета і задачі дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» є розробка концептуальних засад інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних для ефективного функціонування «розумних міст». Для досягнення поставленої мети потрібно виконати ряд завдань, зокрема:

- Проаналізувати проблемну область міждоменної інтеграції даних «розумних міст».
- Описати ключові процеси міждоменної інтеграції даних.
- Розробити концептуальну структуру інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст».
- Визначити особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст».
- Сформуувати концептуальні обмеження щодо обробки чутливих та нечутливих даних у межах платформи.

Об'єктом дослідження є процеси міждоменної інтеграції даних у контексті функціонування «розумних міст», а також архітектурні та функціональні аспекти інформаційно-технологічних платформ, що забезпечують цю інтеграцію.

Предметом дослідження є розробка концептуальних засад та вимог до інформаційно-технологічної платформи, призначеної для ефективної та безпечної міждоменної інтеграції даних «розумних міст», з урахуванням особливостей, обмежень та вимог до чутливих і нечутливих даних.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення дослідження полягає у розробці концептуальних засад для створення ефективної та надійної інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Запропонована структура та описані процеси обміну даними можуть слугувати основою для проектування та впровадження реальних рішень, що дасть змогу підвищити ефективність функціонування міських систем, покращити надання цифрових сервісів та сприяти прийняттю більш обґрунтованих рішень у сфері міського управління.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ МІЖДОМЕННОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ «РОЗУМНИХ МІСТ»

1.1 Проблемна область міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

«Розумні міста» складаються з даних, процесів, взаємопов'язаних систем і передових технологій, які разом спрямовані на розв'язання складних міських проблем, покращення якості життя та надання кращих послуг мешканцям [1]. Дані відіграють центральну роль у функціонуванні «розумних міст» і генеруються різними джерелами, як от мережі давачів, транспортні системи та повсякденні пристрої громадян, що сприяє покращенню міських операцій [2]. Збір та аналіз величезного обсягу даних, створених у «розумних містах», можуть надати цінну інформацію для розвитку послуг, зокрема, зменшення заторів на дорогах або підвищення ефективності використання енергії [3]. Однак для отримання значної користі від цих даних та досягнення цілей «розумного міста» необхідний обмін даними. Це сприяє співпраці між взаємопов'язаними системами «розумного міста» [4]:

- «розумне» середовище;
- «розумна» енергетика;
- «розумні» будівлі;
- «розумний» транспорт;
- «розумна» охорона здоров'я;
- «розумна» освіта.

Міждоменна інтеграція даних «розумних міст» вважається критично важливою для успішного розвитку «розумних міст» і необхідним для створення ефективних міських рішень [5]. Цінна інформація, отримана шляхом об'єднання наборів даних, може сприяти співпраці між зацікавленими сторонами, оскільки зазвичай це веде до ухвалення обґрунтованіших рішень [6]. Міждоменна інтеграція даних «розумних міст» допомагає долати проблеми

фрагментації даних та розвивати цілісний підхід до управління даними, включаючи їх інтеграцію, регулювання, захист та безпеку. Проте успішний обмін даними між секторами стикається з викликами на кшталт забезпечення взаємодії між різними системами та гарантування високої якості даних [7].

Дотримання законодавства про захист даних є одним із найбільших викликів для міждоменної інтеграції даних «розумних міст», особливо з урахуванням обсягу чутливих даних, що збираються в межах «розумного міста» [8]. Дотримання законодавства про захист даних є важливими для забезпечення конфіденційності та безпеки чутливих даних у міській інфраструктурі «розумних міст» [9]. Однак, хоча ці регуляторні вимоги спрямовані на захист персональних даних, вони також можуть ускладнювати ефективність міждоменної інтеграції даних «розумних міст» [10].

Відповідно до GDPR, чутливі дані – це персональна інформація особливо делікатного характеру, яка потребує підвищеного рівня захисту. До неї належать дані, що розкривають:

- расове чи етнічне походження;
- політичні погляди;
- релігійні або філософські переконання;
- членство у профспілках;
- генетичні дані;
- біометричні дані для унікальної ідентифікації особи;
- медична інформація;
- дані про сексуальне життя або сексуальну орієнтацію людини.

Нечутливі дані, своєю чергою, охоплюють усю іншу персональну інформацію, яка не належить до категорії чутливих даних. Це загальні персональні дані, імена, контактні дані, ідентифікаційні номери, онлайн-ідентифікатори та будь-яка інша інформація, яка не підпадає під категорію чутливих даних [11].

Регулювання захисту даних і конфіденційності відіграє критично важливу роль у забезпеченні безпеки персональних даних у процесі міждоменної

інтеграції даних «розумних міст» [12]. Вони встановлюють необхідні обмеження для гарантування безпеки даних і захисту прав на приватність. Однак суворі вимоги цих регуляторних норм можуть мимоволі створювати труднощі, обмежуючи доступ до даних, їх обробку та обмін, що потенційно може ускладнювати ефективне виконання ініціатив міждомовної інтеграції даних «розумних міст».

Отже, сектори міста, що здійснюють обмін даними в межах «розумних міст», повинні впроваджувати заходи для дотримання ключових принципів захисту даних [13]:

- анонімізація;
- шифрування;
- контроль доступу до даних.

Відповідно, було розроблено низку встановлених стандартів і рекомендацій, які відіграють важливу роль у визначенні керівних принципів для міждомовної інтеграції даних «розумних міст» із дотриманням законодавства про захист даних. Наприклад, стандарт ISO/IEC 30182:2017 зосереджений на концептуалізації моделі інтероперабельності даних у контексті «розумних міст» [14]. Цей стандарт підкреслює важливість обміну даними для підтримки міських ініціатив і роль участі приватного сектору, акцентуючи увагу на його впливі щодо законодавства про захист даних. Однак, хоча цей стандарт визначає переваги спільної структури та загального розуміння даних, він не містить явних керівних принципів або детальних заходів для забезпечення відповідності вимогам захисту даних у практиках міждомовної інтеграції даних «розумних міст».

Ще одним прикладом є Рекомендація ITU-T X.1252 [15], яка має на меті визначити ключові терміни в управлінні ідентифікацією, що є критично важливим для стандартизації процесів, пов'язаних з ідентифікацією. Хоча наведені в цій рекомендації терміни формують базове розуміння роботи з управління ідентифікацією, їх безпосереднє застосування до специфічних заходів захисту даних у межах обміну даними «розумних міст» може вимагати

адаптованішого підходу. Оскільки рекомендація зосереджується на визначенні термінів, що є центральними для управління ідентифікацією, її пряме керівництво щодо ширшого захисту даних і їхнього обміну в «розумних містах» може бути обмеженим [1].

Попри важливість успішної реалізації міждоменної інтеграції даних «розумних міст» із дотриманням законодавства про захист даних для розвитку «розумних міст», у наявній літературі спостерігається очевидна нестача розуміння щодо подолання цього виклику. Розглядаючи це питання детальніше, можна зазначити, що значення, виклики та стратегії досягнення міждоменної інтеграції даних у «розумному місті» були частково висвітлені в науковій літературі. Проте вплив дотримання законодавства про захист даних і взаємозв'язок між цими аспектами залишаються недостатньо дослідженими. Більшість наявних наукових праць, що охоплюють цю тему, зосереджені на різних аспектах розвитку «розумних міст», зокрема, загальні обмеження обміну даними або дослідження інтеграції міських процесів у межах «розумного міста» [1].

Однак, попри ці суттєві досягнення, залишаються значні прогалини у дослідженнях. Хоча GDPR є критичним кроком уперед у підвищенні контролю користувачів над даними та визначенні відповідальності контролерів і обробників даних [16], він не сприяє формуванню стійкої культури дотримання правил у середовищі Інтернету речей (IoT) [17]. Автор [16] наголошує на важливості ефективного застосування, нагляду та виконання вимог GDPR, вказуючи на труднощі в забезпеченні підзвітності, дотриманні вимог у всьому ланцюжку постачання IoT і наданні відповідних рекомендацій.

Крім того, структура даних «розумного міста», запропонована [18], зосереджена на якості даних і конфіденційності, надаючи корисні інсайти щодо управління міськими даними. Проте вона не розглядає питання міждоменної інтеграції даних «розумних міст» або виклики, пов'язані з дотриманням законодавства про захист даних, що підтверджує необхідність подальших

досліджень взаємозв'язку міждоменної інтеграції даних «розумних міст» і законодавства про захист даних.

Дослідження [19] вивчає зміну бізнес-процесів у розвитку «розумних міст». Хоча робота містить ґрунтовне обговорення, вона не охоплює питання міждоменної інтеграції даних «розумних міст» або законодавства про захист даних через свою основну тематику, що ще більше підкреслює потребу у вивченні цієї проблематики.

Попередні дослідження «розумних міст» також виявили низку технічних рішень, спрямованих на розв'язання проблем міждоменної інтеграції даних «розумних міст» і законодавства про захист даних. Однак варто зазначити, що ці технічні рішення не пропонують комплексного підходу до досягнення міждоменної інтеграції даних «розумних міст», наприклад, шляхом розробки практичного керівництва щодо викликів і вимог. Серед таких технічних рішень – система контролю доступу, запропонована [20], яка має вирішувати питання обміну та захисту даних у середовищі великих даних. Незважаючи на те, що це рішення є кроком уперед у сфері технічного забезпечення обміну даними в рамках міждоменної інтеграції даних «розумних міст», воно не охоплює всі аспекти досягнення комплексної міждоменної інтеграції даних.

Ця кваліфікаційна робота досліджує еволюцію досліджень, але також підкреслює потребу в ширшому підході, що поєднує правові обмеження, галузеві практики та ефективний регуляторний нагляд у складних процесах розвитку «розумних міст».

1.2 Роль даних у «розумному місті»

«Розумне місто» визначається як урбанізована територія, що використовує різноманітні технології для збору даних із різних сфер міського життя з метою підвищення якості життя мешканців та оптимізації міських процесів [21]. У світі понад половина населення проживає в містах, і за прогнозами до 2050 року цей показник зросте до 68 % [22]. «Розумні міста»

охоплюють різні складові, що слугують показниками рівня «розумності» міста [23], зокрема:

- «розумне» середовище;
- «розумна» енергетика;
- «розумні» будівлі;
- «розумний» транспорт;
- «розумна» охорона здоров'я;
- «розумна» освіта.

Сфера «розумних міст» постійно розвивається, що сприяє появі численних концептуальних моделей. Від перших загальних моделей, як от загальна концепція «розумного міста», розроблена компанією CISCO [24], до більш спеціалізованих, як-от модель на основі підходу «Технологія-Організація-Середовище» (TOE), запропонована в [25] для управління ризиками в сталих «розумних містах», або процесно-орієнтована модель [26]. Однак, хоча останнім часом з'явилося багато моделей для обміну даними в «розумних містах», лише деякі з них фокусуються на досягненні міждоменної інтеграції даних «розумних міст» із дотриманням законодавства про захист даних.

Дані «розумного міста» відіграють ключову роль у трансформації секторів: «розумний» транспорт, «розумна» охорона здоров'я, «розумне» довкілля та «розумна» енергетика. Наприклад, у «розумному» транспорті вони сприяють оптимізації руху транспорту та покращенню комфорту поїздок, у «розумній» медицині – розвитку прогностичної аналітики та персоналізованого лікування, а в «розумній» енергетиці – моніторингу в режимі реального часу та розробці сталих стратегій. У сфері довкілля аналіз великих обсягів метеорологічних даних виявився корисним для розвитку сільського господарства [27]. Це підкреслює значення даних як критично важливого активу «розумних міст».

Крім того, дані «розумного міста» дають можливість у режимі реального часу збирати, агрегувати та аналізувати інформацію із сенсорів у різних

секторах, що сприяє ухваленню обґрунтованих рішень [28]. Наприклад, дані сенсорів трафіку можуть покращити міські операції та сервіси [4].

Оскільки міста швидко трансформуються в «розумні міста», використання даних у різних секторах стає необхідним для зміцнення співпраці, покращення процесу прийняття рішень та розвитку міської інфраструктури й послуг, зокрема у сфері транспорту та екологічної стійкості [29]. Це підкреслює потенціал використання даних «розумного міста» для вирішення проблем з заторами на дорогах і сталого розвитку довкілля тощо.

1.3 Відкриті дані та обмін даними в «розумних містах»

У динамічному середовищі розвитку «розумних міст» відкриті дані відіграють ключову роль, сприяючи співпраці та інноваціям у різних секторах [30]. Це не лише питання доступності даних, а й можливість наділення громадян і зацікавлених сторін повноваженнями. Завдяки доступу до даних громадяни можуть брати активнішу участь у прийнятті рішень і впливати на майбутнє міста. Крім забезпечення прозорості, відкриті дані стимулюють інновації, сприяючи створенню нових рішень для давніх міських проблем. Об'єднуючи набори даних із різних секторів, вони допомагають не просто оптимізувати транспорт чи покращувати послуги, а створювати місто, що процвітає, стає «розумнішим», ефективнішим і сприяє економічному зростанню. Відкриті дані – це не просто цифри й статистика; вони є основою для створення нових робочих місць, розвитку нових галузей і формування екосистеми інновацій [31].

Для розвитку «розумних міст» відкриті дані постають ключовим компонентом, що сприяє управлінню міським середовищем на різних рівнях та покращенню таких важливих аспектів, як адаптивність, ефективність і прозорість [32]. Доступність цих даних є основою для залучення громади та зміцнення довіри, що є передумовою створення «розумних», активних спільнот [33]. Значення відкритих даних у «розумних містах» також полягає в їхньому

потенціалі для дослідження маловивчених екосистемних процесів і динаміки, що дає змогу розробляти складніші моделі [34].

Прозорість, як основоположний принцип відкритого врядування та ініціатив із відкритими даними, взаємодіє з процесами участі та співпраці в контексті «розумних міст» [32]. Репозитарії відкритих даних, які часто інтегруються в міські цифрові платформи, містять різноманітні типи даних, необхідні для вирішення соціальних проблем, підвищення прозорості та подолання розриву між місцевими органами влади та громадянами. Використання таких порталів і платформ сприяє створенню відкритішого, підзвітного управління, а також посиленню участі громади [35].

Однак, попри потенціал і зростаюче усвідомлення цінності відкритих даних у «розумних містах», їх впровадження відбувається повільніше, ніж очікувалося, що стримує розвиток цих міст і зменшує їхню соціально-економічну цінність. Використання відкритих даних у повному обсязі пов'язане з численними викликами. Це не лише технічні аспекти, зокрема, якість і доступність даних [31], а й соціальні та культурні чинники, зокрема залучення громадськості та подолання комунікаційних бар'єрів між владою та громадянами [33].

Різні моделі та платформи – від ініціатив, очолюваних університетами, до державних сервісів – виникають для ефективного використання відкритих даних у «розумних містах». Ці платформи можуть варіюватися від простих списків відкритих даних до складних міських цифрових платформ і ринків даних [35]. Деякі з них орієнтовані на оцінку ефективності міста, інші – на покращення доступності даних і їхньої релевантності, надаючи широкий спектр як реальних, так і статичних наборів даних. Інтеграція відкритих даних у ці платформи не лише сприяє прозорості, а й покращує процес прийняття рішень, залучення громади та інновації.

1.4 Тематичні особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

Визначені теми є основою для комплексної оцінки. Авторами [1] було сформульовано перелік тем, що збагачують розуміння та допомагають усвідомленню міждоменної інтеграції даних «розумних міст» і відповідності до вимог захисту даних у розвитку «розумних міст». Результати тематичного аналізу, що керував вибором основних факторів для включення подано в таблиці 1.1, зокрема подано фактори, що стосуються прийняття обґрунтованих рішень, покращення співпраці та операційної ефективності.

Таблиця 1.1 – Ключові можливості для досягнення міждоменної інтеграції даних «розумних міст» в рамках їх розвитку

Категорія можливості	Ключові переваги та результати
Прийняття обґрунтованих рішень	1. Покращений доступ до даних, що забезпечує більш точні та поширені рішення на основі даних. 2. Об'єднання наборів даних з різних секторів призводить до отримання цінніших інсайтів, розширених знань та глибшого розуміння проблем. 3. Підтримка довгострокового планування в секторах міста.
Покращена співпраця	1. Сприяє узгодженню цілей між різними секторами. 2. Сприяє обміну даними та співпраці між публічними і приватними організаціями та урядом. 3. Покращення функціонування міста через співпрацю між різними відділами міського сектора та процеси зв'язування відкритих даних. 4. Комунікація між секторами та розуміння їхніх різних робочих процесів виявились важливими для успішних ініціатив «розумних міст».
Операційна ефективність	1. Значна економія часу та коштів завдяки можливості повторного використання даних, усуненню повторюваних завдань і зменшенню потреби в надмірному зборі даних у різних секторах. 2. Розробка комплексних підходів до управління містом, вирішення складних проблем, наприклад, зміна клімату та розподіл ресурсів через обмін даними та ухвалення рішень на основі картування. 5. Збільшення загальної ефективності системи (міста) через з'єднання всіх секторів і оптимізацію ресурсів, спрощення процесів та забезпечення ефективного міського планування.

Було обрано лише найбільш часто вживані та значущі фактори, підкреслюючи важливі аспекти, як от покращене прийняття рішень і підтримка можливостей міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Для забезпечення точності були включені фактори, наприклад, таблиця технологій/рішень охоплює три фактори, важливі для міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Характеристики факторів створення вартості та переваги для громадян та якість життя подано в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Ключові можливості для досягнення міждоменної інтеграції даних «розумних міст» в рамках їх розвитку

Категорія можливості	Ключові переваги та результати
Створення вартості	1. Інсайти, отримані з обміну даними, можуть призвести до кращого ухвалення рішень та результатів з більшим впливом. 2. Об'єднані цілі та збільшена співпраця часто призводять до створення більшої загальної вартості. 3. Підтримує рішення для складних урбаністичних проблем та розвиток сталих міст.
Переваги для громадян та якість життя	1. Покращення якості життя завдяки покращеним рішенням для надзвичайних ситуацій та оптимізації різних міських проблем, наприклад, високого споживання енергії. 2. Відповідні міські рішення завдяки використанню міжсекторального обміну даними, наприклад, «розумне» управління рухом транспорту.

Хоча ці таблиці не є частиною основних обмежень, вони слугують цінними додатковими ресурсами, що надають специфічні для секторів інсайти. Багато інших рішень були обговорені дослідниками в проаналізованих наукових публікаціях, зокрема очищення даних за допомогою ШІ або програмне забезпечення для перетворення даних, ця таблиця представляє лише найбільш значущі рішення для досягнення міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

1.5 Висновок до першого розділу

В першому розділі кваліфікаційної роботи подано опис проблемної області міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Розглянуто роль даних у «розумному місті». Досліджено відкриті дані та обмін даними в «розумних містах». Подано тематичні особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

РОЗДІЛ 2. ОПИС ПРОЦЕСІВ МІЖДОМЕННОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ «РОЗУМНИХ МІСТ»

2.1 Умови обміну даними в «розумних містах»

Враховуючи виклики, пов'язані з досягненням міждоменної інтеграції даних «розумних міст», були розроблені концептуальні обмеження на основі ключових понять, змінних і факторів. Процес міждоменної інтеграції даних «розумних міст» презентує кроки, необхідні для досягнення успішних ініціатив з урахуванням важливих впливів. Обмеження, розроблені на основі цих ключових висновків, служитимуть повним керівництвом для секторів «розумного міста», допомагаючи їм подолати бар'єри, управляти ризиками та досягти успішної міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

Концептуальні обмеження відіграють ключову роль у забезпеченні того, щоб процес міждоменної інтеграції даних «розумних міст» був комплексним. Тільки фактори результатів були застосовані, щоб гарантувати, що керівництво відображає основні кроки та дії для міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Кожен етап, розроблений у обмеженнях, можна обґрунтувати інсайтами:

- Етап 1. Стратегічне планування та узгодження інтересів зацікавлених сторін: Цей крок є важливим тому, що потрібно чітко визначати результат ясної постановки проблеми та ефективного узгодження інтересів зацікавлених сторін.

- Етап 2. Інвентаризація даних, стандарти, сумісність і управління якістю: Цей крок є важливим, оскільки якість даних, стандарти даних та сумісність є викликами, які необхідно подолати для досягнення міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Крім того, інтеграція даних також може бути запропонована як виклик. Додатково, управління даними та стандартизація визначені як ключова вимога. Останнім кроком було визначено, що наявність відповідних стандартів даних і заходів якості даних є ключовим фактором успіху.

– Етап 3. Управління даними, заходи з конфіденційності та безпеки: Цей крок є важливим, оскільки управління даними, власність на дані та відповідальність доцільно визначити як виклик. Крім того, питання безпеки даних і конфіденційності також слід виділити як ключові виклики для досягнення міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Повертаючись до першого етапу, управління обміном даними є важливим фактором співпраці зацікавлених сторін. Додатково, заходи безпеки та конфіденційності даних слід відзначити як ключові вимоги для міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Останнім кроком було визначено, що відсутність прозорості та ефективного управління є значним ризиком.

– Етап 4. Дотримання законодавства про захист даних: Цей крок є важливим, оскільки дотримання законодавства про захист даних є ключовою вимогою. Крім того, дотримання законодавства про захист даних – це критично значимий фактор для обміну даними, фактор успіху, виклик, ризик і фактор у таблиці співпраці зацікавлених сторін. Це свідчить про те, що це є важливим аспектом для успіху міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

– Етап 5. Угоди щодо обміну даними та етичні міркування: Цей крок є важливим, оскільки зловживання даними, дискримінація та етичні проблеми – це ризики в рамках міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Крім того, угоди щодо обміну даними є однією з вимог для ефективної співпраці зацікавлених сторін. Це свідчить про те, що наявність ефективних угод про обмін даними та врахування етичних міркувань є необхідними для міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

– Етап 6. Інфраструктура для обміну даними та технологічні рішення: Цей крок є важливим, оскільки множина доступних технологій та інформаційно-технологічних рішень підкреслює важливість використання відповідних і безпечних рішень для міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Крім того, ризики втрати, пошкодження даних і зберігання слід відзначити, як пов'язані з інфраструктурою даних. Додатково, в контексті

заходів з конфіденційності та безпеки даних, слід відзначити важливість безпечних інфраструктур для спільного обміну даними.

– Етап 7. Моніторинг, оцінка та комунікація: Слід підкреслити важливість того, що міждоменна інтеграція даних «розумних міст» є безперервною операцією, і що мають бути вжиті заходи, як от моніторинг та оцінка успіхів ініціативи обміну, а також постійна комунікація.

2.2 Ключові етапи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

Для розробки інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» було використано структурований підхід, щоб забезпечити охоплення всіх ключових компонентів збору даних. Ключові аспекти процесу розробки інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»:

1. Обраний підхід до структури є прийнятним варіантом ефективного надання орієнтиру для досягнення міждоменної інтеграції даних «розумних міст», трохи адаптованого у вигляді етапів міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Цей підхід ефективно представляє різні компоненти та фактори, що беруть участь у міждоменній інтеграції даних «розумних міст», і дає змогу чітко візуалізувати кроки, які повинні зробити сектори.

2. Ідентифікація кроків, які повинні бути включені до схеми, підтримувалась результатами. Це забезпечило включення найбільш важливих компонентів та дій до схеми для успішного відображення етапів для досягнення міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Після ідентифікації ключових факторів, визначених тематичним аналізом, вони були перетворені на відповідні етапи, наприклад, узгодження зі стейкхолдерами, при цьому деякі з ключових факторів були включені як дії в етапах, наприклад, визначення результату обміну даними, що є частиною стратегічного планування.

3. Включення ключових компонентів, що були визначені раніше, в схему орієнтира вимагало ретельного обміркування, щоб забезпечити добре

структуроване представлення процесу інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Кожен компонент був організований на основі його значущості та відповідного порядку в досягненні міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Потім була проведена категоризація та об'єднання ключових факторів та етапів для створення комплексних, але зрозумілих етапів. Це було особливо важливо для процесу розробки і змін, внесених для створення фінальної версії схеми, оскільки кількість кроків було зменшено через стратегічну категоризацію, що забезпечило чіткіший орієнтир. Крім того, для фінальної версії інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» були використані відношення для представлення різних зв'язків між кожним кроком, символізованих кольоровими колами.

4. Багаторазові ітерації схеми були проведені для удосконалення схеми та забезпечення того, щоб структура точно відображала дані та надавала ефективні рекомендації для секторів «розумного міста».

5. Наступним кроком у розробці інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» є проведення валідаційних перевірок для отримання обґрунтованих відгуків та покращень на основі набору критеріїв і запитань.

На рисунку 2.1 подана структура процесу міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Цей процес представлений у вигляді послідовної структури, де ліва колонка зосереджена на етично-правових та управлінських аспектах, а права – на технічній реалізації та оцінці. Початковим етапом є Стратегічне планування, яке задає загальний напрямок і цілі для всієї інтеграції. За ним слідує Узгодження з зацікавленими сторонами, що підкреслює важливість залучення всіх учасників процесу для досягнення консенсусу та підтримки.

Після встановлення стратегічних цілей та залучення стейкхолдерів, процес переходить до етапу, який забезпечує якість та управляє даними. Це потребує розробки стандартів даних та інвентаризації, що є критично важливим для забезпечення однорідності та сумісності інформації з різних доменів.

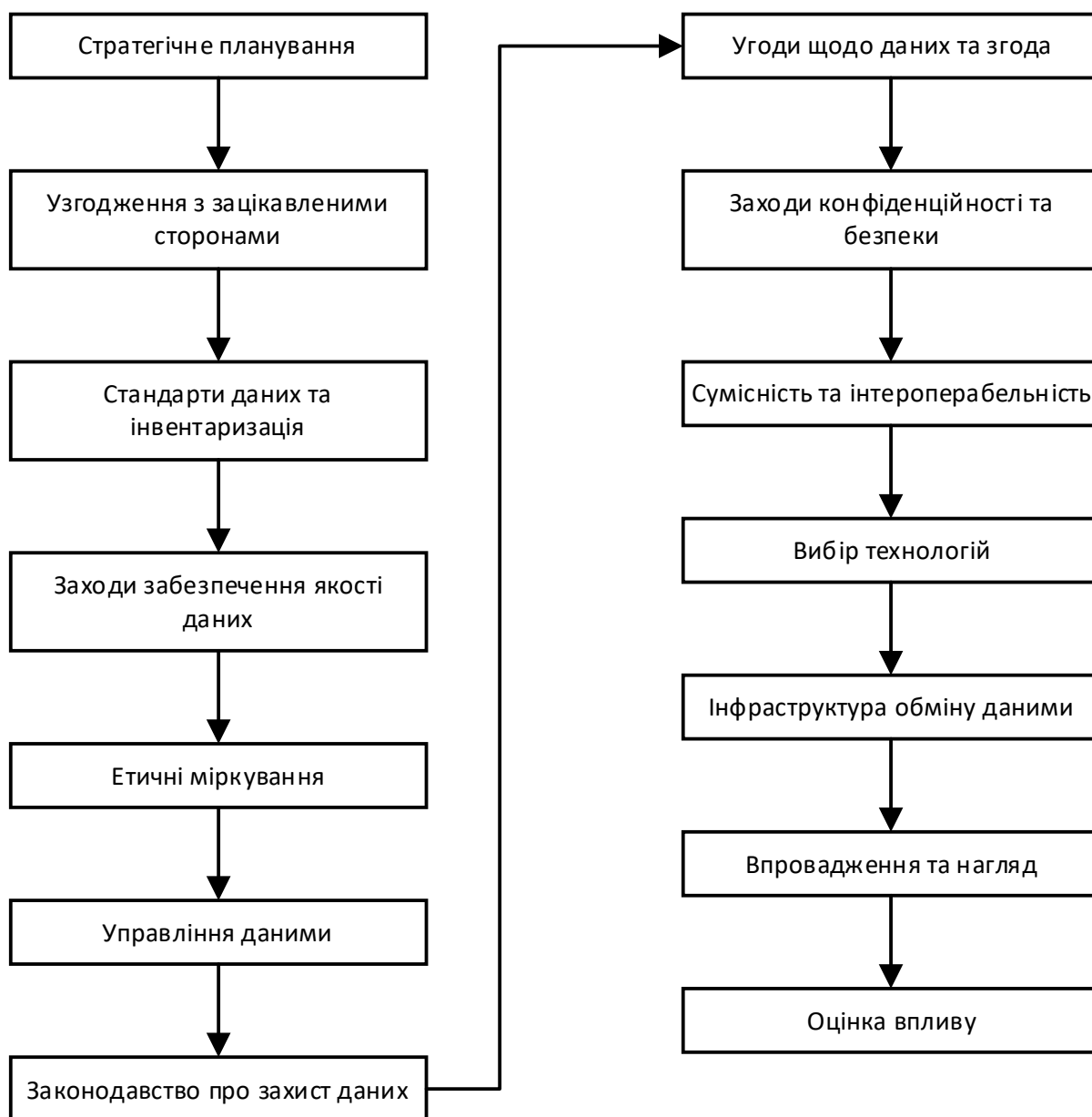


Рисунок 2.1 – Структура процесу міждоменої інтеграції даних
«розумних міст»

Далі виконуються заходи забезпечення якості даних, які гарантують точність, повноту та актуальність зібраних даних. Важливим етапом також є врахування Етичних міркувань, що охоплюють питання приватності та справедливості при використанні даних. Усі ці етапи підкріплюються управлінням даними та відповідним законодавством про захист даних, що формує правові та організаційні рамки для всієї системи.

Паралельно з цими етапами або після них, процес переходить до більш технічних та практичних аспектів. Законодавство про захист даних веде до укладання угод щодо даних та згоди, які юридично регулюють обмін та використання інформації. Це, у свою чергу, безпосередньо впливає на заходи конфіденційності та безпеки, забезпечуючи захист чутливих даних. Наступним кроком є забезпечення сумісності та інтероперабельності між різними системами та джерелами даних, що є фундаментальним для безперебійного обміну інформацією. За цим йде вибір технологій, де обираються відповідні платформи та інструменти для реалізації інтеграції.

Завершальні етапи циклу інтеграції зосереджені на розгортанні та оцінці. Розробляється інфраструктура обміну даними, яка є технічною основою для безперешкодного потоку інформації. Після цього відбувається впровадження та нагляд, що включає розгортання системи та постійний моніторинг її функціонування. Фінальним кроком є оцінка впливу, яка дає змогу проаналізувати ефективність інтегрованих даних та їхній внесок у досягнення цілей «розумного міста». Цей цикл є ітеративним, що дає можливість постійно вдосконалювати процес інтеграції та адаптуватися до нових викликів та можливостей.

2.3 Структура процесу міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

Проаналізувавши подану на рисунку 2.1 структуру процесу міждоменної інтеграції даних «розумних міст», можемо зробити висновки:

- Схема не містить детальних пояснень або кроків для виконання, що обмежує її корисність як орієнтир для точнішого розуміння процесу міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

- Схема не має структурованого підходу щодо порядку та категоризації кроків, що є важливим для ефективного керівництва.

Структура перших трьох етапів функціонування інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

подана на рисунку 2.2. Перші три етапи формування це: стратегічне планування узгодження з зацікавленими сторонами і стандарти даних та інвентаризація.



Рисунок 2.2 – Початкові етапи функціонування інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

Наступним кроком функціонування інформаційно-технологічної платформи міждомовної інтеграції даних «розумних міст» є забезпечення якості даних, етичних міркувань та управління даними (див. рисунок 2.3).

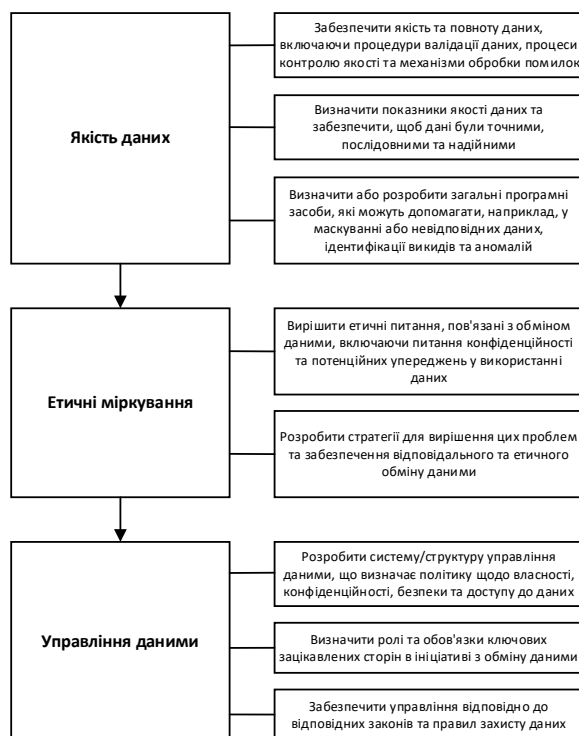


Рисунок 2.3 – Етапи забезпечення якості даних, етичних міркувань та управління даними інформаційно-технологічної платформи міждомовної інтеграції даних «розумних міст»

Даний рисунок візуалізує компоненти інформаційно-технологічної платформи міждомовної інтеграції даних «розумних міст», фокусуючись на аспектах якості, етики та управління даними. Блок «Якість даних» зосереджений на забезпеченні достовірності та повноти інформації через валідацію, контроль якості та механізми обробки помилок, а також на визначенні показників якості даних для забезпечення їх точності та надійності. Крім того, він потребує використання програмних засобів для виявлення та маскування невідповідних даних, а також ідентифікації аномалій.

Далі, інформаційно-технологічна платформа звертає увагу на нетехнічні, але критично важливі аспекти функціонування. Блок «Етичні

міркування» акцентує увагу на вирішенні питань конфіденційності та потенційних упереджень у використанні даних, розробляючи стратегії для відповідального та етичного обміну даними. Зрештою, блок «Управління даними» встановлює системну політику щодо власності, конфіденційності, безпеки та доступу, визначає ролі зацікавлених сторін та забезпечує відповідність законодавству про захист даних. Така структура підкреслює комплексний підхід до інтеграції даних, що не обмежується лише технічними аспектами, а охоплює також організаційні, етичні та правові засади для сталого функціонування «розумних міст».

На рисунку 2.4 подано опис етапів законодавство про захист даних, угоди щодо даних та згода, заходи конфіденційності та безпеки, сумісність та інтероперабельність.

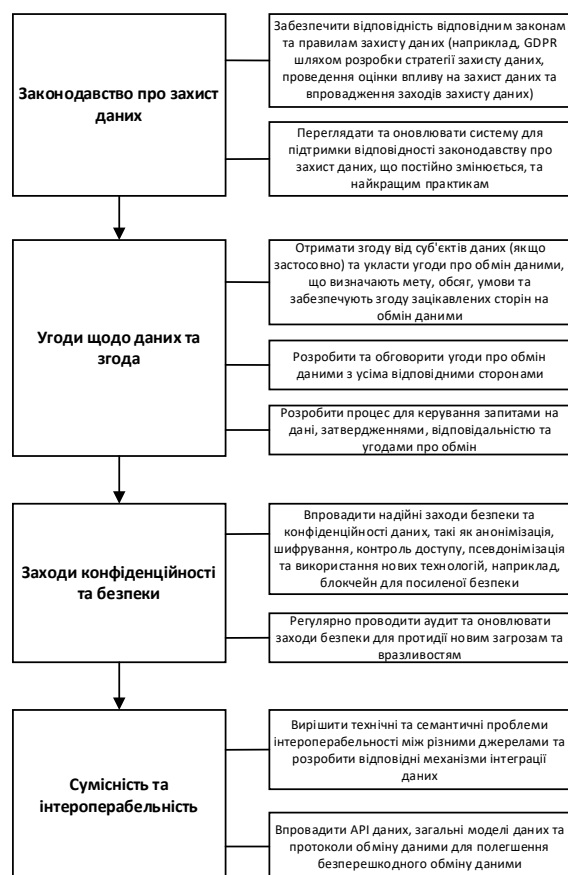


Рисунок 2.4 – Етапи законодавство про захист даних, угоди щодо даних та згода, заходи конфіденційності та безпеки, сумісність та інтероперабельність

Наданий рисунок ілюструє критично важливі етапи функціонування інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст», зосереджуючись на аспектах, що забезпечують її правову, етичну та технічну життєздатність. Початковим та фундаментальним елементом є законодавство про захист даних, яке вимагає від платформи не лише відповідати існуючим нормам (наприклад, GDPR), а й постійно переглядати та оновлювати свої внутрішні процедури та стратегії, щоб забезпечити відповідність мінливим вимогам та найкращим практикам. Це гарантує законність та прозорість усіх операцій з даними, що є основою довіри та прийняття з боку користувачів та стейкхолдерів.

Наступний блок – угоди щодо даних та згода, демонструє механізми, через які платформа формалізує відносини з постачальниками та користувачами даних. Це передбачає отримання згоди від суб'єктів даних, де це застосовно, та укладання чітких угод, які визначають мету, обсяг та умови обміну даними. Розробка таких угод та процесу керування запитами, затвердженнями та відповідальністю є ключовим для забезпечення контрольованого та безпечного обміну інформацією між різними міськими доменами.

Наступні етапи на рисунку, охоплюють заходи конфіденційності та безпеки та сумісність та інтероперабельність. Платформа має впроваджувати надійні технічні рішення, такі як анонімізація, шифрування, контроль доступу та використання нових технологій, наприклад, блокчейн, щоб захистити дані від несанкціонованого доступу та зловживань, а також регулярно їх аудитувати. Паралельно з цим, критично важливо вирішувати технічні та семантичні проблеми інтероперабельності між різними джерелами даних, розробляючи уніфіковані API, моделі даних та протоколи обміну для забезпечення безперешкодного функціонування "розумних" міських сервісів.

На рисунку 2.5 подано опис етапів вибір технологій, інфраструктура обміну даними, впровадження та нагляд, оцінка впливу.

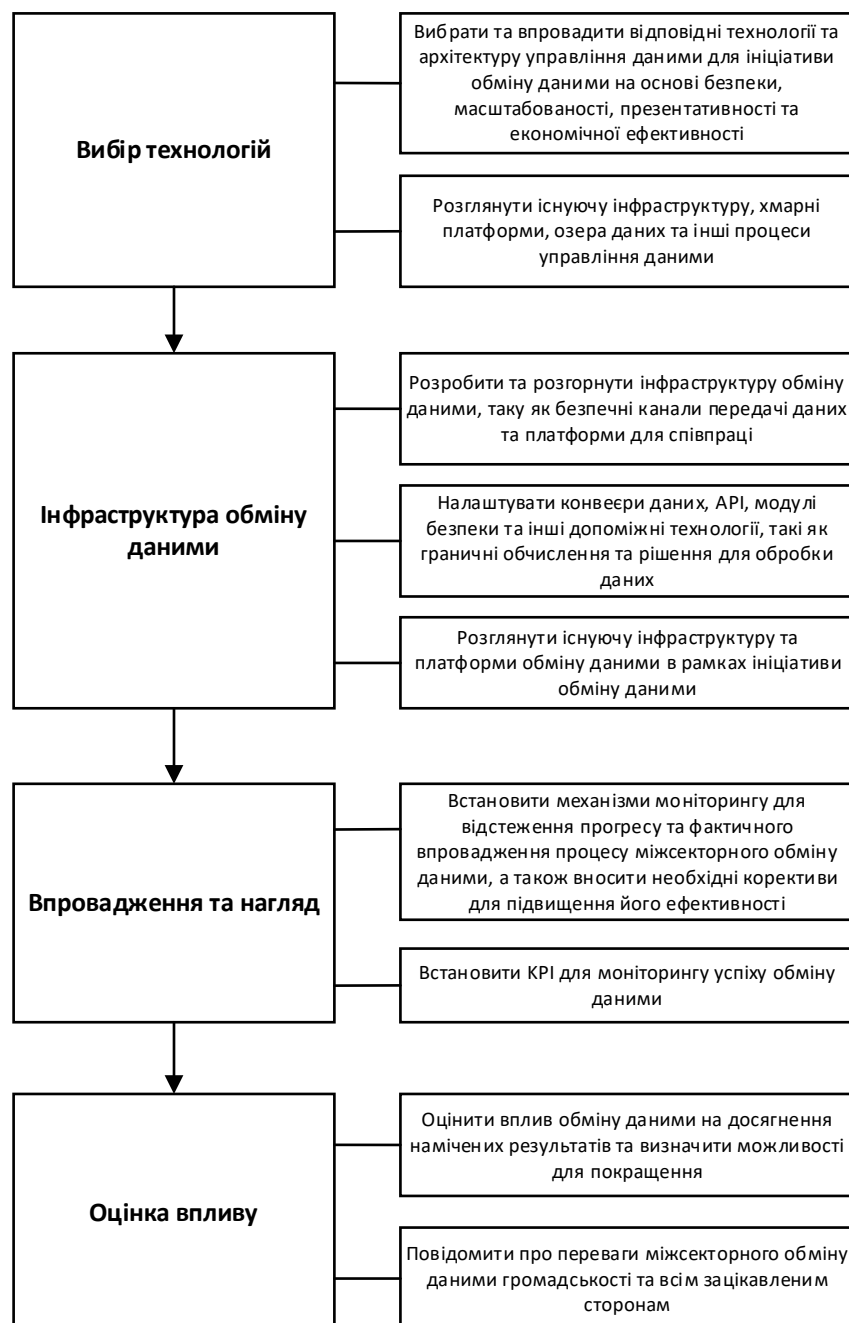


Рисунок 2.5 – Етапи вибір технологій, інфраструктура обміну даними, впровадження та нагляд, оцінка впливу

Наданий рисунок візуалізує завершальні етапи функціонування інформаційно-технологічної платформи міждоміної інтеграції даних «розумних міст», починаючи з вибору технологій і закінчуючи оцінкою впливу. Першим ключовим блоком є вибір технологій, де платформа визначає та впроваджує відповідні технологічні рішення та архітектуру управління даними. Цей вибір ґрунтується на критеріях безпеки, масштабованості,

презентабельності та економічної ефективності, а також враховує наявну інфраструктуру, хмарні платформи та озера даних.

Наступний етап – формування інфраструктури обміну даними – уособлює розробку та розгортання необхідної технічної бази для обміну даними. Це потребує створення безпечних каналів передачі даних, платформ для співпраці, налаштування конвеєрів даних та API, а також інтеграцію модулів безпеки. Важливо також розглянути використання допоміжних технологій, як от граничні обчислення та рішення для обробки даних, щоб забезпечити ефективний та безперешкодний потік інформації.

Завершальні блоки – впровадження та нагляд і оцінка впливу, відображають етапи розгортання та моніторингу ефективності платформи. Впровадження та нагляд потребує встановлення механізмів моніторингу для відстеження прогресу та фактичної реалізації процесу міжсекторного обміну даними, а також внесення необхідних корективів для підвищення його ефективності. Цей етап також потребує встановлення ключових показників ефективності (KPI) для моніторингу успіху обміну даними. Кінцевим етапом є оцінка впливу, де аналізується досягнення намічених результатів, виявляються можливості для покращення, а також інформується громадськість та всі зацікавлені сторони про переваги міжсекторного обміну даними.

2.4 Ключові технології інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

В таблиці 2.1 охарактеризовані ключові технології та рішення для сприяння міждоменній інтеграції даних «розумних міст». Платформи для обміну даними повинні бути адаптовані до потреб різних секторів «розумного міста». Для технології блокчейн потрібна чітка структура управління даними для керування обміном даними. На платформі інтеграційного рівня потрібна чітка структура управління для керування обміном даними.

Таблиця 2.1 – Ключові технології та рішення для сприяння міждоменній інтеграції даних «розумних міст»

Технологія/ рішення	Переваги	Недоліки
Платформи для обміну даними	1. Сприяє послідовному обміну даними та інтеграції між різними секторами. 2. Покращує загальну ефективність системи.	1. Це може вимагати стандартизації форматів даних у різних секторах..
Технологія блокчейн	1. Забезпечує безпечний та прозорий обмін даними між секторами. 2. Забезпечує цілісність даних та їх відслідковуваність. 3. Дає можливість монетизації обміну даними. 4. Підтримує виконання «розумних» контрактів.	1. Може бути повільним і не масштабованим для деяких видів обміну даними. 2. Виконання все ще на ранніх етапах. 3. Інтеграція з існуючими платформами даних може бути складною.
Інтеграційний рівень/ платформа	1. Спрощує процес підключення різних джерел даних. 2. Дає змогу об'єднувати різні набори даних, зберігаючи їхні оригінальні системи. 3. Уникає надмірної інтеграції.	1. Потребує значних інвестицій в інфраструктуру та розробку. 2. Інтеграція з існуючими платформами даних може бути складною.

Надана таблиця проводить порівняльний аналіз трьох ключових технологій/рішень, які застосовуються в контексті обміну даними. Для кожної з поданих категорій таблиця виділяє як переваги, так і недоліки, надаючи короткий опис їхніх характеристик.

Розділ «Платформи для обміну даними» підкреслює їхню роль у сприянні послідовному обміну та інтеграції між секторами «розумного міста», що підвищує загальну ефективність системи, але водночас вказує на потенційну необхідність стандартизації форматів даних у різних секторах. «Технологія блокчейн» виділяється за її здатність забезпечувати безпечний, прозорий та цілісний обмін даними з можливістю монетизації та підтримки «розумних»

контрактів. Однак, її недоліками є потенційна повільність для деяких видів обміну, початкові етапи впровадження та складність інтеграції з існуючими платформами.

Нарешті, «Інтеграційний рівень/платформа» спрощує підключення різних джерел даних та дає змогу об'єднувати набори даних, зберігаючи їхню оригінальність, а також допомагає уникнути надмірної інтеграції. Водночас, основним недоліком є значні інвестиції, необхідні для інфраструктури та розробки, а також можливі складнощі при інтеграції з вже існуючими платформами. Загалом, таблиця надає стислий огляд ключових аспектів кожної технології, дозволяючи оцінити їхню придатність для конкретних завдань інтеграції даних у «розумних містах».

2.5 Висновок до другого розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи описано умови обміну даними в «розумних містах». Розглянуто ключові етапи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Описано структуру процесу міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Проаналізовано ключові технології інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Сформовано структуру інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

РОЗДІЛ 3. КОНЦЕПТУАЛЬНЕ ПРОТОТИПУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПЛАТФОРМИ МІЖДОМЕННОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ДАНИХ «РОЗУМНИХ МІСТ»

3.1 Структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

На основі описаних в попередньому розділі ключових етапів міждоменної інтеграції даних «розумних міст» сформовано поданиу на рисунку 3.1 структуру інформаційно-технологічної платформи.

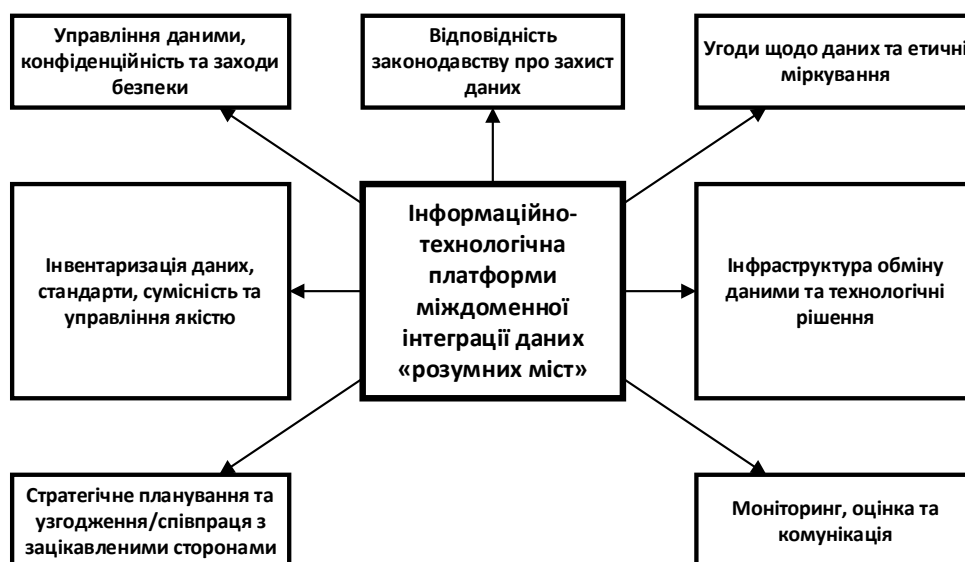


Рисунок 2.5 – Структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

Ця платформа є серцем системи, що забезпечує збір, обробку та інтеграцію даних з різних міських доменів для підвищення ефективності управління та покращення якості життя в місті.

Перший блок, «Стратегічне планування та узгодження/співпраця з зацікавленими сторонами», є фундаментальним, оскільки він визначає мету, обсяг та бажані результати обміну даними [1]. Це потребує чіткого розуміння цілей ініціативи, розробки ціннісних пропозицій для кожної зацікавленої

сторони, а також визначення ролей та стратегій для їх залучення та узгодження. Цей початковий етап забезпечує, що всі подальші кроки будуть спрямовані на досягнення спільних, чітко визначених цілей. Для цього структурного елемента інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» притаманні функції:

- Визначення мети, обсягу, методів та бажаних результатів обміну даними.
- Розробка чіткого розуміння намічених результатів ініціативи з обміну даними.
- Розробка ціннісної пропозиції для кожної зацікавленої сторони та розглянути стимули, які можуть заохочувати участь.
- Визначення потенційних зацікавлених сторін та їхніх ролей в ініціативі з обміну даними.
- Розробка стратегій для залучення та узгодження зацікавлених сторін для забезпечення їхньої участі протягом усього процесу.

Наступний блок, «Інвентаризація даних, стандарти, сумісність та управління якістю», присвячений технічній організації даних. Тут відбувається ідентифікація джерел та типів даних, які можна спільно використовувати [36], визначення стандартів для їх узгодженості та інтероперабельності, а також створення інвентаризації наявних даних з деталізацією їхніх характеристик, чутливості, якості та доступності [1]. Для цього структурного елемента інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» притаманні функції:

- Визначення джерел даних, типів та даних, якими можна обмінюватися.
- Визначення стандартів даних для узгодженості та інтероперабельності, а також критеріїв класифікації даних для збору, обробки та аналізу даних.
- Створення інвентаризації доступних даних, деталізуючи їхні характеристики, чутливість, якість та доступність.
- Впровадження комплексного управління якістю даних, яке використовує: процедури валідації даних та встановлення контролю якості;

механізми виявлення помилок, моніторингу та звітування; включення програмного забезпечення для очищення або конвертації даних на основі ШІ [37] для вирішення проблем, таких як відсутні або неточні дані, неузгодженості або дублювання.

- Розробка механізмів для забезпечення сумісності та інтероперабельності даних між різними джерелами даних, використовуючи такі інструменти, як шари інтеграції даних або платформи.

«Управління даними, конфіденційність та заходи безпеки» є критично важливим блоком, що охоплює розробку структури управління даними [38], яка визначає політику щодо власності даних, конфіденційності, безпеки та доступу, враховуючи етичні та юридичні аспекти. Для цього структурного елемента інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» притаманні функції:

- Розробка структури системи управління даними, що визначає політику щодо власності, конфіденційності, безпеки та доступу до даних (враховуючи етичні аспекти та юридичну відповідність).

- Визначення ролей та обов'язків зацікавлених сторін, залучених до ініціативи обміну даними, включаючи власників, користувачів та обробників даних.

- Розробка процедур доступу та використання даних, контролю доступу до даних, обміну даними та захисту даних.

- Впровадження заходів конфіденційності та безпеки даних, зокрема потрібні: анонімізація, шифрування, контроль доступу, механізми моніторингу та використання нових технологій, наприклад, блокчейн для підвищення безпеки.

- Розробка плану реагування на витоки даних та встановити процедури для звітування та усунення витоків даних.

Блок «Відповідність законодавству про захист даних» забезпечує юридичну легітимність функціонування платформи. Це передбачає обов'язкову відповідність усім чинним законам та правилам захисту даних (наприклад,

GDPR) [1]. Для цього структурного елемента інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» притаманні функції:

- Забезпечення відповідності законам та правилам захисту даних (наприклад, GDPR), окресливши відповідальність зацікавлених сторін та впровадивши необхідні заходи для захисту персональних даних.

- Перегляд та оновлення розроблених заходів для підтримки відповідності майбутнім розробкам у законодавстві про захист даних та технологіях.

- Отримання згоди від суб'єктів даних та забезпечення прозорості [1].

Блок «Угоди щодо даних та етичні міркування» підкреслює необхідність формалізації взаємовідносин між учасниками обміну даними. Це потребує укладання угод, які чітко визначають мету, обсяг та умови обміну, а також забезпечення узгодження зацікавлених сторін через прозорі процеси запиту та надання доступу до даних. Важливим є також розробка процесу керування запитами, затвердженнями та відповідальністю, а також врахування етичних наслідків обміну даними, включаючи питання конфіденційності та потенційних упереджень [39]. Для цього структурного елемента інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» притаманні функції:

- Укладання угод про обмін даними, що окреслюють мету, обсяг та умови, наприклад, Меморандум про взаєморозуміння (MOU).

- Забезпечення узгодження зацікавлених сторін за допомогою прозорих процесів для запиту та надання доступу до даних.

- Розробка процесів керування запитами на дані, затвердженнями, відповідальністю та угодами про обмін.

- Розгляд наслідків обміну даними, включаючи питання конфіденційності, етичні наслідки та потенційні упередження або зловживання даними.

- Розробка стратегій для вирішення цих проблем та забезпечення етичного та відповідального обміну даними.

Блок «Інфраструктура обміну даними та технологічні рішення» стосується вибору та впровадження відповідних технологічних рішень та архітектури управління даними [40], базуючись на критеріях безпеки, масштабованості, презентабельності та економічної ефективності. Це потребує створення безпечних каналів обміну даними, платформ для співпраці, використання API, безпечних протоколів та розгляд нових технологій, таких як трасти даних, смарт-контракти та децентралізовані моделі. Розробка процесу моніторингу продуктивності інфраструктури обміну даними також є ключовою. Для цього структурного елемента інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» притаманні функції:

- Встановлення відповідних та безпечних каналів обміну даними та платформ для співпраці, як от платформи даних, API, безпечні протоколи, та розглянути нові технології, наприклад, трасти даних, смарт-контракти та децентралізовані моделі.
- Визначення та оцінка технології обміну та зберігання/архітектури даних для ініціативи обміну даними на основі безпеки, масштабованості, інтероперабельності та економічної ефективності.
- Розгляд нових технологій, які можуть покращити процес обміну та зберігання/отримання даних.
- Розробка процесів для моніторингу продуктивності інфраструктури обміну даними.

Завершальний блок, «Моніторинг, оцінка та комунікація», забезпечує постійне вдосконалення та прозорість платформи. Він передбачає моніторинг реалізації процесу міжсекторного обміну даними та внесення необхідних коректив для покращення продуктивності, відповідності та прозорості з громадськістю [1]. Також проводиться оцінка впливу обміну даними на досягнення намічених результатів та виявлення можливостей для покращення, постійне інформування громадськості та всіх зацікавлених сторін про переваги обміну даними, а також встановлення зворотного зв'язку для збору ідей та пропозицій щодо покращення ініціативи.

Оскільки «розумні міста» значною мірою залежать від даних, ефективна міждоменна інтеграція даних «розумних міст» є вирішальною для подолання бар'єрів даних між різними доменами чи секторами. Ця структура, охоплюючи ключові компоненти міждоменної інтеграції даних «розумних міст», значно сприяє розвитку «розумних міст» [1]. Структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» є корисною, оскільки надає список перевірки та структурований підхід для міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Структура буде корисною для допомоги «розумним містам» та іншим зацікавленим сторонам зрозуміти, що потрібно враховувати при зборі та обміні даними. Це важливо, оскільки все більше зацікавлених сторін висловлюють інтерес до процесів обміну даними. Це свідчить про те, що розроблена структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» досягла своєї мети, надаючи план того, як досягти міждоменної інтеграції даних «розумних міст», враховуючи різні виклики та впливи законодавства про захист даних. Водночас важливо, щоб всі зацікавлені сторони розуміли кроки, необхідні для ефективного обміну даними, підкреслюючи важливість структури для сприяння міждоменній інтеграції даних «розумних міст». Бар'єром при застосуванні структури може бути кількість зацікавлених сторін у процесі та необхідність забезпечити підтримку з боку всіх учасників.

3.2 Особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст»

«Розумні міста» – це екосистеми різних компонентів, і дані є ключем до того, щоб будь-яка система була «розумною» [41], тому міжсекторний підхід до процесів обміну даними може бути корисним при плануванні «розумного міста», підкреслюючи важливість ініціатив міждоменної інтеграції даних у розвитку «розумних міст». Структуру можна застосувати до конкретних секторів у «розумному місті», зокрема, в «розумній» охороні здоров'я [42], «розумних» музеях [43], «розумних» домогосподарствах [44], «розумній»

вентиляції [45] або «розумному» транспорті, оскільки вона охоплює важливі аспекти, управління даними та дотримання законодавства, які варіюються по секторах.

При формуванні інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» потрібно враховувати особливості управління даними та стандартизацію для:

- Забезпечення стандартизації форматів даних між секторами для сприяння ефективній інтеграції, обміну та аналізу даних.
- Застосування систем маркування та каталогізації даних для надання огляду доступних даних і можливості їх пошуку.
- Підтримки високої якості даних через процеси валідації та перевірки та забезпечення їх точності та актуальності шляхом регулярного оновлення спільно використовуваних даних.

При цьому слід здійснювати заходи з забезпечення конфіденційності та безпеки даних, зокрема:

- Захист приватності через маскування особистих ідентифікаторів, техніки анонімізації та дотримання принципів «приватність за замовчуванням».
- Застосування кількох рівнів захисту залежно від чутливості даних, наприклад, дані про здоров'я повинні бути ретельно захищені за допомогою таких заходів, як шифрування, блокчейн, контролі доступу та інші засоби безпеки.
- Розробка безпечної інфраструктури для обміну даними, перехід від децентралізованої системи зберігання даних до централізованої платформи для обміну даними, щоб покращити безпеку даних, приватність та ефективний обмін між секторами.

Для убезпечення інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних «розумних міст» повинна бути відповідність вимогам захисту даних та управління ризиками:

- Забезпечення юридичної відповідності законодавству про захист даних шляхом застосування процесів для їх дотримання.

- Збір та обмін тільки необхідними даними для досягнення запланованої мети (мінімізація даних), щоб зменшити ризик витоку чутливих даних та забезпечити відповідність законодавству про захист даних.

- Встановлення чіткої відповідальності за обробку даних та застосування контролю доступу до даних, щоб забезпечити доступ лише для авторизованих осіб.

- Проведення оцінки впливу на конфіденційність для виявлення та пом'якшення потенційних ризиків для конфіденційності при обміні даними.

Водночас повинна бути налагоджена співпраця та комунікація між зацікавленими сторонами:

- Поєднання підходів згори вниз і знизу вверх при застосуванні міжсекторного обміну даними для забезпечення ефективної співпраці та залучення всіх зацікавлених сторін.

- Визначення цілей, обсягу та завдань ініціатив обміну даними, демонстрація цінності, створеної для різних секторів, і узгодження з їх цілями.

- Сприяння ефективній комунікації та співпраці між різними секторами для кращого розуміння складних наборів даних і забезпечення того, щоб дані були корисними та цінними для всіх залучених секторів.

- Визнання потенційних переваг міжсекторного обміну даними та того, як це може призвести до кращого прийняття рішень, заощадження коштів і покращених результатів для «розумного міста».

Успішне функціонування інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» значною мірою залежить від компетентності її команди. Необхідно, щоб у складі команди, включно з технологічними фахівцями, були присутні досвідчені члени, які мають практику управління міжсекторними проектами обміну даними. Це дасть змогу забезпечити, що проєкт буде ефективно розвиватися, досягатиме поставлених цілей та повністю відповідатиме вимогам законодавства про захист даних.

Для ефективної роботи цих фахівців, їх необхідно забезпечити основними інструментами аналізу даних [46]. Це дасть можливість членам команди

глибоко розуміти цінність доступних даних, що, своєю чергою, сприятиме прийняттю обґрунтованих рішень, заснованих на даних.

3.3 Концептуальні обмеження чутливих та нечутливих даних «розумних міст»

Порядок кроків і дій може змінюватися залежно від проєкту з обміну даними, і обмеження можуть потребувати адаптації до різних сценаріїв [47]. Обмін нечутливими даними може не вимагати всіх кроків, і деякі з них можуть не стосуватися різних секторів, наприклад, обмін географічними [48] або екологічними даними [49] не потребуватиме виконання вимог щодо захисту даних.

Розглянувши розроблені концептуальні обмеження можемо створити окрему діаграму, щоб надати секторам «розумного міста» загальне уявлення про фактори, що залучені до взаємозв'язку міждомовної інтеграції даних «розумних міст» і дотриманням законодавства про захист даних. Діаграма (див. рисунок 3.2) демонструє розуміння складних взаємозв'язків між деякими з важливих факторів у досягненні міждомовної інтеграції даних «розумних міст» при дотриманні законодавства про захист даних.

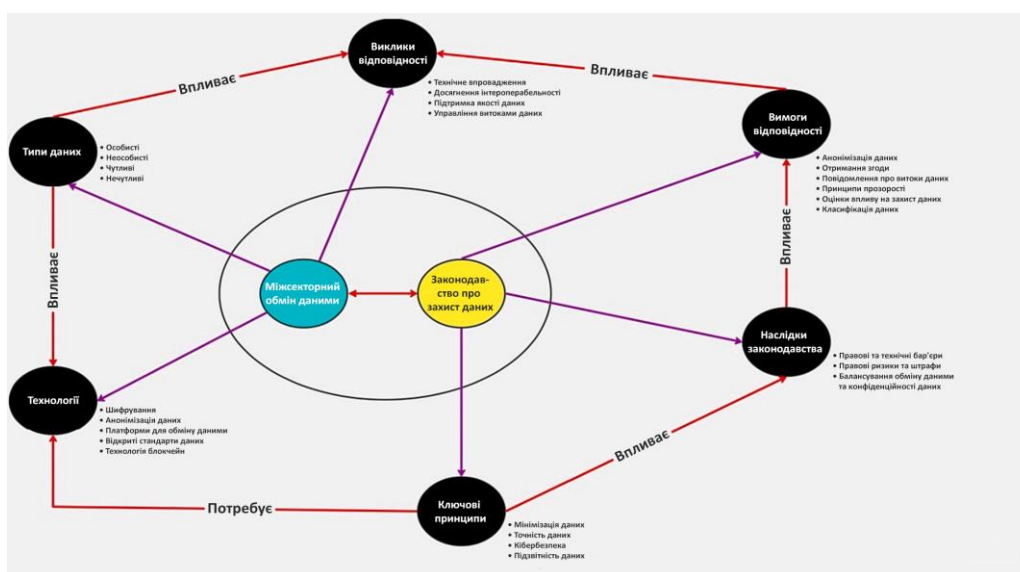


Рисунок 3.2 – Діаграма підтримки обмежень

Однак настанови обмежені в аспектах того, як законодавство про захист даних впливає на процес міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Тому доцільно розробити додаткову діаграму для підтримки обмежень, що надає зацікавленим сторонам подальше розуміння впливу законодавства про захист даних на міждоменну інтеграцію даних «розумних міст». Зрештою, ці додаткові концептуальні обмеження враховують специфічний фокус цього дослідження, а саме – міждоменна інтеграція даних «розумних міст». Остаточні настанови могли б дати можливість налаштування в залежності від потреб сектору, даючи йому можливість бачити, що є релевантним для нього.

3.4 Кореляція результатів з науковими публікаціями

Комплексне дослідження міждоменної інтеграції даних «розумних міст», що відповідає законодавству про захист даних, виявляє критичні виклики та вимоги, які резонують з уже встановленими дослідженнями. Подальша розробка інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» тісно корелюють з обговореннями в науковій літературі щодо необхідності комплексних, адаптованих інформаційно-технологічних платформ «розумних міст» [50]. Запропонована концептуальна структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» має на меті надати структурований підхід, який допомагає вирішувати складнощі, одночасно враховуючи потреби окремих секторів, що відповідає акценту в науковій літературі на індивідуальних стратегіях для успішної міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

Наприклад, автори [32] підкреслюють схожі аспекти, наголошуючи на значенні якості даних, стандартизації, взаємодії, проблемах конфіденційності та залученні зацікавлених сторін у «розумних містах». Проведене дослідження відображає ці важливі елементи, підкреслюючи їхню роль у забезпеченні ефективних ініціатив міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Складнощі, які були описані, зокрема виклики у дотриманні законодавства про

захист даних, резонують з більш широкою науковою літературою, що підкреслює нюансовану природу процесів обміну даними, особливо в різних секторах, які збирають чутливі дані.

Іншим прикладом є дослідження [31], яке висвітлює еволюцію досліджень з відкритих урядових даних (OGD), особливо стосовно рушійних сил і бар'єрів для їхнього впровадження. Вони підкреслюють, що попередні дослідження в основному зосереджувались на повторному використанні OGD компаніями та громадянами, але їхнє дослідження зазначає прогалину в розумінні бар'єрів для надання даних, зокрема спротиву публічних організацій до обміну урядовими даними. Вони також обговорюють Теорію спротиву інноваціям (IRT), яка визначає функціональні та психологічні бар'єри, зокрема, проблеми якості даних, ускладнення в підготовці даних, сприйняття вартості, занепокоєння щодо ризиків, наприклад, зловживання і конфіденційність, традиційну організаційну культуру та побоювання щодо іміджу, тим самим надаючи тонке розуміння бар'єрів, що перешкоджають ініціативам обміну даними, і підкреслюючи необхідність індивідуальних стратегій для подолання спротиву серед публічних організацій.

Крім того, дослідження [51] розглядає невдоволення громадян у «розумних містах», висвітлюючи як активне і пасивне незадоволення, що виникає через технічні, соціальні та конфіденційні проблеми. Дослідження сильно резонує з висновками, особливо щодо проблем якості даних, взаємодії та дотримання законодавства про захист даних. Як висновки, так і результати сходяться на важливості вирішення технічних проблем, соціальних наслідків та занепокоєнь щодо конфіденційності в ініціативах «розумних міст». Розробка інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» тісно пов'язана з ідентифікацією типів незадоволення громадян і відповідями урядів. Їхні погляди на незадоволення слугують доповнюючим підходом до інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст», допомагаючи уточнити та

збагачувати кроки, визначені для ефективних ініціатив міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

Синтез досліджень з висновками сприяє комплексному розумінню незадоволення громадян у «розумних містах» і підтримує розвиток надійної інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» [1] для успішних міжсекторальних ініціатив обміну даними, підкреслюючи критичні компоненти, необхідні для орієнтації в складному середовищі «розумних міст».

Інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції для управління даними «розумних міст», запропонована в [18], хоча і надає цінні відомості щодо управління даними в «розумних містах», значною мірою не охоплює міждоменну інтеграцію даних «розумних міст» та складні проблеми, пов'язані з дотриманням законодавства про захист даних. Поданий вище концептуальний прототип інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» заповнює цю прогалину, чітко зосереджуючись на взаємозв'язку міждоменної інтеграції даних «розумних міст» і законодавства про захист даних, пропонуючи комплексні вказівки для розвитку «розумних міст», що виходять за межі якості даних та конфіденційності, і забезпечують цілісніший підхід.

На відміну від фреймворка [18], який обмежує свій обсяг конкретними аспектами управління даними, інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних «розумних міст» застосовує комплексніший підхід. Він не тільки включає міцні заходи для забезпечення якості даних і конфіденційності, але й окреслює дорожню карту для ефективного та відповідного обміну даними між різними секторами «розумного міста». Чітко враховуючи виклики, що виникають при міждоменній інтеграції даних «розумних міст» у поєднанні з законодавством про захист даних, інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних «розумних міст» стає важливим інструментом для урбаністів, політиків та практиків, які орієнтуються в складному середовищі «розумних міст» [1]. Вона

не тільки акцентує увагу на основних аспектах якості даних та конфіденційності, але й розширює свій вплив для підтримки більш інклюзивного, взаємопов'язаного та етично правильного підходу до обміну даними в контексті сучасних «розумних міст».

Крім того, робота [19], хоча й вносить значний вклад у дискурс еволюції «розумних міст», здебільшого зосереджена на бізнес-процесах і не має чіткої уваги до міждоменної інтеграції даних «розумних міст» і законодавства про захист даних. Інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних «розумних міст», прототипована у цій кваліфікаційній роботі, доповнює та розширює існуючі знання, надаючи конкретні вказівки щодо міждоменної інтеграції даних «розумних міст» та законодавства про захист даних, пропонуючи комплекснішу перспективу, що відповідає на розвиток потреб і викликів сучасного розвитку «розумних міст». Проведена розробка не тільки сприяє заповненню прогалини в літературі, але й узгоджується з усталеними точками зору, створюючи міст між виявленими викликами, фреймворками і загальним дискурсом про міждоменну інтеграцію даних «розумних міст» та дотримання законодавства про захист даних у «розумних містах» [1].

Формування процесів міждоменної інтеграції даних «розумних міст» є важливим елементом у розвитку «розумних міст», оскільки воно має потенціал для значного створення вартості. Однак шлях до успішної реалізації міждоменної інтеграції даних «розумних міст» у середовищах «розумних міст» виявляється глибоко складним. Існує ряд труднощів, які потребують уваги для забезпечення безперешкодної співпраці даними між секторами міста, зокрема проблеми якості даних, стандартизації, взаємодії, захисту конфіденційності та залучення зацікавлених сторін [1]. Більше того, хоча дотримання законодавства про захист даних є невід'ємною частиною цього процесу, воно збільшує перешкоди на шляху до досягнення міждоменної інтеграції даних «розумних міст», особливо коли мова йде про збирання чутливих даних у різних секторах міста. Попри критичну значущість міждоменної інтеграції даних «розумних

міст» та законодавства про захист даних у контексті «розумних міст», наукова література виявляє значну нестачу стратегій для подолання цих викликів [1].

Основним результатом цієї кваліфікаційної роботи є прототипування інформаційно-технологічної платформи, яка надає структурований підхід до реалізації ініціатив в галузі міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Результати цього дослідження можуть допомогти в ефективній міждоменній інтеграції даних «розумних міст», зокрема:

- важливістю процесів сильного управління даними;
- постійним спілкуванням між зацікавленими сторонами;
- вирішенням проблем якості даних;
- визначенням вартості, яку створює обмін даними;
- застосуванням стандартизації даних.

Ці результати дають загальне уявлення про ключові фактори, що сприяють успішній міждоменній інтеграції даних «розумних міст» та подоланню бар'єрів, які перешкоджають ініціативам обміну даними.

Результат дослідження [1] є актуальним ресурсом для розвитку «розумних міст». Оскільки обмін даними є основою ініціатив «розумних міст», інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних «розумних міст» надає структурований підхід, який сприяє безперешкодній співпраці між різними секторами міста. Підкреслюючи критичні компоненти, необхідні для ефективного обміну даними, інформаційно-технологічна платформа міждоменної інтеграції даних дає можливість започаткувати формування процесів обміну даними у різних доменах або секторах «розумного міста». Цей підкреслює, як запропонований прототип інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» слугує каталізатором для розвитку «розумних міст», надаючи підтримку планувальникам міст, адміністраторам, розробникам технологій, політикам та іншим зацікавленим сторонам, залученим до ініціатив «розумних міст». Він забезпечує стратегічний та злагоджений підхід до обміну даними, зрештою

сприяючи реалізації рішень та інновацій, орієнтованих на дані, у контексті «розумних міст».

Інтеграція в дорожні карти розвитку «розумних міст» є значним активом, особливо стосовно аспектів, орієнтованих на дані. Оскільки ініціативи «розумних міст» розвиваються, прототип інформаційно-технологічної платформи надає структурований шлях, забезпечуючи ефективне використання та управління даними в різних секторах [1]. Ця інтеграція покращує існуючі дорожні карти, вводячи комплексний підхід до міжсекторального обміну даними, вирішення викликів, управління ризиками та сприяння дотриманню законодавства щодо захисту даних.

Напрями для формування інформаційно-технологічних платформ «розумних міст», орієнтованих на дані. Дослідження [1] служить інструментом у формуванні інформаційно-технологічних платформ «розумних міст», особливо тих, що зосереджені на управлінні даними, обміні даними та взаємодії. Надаючи основні кроки та рекомендації, воно сприяє розробці інформаційно-технологічних платформ «розумних міст», які пріоритетно ставлять безперешкодний обмін даними, дотримуючись стандартів конфіденційності, безпеки та етики. Ця інтеграція підтримує створення надійних інформаційно-технологічних платформ «розумних міст», орієнтованих на дані, необхідних для сприяння інноваціям та сталому розвитку в умовах «розумних міст».

Покращена інтеграція емпіричних висновків з наявною літературою збагачує розуміння складнощів міждоменної інтеграції даних «розумних міст» та їх взаємодії з законодавством про захист даних.

Кожен описаний вище етап міждоменної інтеграції даних «розумних міст» виникає з ключових факторів, які були визначені, що забезпечує комплексне, але лаконічне представлення основних дій міждоменної інтеграції даних «розумних міст» .

Для забезпечення інклюзивності інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст» було застосовано системний

підхід. Це дало змогу здійснити вибір необхідних кроків, категоризацію, удосконалення та ітерацію концептуального прототипу інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

3.5 Висновок до третього розділу

В третьому розділі кваліфікаційної роботи сформована структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Описано особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Розглянуто концептуальні обмеження чутливих та нечутливих даних «розумних міст». Проаналізовано кореляція результатів з науковими публікаціями.

РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Психологічні чинники небезпеки

Тема кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр» присвячена інформаційно-технологічній платформі міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Спеціалісти, задіяні в центрах збору та обробки даних, стикаються з розмаїттям стресових факторів, що робить актуальним вивчення психологічних аспектів пов'язаних ризиків. Згідно зі статистичними даними та оцінками фахівців з безпеки життєдіяльності, від 60% до 90% травм, що трапляються як на виробництві, так і в повсякденному житті, спричинені необачністю або недбалістю самих постраждалих [52]. Це підкреслює критичну важливість дотримання правил безпеки та формування відповідального ставлення до власного здоров'я та життя. Основними чинниками такої ситуації є:

- недостатня професійна обізнаність щодо питань безпеки;
- брак належного виховання у сфері безпеки;
- низький рівень орієнтації людини на неухильне дотримання норм безпеки;
- дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки особам, які мають підвищений ризик отримання травм;
- присутність людей у стані перевтоми або інших психологічних станах, що негативно впливають на безпеку виконання завдань.

Існує низка факторів, які підвищують індивідуальну сприйнятливості людини до небезпечних ситуацій. До них належать:

- Особистісні риси, пов'язані з темпераментом.
- Функціональні зміни, що відбуваються в організмі.
- Наявність дефектів органів чуття.
- Відчуття незадоволення поточною діяльністю.

Разом з тим, схильність до небезпеки може бути зумовлена несприятливим характером самої діяльності, що проявляється у таких аспектах:

- Необхідність значних фізичних та розумових зусиль.
- Неергономічна робоча поза.
- Висока швидкість виконання праці.
- Надмірні нервово-емоційні навантаження.
- Перенапруження слухових та зорових аналізаторів.
- Невідповідність робочого місця, інструментів праці та антропометричних даних працівника.

Вплив згаданих вище чинників викликає фізичне та емоційне виснаження, що несприятливо позначається на психічному стані індивіда. Це призводить до уповільнення та зниження точності реакцій, погіршення уваги та пильності, а також спотворення сприйняття реальності. У найбільш несприятливих випадках такі наслідки можуть спричинити травмування.

Психологи виділяють окрему галузь – психологію безпеки, яка досліджує психічні характеристики та стани людини, що виникають у процесі професійної діяльності. Мислення, пам'ять, увага, сприйняття, емоції та воля є фундаментальними психічними процесами, котрі відіграють вирішальну роль у засвоєнні знань, накопиченні життєвого досвіду та гарантуванні безпеки під час виконання робіт.

У психології психічні процеси класифікуються на три категорії: пізнавальні, емоційні та вольові. До пізнавальних процесів належать мислення, пам'ять, увага, сприйняття та уява. Емоційні процеси – це відповіді організму на внутрішні або зовнішні подразники. Вольові процеси ж відповідають за свідоме регулювання поведінки та діяльності людини.

Психічні особливості є стійкими характеристиками особистості, що визначають її поведінкові реакції та ефективність у діяльності. До них відносяться інтелектуальні здібності, емоційна стійкість, вольові якості, працездатність та інші індивідуальні риси. Водночас, психічні стани є

динамічними проявами психічної діяльності, здатними змінюватися і справляти як позитивний, так і негативний вплив на когнітивні та емоційні процеси.

Значна частина психологів погоджується, що продуктивність та ефективність людської діяльності значною мірою залежать від інтенсивності психічного напруження. Хоча помірне зростання напруження може позитивно впливати на результати роботи, його надлишок призводить до зниження ефективності, аж до повної втрати працездатності.

Вплив вищезгаданих чинників спричиняє фізичне та емоційне виснаження, що негативно позначається на психічному стані людини. Це проявляється у зниженні швидкості та точності реакцій, погіршенні уваги й пильності, а також спотворенні сприйняття навколишнього середовища. У найгірших випадках такі наслідки можуть стати причиною травматизації.

Психологи виділяють окрему галузь – психологію безпеки, яка досліджує психічні властивості та стани індивіда, що виникають під час виконання професійних обов'язків [53]. Мислення, пам'ять, увага, сприйняття, емоції та воля є основними психічними процесами, котрі відіграють ключову роль у процесі здобуття знань, накопичення життєвого досвіду та забезпечення безпеки під час роботи.

У психологічній науці психічні процеси класифікуються на три категорії: пізнавальні, емоційні та вольові. До пізнавальних належать розумові операції, запам'ятовування, зосередження, сприйняття та уява. Емоційні процеси проявляються як реакції на внутрішні або зовнішні подразники. Вольові процеси ж відповідають за свідомий контроль над поведінкою та діяльністю індивіда.

Психічні властивості характеризують стійкі особливості особистості, що формують її поведінку та діяльність. Вони охоплюють інтелектуальні здібності, емоційну стійкість, вольові якості, трудові навички та інші риси. Натомість, психічні стани є тимчасовими характеристиками психічної активності, здатними змінюватися і справляти як позитивний, так і негативний вплив на психічні процеси.

На думку багатьох психологів, ефективність та здатність людини до праці значною мірою залежать від рівня психічного напруження. Помірне підвищення напруги може сприяти покращенню результатів роботи, однак його надмірний рівень призводить до зниження продуктивності, аж до повної втрати працездатності.

Вживання психоактивних речовин, зокрема алкоголю, значно підвищує ризик отримання травм та знижує рівень безпеки під час будь-якої діяльності. Легкі стимулятори – чай чи кава, можуть допомогти подолати сонливість і тимчасово підвищити ефективність роботи. Проте, застосування сильніших стимуляторів під час виконання відповідальних завдань може мати несприятливий вплив, погіршуючи самопочуття та уповільнюючи реакції.

Транквілізатори, що використовуються для зменшення нервової напруги та профілактики неврозів, можуть спричинити зниження психічної активності, уповільнення реакцій, сонливість та апатію.

Алкоголь суттєво збільшує ймовірність травматизму та аварій у будь-якій сфері діяльності. Згідно з дослідженнями, у 40-60% випадків дорожньо-транспортних пригод саме алкоголь є основною причиною. На виробництві до 64% смертельних інцидентів пов'язані з вживанням алкоголю та помилковими діями постраждалих. Особливо небезпечним є стан післяалкогольної астенії (похмілля), який не лише знижує працездатність, але й викликає загальмованість та зменшує рівень обережності, що значно впливає на безпеку праці.

4.2 Контроль за станом охорони праці

Кваліфікаційна робота освітнього рівня «бакалавр» присвячена інформаційно-технологічній платформі міждоменної інтеграції даних «розумних міст». Зважаючи на те, що інформаційно-технологічні проєкти такого масштабу вимагають глибокої інтеграції ІТ та комунікаційних систем у

різнорідну обчислювальну інфраструктуру, першочергового значення набуває контроль за станом охорони праці.

Контроль у сфері охорони праці є невід'ємним елементом для гарантування безпечних умов праці та запобігання інцидентам. Його сутність полягає у систематичному відстеженні та перевірці дотримання встановлених вимог, виконання обов'язків та функцій у галузі охорони праці відповідальними суб'єктами щодо об'єктів контролю. Необхідність посилення такого контролю зумовлена тривожною тенденцією: попри превентивні заходи, рівень виробничого травматизму та кількість смертельних випадків не зменшується, а подекуди навіть зростає. Однією з головних причин цієї ситуації є недостатня ефективність існуючих механізмів нагляду за дотриманням норм та вимог законодавства з охорони праці. Здійснення контролю в цій сфері покладається як на роботодавців, які забезпечують внутрішній контроль для постійної підтримки безпечних умов праці на підприємстві, так і на державні органи, що здійснюють зовнішній нагляд за дотриманням нормативних актів з охорони праці на загальнодержавному рівні. Кінцевою метою такої системи контролю є не лише виявлення та усунення порушень, а й їх попередження шляхом впровадження превентивних заходів та зміцнення культури безпеки на робочих місцях.

Контроль у сфері охорони праці є одним з найпотужніших інструментів для забезпечення безпечного робочого середовища, проте для досягнення бажаного результату він має бути справді результативним. Це вимагає багатогранного підходу, що включає вдосконалення чинного законодавства та нормативної бази, яка регулює вимоги до охорони праці. Також вкрай важливо створити дієвий державний механізм нагляду, здатний оперативно реагувати на порушення та запобігати їх виникненню. Окрім цього, значущу роль відіграє підвищення рівня поінформованості та відповідальності як роботодавців, так і працівників щодо дотримання правил безпеки. Формування міцної культури охорони праці на всіх рівнях трудового процесу є необхідною умовою для зменшення виробничих ризиків та запобігання нещасним випадкам.

На підприємствах реалізується декілька ключових форм контролю за станом охорони праці. Однією з них є триступеневий контроль, закріплений у нормативних документах, зокрема у розділі 3 Галузевої Угоди між Міністерством регіонального розвитку та будівництва України і Профспілкою працівників промисловості будівельних матеріалів України на 2017-2018 роки. Додатково, оперативний контроль здійснюють керівники робіт та інші уповноважені особи підприємства, включаючи службу охорони праці. Вищі організації також проводять контроль на вищих рівнях, як от четвертий або п'ятий ступінь. Місцеві органи влади та органи самоврядування також беруть участь у нагляді за охороною праці на підприємствах.

Внутрішньовідомчий контроль, що здійснюється роботодавцем, є суттєвим елементом забезпечення безпеки праці на підприємстві. Згідно із Законом України про охорону праці, роботодавець зобов'язаний створити відповідні умови праці відповідно до нормативних вимог та гарантувати дотримання прав працівників у цій сфері. Для цього роботодавець повинен впровадити систему управління охороною праці, проводити інструктажі для персоналу та здійснювати перевірки щодо дотримання вимог охорони праці [54].

Відомчий контроль за охороною праці є важливою складовою механізму забезпечення безпеки праці на підприємстві. Цей вид контролю дає можливість виявляти та усувати порушення норм і законодавства у галузі охорони праці, а також сприяє формуванню вищого рівня культури безпеки серед працівників. Крім того, значну роль відіграє громадський контроль та нагляд з боку державних органів, які здійснюють перевірки та контроль за дотриманням вимог охорони праці. На рівні одного підприємства адміністративний контроль за станом охорони праці реалізується керівником підприємства, головними спеціалістами та іншими особами, уповноваженими наказом роботодавця [55].

Внутрішній контроль за охороною праці – це форма нагляду, що здійснюється керівними структурами підприємств, установ та організацій з метою забезпечення безпечних умов праці на підпорядкованих об'єктах. Згідно

з Порядком проведення планових виїзних перевірок з питань охорони праці, затвердженим Кабінетом Міністрів України від 1 червня 2013 року № 440, такий контроль виконується службами охорони праці вищих організацій та профільними спеціалістами. Під час перевірок складається офіційний акт, де фіксуються виявлені відхилення від законодавчих вимог у сфері охорони праці, а також визначаються необхідні заходи для їх усунення. Головною метою внутрішнього контролю є гарантування дотримання законодавства з охорони праці на підпорядкованих підприємствах, виправлення порушень та підвищення загального рівня культури безпеки праці серед персоналу. Під час контрольних заходів перевіряються різноманітні аспекти, зокрема виконання планів з охорони праці, ефективність використання коштів, призначених на ці цілі, розробка проектної документації, виконання обов'язків службовими особами у сфері охорони праці та інші питання, що стосуються безпеки праці. Для забезпечення дієвості, внутрішній контроль має здійснюватися регулярно та систематично.

Оперативний контроль за охороною праці відіграє ключову роль у своєчасному виявленні порушень та недоліків, що можуть стати причиною нещасних випадків або створити загрозу для безпеки працівників. Цей вид контролю не тільки забезпечує моніторинг дотримання норм та стандартів охорони праці, але й дає змогу оперативно реагувати на зміни в умовах праці, технічному оснащенні або впливі людського фактора. Завдяки постійному контролю можна вчасно ідентифікувати потенційно небезпечні ситуації та усунути їх до того, як вони переростуть у серйозні проблеми.

Процес здійснення оперативного контролю на підприємствах потребує чіткої організації та ефективної координації між різними рівнями управління. Перший ступінь оперативного контролю, який проводиться безпосередньо на робочих місцях, дає змогу швидко виявляти порушення під час виконання трудового процесу. Це надає можливість негайно вжити заходи для усунення небезпеки, запобігаючи її подальшому розвитку. Крім того, на цьому етапі

працівники можуть безпосередньо повідомляти про виниклі проблеми, що також сприяє підвищенню рівня безпеки.

Другий рівень контролю відбувається на рівні спеціалістів та керівників структурних підрозділів, що надає можливість виявити глибші, системні проблеми, які не завжди помітні на індивідуальному рівні працівників. Це дає можливість аналізувати організацію охорони праці в контексті загальних умов виробничого процесу та інфраструктури підприємства. На цьому етапі також аналізуються витрати на охорону праці та ефективність використання ресурсів, сприяючи збалансованішому підходу до створення безпечного робочого середовища.

Третій рівень контролю, що проводиться вищими органами управління підприємства, забезпечує глибшу оцінку дотримання стандартів охорони праці. Ця перевірка здійснюється у ширшому контексті, враховуючи галузеві особливості та загальні вимоги державного регулювання. Такий підхід дає змогу виявити серйозніші структурні недоліки в організації охорони праці, зокрема в процесах управління, підготовці персоналу та організації робочих місць.

Четвертий рівень оперативного контролю, який реалізується на рівні нарад та стратегічних рішень, є критично важливим для безперервного вдосконалення системи охорони праці. На цьому етапі аналізуються результати попередніх перевірок та ефективність вжитих заходів з усунення порушень. Крім того, ухвалюються рішення щодо впровадження нових методів або технологій для покращення умов праці та зниження ризику виникнення небезпечних ситуацій.

Підвищення ефективності оперативного контролю також тісно пов'язане з інтеграцією сучасних технологій, як от Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект, що дає змогу автоматизувати процеси моніторингу та реагування на потенційні загрози. Наприклад, за допомогою IoT можна встановлювати датчики для постійного відстеження стану технічного обладнання, виявлення аварійних ситуацій та автоматичного інформування керівництва або служб охорони праці

про критичні події. Штучний інтелект, своєю чергою, може допомогти в аналізі значних обсягів даних, що збираються на підприємствах, для виявлення потенційних тенденцій і ризиків, а також для розробки прогностичних моделей безпеки.

Таким чином, оперативний контроль є не лише необхідним елементом для забезпечення безпеки на виробництві, а й для підтримки високого рівня організації та готовності до запобігання аваріям. Інтеграція нових технологій у цей процес робить його більш ефективним та своєчасним, а також значно знижує ймовірність виникнення нещасних випадків, забезпечуючи безпечніші умови праці для всіх учасників процесу [55].

4.3 Висновок до четвертого розділу

В четвертому розділі кваліфікаційної роботи описано психологічні чинники небезпеки. Окремо описано контроль за станом охорони праці.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено концептуальну інформаційно-технологічну платформу для міждоменної інтеграції даних «розумних міст», що охоплює аналіз проблемної області, опис ключових етапів, визначення її структури та технологій, а також враховує особливості та обмеження для чутливих і нечутливих даних.

В першому розділі кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Бакалавр»:

- Подано опис проблемної області міждоменної інтеграції даних «розумних міст».
- Розглянуто роль даних у «розумному місті».
- Досліджено відкриті дані та обмін даними в «розумних містах».
- Подано тематичні особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

В другому розділі кваліфікаційної роботи:

- Описано умови обміну даними в «розумних містах».
- Розглянуто ключові етапи міждоменної інтеграції даних «розумних міст».
- Описано структуру процесу міждоменної інтеграції даних «розумних міст».
- Проаналізовано ключові технології інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст».
- Сформовано структуру інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст».

В третьому розділі кваліфікаційної роботи:

- Сформована структура інформаційно-технологічної платформи міждоменної інтеграції даних «розумних міст».
- Описано особливості міждоменної інтеграції даних «розумних міст».
- Розглянуто концептуальні обмеження чутливих та нечутливих даних «розумних міст».

– Проаналізована кореляція результатів з науковими публікаціями.

У розділі «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» описано психологічні чинники небезпеки. Окремо описано контроль за станом охорони праці.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

- 1 Joyce, Aaron, and Vahid Javidroozi. "Smart city development: Data sharing vs. data protection legislations." *Cities* 148 (2024): 104859.
- 2 Souza, Arthur, Jorge Pereira, Juliana Oliveira, Claudio Trindade, Everton Cavalcante, Nelio Cacho, Thais Batista, and Frederico Lopes. 2017. "A data integration approach for smart cities: The case of Natal." 2017 International Smart Cities Conference, ISC2 2017.
- 3 Vanli, T., & Akan, T. (2023). Mapping synergies and trade-offs between smart city dimensions: A network analysis. *Cities*, 142, Article 104527.
- 4 Lim, C., & Maglio, P. P. (2018). Data-driven understanding of smart service systems through text mining. 10(2), 154–180. <https://doi.org/10.1287/Serv.2018.0208>
- 5 Kieu, T. K., Grattan, K., Goldman, B., Ha, T. T. T., Thi, T. T. T., Pomeroy-Stevens, A., & Bachani, D. (2022). Bringing sectors together in Da Nang, Vietnam: Participatory systems mapping. *Journal of Urban Health*, 99(4), 760–769.
- 6 Dorri, A., Kanhere, S. S., Jurdak, R., & Gauravaram, P. (2017). Blockchain for IoT security and privacy: The case study of a smart home. In 2017 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, PerCom Workshops 2017 (pp. 618–623).
- 7 Asswad, Jad and Jorge Marx Gomez. 2021. "Data ownership: A survey." *Information* 2021, Vol. 12, Page 465 12(11):465.
- 8 Rao, P. M., & Deebak, B. D. (2023). Security and privacy issues in smart cities/industries: Technologies, applications, and challenges. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(8), 10517–10553.
- 9 Gruschka, Nils, Vasileios Mavroeidis, Kamer Vishi, and Meiko Jensen. 2019. "Privacy issues and data protection in Big Data: A case study analysis under GDPR." *Proceedings - 2018 IEEE International Conference on Big Data, Big Data* 2018 5027–33.

- 10 Paskaleva, K., Evans, J., Martin, C., Linjordet, T., Yang, D., & Karvonen, A. (2017). Data governance in the sustainable smart city. *Informatics*, 4(4), 41.
- 11 A&L Goodbody. (2016). *The GDPR: A guide for businesses* (Belfast, London, New York, Palo Alto, San Francisco, Dublin).
- 12 Kunanets, N., Zhovnir, Y., Burov, Y., Pasichnyk, V., & Duda, O. (2025). Designing the structure and architecture of situation-aware security information systems for residential complexes. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 1(9(133)), 6–23.
- 13 Yang, L., Elisa, N., & Eliot, N. (2019). Privacy and security aspects of E-government in smart cities. *Smart Cities Cybersecurity and Privacy*, 89–102.
- 14 ISO. (2017). *ISO/IEC 30182:2017 - Smart city concept model — Guidance for establishing a model for data interoperability*.
- 15 International Telecommunication Union (ITU). (2021). *ITU-T recommendation database*.
- 16 Loideain, N. N. (2019). A port in the data-sharing storm: The GDPR and the internet of things. *Journal of Cyber Policy*, 4(2), 178–196.
- 17 Орлов М. В., Дуда О. М., Жовнір Ю. І., Грибовський О.М. Інструменти методології DevOps в інформаційних системах на основі технологій ІоТ. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво, Випуск 57, 2024, с. 128-138. ISSN 2524-0552; eISSN 2524-0560, DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-57-15>.
- 18 Liu, X., Heller, A., & Nielsen, P. S. (2017). CITIESData: A smart city data management framework. *Knowledge and Information Systems*, 53(3), 699–722.
- 19 Javidroozi, V., Shah, H., & Feldman, G. (2019). A framework for addressing the challenges of business process change during enterprise systems integration. *Business Process Management Journal*, 26(2), 463–488.
- 20 Anisetti, M., Ardagna, C. A., Braghin, C., Damiani, E., Polimeno, A., & Balestrucci, A. (2021). Dynamic and scalable enforcement of access control policies for big data. In *ACM International Conference Proceeding Series* (pp. 71–78).

21 Khan, U. T., & Zia, M. F. (2021). Smart city technologies, key components, and its aspects. In 4th International Conference on Innovative Computing, ICIC 2021.

22 United Nations (UN). (2018). 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. UN DESA | United Nations Department of Economic and Social Affairs.

23 Дуда, О. М., Кунанець, Н. Е., Мацюк, О. В., & Пасічник, В. В. (2018). Системні комплекси інформаційних технологій у проектах «Розумне місто».

24 Falconer, G., & Mitchell, S. (2012). Point of view smart city framework a systematic process for enabling smart+connected communities.

25 Ullah, F., Qayyum, S., Thaheem, M. J., Al-Turjman, F., & Sepasgozar, S. M. E. (2021). Risk management in sustainable smart cities governance: A TOE framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, Article 120743.

26 Javidroozi, V., Shah, H., & Feldman, G. (2023). FABS: A framework for addressing the business process change challenges for smart city development. *IEEE Access*, 1.

27 Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2017). Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review. *Sustainable Cities and Society*, 31, 183–212.

28 Duda, O., Kunanets, N., Matsiuk, O., & Pasichnyk, V. (2022). Cloud-based IT infrastructure for “smart city” projects. In D. Bădică, V. Kołodziej, M. Ganzha, & M. Paprzycki (Eds.), *Dependable IoT for human and industry* (pp. 389–409). Springer.

29 Khawaja, S., & Javidroozi, V. (2023). Blockchain technology as an enabler for cross- sectoral systems integration for developing smart sustainable cities. *IET Smart Cities*, 5(3), 151–172.

30 Palka, O., Dmytrotso, L., Duda, O., Kunanets, N., & Pasichnyk, V. (2024). Information and technological tools for analysis and visualization of open data in smart cities. *CEUR Workshop Proceedings*, 3742, 1–12.

31 Nikiforova, A., & Zuiderwijk, A. (2022). Barriers to openly sharing government data: Towards an open data-adapted innovation resistance theory. *ACM International Conference Proceeding Series*, 215–220.

32 Lnenicka, M., Nikiforova, A., Luterek, M., Azeroual, O., Ukpabi, D., Valtenbergs, V., & Machova, R. (2022). Transparency of open data ecosystems in smart cities: Definition and assessment of the maturity of transparency in 22 smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 82, Article 103906.

33 Berardi, R., Belizario, M. G., Cristina, R., & Berardi, G. (2019). Use of smart and open data in smart cities.

34 Nitoslowski, S. A., Galle, N. J., van den Bosc, & Steenberg, J. W. N. (2019). Smarter ecosystems for smarter cities? A review of trends, technologies, and turning points for smart urban forestry. *Sustainable Cities and Society*, 51, Article 101770. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2019.101770>

35 Barns, S. (2018). Smart cities and urban data platforms: Designing interfaces for smart governance. *City, Culture and Society*, 12, 5–12.

36 Duda, O., Matsiuk, O., Kunanets, N., Pasichnyk, V., & Veretennikova, N. (2020). Selection of effective methods of big data analytical processing in information systems of smart cities. *CEUR Workshop Proceedings*, 2643, 68–78.

37 М. Лучкевич, І. Шаклеїна, О. Дуда. Підвищення ефективності devops за рахунок використання штучного інтелекту та машинного навчання. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. Том № 3 (2025).

38 Duda, O., Kunanets, N., Martsenko, S., Nykytyuk, V., & Pasichnyk, V. (2021). COVID-19 data collections and analytical processing.

39 Kunanets, N., Dobrovolska, V., Filippova, N., Parviz, K., Lypak, H., & Duda, O. (2020). Designing the Repository of Documentary Cultural Heritage.

40 Duda, O., Pasichnyk, V., Lypak, H., Veretennikova, N., Kunanets, N., & Matsiuk, O. (2021). Formation of Integrated Repositories of Social and Communication Data by Consolidating the Resources of Museums, Libraries and Archives in Smart Cities Projects.

41 Duda, O., Kochan, V., Kunanets, N., Matsiuk, O., Pasichnyk, V., & Sachenko, A. (2019). Data processing in IoT for smart city systems.

42 Duda, O., Kunanets, N., Martsenko, S., Nykytyuk, V., & Pasichnyk, V. (2021). Information technology platform for the selection and analytical processing of information on COVID-19.

43 Волинець Л.В., Гарматюк Н.А., Дерев'янка В.С., Дуда О.М., Крамар Т.О., Скалецький П.О., Формування концепту музейного мобільного застосунку з елементами доповненої реальності. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво , Випуск 55, 2024, с. 55-65. ISSN 2524-0552; eISSN 2524-0560.

44 С. Пасічник, А. Мага, Н. Кунанець, О. Лозицький, Б. Петрушина, О.Дуда, А. Рибак. Проектування інтерфейсів інформаційної системи «розумне домогосподарство» з використанням методу персон." Вісник національного університету «Львівська політехніка» серія Інформаційні системи та мережі, Випуск 15, (2024): с. 273 - 289. ISSN 2524-065X (print). ISSN 2663-0001 (online), DOI: <https://doi.org/10.23939/sisn2024.15.273>.

45 Дуда, О., & Станько, А. (2023). Архітектура мережевої платформи моніторингу об'єктів у кіберфізичних системах «розумних міст». Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки», №4, 10-19. ISSN 2307-5732. DOI 10.31891/2307-5732.

46 Жовнір Ю. І., Орлов М. В., Дуда О. М., Грибовський О. М. Інструменти методології DevOps в інформаційних системах на основі технологій ІоТ Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво, 2024, Вип. 57.-С.128-139. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2024-57-15>

47 Жовнір Ю. І., Грибовський О. М., Орлов М. В., Дуда О. М. , Кунанець Н. Е. Методологія розроблення та супроводу інформаційних систем, базованих на технології інтернету речей Управління розвитком складних систем 2024.- Вип.60, С. 56-71. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.60.56-70>.

48 Duda, O., Kunanets, N., Matsiuk, O., Pasichnyk, V., & Popyk, I. (2018). Geoinformational components of mobile appliances for «Smart City» problem solution: current state and prospects.

49 Duda, O., Karnaukhov, O., Martsenko, S., & Yatsyshyn, V. (2023). Cyber-physical systems at “Digital University”. CEUR Workshop Proceedings, 3628, 605–609.

50 О. Дуда, О. Захарія, Т. Крамар, А. Мельник, П. Скалецький. Архітектура системи організації даних «розумних міст» на основі концепту data mesh. Вісник національного університету «Львівська політехніка» серія Інформаційні системи та мережі, Випуск 17, (2025): с. 411 - 424. ISSN: 2524-065X <https://doi.org/10.23939/sisn2025.17.411>.

51 Zuo, C., Ding, L., Liu, X., Zhang, H., & Meng, L. (2023). Map-based dashboard design with open government data for learning and analysis of industrial innovation environment. International Journal of Cartography, 9(1), 97–113.

52 Психологічні чинники небезпеки. URL: <https://subject.com.ua/safety/bezpeka/30.html>.

53 Психологія безпеки. URL: https://pidru4niki.com/70727/bzhd/psihologiya_bezpeki.

54 Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Навчальний посібник. 2022.

55 Левченко, О. Г. (2024). Охорона праці та цивільний захист.