

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: Інформаційні технології керування міським середовищем

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи СНмз-61

спеціальності (напряму підготовки)

122 „Комп'ютерні науки”

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Сойма І.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Струтинська І.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мацюк О.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

Кафедра Комп'ютерних наук

Освітній ступінь магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 122 „Комп'ютерні науки”

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри к.т.н., доцент Боднарчук І.О.

« _____ » _____ 2019 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Сойма Іван Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Інформаційні технології керування міським середовищем

Керівник проекту (роботи) Струтинська І.В., к.е.н., доцент кафедри КН

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « _____ » _____ 201__ року № _____

2. Термін подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

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

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Обґрунтування економічної ефективності	Матійчук Л.П., к.е.н., доцент		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Стадник І.Я., д.т.н., професор Дмитроца Л.П., к.т.н., доцент		
Екологія	Лясота О.М., к.т.н., доцент		
Спеціальна частина	Шимчук Г.В., старший викладач		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент _____
(підпис)

Сойма І.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)

Струтинська І.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Інформаційні технології керування міським середовищем // Дипломна робота ОР «Магістр» // Сойма Іван Іванович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп'ютерних наук, група СНмз-61 // Тернопіль, 2019 // С. — , рис. — , табл. — , додат. — , бібліогр. — .

Ключові слова: РОЗУМНЕ МІСТО, ІНФОРМАЦІЙНО ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СТРУКТУРА, АРХІТЕКТУРА.

В дипломній роботі магістра здійснено аналіз інформаційних технологій та інформаційно-технологічних платформ моделювання та побудови систем і компонентів „Розумних міст”.

В роботі детально проаналізовано основні інформаційні технології, які використовуються при побудові розумних міст.

В роботі запропоновано різні варіанти використання інформаційно-технологічних платформ, їх моделювання.

ANNOTATION

Information technologies for city environment control // Diploma thesis Master degree
// Soima Ivan Ivanovych // Ternopil' Ivan Pul'uj National Technical University,
Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of
Computer Science, group STmz-61 // Ternopil, 2019 // P. – , Tables – ,
Fig. – , Annexes. – , References – .

Keywords: SMART CITY, INFORMATION TECHNOLOGICAL PLATFORMS,
INFORMATION TECHNOLOGIES, STRUCTURE, ARCHITECTURE.

In the master's thesis the analysis of information technologies and information-technological platforms of modeling and construction of systems and components of "Intelligent Cities" was carried out.

The main information technologies used in the construction of smart cities are analyzed in detail.

The paper proposes different options for the use of information technology platforms, their modeling.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ІКТ – Інформаційно-телекомунікаційні технології.

ІТС – Інтелектуальна транспортна система.

ЦОД – Центр обробки даних.

ІТ – Інформаційні технології.

ЕОМ – Електронна обчислювальна машина.

ПЕОМ – Персональний комп'ютер.

AQI – Air quality index (Індекс якості повітря).

RFID – Radio Frequency IDentification (Сенсорні технології).

GPS – Global Positioning System (Система глобального позиціонування).

CIS – Co-operative Insurance Society (Інформаційна система клієнтів).

GIS – Geographic information system (Геоінформаційна система).

BSI – British Standards Institution (Британський інститут стандартів).

ISO – International Organization for Standardization (Міжнародна організація по стандартизації).

ВСТУП

Місто було і є об'єктом вивчення багатьох наукових дисциплін, адже саме в ньому сфокусувалися всі сфери життєдіяльності людини. Тут людина живе і працює, саморозвивається як особистість в психологічному, соціальному і метафізичному планах.

У спеціалізованій літературі місто завжди розглядався з різних сторін: і екологія, і економіка, і повсякденне життя, і макросоціальних процеси, і багато іншого є складовою частиною цілісного розуміння міського середовища. Різниця в професійних інтересах авторів призводить до того, що акцент кожної з робіт падає на різні аспекти міського життя.

Місто, в силу своєї сутності, "примушує" займатися найрізноманітнішими питаннями і інтегрувати різноманітні знання в деяку єдину концепцію.

Місто - великий населений пункт, адміністративний, промисловий, торговельний і культурний центр району, області, округу і т.п. . Така дефініція вважається стандартною для поняття «місто», але, зрозуміло, що не відображає всієї суті і специфічності даного типу поселення.

Сучасне місто багатогранне, що є причиною нескінченних суперечок про його сутність, його майбутньому і способи вирішення проблем.

Сам термін «місто», що з'явився в далекій давнині, з плином часу став непридатний до всіх населених пунктів, що ми називаємо містами в наш час. Не випадково все частіше ми чуємо слово «місто» з будь-яким поясненням типу «місто-сад», «місто-курорт» і ін.

Для дуже великих міст був навіть придуманий новий термін - «мегаполіс». Світ, створений людиною самій собі, - міське середовище - виявився тим місцем, де виникла інтелектуальне життя, що відрізняє нас від тварин і первісних людей. Міське середовище є ні що інше як спроба людини перетворити світ навколо себе у відповідності зі своїми бажаннями і потребами. «Створивши місто, людина, мимоволі і не уявляючи собі чітко сенсу цієї роботи, перетворив самого себе».

Відбувається аналіз міської структури і відтворення, його життєдіяльності, типології.

Люди, які схильні концентруватися у містах, викликали як позитивний, так і негативний вплив на глобальному рівні. З одного боку, це викликає підвищення культурного рівня, створення нових робочих місць і поліпшення економічних умов.

З іншого боку, збільшення заторів, викиди парникових та вуглекислих газів, усе це призводить до негативних наслідків для здоров'я. Утворення міст спонукає до реконструкції територій та інфраструктури, що призводить до підвищених потреб природних ресурсів та енергозатрат.

У цьому сценарії, щоб зберегти здоров'я землі і людей, виникає ідея розумних міст, тобто міста, здатні самостійно вирішувати міські проблеми, звертаючи увагу на навколишнє середовище.

Завдання ДР:

- провести аналіз науково-технічних публікацій по темі дослідження;
- на основі проведеного аналізу сформулювати завдання для дипломної роботи;
- провести дослідження інформаційних платформ розумних міст;
- провести аналіз технологічних можливості окремих елементів міста;
- запропонувати інформаційні технології керування міським середовищем.

ЗМІСТ

- Вступ
- 1 Розумне місто: загальні поняття (аналітичний огляд літератури)
 - 1.1 Концепції розумного міста
 - 1.2 Основні елементи розумного міста
 - 1.3 Технології розумних міст
 - 1.4 Стандарти розумного міста
 - 1.4.1 Компанії котрі розробляють світові стандарти
 - 1.4.2 Стандарти IEEE розумного міста
 - 1.4.3 Стандарт ISO 37120:2014
 - 1.5 Висновки до першого розділу
- 2 Інформаційні технології та інформаційно-технологічні платформи
 - 2.1 Вибір основних інформаційних категорій розумного міста
 - 2.1.1 Інтернет речей хмарних обчислень і великих даних.
 - 2.1.2 Хмарні обчислення та великі дані
 - 2.1.3 Хмарні обчислення та кібер-фізичні системи
 - 2.2 Вибір основних характеристик архітектур та платформ Smart City
 - 2.2.1 CiDAP
 - 2.2.2 OpenIoT
 - 2.2.3 Єдина архітектура
 - 2.3 Встановлення вимог до програмних платформ розумного міста
 - 2.3.1 Функціональні вимоги
 - 2.3.2 Нефункціональні вимоги
 - 2.4 Інформаційні системи розумних міст
 - 2.5 Висновок до другого розділу

- 3 Інформаційні технології і систем розумних міст
 - 3.1 Дослідження архітектури розумних міст
 - 3.2 Проблеми у розумних містах
 - 3.3 Побудова архітектури для розумних міст
 - 3.4 Висновок до третього розділу
- 4 Спеціальна частина
 - 4.1 Інструменти по впровадженню Smart City
 - 4.2 Висновок до четвертого розділу
- 5 Обґрунтування економічної ефективності
 - 5.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи
 - 5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи
 - 5.3 Розрахунок матеріальних витрат
 - 5.4 Розрахунок витрат на електроенергію
 - 5.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань
 - 5.6 Обчислення накладних витрат
 - 5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи
 - 5.8 Розрахунок ціни програмного продукту
 - 5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень
 - 5.10 Висновок до п'ятого розділу
- 6 Екологія
 - 6.1 Застосування екологічних знань у різних галузях соціально-політичного життя
 - 6.2 Проблеми гігієни праці користувача ПК
 - 6.3 Висновок до шостого розділу
- 7 Охорона праці та безпека життєдіяльності

- 7.1 Основні принципи страхування від нещасного випадку на виробництві
- 7.2 Аналіз законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці при використанні ПК
- 7.3 Дія електромагнітного випромінювання на організм людини, його нормування
- 7.4 Класифікація безпеки життєдіяльності
- 7.5 Висновок до сьомого розділу

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

1 РОЗУМНЕ МІСТО:ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ (АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Розумне місто – це таке місто, інфраструктура якого побудована на нових технологіях, що дозволяють раціонально використовувати джерела енергії і мінімізувати їх шкідливий вплив.

Розумне місто – включає у себе такі поняття: розумна економіка, розумні технології, розумне середовище, розумні люди і розумне управління. Всі ці складові частини з'єднуються з традиційними регіональними теоріями міського зростання і розвитку. Кожне з цих понять будується на теоріях регіональної конкурентоспроможності, поліпшення якості життя, участі громадян в управлінні містом.

Головна ідея системи «Розумне місто» – створення інформаційного простору, що містить дані про роботу контрольованих об'єктів (лічильників теплової та електричної енергії, ліфтів, електротехнічного обладнання, технічних засобів безпеки). Управління об'єктами ведеться на будь-якій відстані в реальному режимі часу, незалежно від місця розташування об'єктів та центрального керуючого пункту в місті.

Аналіз зібраних даних допомагає знайти слабкі місця в роботі організації, постачальників ресурсів, обладнання та персоналу. Введення в експлуатацію системи Розумне місто дозволяє не тільки контролювати роботу обладнання, а й приймати максимально вірні управлінські рішення.

Основою для єдиної системи Розумне місто є функціонально закінчені підсистеми:

- диспетчеризації і контролю ліфтів;
- автоматизованого комерційного контролю і обліку енергоресурсів і електроенергії;
- охоронно-пожежної сигналізації та відеоспостереження;
- контролю доступу в приміщення і до обладнання;
- управління обладнанням та інженерними спорудами;

- інші додаткові системи, такі як контроль затоплення підвалів, сигналізація загазованості горючими випарами.

Принципи Розумного міста:

- мікрорайон як містобудівна одиниця;
- автономність міста;
- соціальна, ділова і культурна самодостатність;
- розробка за стандартами екологічного будівництва;
- використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій;
- впровадження інноваційних технологій енергетики, транспорту і будівництва.

Основні механізми оптимізації споживання ресурсів в Розумному місті:

- розподіл навантаження на інфраструктурні мережі в часі, тобто зниження нерівномірності споживання в період піків і провалів (основна проблема всіх інфраструктур);
- розподіл в просторі, тобто створення мережових, а не лінійних систем постачання ресурсу дозволять маневрувати потоками і обходити аварійні або пікові ділянки;
- створення динамічнокерованих джерел потужності;
- створення розподіленої генерації різного масштабу;

1.1 Концепції розумного міста

Концепція розумного міста характеризується трьома базовими параметрами:

- технологічність;
- інтелектуалізація;
- фокусування на стилі життя: «Розумне місто» повинен бути екологічним, безпечним, енергоємним, що відкриває широкі можливості і забезпечує максимально комфортну життєдіяльність.

Серед першочергових галузей, які потребують інтелектуальної модернізації, є державне управління, інфраструктура міста і економіка. Основні напрямки розвитку даних секторів представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Найважливіші напрямки розвитку «розумного міста»

Інноваційна економіка	Міська інфраструктура	Державне управління
Інновації в промисловості, кластерах, районах міста	Транспорт	Адміністративні послуги громадянам
Розумна робоча сила: Освіта і зайнятість	Енергетика / Комунальні Послуги	Представницька і пряма демократія
Створення наукомістких компаній	Захист навколишнього середовища / безпека	Послуги для громадян: якість життя

Наприклад, концепція в цих напрямках може проявляється в наступних ознаках. Інноваційна економіка повинна бути самодостатньою і незалежною від природно-вуглецевих ресурсів. У міській інфраструктурі необхідно впроваджувати економні і поновлювані джерела енергії. У державній гільці повинна вестися робота по підвищенню конкурентоспроможності капіталу, як фінансового, так і інтелектуального і людського.

Сьогодні людство становить близько 7,4 млрд осіб, майже половина – 3,6 млрд, вже проживає в містах, хоча ще 10 років тому частка міського населення становила близько 35%. При таких високих темпах урбанізації навантаження, створювана на міські служби, найчастіше виявляється непосильним.

Для вирішення цієї проблеми і були розроблені концепції розумних міст. Головне завдання проектів «Розумне місто» – підвищення ефективності всіх міських служб. Концепція отримала досить широке поширення, наразі Розумні технології в тому чи іншому обсязі реалізовані в 2500 містах по всьому світу.

Концепція розумного міста ґрунтується на шести його характеристиках: розумна економіка, розумна мобільність, розумне навколишнє середовище, розумні люди, розумне проживання, «розумне управління».

- Розумна економіка має на увазі економіку, засновану на високотехнологічних галузях промисловості, які включають ІКТ та ті галузі промисловості, які використовують ІКТ на різних стадіях виробничого циклу.
- Розумна мобільність передбачає стійкі, інноваційні та безпечні транспортні системи на основі ІКТ-інфраструктури, які покращують міський рух і мобільність міських жителів у повсякденному міському житті.
- Розумні люди – це жителі міста, які володіють високим рівнем освіти і кваліфікації та активно інтегровані в громадське життя міста.
- Розумне навколишнє середовище включає в себе привабливі для життя природні умови, а також реалізацію заходів щодо охорони навколишнього середовища.
- Розумне проживання означає високий рівень розвитку різних складових феномена якості життя (культура, охорона здоров'я, безпека, житло, туризм).
- Розумне управління – це управління диверсифіковане. Делегування функцій і диверсифікація влади є основою соціальної взаємодії соціальних інститутів у розумному місті. В практичному аспекті концепція розумного міста повинна бути розглянута, насамперед, з управлінської точки зору у мегаполісах, що володіють великими соціальними, економічними, технологічними, інфраструктурними можливостями та мають перспективу розвитку як розумне місто. Загальну схему розумного міста продемонстровано на рисунку 1.1.

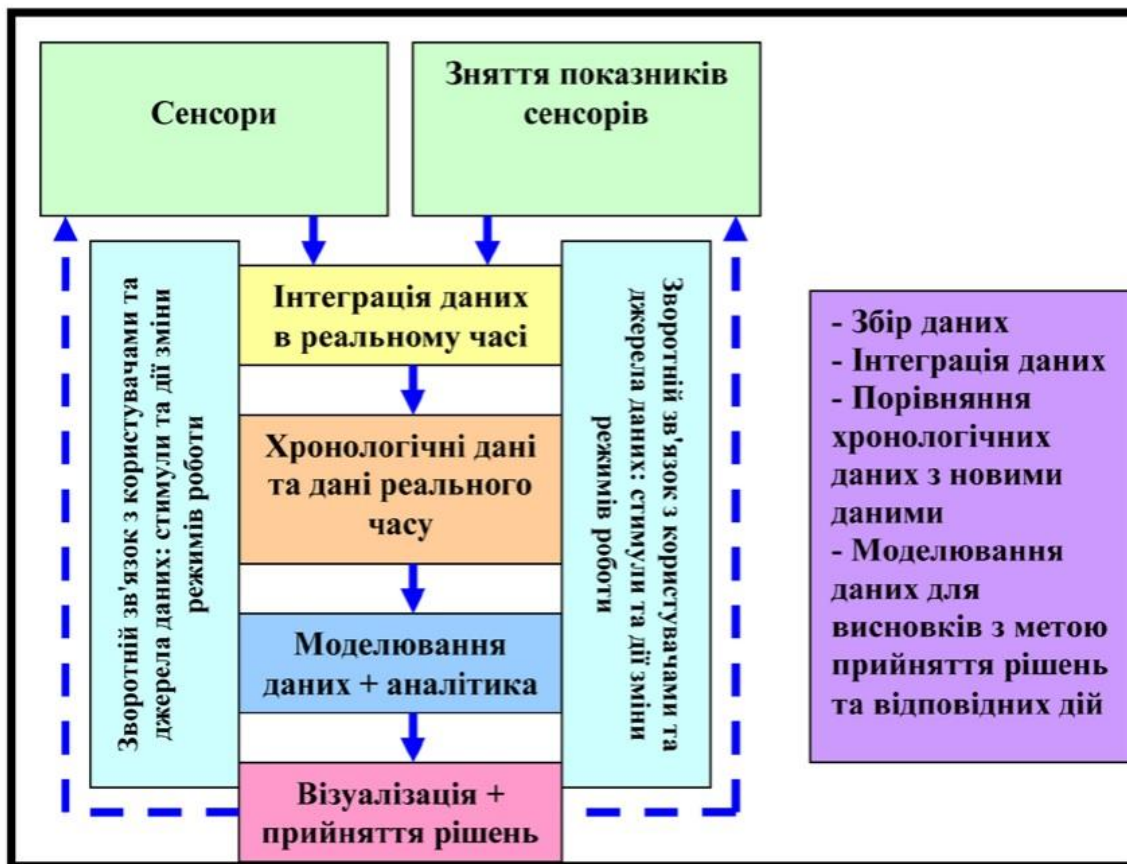


Рисунок 1.1 – Загальна схема розумного міста

Основні складові Розумного міста:

- інтелектуальна транспортна система (ІТС). Яка оптимізує рух транспорту шляхом відображення дорожньої ситуації на вуличних інформаційних панелях і смартфонах користувачів, підказує їм оптимальний маршрут і несе в собі безліч інших корисних функцій:
- гео-інформаційна (ГІС). Служить загально географічною підкладкою для всіх підсистем Розумного міста.
- електронна поліція (ePolice). Працює в такий спосіб: при будь-якому дзвінку на пульт «електронної поліції» на карті ГІС відображається місце розташування абонента, а на моніторі чергового відкривається вікно для реєстрації повідомлення, його подальшої обробки і прийняття оперативних заходів.
- електронна освіта (eEducation). Вона дозволяє студенту бути

присутнім на лекції, сидючи за власним комп'ютером у зручному для себе місці. Учень буде точно також слухати лекцію, бачити викладача і стежити за його записами на електронній дошці в аудиторії. Студент навіть може віртуально «підняти руку» і задати питання викладачеві. Всі записані лекції зберігаються для подальшого перегляду і закріплення матеріалу.

– електронна охорона здоров'я (eHealth). Ця функція спростить процес електронного запису до лікаря. Основою системи є єдина електронна база пацієнтів. У цій базі відразу може ознайомитися з тим, які аналізи робилися, яке лікування призначалося в інших клініках. Система відеоконференцзв'язку з ефектом присутності (Telepresence) допоможе провести консилиум фахівців, розглянути в деталях результати МРТ і рентгенографії, а також зробити операцію під віддаленим керівництвом хірурга.

В архітектурі розумного міста можна виділити кілька рівнів і принципів, пов'язаних з ефективним управлінням, оптимальним використанням ресурсів, інформаційною підтримкою і комплексним використанням інформаційних ресурсів, аналізом і моніторингом середовища та програм розвитку, візуалізацією даних і проєктів, прогнозуванням.

Концепція Розумного міста нерозривно пов'язана з екологічною сертифікацією будівель і споруд міста. Останні два десятиліття в усьому світі відзначається підвищення попиту на екологічне житло, офісні будівлі і промислові об'єкти. Відповідно існують і екологічні нормативи, які формулюють умови створення та експлуатації екологічних будівель. Методи сертифікації будівель, в яких досить широко використовуються і засоби ГІС, дозволяють швидко й наочно дати оцінку еко-ефективності об'єкта. А в цілому гео-інформаційні системи та системи «Facility Management» (FM – управління заданими бізнес властивостями активів; управління інфраструктурою об'єкта або організації) на базі ГІС відіграють провідну роль при реалізації концепції розумного міста.

До того ж, під «містом» у широкому сенсі можуть розумітися як власне

населені пункти, так і інші великі територіально розподілені структури та інфраструктурні об'єкти. Так, яскравим прикладом практичного втілення концепції розумне місто може служити реалізація аеропорту Пекіна, як складного об'єкта, багато в чому схожого з цілим містом і виконує багато сучасних бізнес функцій, наприклад такі, як: реалізація потреб бізнесу працювати швидше, зручніше і дешевше на основі розвиненої логістичної інфраструктури з яскраво вираженим зонуванням території, надання можливостей проживання, покупок, проведення ділових зустрічей, організації виставок. ГІС є однією з технологій практичного застосування концепції Розумне місто. Це технологічна платформа корпоративного класу, що дозволяє зрозуміти просторові взаємозв'язки і вирішувати складні питання адміністративно-господарського управління.

Крім того, сучасна ГІС, така, наприклад, як повнофункціональна система Esri ArcGIS, є унікальним сховищем різномірної інформації. Вона дозволяє створювати детальні 3D-моделі об'єктів і місцевості, отримувати точні геометричні параметри даних моделей, у наочній формі відобразити стан, поведінку і взаємозв'язок об'єктів нерухомості. Крім цього, вона дозволяє виконувати просторові запити, оптимально визначати розташування об'єктів інфраструктури (парковок, входів-виходів, в'їздів, систем безпеки, інженерних і комунікаційних систем), виявляти існуючі критичні відхилення від вимог, спрогнозувати розвиток надзвичайної ситуації. ГІС і FM-технології в рамках концепції Розумного міста забезпечують комплексний підхід до вирішення містобудівних завдань за рахунок інтеграції просторової і тимчасової інформації, містобудівних регламентів, об'єктивних та актуальних даних про об'єкти містобудівної діяльності, знань і досвіду. Також ГІС і FM технології широко використовуються в оперативно-технологічному управлінні міським господарством на основі зібраних об'єктивних даних.

1.2 Основні елементи розумного міста

Розумне місто також має такі визначення, як місто знань, цифрове місто, кібермісто та екомісто – в залежності від цілей міського планування. Розумні міста в економічному і соціальному аспектах спрямовані в майбутнє. Вони ведуть постійний моніторинг найважливіших об'єктів інфраструктури – автомобільних доріг, мостів, тунелів, залізниць, метро, аеропортів, морських портів, систем зв'язку, водопостачання, енергопостачання, навіть найважливіших будівель – в цілях оптимального розподілу ресурсів і забезпечення безпеки. Вони постійно нарощують число надаваних населенню послуг, забезпечуючи стійке середовище, яка сприяє благополуччю і збереженню здоров'я городян. Основу цих послуг становить інфраструктура інформаційно-комунікаційних технологій, модель можна оглянути на рисунку 1.2.



Рисунок 1.2 – Інфраструктура розумного міста

Розумне місто повинне містити у собі такі елементи:

- розумний будинок;
- енергозбереження та безпеку;
- розумні послуги – муніципальні послуги, перекладені в електронний вигляд;
- розумна парковка – моніторинг вільних паркувальних місць в місті;
- стан конструкцій – моніторинг технічного стану конструкцій;

- розумне освітлення – інтелектуальне і адаптоване під погоду вуличне освітлення;
- управління вивезенням і переробкою відходів – спостереження за наповнюваністю сміттєвих контейнерів, сортування та утилізація відходів;
- розумні дороги – управління рухом на основі оповіщення про погодні умови, непередбачених подіях.

1.3 Технології розумних міст

Розумне місто повинне відрізнятися своєю інформаційно-технологічною спроможністю, у даній частині наведено основні інноваційні технології розумного міста:

- Збір інформації. Система новітніх сенсорів і технологія відеоавтентифікації. Бездротові сенсори, що діють на суші, воді, повітрі та в космосі, роблять можливим збір широкого спектра даних, що охоплюють всі сфери міського життя. Ці дані можна ефективно візуалізувати, збирати і використовувати в самих різних ситуаціях. Наприклад, для ранньої діагностики землетрусів або для спостереження за протяжними магістралями, або для біометричного розпізнавання.

- Автентифікація. Дані, отримані в ході збору інформації, автентифіковані за місцезнаходженням і терміну давності. Оскільки обсяг міських даних для автентифікації величезний, для високошвидкісної і точної обробки даних необхідно застосування найсучасніших технологій.

Тільки так можливо забезпечити високий рівень автентифікації в режимі реального часу.

- Моніторинг. При виявленні в ході моніторингу будь-яких відхилень, інформація відправляється в певні відомства в режимі реального часу. Наприклад, в разі виникнення будь-якого події, дані про нього разом з відео передаються у відповідне відомство в режимі реального часу. Таким чином, система сприяє запобіганню злочину, аварії або катастроф.

– Контроль. Дані, отримані в ході моніторингу, аналізуються в реальному часі, а найбільш важлива інформація для контролю відбирається і передається далі. Наприклад, кондиціонування повітря в будівлях можна налаштовувати більш точно за допомогою інформації про місцезнаходження, що дозволить створити більш сприятливу атмосферу для людей, які в них працюють.

– Хмарні обчислення. Надійна система резервного копіювання, здатна перенести локальні катастрофи, може надавати необхідну для аналізу інформацію. Більш того, для служб, зміст яких змінюється зі зміною ситуації і ходом часу, можлива організація оперативного зворотного зв'язку.

– Віртуальний світ. Можливість виходу у цифрову “матрицю”, абсолютно безпечний огляд міста з допомогою віртуальних окуляр.

– Квантовий комп'ютер. Квантовий комп'ютер – машина, яка об'єднає в собі досягнення комп'ютерної науки і квантової фізики – найскладнішого розділу сучасної науки, що вивчає елементарні частинки менше атома. Фізика цих частинок часто вступає в колізію з накопиченим академічним знанням (наприклад, суперечить теорії відносності Альберта Ейнштейна). Квантова частка може одночасно перебувати в різних місцях і в різних станах. Цей взаємовиключний з точки зору логіки принцип називається принципом суперпозиції.

У Розумних містах технології будуть проникати практично в усі сфери державного і суспільного життя, дозволяючи городянам ефективно управляти середовищем існування, починаючи від «розумних» будинків, які автоматично контролюють подачу тепла і електроенергії, температуру і вологість повітря, і закінчуючи взаємодією з бізнесом і міськими службами.

Місто стає «системою систем», заснованої на даних, оптимізованої і інтегрованою на кожному з рівнів - від індивідуальних пристроїв до будівель, міст і цілих регіонів.

1.4 Стандарти розумного міста

Стандарти відіграють дуже важливу роль у нашому житті, однак історія цього явища досить молода. Насправді, організації стандартів трохи більше, а ніж 100 років. Власне кажучи, найстарішим в світі установою подібного роду є Британський інститут стандартів (BSI), утворений в 1901 році, проте перший національний стандарт з'явився в тому ж BSI тільки в 1903 році, або точніше, був офіційно опубліковано. Народження світової системи стандартизації вже зовсім недавня історія – в 1946 році був створена Міжнародна організація по стандартизації або ISO. Власне технологічні міжнародні комітети типу IEEE ще молодше. Однак, не дивлячись на свою відносну молодість, сьогодні стандарти і сам процес стандартизації стали одним з основних факторів, що сприяють світовому розвитку, глобалізації ринків і виробництв, багато в чому визначаючи успіхи тих чи інших починань в бізнесі і навіть у політиці.

1.4.1 Компанії котрі розробляють світові стандарти

Для того щоб розглянути загальні стандарти розумного міста потрібно розглянути наступні компанії котрі розробляють ці стандарти:

- W3C або Консорціум Всесвітньої павутини (англ. World Wide Web Consortium, W3C) – організація, розробляє і впроваджує технологічні стандарти для Всесвітньої павутини. Консорціум очолює Тімоті Джон Бернерс-Лі, автор багатьох розробок в області інформаційних технологій.
- OGC (Open Geospatial Consortium: відкритий геоінформаційний консорціум) – це міжнародна організація по розробці стандартів в області геоінформаційних сервісів.
- DICOM (англ. Digital Imaging and Communications in Medicine) – галузевий стандарт створення, зберігання, передачі і візуалізації медичних зображень і документів обстежених пацієнтів.
- CDISC (англ. The Clinical Data Interchange Standards Consortium) – це організація, що займається розробкою стандартів в галузі медичної інформації.

Цілі цілком зрозумілі – електронна карта пацієнта, яка при необхідності може бути прочитана в лобом лікувальному закладі світу.

- OASIS (англ. Organization for the Advancement of Structured Information Standards) – глобальний консорціум, який управляє розробкою,

конвергенцією і прийняттям промислових стандартів електронної комерції в рамках міжнародного інформаційного співтовариства. даний консорціум є лідером за кількістю випущених стандартів, що відносяться до Веб-службам. Крім цього він займається стандартизацією в області безпеки, електронної комерції; також зачіпається громадський сектор і ринки вузькоспеціальною продукції. У OASIS входить понад 5000 учасників, що представляють понад 600 різних організацій з 100 країн світу.

- OMG (англ. Object Management Group) – консорціум (Робоча група), що займається розробкою і просуванням об'єктно-орієнтованих технологій і стандартів. Це некомерційне об'єднання, розробляє стандарти для створення інтероперабельних, тобто від платформи незалежних, додатків на рівні підприємства. З консорціумом співпрацює близько 800 організацій – найбільших виробників програмного забезпечення.

І так у 2014 році BSI прийняв перший в світі стандарт на Smart City (PAS 181), і наступного року він був доповнений і розвинений. У тому ж році, ISO випустив свій стандарт Smart City 37120. Стандарт ISO говорить про те, як вимірювати рівень міського сервісу і якості життя перетворившись на один з діючих стандартів підтримки Розумного міста. Власне, PAS 181 призначений для практичного планування розвитку міст Великобританії, і поряд з іншими стандартами по цій темі, він став основою для бурхливого розвитку цього напрямку, доповнений при цьому потужної організаційною підтримкою Уряду під назвою CATAPULT. Природно, що в активній формі були залучені і британські фахівці з W3C, OGC, DICOM, CDISC.

Наприклад, OGS приніс ГІС модель даних Розумних міст і стандарти на гео-сенсори інтернету речей, а CDISC і DICOM активно беруть участь в будівництві цифрової медицини (до речі, в Великобританії цифрових лікарняних карт вже більше 80%, а в США трохи більше 25%).

Іспанські фахівці зі стандартизації також прийняли у себе стандарт ISO під номером UNE-ISO 37120 і доповнили його двома своїми стандартами UNE 178301 і UNE 178303. Однак це стандарти на тему управління міськими активами. 75 міст світу приєдналися до ініціативи Open & Agile Smart Cities, яка покликана стандартизувати роботу з даними в розумних містах.

Причина цього в тому, що ситуація з нормами і правилами різна в різних країнах і якщо британці можуть спиратися на успіх реалізації систем інформаційного моделювання або BIM і, наприклад, на стандарт по підземній інфраструктурі або бездротовим сенсорним мережам, і відповідну практику застосування і кадри, то ситуація, в Іспанії зовсім інша. Крім того, між Розумними містами світу є не тільки співпраця, а й жорстока конкуренція з компаніями цифрової економіки, інвесторів, туристів. Китай вступив в цьому питанні ще більш прагматично, замовивши локалізацію британських стандартів на Розумні міста в комплексі з іншими необхідними їм стандартами у BSI. Вважаємо, що з урахуванням викладеного та практичних потреб нашої країни і потрібно розглядати можливість створення дорожньої карти за стандартами на Розумні міста в Україні.

Ще складніша ситуація з інтернетом речей. Міжнародні організації стандартизації не можуть працювати в цьому напрямку, так як немає жодного національного стандарту на IoT, більш того, в квітні 2015 року NIST офіційно заявив, що IoT не стандартизується (NIST - американський інститут стандартизації і найстаріший і шановний дослідний комплекс по фізичних проблемах в світі). Це пов'язано з надзвичайно бурхливим розвитком застосувань: медицина, енергетика, транспорт. IoT вже застосовується в різних сферах людської діяльності. Ці застосування дуже різноманітні – від морських платформ до медичних програм і авіації.

Власне, з широкого трактування застосування IoT, складно його стандартизувати. Не давно IEEE спробувала випустити матеріал «До питання про визначення інтернету речей», але він звівся до викладу позицій різних організацій. Так, W3C розглядає IoT з точки зору інтернету речей (Web of Things), а NIST в руслі кібер-фізичних систем.

1.4.2 Стандарти IEEE розумного міста

Але інститут інженерів електротехніки і електроніки (IEEE), міжнародна некомерційна асоціація спеціалістів в області техніки, світові лідери в області розробки стандартів по радіоелектроніці, електротехніці та апаратному забезпеченні обчислювальних систем і мереж, підготувала набір стандартів, які можуть використовуватися при впровадженні технологій для розумних міст.

Вони виділили десять основних категорій, по впровадженню технологій і відповідно до них розробили наступні стандарти:

- Smart grid (Розумна мережа)

IEEE 1547 Series DER

IEEE 1815 Distributed Network Protocol

IEEE 2030 Series Interoperability

IEEE C37 Series Grid Critical Infrastructure

- Learning technologies (Навчальні технології)

IEEE 1484 Series eLearning Technologies

IEEE 1278 Series Distributed Interactive Simulation

IEEE 1516 Series Modeling and Simulation

IEEE 1730 Series Distributed Simulation Engineering and Execution Process

- Smart home (Розумний будинок)

IEEE 802 LAN/MAN

IEEE 1901 Series PLC

IEEE 1905.1 Home Network for Heterogeneous Technologies

IEEE 2030.5 Smart Energy Profile

- eGovernance (Електронне управління)

IEEE P7002 Data Privacy Process

IEEE P7004 Child and Student Data Governance

IEEE P7005 Transparent Employer Data Governance

IEEE P7006 Personal Data Artificial Intelligence (AI) Agent

- Cyber security (Кібербезпека)

IEEE P802E ePrivacy

IEEE 1363 Series Encryption

IEEE 1402 Physical Security

IEEE 1686 Intelligent Electronic Devices (IEDs)

– 5G (Мобільний зв'язок п'ятого покоління)

IEEE P1914.1 Fronthaul

IEEE P1918.1 Tactile Internet

IEEE 802 LAN/MAN

IEEE P1915 – IEEE 1921.1 Series Software Defined Networks

– Internet of things (IoT) (Інтернет речей)

IEEE P2413 IoT Architecture

IEEE 1588 Precision Time Stamp

IEEE 1451 Series Sensor Networks

IEEE P1451-99 Harmonization of IoT Devices and Systems

– Energy efficiency (Енергоефективність)

IEEE 1801 Low Power, Energy Aware Electronic System

IEEE P1889 Electrical Performance of Energy Saving Devices

IEEE P1823 Universal Power Adapter for Mobile Devices

IEEE P1922.1 – IEEE P1929.1 Series for Energy Efficient Systems

– eHealth (Електронне здоров'я)

IEEE 11073 Series Medical Devices

IEEE 139 RF Emission from ISM Equipment

IEEE 602 Healthcare Facilities

– Intelligent transportation (Інтелектуальне транспортування)

IEEE 1609 Series Wireless Access Vehicle Environment

IEEE 1901 Series Power Line Communications (PLC)

IEEE 802.15.4p WPAN Rail Communications and Control

IEEE 1512 Emergency Management System

Також інститут інженерів з електротехніки та електроніки створив наглядне зображення, щодо елементів та стандартів розумного міста, рисунок 1.3.



Рисунок – 1.3 Стандарти розумного міста IEEE

1.4.3 Стандарт ISO 37120:2014

Нормативна база для систем розумне місто (інтелектуальне місто) зведена в каталог міжнародних норм ISO 37120:2014. Документ передбачає 100 показників, які розміщені в 17 тематичних напрямках, пов'язаних з різними аспектами функціонування міста, напр., навчання, безпека, фінанси, відпочинок, здоров'я.

Показники поділені на обов'язкові, які мусять виконуватись в місті, а також є факультативні. Норма вказує спосіб вимірювання показників і надає пояснення про те, звідки брати відповідні дані. Це не означає, що застосовуються методи обов'язковості мінімальних показників, які місто повинно досягнути. Йдеться про те, щоб міський організм навчився виконувати певні заміри, а отримані дані будуть слугувати для порівняння «інтелігенції» міста у порівнянні з іншими містами.

До цього часу рішення, які приймалися містами для реалізації систем розумне місто, були хаотичними і кожен розробник і місто вводили ті поняття,

які рахували за раціональні. На даний час нове законодавство проходить тестування в 20 містах, які вирішили впровадити потрібні їм норми.

Кожна європейська країна повинна впровадити нові норми в своє законодавство. Якщо місто буде мати впроваджену нову систему, то йому легше буде розмовляти з новими інвесторами. Для прикладу, якщо до міської влади буде звертатися організація, яка захоче займатися міськими відходами, то фірма повинна пристосовувати свою пропозицію до норм, які буде мати місто згідно з новим законодавством. А це міжнародний стандарт, який зніме багато питань з влади і для інвестора бізнес стане простішим.

Позитивно до появи ISO 37120: 2014 віднеслися Європейська Комісія та Європейський Інвестиційний Банк, а це означає можливість фінансування систем розумне місто тим, хто буде виконувати нові норми.

Стандарт не передбачає перебирання на себе системи керування містом. Він показує реальний стан проектів автоматизованих рішень, для яких можна отримати допомогу від європейських коштів та інвесторів.

Прикладом може бути очікувана тривалість життя. Норма не передбачає шляхів того, як збільшити тривалість життя. Але знаючи цей показник і порівнюючи його з показником в інших містах, міська влада зможе отримати сигнал для роботи над зміною ситуації.

Аспекти, що охоплюються стандартом ISO 37120:2014, включають:

- економіку;
- освіту;
- енергетику;
- екологію;
- фінанси;
- протипожежний і аварійний захист;
- органи державного управління;
- охорону здоров'я;
- дозвілля;
- безпеку;
- житло;

- тверді відходи;
- комунікації та інновації;
- транспорт;
- міське планування;
- каналізація;
- водопостачання та санітарні служби.

Впровадження ISO 37120: 2014 дасть шанс містам, щоб ідея розумного міста розвивалася швидше. Міста отримають доступ до нових технологій, до досвідчених спеціалістів та фінансів для реалізації проектів, які покращать умови проживання мешканців.

1.5 Висновки до першого розділу

В розділі проведено детальний огляд наукових джерел по темі дослідження:

- проаналізовано концепції розумних міст;
- розібрано основні поняття у проектах класу «розумне місто»;
- розглянуто основні технології розумних міст;
- загальне поняття стандартизації;
- інститути та компанії котрі розробляють стандарти;
- стандарти розумного міста котрі розробив IEEE;
- спеціальний стандарт для розумного міста ISO 37120:2014.

З проведеного аналізу можна стверджувати, що необхідне вироблення загальної концепції «розумного міста», в якій будуть враховані як поточні потреби різних міських служб, так і перспективи розвитку з урахуванням всіх зовнішніх чинників. Для реалізації проектів «Розумне місто» необхідний комплексний підхід.

2 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЛАТФОРМИ

2.1. Вибір основних інформаційних категорій розумного міста

Платформи розділені на п'ять категорій відповідно до технологій, що використовуються кожною з платформ. На рис.2.1 представлено огляд платформ проаналізованих розумних міст. На цьому рисунку представлено більшість платформ, що використовують Cloud Computing [78].

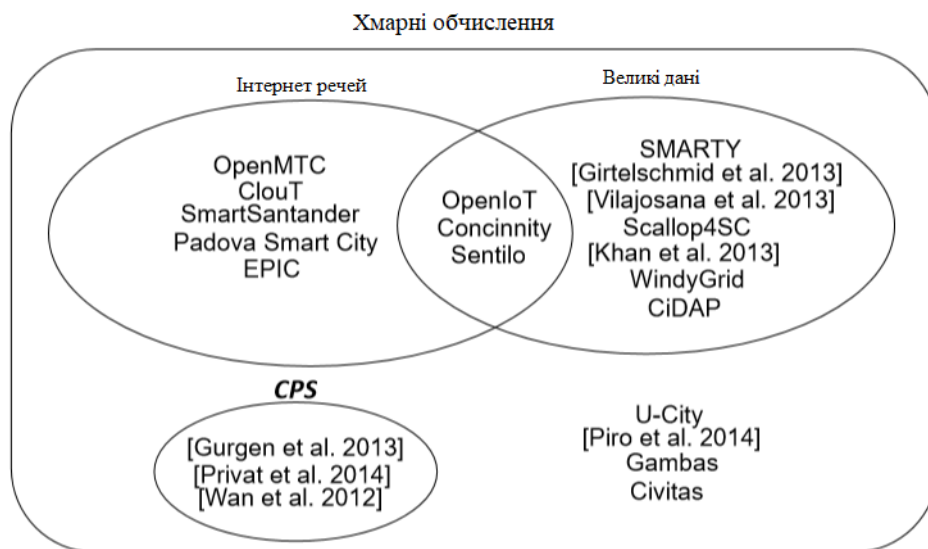


Рисунок 2.1 – Використання технологій, що надаються, платформами розумного міста

Майже всі вони використовують, принаймні, ще одну технологію, а саме більш загальнодоступну інформацію та великі дані.

2.1.1 Інтернет речей хмарних обчислень і великих даних.

У цьому підрозділі представлено платформи, які використовують як IoT, так і Cloud Computing в якості технологій.

SmartSantander – це експериментальна інфраструктура для підтримки, розробки та розгортання додатків та послуг у Smart City [79]. Проект

зосереджений в Сантандері, Іспанія, крім того використовується і в інших європейських містах.

Платформа обробляє велику кількість різноманітної інформації, включаючи дані про стан дорожнього руху, температуру, викиди CO₂, вологість. В даний час в місті впроваджено понад 20 тисяч давачів.

Розумне місто Падуа [81] використовує IoT для створення сенсорної мережі в місті Падуа, Італія. Використовуючи більше трьохсот давачів, платформа збирає дані про навколишнє середовище, такі як викиди CO₂, температуру повітря, і контролює вуличні ліхтарі. Особливістю цієї платформи є використання загальних протоколів і форматів даних для забезпечення взаємодії між кількома міськими системами.

Проект Європейської платформи інтелектуальних міст (EPIC) [81] пропонує повне Middleware для IoT для полегшення використання і управління бездротовою мережею з давачами (WSN). Це проміжне програмне забезпечення має на меті боротися з проблемами неоднорідності, сумісності, масштабованості, розширюваності та конфігурації в WSN.

ClouT [82] пропонує двошарову архітектуру для збору даних з WSN і управління давачами та приводами в міській мережі [83]. Першим шаром є давач та привід, який обробляє дані з WSN. Другий шар, шар ядра IoT, керує і контролює мережу давачів та приводів.

OpenMTC [84] (Відкрита комунікація за типом комп'ютерів) – це платформа для інтелектуальних міст, заснована на комп'ютеризації (M2M). Її мета полягає в тому, щоб забезпечити ефективне спілкування між великою кількістю пристроїв, пов'язуючи їх з багатьма службами.

Для досягнення цієї мети платформа підтримує стандартні інтерфейси для різних типів пристроїв, способи обробки даних / подій для досягнення продуктивності в реальному часі, а також легку розробку додатків, що надає комплект для розробки програмного забезпечення.

Аналіз вищезазначених платформ призвів до виявлення чотирьох основних функціональних вимог: управління WSN, управління даними, зібраними з міста, управління послугами та додатками, а також інфраструктури,

щоб зробити дані з платформи доступними для міських програм. Цей аналіз також призвів до виявлення п'яти не функціональних вимог: адаптації, сумісності, масштабованості, розширюваності та конфігурації.

Можна виділити дві слабкі сторони цих платформ: відсутність компонентів попередньої обробки для перевірки цілісності даних, зібраних з міста, і малих перетворень даних, таких як агрегація.

OpenIoT3 є відкритим вихідним кодом для розробки додатків на основі IoT. Він має API для керування WSN, а також службу каталогів для динамічного виявлення давачів, розгорнутих у місті; крім того має шар для визначення послуг і доступу. Інструменти Big Data використовуються для зберігання та аналізу даних з платформи. Проект Smart City під назвою Vital [85] будує на цій платформі і використовує термін «Хмара речей» для позначення та використання Cloud Computing і IoT.

Проект Concinnity надає платформу для управління даними та додатками за моделлю PaaS [86], з якою її автори отримали великі об'єми даних. Однак, ця платформа зосереджена на кількох джерелах даних, таких як WSN, соціальні мережі та дані користувачів цієї платформи. Вона також містить каталог служб, де розробники можуть знаходити та публікувати свої розробки, що полегшують використання даної платформи.

Sentilo [87] – це платформа, яка займається управлінням давачами та приводами, призначеними для інтелектуальних міст, які шукають відкритості та сумісності. Sentilo використовує поняття IoT для керування WSN та Cloud Computing для обміну даними з додатками. Інструменти Big Data використовуються в основному для збору та зберігання даних з давачів, що забезпечує масштабованість платформи. Проект Sentilo спочатку був розроблений для розміщення в місті Барселона; після його розгортання місто випустило код за ліцензіями LGPL та EURL з відкритим вихідним кодом.

Основними функціональними вимогами, визначеними для цієї групи платформ, були: керування WSN, управління життєвим циклом даних (збір, зберігання, обробка), надання даних з загальнодоступною платформою, сервісний каталог для розробників додатків і інструменти для впровадження

розвитку даних платформ. Як нефункціональні вимоги відносять: сумісність і масштабованість.

Слабким місцем цих платформ є відсутність засобів обробки потоків для аналізу даних у реальному часі з міста, що є важливою вимогою для багатьох додатків Smart City. Інша проблема полягає в тому, що більшість платформ не підтримують налаштування послуг, для роботи з даними громадян. Також незважаючи на проблеми з конфіденційною інформацією, залишається бажання надання індивідуальних послуг для громадян.

2.1.2 Хмарні обчислення та великі дані.

У цьому підрозділі представлені платформи, які використовують хмарні обчислення та великі об'єми даних.

Vilajosana та. ін. [88] представляють платформу для розумних міст на основі хмарних обчислень і великих даних, основними компонентами яких є управління даними та хостинг послуг. Вона включає в себе API відкритих даних, що дозволяє стороннім програмам отримувати доступ до даних, що зберігаються у платформі. Інструменти великих даних використовуються для збору потоків даних та їх аналізу, а саме прогнозування та висновки.

Scallop4SC (платформа SCALable LOGging для розумного міста) [89, 90] використовує великі дані для обробки великого обсягу даних, зібраних зі смарт-будівель. Платформа використовує інформацію про будівлю, наприклад, споживання води та енергії, температуру, вологість повітря та кількість сміття. Періодично будівлі передають дані на платформу для обробки. Метою є аналіз розумних даних будівлі, для яких він використовує алгоритм MapReduce.

CiDAP [91] – це велика платформа для аналітики даних, яка розгорнута в тестовому полі SmartSantander. Платформа використовує дані, зібрані з SmartSantander, і аналізує їх, щоб зрозуміти поведінку міста. Основними компонентами цієї платформи є: агенти, які збирають дані з платформи SmartSantander; сховище даних для зберігання даних; обробка великих даних для інтенсивної обробки даних та аналітики; і сервер CityModel, відповідальний за

взаємодію з зовнішніми додатками. Ця платформа використовує Apache Spark [92] для обробки даних.

Khan та. ін. [93] пропонують архітектуру Smart City, що базується на даних Big Data, для досягнення необхідної доступності та масштабованості, необхідної для платформи Smart Cities. Архітектура має три шари: один для збору, аналізу та фільтрації даних; інший для зіставлення та агрегування даних, щоб зробити його семантично доречним; і третій рівень, де користувачі можуть переглядати та відновлювати дані, оброблені з двох інших шарів. Реалізація архітектури використовує тільки проекти з відкритим кодом, і автори представили засоби для всіх шарів [94].

WindyGrid [95], є ініціативою міста Чикаго, це платформа для інтелектуальних міст, метою якої є представлення даних як в реальному так і в минулому часі з єдиним поглядом на усі міські операції. Для розробки даної платформи використовувалися технології Big Data, такі як база даних MongoDB NoSQL і паралельні процесори даних.

SMARTY [96] – проект, спрямований на надання інструментів і послуг для мобільності та гнучкості систем міського транспорту. Його програмна платформа збирає дані з декількох джерел, таких як транспортний потік, місцезнаходження користувача, затримки транспортних послуг та доступність паркування. Мережа недорогих давачів збирає дані з міста, а соціальні мережі постійно контролюються для отримання даних від громадян. Платформа обробляє величезну кількість даних, що генеруються містом, з використанням методів інтелектуального аналізу даних, таких як класифікація, регресія та кластеризація.

Платформа, запропонована Girtelschmid та. ін. [97] використовує семантичні технології для створення платформи для інтелектуальних міст, додаючи гнучкість в конфігурації та адаптації системи. Однак, щоб подолати вузькі місця, які зазвичай пов'язані з репозиторіями онтологій та інструментами міркувань, автори поєднують свої семантичні методи з методами обробки даних Big.

Основними функціональними вимогами, визначеними для цієї групи платформ, були: управління даними, такі як збір, аналіз та візуалізація даних; обробка великомасштабних даних, таких як пакетна обробка та обробка в реальному часі; використання семантичних методів у поєднанні з Big Data. Як нефункціональні вимоги відносять: масштабованість і адаптацію.

Більшість платформ у цьому розділі не мають рівня IoT і не вказують, як збираються дані з міста; винятком є CiDAP, який використовує тест SmartSantander як проміжне програмне забезпечення IoT. Іншим недоліком є те, що більшість платформ не включають обговорення проблем безпеки.

2.1.3 Хмарні обчислення та кібер-фізичні системи

У цьому підрозділі представлені платформи, які використовують лише технологію Cloud Computing.

Piro та. ін. [98] представляють дворівневу сервісну платформу для створення програм Smart City. Перший, це низький рівень, який контролює зв'язок між пристроями міста WSN. Другий рівень збирає дані з пристроїв і надає послуги з розробки додатків, які використовують дані з міста.

U-City [99] – це платформа для створення розумних повсюдних міст. Платформа пропонує кілька функцій управління послугами, такі як автономне виявлення сервісу, розгортання сервісу та виконання контекстно-орієнтованого сервісу. Вона також пропонує заздалегідь визначені послуги, такі як механізм виводу, контекстно-орієнтована послуга передачі даних і портал для управління платформою.

Gambas, проміжне програмне забезпечення для розробки додатків Smart City [100], підтримує збір, розподіл та інтеграцію даних. Платформа також надає середовище виконання програми для полегшення розробки та розгортання служб за допомогою даних міста та реєстру служб. Проміжне програмне забезпечення підтримує контекстну обізнаність, так що послуги Smart City можуть адаптуватися до ситуації, поведінки та намірів громадян. Вся комунікація на платформі зашифрована для забезпечення конфіденційності та безпеки громадян.

Civitas [101] є проміжним програмним забезпеченням для підтримки розвитку послуг Smart Cities. Вона використовується для полегшення розробки та розгортання додатків Smart City, а також для уникнення появи «інформаційних островів» [102], тобто відключені програми, які не поділяють відповідної інформації.

Громадяни підключаються до проміжного програмного забезпечення через спеціальний пристрій під назвою Civitas Plug, який забезпечує конфіденційність і безпеку. Проміжне програмне забезпечення має два основні принципи дизайну для полегшення інтеграції додатків: все це програмний об'єкт, який сприяє послідовності розробки програмного забезпечення та повторного використання проміжного програмного забезпечення; і незалежність міського плану, а це означає, що міські служби не повинні працювати лише з одним містом.

Основними функціональними вимогами, визначеними для цієї групи платформ, були: управління послугами та управління даними. Як не функціональні вимоги, визначають: безпеку, конфіденційність і контекстну обізнаність.

Недоліком платформ, представлених у цьому розділі, є те, що жоден з них не використовує відомі рамки для реалізації компонентів, таких як механізм виводу і інструменти обробки, які можуть ускладнити обслуговування платформи. Інша проблема полягає в тому, що платформи не описують механізм, що дозволяє зовнішній доступ до даних платформи.

У цьому розділі представлено платформи, які використовують Хмарні обчислення та Кібер-Фізичні Системи (CPS) як технологічні засоби, що дозволяють опрацьовувати великий об'єм даних.

Gurgen та. ін. [103] представили проміжне програмне забезпечення для автономних послуг Smart Cities, яке включає багато власних властивостей, такі як самоорганізація, самооптимізація, самоконфігурація, самозахист, самовідновлення, самовідкриття і самооцінка. Вони виправдовують використання хмарних обчислень для забезпечення масштабованості, надійності

та еластичності платформи. Ця платформа надає розробникам додатків контексти окремих користувачів і міста.

Privat та. ін. [104] пропонують іншу платформу на основі CPS, основною характеристикою якої є можливості самостійної конфігурації та самоадаптації в розумних середовищах, включаючи розумні міста. Ця платформа надає спільну розподілену програмну інфраструктуру, яка збирає дані та реагує на зміни у середовищі.

Wan та. ін. [105] пропонують платформу CPS, яка використовує менеджер подій для управління та створення співпраці між компонентами M2M. Ця платформа надає дані та послуги стороннім додаткам через модуль публікації / підписки. Платформа також дозволяє створювати потоки подій для керування і обробки критично важливих повідомлень.

Основними функціональними вимогами, визначеними для цієї групи платформ, були: автономна реакція на зміни в міському середовищі, комунікація між пристроями міста, а також механізм публікації / підписки на додатки для зв'язку з платформою. Як нефункціональні вимоги, визначено: конфігурацію, адаптацію та усвідомлення контексту.

Платформи зосереджені на розгортанні, налаштуванні та роботі CPS-пристроїв у місті, але їм не вистачає важливих вимог, таких як моніторинг та публікація даних з пристроїв. Вони також не описують жодного механізму перевірки даних, зібраних з міста, відкидаючи невідповідності.

2.2 Вибір основних характеристик архітектур та платформ Smart City

Спираючись на отримані в даній роботі знання, було представлено нову, всеосяжну архітектуру, яка спрямована на розробку програмних платформ наступного покоління для інтелектуальних міст. Платформа була отримана з архітектур, які є удосконаленнями на основі вимог і завдань. Спочатку описується і аналізується архітектура двох платформ, представлених в літературі: CiDAP і OpenIoT. Потім, виходячи з цих робіт, отримується нова архітектура.

2.2.1. CiDAP

Платформа міських даних та аналітики (CiDAP) – це платформа на основі великих даних, яка спрямована на використання даних, зібраних у місті, для забезпечення контекстної обізнаності та інтелекту в програмах і службах. Ця платформа обробляє великі набори даних, зібрані з Middleware IoT.

На рисунку 2.2 представлена архітектура платформи, яка має наступні п'ять основних компонентів:

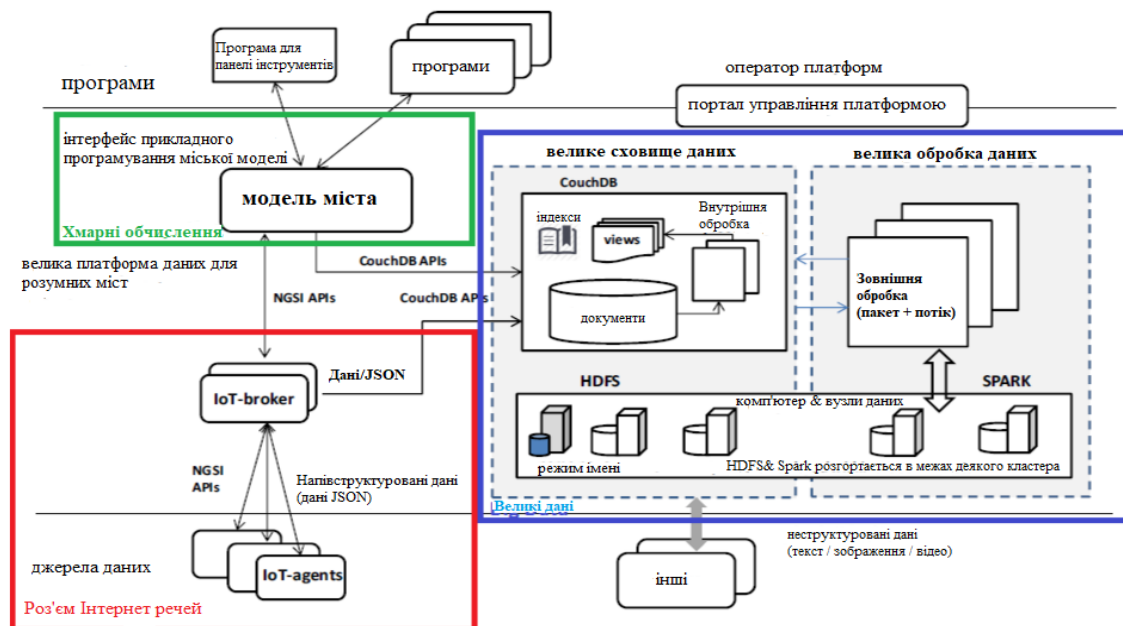


Рисунок 2.2 – Платформа CiDAP

- IoT-агенти підключаються до прошивки IoT і служать шлюзом для пристроїв, доступних для платформи. Кожне джерело даних проміжного програмного забезпечення IoT відображається у агенті IoT;
- IoT-Brokers діють як уніфікований інтерфейс для агентів IoT, полегшуючи доступ до даних проміжного програмного забезпечення. Цей компонент зв'язується з великим сховищем даних для передачі даних, що зберігаються, і з сервером CityModel для передачі даних, які будуть використовуватися безпосередньо за допомогою програм;
- Big Data Repository зберігає необроблені дані, зібрані з міста, і обробляє дані з компонента обробки великих даних. Платформа використовує базу даних CouchDB4 NoSQL, яка зберігає дані як документи JSON. Цей

компонент також має внутрішній інструмент обробки, який робить обробку простою, наприклад, перетворення даних у нові формати або створення нових структурованих переглядів та таблиць для індексування даних;

- велика обробка даних відповідає за складну або інтенсивну обробку з використанням даних, що зберігаються у великому сховищі даних, таких як агрегація даних або інтелектуальний аналіз даних. Крім того, він обробляє історичні дані, використовуючи пакетні процеси, або дані реального часу, використовуючи потоки даних. Цей компонент використовує Apache Spark для цієї обробки;

- City Model Server – це інтерфейс платформи для зовнішніх додатків. API CityModel дозволяє програмам виконувати прості та складні запити, і підписуватись на певні фрагменти даних з платформи. Прості запити запитують останні дані з пристроїв, складні запити запитують сукупні історичні дані, а підписка – це механізм, з якого програми періодично отримують дані з пристроїв.

Червоні, зелені та сині поля на рисунку висвітлюють поняття, що використовуються для реалізації кожного шару платформи. Коробка з'єднувача IoT має компоненти для полегшення доступу до пристроїв IoT в платформі. Поле великих даних містить компоненти для зберігання та аналізу даних, зібраних з різних джерел. Нарешті, вікно Cloud Computing вказує інтерфейс платформи з зовнішніми додатками, який реалізований за допомогою хмарних сервісів.

CiDAP в основному стосується зберігання та обробки великої кількості даних на платформі, що важливо через величезну кількість даних, зібраних у місті. Сильними сторонами його архітектури є зберігання та обробка даних, модулі обробки в реальному часі та пакетної обробки, а також те, що пов'язана з ним платформа вже тестувалася в тестовому полі SmartSantander.

Важливим обмеженням CiDAP є те, що платформа не передбачає конкретних сервісів і інструментів для розробників додатків, а також не дозволяє розгортати нові сервіси в платформі, що ускладнює її розширення.

Червоні, зелені та сині поля на рисунку підкреслюють поняття, що використовуються для реалізації кожного шару платформи. Коробка з'єднувача IoT має компоненти для полегшення доступу до пристроїв IoT, та до платформи.

Поле великих даних містить компоненти для зберігання та аналізу даних, зібраних з різних джерел. Вікно Cloud Computing вказує на інтерфейс платформи з зовнішніми додатками, яка реалізована за допомогою хмарних сервісів.

CiDAP в основному стосується зберігання і обробки великої кількості даних у платформі. Це є важливим через величезну кількість даних, зібраних у місті. Сильними сторонами цієї архітектури є зберігання та обробка даних, модулі які працюють у реальному часі, пакетної обробки, а також те, що асоційована платформа вже тестувалася на тестовому полі SmartSantander.

Важливим обмеженням CiDAP є те, що платформа не передбачає конкретних послуг та інструментів для розробників додатків і не дозволяє розгортати нові послуги.

2.2.2 OpenIoT

OpenIoT – це платформа «Інтернет речей», яка використовується в проекті [106] для створення платформи Smart City. Архітектура платформи, складається з трьох шарів: фізичної площини, віртуалізованої площини і площини утиліти(рис.2.3).

Фізичний площина – це проміжне програмне забезпечення, відповідальне за збір, фільтрацію, об'єднання та очищення даних від давачів, приводів і пристроїв.

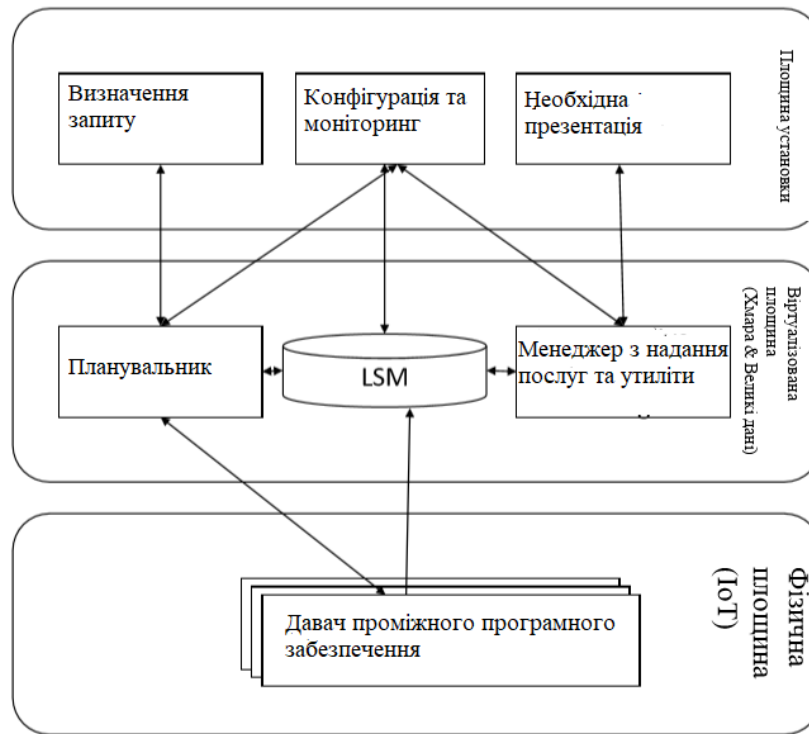


Рисунок 2.3 – Платформа OpenIoT

Ця площина виступає в ролі інтерфейсу між фізичним світом і платформою OpenIoT. Поточна версія OpenIoT використовує проміжне програмне забезпечення X-GSN [107], проміжне програмне забезпечення з відкритим кодом для управління, моніторингу та контролю пристроїв IoT.

Віртуалізована площина має на меті зберігання даних, виконання послуг і планування виконаних послуг. Основними компонентами віртуальної площини є:

- планувальник приймає запити на послуги і забезпечує доступ до ресурсів, які потрібні сервісу, а саме потоки даних. Також цей компонент відповідає за виявлення сенсорів, необхідних для виконання служби;
- зберігання хмарних даних, зберігає всі дані з платформи, наприклад, потоки даних, зібрані з давачів, і дані, створені в рамках платформи, такі як профілі користувачів, визначення служб і зареєстровані програми. Для зберігання даних, зібраних з проміжного програмного забезпечення IoT, OpenIoT використовується Middleware (LSM) [108];
- менеджер з надання послуг та утиліт має три основні функції: обробку та комбінацію даних, зібраних з інтерфейсу IoT, надання дозволів

послугам, та надання результатів запитів платформі або до додаткам третіх сторін. Також цей компонент відстежує використання послуг, визначених у платформі для обліку та виставлення рахунків.

Площина Utility-App, це користувальницький інтерфейс платформи, який має три основні компоненти:

- визначення запитів, дозволяє користувачам визначати нові програми, використовуючи служби, розгорнуті на певній платформі;
- презентація запиту, виконує програми створені в компоненті Definition Request. Коли користувач використовує додаток, він зв'язується з диспетчером процесів та утилітою, щоб отримати результати виконання служб;
- конфігурація і моніторинг дозволяє конфігурувати параметри платформи, такі як періодичність зчитування даних з давачів і моніторинг стану всіх платформних пристроїв і компонентів.

OpenIoT є повноцінною платформою, яка відповідає майже всім основним вимогам смарт сіті. Сильними сторонами цієї платформи є використання проміжного ПО IoT для налаштування та збору даних з пристроїв, проміжного програмного забезпечення для зберігання даних, зібраних з давачів, інструментів розробки, і того факту, що платформа є відкритим джерелом. Однак його архітектура не розглядає інші джерела даних, такі як соціальні мережі, і не надає підтримку для послуг попередньої обробки, що стосуються великих даних.

2.2.3 Єдина архітектура

За допомогою даної архітектури можна відповісти на загальне питання дослідження, а саме «Які елементи необхідні для розробки високоефективної програмної платформи, що дозволяє легко конструювати високо масштабовані, інтегровані програми Smart City?». На рисунку 2.4 представлений огляд архітектури для платформ розумного міста.

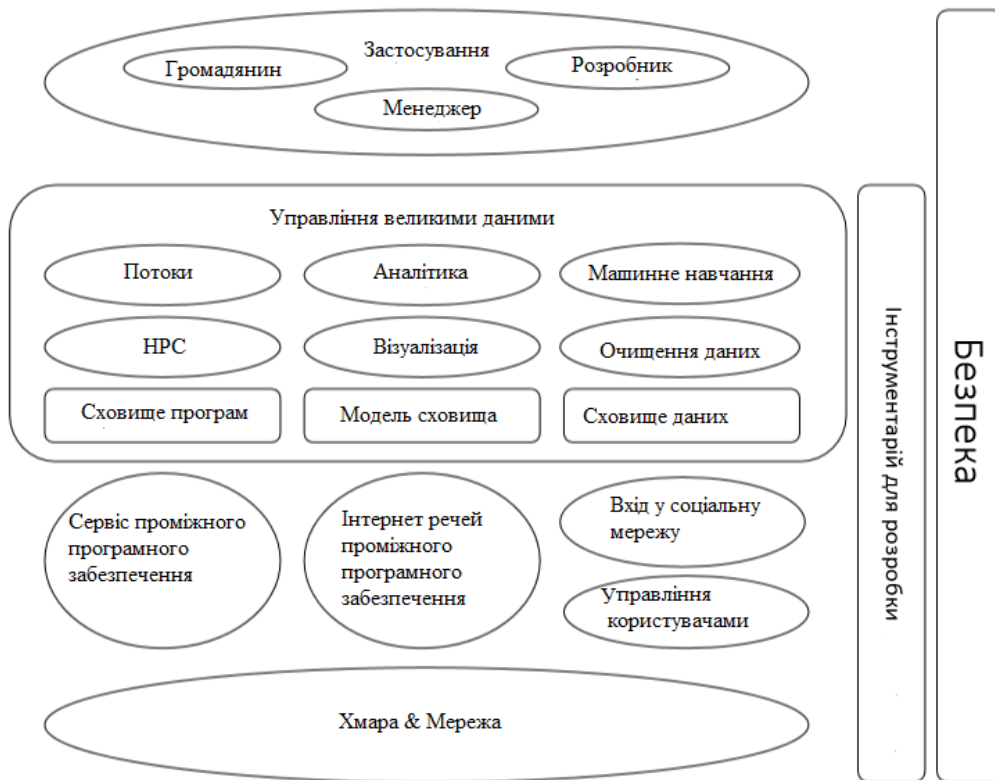


Рисунок 2.4 – Довідкова архітектура для платформ розумного міста

Найнижчою складовою еталонної архітектури є Cloud and Networking, яка відповідає за управління та зв'язок вузлів міської мережі. Цей компонент має ідентифікувати всі пристрої, підключені до платформи, включаючи сервери, давачі, приводи та пристрої користувача. Використання концепцій хмарних обчислень важливо для забезпечення деяких фундаментальних нефункціональних вимог, включаючи масштабованість і розширюваність.

У верхній частині інфраструктури Cloud і Networking, еталонна архітектура включає в себе Middleware програмного забезпечення IoT і службу Middleware. Перший повинен управляти міською мережею IoT і забезпечувати ефективну комунікацію платформи з пристроями користувача, давачами міста та приводами. Служба Middleware повинна керувати послугами, які платформа надаватиме додаткам, виконуючи такі операції, як публікація, втілення, моніторинг, складання та хореографування цих послуг.

Проміжне програмне забезпечення X-GSN можна використовувати для реалізації Middleware IoT, який вже використовується в проєкті OpenIoT. Іншим варіантом є використання компонентів платформи Sentilo, яка також є з

відкритим вихідним кодом, і реалізація повного програмного інтерфейсу IoT. Рамка CHOREOS [109] можуть бути використані для реалізації служби Middleware; Цей проект має на меті забезпечити хореографію широкомасштабних програмних систем на основі послуг.

Для забезпечення кращих послуг громадянам важливо, щоб платформа зберігала деякі дані користувача, що є роллю компонента «Управління користувачами». Але, щоб забезпечити конфіденційність користувачів, ці дані повинні бути належним чином захищені, а дозвіл на їх зберігання має бути отримано від користувача. Більш того, оскільки міська платформа буде мати багато додатків, може бути корисно запропонувати єдиний механізм входу.

Соціальні мережі матимуть важливу роль у інтелектуальних містах. Вони можуть бути використані для отримання даних з міських умов і можуть бути ефективним каналом зв'язку між платформою, міською владою та громадянами. Тому важливо дозволити інтеграцію платформи Smart City з існуючими соціальними мережами. Це роль шлюзу соціальної мережі. Щоб реалізувати цей шлюз, можна використовувати багато інструментів, таких як Spark Streaming, який читає потоки даних Twitter і Spring Social, що є Java-основою для полегшення зв'язку з такими соціальними мережами, як Twitter, Facebook і LinkedIn.

Управління великими даними – це модуль для управління всіма даними на платформі. Він несе відповідальність за зберігання даних, зібраних з міста і генерованих платформою. У такому випадку довідкова платформа має три сховища:

- сховище програм для зберігання додатків, включаючи його вихідний/двійковий код, зображення та пов'язані з ним документи;
- модельне сховище для зберігання моделей міста, таких як модель руху, модель сенсорної мережі, модель даних, карти міст і модель розподілу енергії;
- сховище даних для зберігання даних, зібраних від давачів, громадян та програм.

Через кількість даних, які створює платформа для смарт-міст, бази даних NoSQL можуть бути більш придатними до використання, ніж реляційні бази даних.

Крім зберігання даних, модуль управління великими даними також відповідає за обробку даних міста. Існує два типи обробки даних, які можуть бути більш придатними для різних ситуацій:

- обробка потоків, виконання аналітики в реальному часі та обробки потоків даних;
- пакетна обробка, для аналізу великих наборів даних. Більш того, цей модуль повинен бути здатним виконувати корисні завдання попередньої обробки, такі як фільтрація даних, нормалізація та перетворення.

Модуль "Великі дані" також має компонент "Машинне навчання", який полегшує розуміння міста шляхом автоматичного побудови моделей поведінки міських процесів і прогнозування явищ міста. Оскільки Smart City буде виробляти величезну кількість даних, компонент "Очищення даних" відповідає за збір сміття, видалення непотрібних даних і архівацію старих даних.

Для реалізації компонентів управління великими даними доступно багато інструментів з відкритим кодом. Для сховищ бази даних NoSQL, такі як CouchDB, MongoDB і Cassandra, можуть зберігати неструктуровані або напівструктуровані дані, такі як зчитування сенсорів і повідомлення соціальних мереж. Реляційні бази даних, такі як MySQL і PostgreSQL, можуть зберігати структуровані дані, такі як інформація про користувача та конфігурація платформи.

Для реалізації та обробки поточкових даних також доступно багато інструментів. Для виконання пакетної обробки Apache Hadoop та Apache Spark широко використовуються іншими платформами. Apache Spark також надає інструмент обробки поточкових даних, як і Apache Storm. Багато інструментів пропонують алгоритми машинного навчання для обробки великих наборів даних, таких як Weka5, Spark MLlib і Scikit-Learn. У таблиці 2.1 представлені варіанти реалізації еталонної архітектури з використанням інструментів, описаних у платформах опитування.

Таблиця 2.1 – Технології, що використовуються в реалізації платформ

Компонент	Інструмент
Інтернет речей проміжного програмного забезпечення	Sentilo and X-GSN
Сховище даних	MongoDB, CouchDB, MySQL, IBM DB2, and Redis
Обробка даних	Spark and Hadoop
Обробка потоку	Storm
Управління кластерами	Apache ZooKeeper and Hadoop YARN
Хмарне середовище	OpenNebula and Microsoft Azure
Доступ до даних	REST APIs and Jersey
Безпека	SAML Protocol
Машинне навчання	Weka, Spark MLlib, and Scikit Learn

Спираючись на вищезгаданий компонент проміжного програмного забезпечення, розробники додатків та «розумні міські оператори» розроблятимуть та розгортатимуть програми Smart City. Використовуючи відкриті дані та послуги, які надаються містом, звичайні громадяни та користувачі можуть також виконувати або навіть розробляти нові програми для роботи над інтелектуальною інфраструктурою міста. Програми будуть використовувати послуги та дані з платформ, а також генерувати та зберігати дані на платформі.

Платформа повинна надавати SDK для полегшення розробки додатків, включаючи такі засоби, як інтегрована середовище розробки (IDE), бібліотеки та фреймворки для часто використовуваних мов програмування, а також Smart City Simulator для налагодження експериментів з додатками до реального розгортання у містах.

Всі компоненти платформи повинні підтримувати кілька нефункціональних вимог, таких як масштабованість, безпека, конфіденційність і сумісність. Масштабованість є фундаментальною через величезну кількість пристроїв, даних і послуг на платформі. Конфіденційність та безпека важливі, оскільки платформа збирає, зберігає та обробляє дані з міста а також з громадян. Оперативна сумісність дозволить інтегрувати роботу різних видів послуг, пристроїв і додатків.

2.3 Встановлення вимог до програмних платформ розумного міста

Щоб відповісти на питання «Яким вимогам повинні відповідати програмні платформи для Smart Cities?», для цього було проаналізовано функціональні та нефункціональні вимоги, витягнуті з попередньо аналізованих платформ.

Було припущено, що платформа реалізує вимогу, якщо література, що описує це, прямо говорить про це, або якщо платформа має компонент або модуль, який чітко виконує дану вимогу.

2.3.1 Функціональні вимоги.

Головною метою платформи інтелектуальних міст є розвиток програми Smart City. Для досягнення цієї мети більшість аналізованих платформ впроваджують вимоги для збору даних з міста, управління та обміну даними та надання інструментів для полегшення розробки додатків Smart City. Таблиця 2.2 представляє огляд функціональних вимог до платформ Smart City:

- управління даними: це вимога, що застосовується більшістю платформ інтелектуальних міст, що включає в себе збір, зберігання, аналіз і візуалізацію даних міста.

Таблиця 2.2 – Функціональні вимоги до платформ розумного міста

	Управління даними	Час виконання програми	Управління бездротовим давач мережі	Обробка даних	Доступ до зовнішніх даних	Управління послугами	Засоби розробки програмного забезпечення	Визначення моделі міста
SmartSantander	*	*	*		*			
OpenIoT	*	*	*	*		*	*	
Concinnity	*	*		*	*	*	*	
Civitas	*			*		*		
Gambas	*	*			*	*		*
[Khan et al. 2013]	*			*	*	*	*	
[Girtelschmid et al. 2013]				*	*			
Scallop4SC	*			*	*			
OpenMTC					*	*	*	

[Wan et al. 2012]	*			*		*		
[Piro et al. 2014]						*		
[Gurgen et al. 2013]	*	*	*	*	*	*		
[Vilajosana et al. 2013]	*		*	*	*	*		
ClouT	*	*	*		*			
Padova Smart City	*		*	*	*			
U-City	*	*		*	*	*		
Sentilo	*		*		*			
WindyGrid	*					*		
EPIC	*		*		*	*		
[Privat et al. 2014]								*
SMARTY	*		*	*	*	*		
CiDAP	*			*	*			*
Кількість випадків	18	7	9	13	16	14	4	3

- Проаналізовані платформи використовують різні методи для цих вимог, такі як реляційні бази даних [110, 99], інструменти великих даних [95, 91], а також індивідуальні інструменти, реалізовані командою розробників платформ [86];

- застосування Run-time: деякі платформи зосереджені на управлінні виконанням своїх додатків. Мета – полегшити розгортання та інтеграцію таких програм. Деякі платформи надають розробникам своє середовище для розробки своїх додатків [100]; інші пропонують службу додатків, розроблених за допомогою інструментів, які надає платформа [106, 86];

- управління WSN: багато з аналізованих платформ мають свої рівні управління бездротовими давачами (WSN) для керування та моніторингу пристроїв, розгорнутих у місті. Більшість з цих платформ використовують концепції IoT для організації та управління WSN [110, 82]. Інші платформи [87] цього явно не згадують, але дійсно мають програмний рівень для керування мережевими пристроями міста. Деякі платформи включають функції для керування усією діяльністю пристрою, наприклад, додавання, видалення і моніторинг давачів і приводів. Дві платформи описують WSN, розгорнутих в

місті: розумне місто Падуя [80], з 3000 давачами, і SmartSantander [79], з більш ніж 20000 давачами;

- обробка даних: деякі платформи використовують специфічні компоненти обробки, такі як механізми виводу [99], обробка робочого процесу [86], а також великі засоби обробки даних [89]. Ці компоненти обробляють великі набори даних, і їх основна мета полягає в аналізі, перевірці, агрегації та фільтрації даних з міста. Крім того, деякі платформи [97, 91] здійснюють аналіз потоків даних у реальному часі;

- зовнішній доступ до даних: майже всі платформи мають інтерфейс для доступу зовнішніх додатків а саме до даних платформи. Найбільш поширеним підходом є API, щоб дозволити доступ до даних, що генеруються в цілому. Деякі платформи використовують REST [110, 84], інші використовують концепції хмарних обчислень для надання даних міста як послуги [81], і один пропонує відкриту платформу даних [80]. Також, платформа [103] використовує парадигму публікації / підписки, щоб зробити дані та послуги доступними для програм;

- управління послугами: більшість аналізованих платформ приймають сервісно-орієнтовані архітектури, в яких функціональні можливості платформи пропонуються службами [109]. Деякі з них використовують послуги для забезпечення функцій додатків, таких як доступ до необроблених даних давачів [106] та проаналізовані дані [80], а також робочі механізми [86]. Інші дозволяють розробникам розгортати сервіси на платформі та надавати їм доступ до інших програм [100, 98]. Деякі платформи також використовують службові композиції та хореографії [109] для створення нових послуг або додатків [99, 98];

- засоби розробки програмного забезпечення: деякі платформи надають набір інструментів для розробки та обслуговування сервісів і додатків. Для опису та реалізації додатків деякі платформи створюють візуальні інтерфейси [85]. Інші платформи забезпечують засоби проектування робочого процесу [86] для визначення потоків даних або послуг та створення програм Smart City. Більш того, деякі платформи [94] використовують інструменти

аналітики та звітності для полегшення розробки візуалізації даних та звітів, а дві платформи описують використання SDK програми Smart City [84, 78];

- визначення моделі міста: деякі платформи надають модель міста для полегшення маніпулювання та розуміння даних платформи, а також для полегшення інтеграції зібраних даних. Наприклад, у Cheng та. ін. [91], модель міста використовується для забезпечення запитів у даних з давачів міста. Privat та. ін. [104] використовують модель кінцевого стану для представлення можливих потоків даних міста.

Виходячи з вищезазначених функціональних вимог, можна помітити, що основні напрямки діяльності платформ спрямовані на контроль життєвого циклу даних міста:

- збір даних за допомогою WSN;
- управління даними в платформі;
- обробка даних з використанням моделей міст;
- спільне використання необроблених і оброблених даних, що мають зовнішній доступ до даних.

Ці заходи дуже пов'язані з технологіями, що надають підтримку, таким як IoT з управлінням WSN, управлінням даними та обробкою даних з великими даними, а також управлінням послугами за допомогою хмарних обчислень.

2.3.2 Нефункціональні вимоги

Більшість нефункціональних вимог платформ Smart City пов'язані з великими, різномірними розподіленими системами, такими як масштабованість, адаптація та сумісність. Інші нефункціональні вимоги пов'язані з маніпулюванням критичними та особистими даними громадян, такими як безпека та конфіденційність. У таблиці 2.3 представлено огляд нефункціональних вимог до платформ Smart City:

Таблиця 2.3 – Не функціональні вимоги до платформ Smart City

	Сумісність	Масштабованість	Безпека	Конфіденційність	Усвідомлення контексту	Адаптація	Розширюваність	Конфігурації
SmartSantander		*	*	*				
OpenIoT	*		*					*
Concinnity	*		*	*				*
Civitas	*		*	*				
Gambas			*	*	*			
Khan		*			*		*	
Girtelschmid	*	*			*	*		
Scallop4SC		*					*	
OpenMTC	*							
Wan	*					*		*
Piro			*					
Gurgen	*				*	*		
Vilajosana	*							
Padova Smart City	*	*						
ClouT	*		*					
U-City			*					*
Sentilo		*	*				*	
WindyGrid			*	*				
EPIC	*	*						
Privat					*	*		*
SMARTY	*				*			
CiDAP	*	*			*	*	*	
Кількість випадків	13	8	10	5	7	5	4	5

• інтероперабельність: різні пристрої, системи, програми та платформи створюють середовище Smart City, і всі ці компоненти повинні працювати в комплексі; наприклад, давачі від декількох постачальників, системи, що реалізуються на різних мовах, платформи, що використовують дані користувачів, і застарілі системи, які мають взаємодіяти з новими платформами. Попередні роботи в цій галузі прийняли кілька методів для обробки цієї вимоги: об'єкти взаємодії [101], приймаючи загальні та стандартні інтерфейси [103], застосовуючи Semantic Web для інтеграції всіх компонентів платформи [97],

використовуючи механізм іменування [91] для розпізнавання різних пристроїв або джерел даних;

- масштабованість: кількість користувачів, даних та послуг платформи Smart City буде масовою і з часом може збільшитися. Наприклад, у тестовому стенді SmartSantander у місті з 178 000 мешканців було понад 20 000 давачів, які збирали велику кількість даних про місто [79]; CiDAP зібрав більше 50 ГБ даних за три місяці [91]. Ця нефункціональна вимога відповідає багатьом функціональним вимогам, таким як управління WSN [81], управління даними [89] та управління послугами [87];

- безпека: зловмисні користувачі можуть здійснювати шахрайське використання послуг і даних, наданих платформою. Багато платформ мають компоненти або описують механізми для забезпечення безпеки, уникаючи атак на інфраструктуру міста та крадіжки інформації [98, 85];

- конфіденційність: платформа Smart City збирає та маніпулює конфіденційними даними громадян, такими як медичні записи, локалізація користувачів та споживчі звички. Завдання полягає в тому, щоб використовувати ці дані під час приховування або уникати збереження ідентифікованої інформації. Деякі стратегії, що використовуються для досягнення цієї вимоги, є криптографією [78], токени для контролю доступу до даних, якими користувач може маніпулювати [101] і анонімізація [111];

- інформованість контексту: Оскільки ситуація у місті та про користувача може змінюватися з часом, то багато програм та послуг можуть забезпечити кращі результати лиш за допомогою контекстної інформації. Деякі платформи використовують інформацію від користувачів [100, 104], такі як місце розташування, діяльність та мова. Інші платформи використовують інформацію з міста [94], такі як умови руху, клімат і якість повітря. Прикладами використання контексту є: відображення туристами іншої мови в додатку та зміна маршруту користувача, який уникає забруднених територій;

- адаптація: пов'язані з усвідомленням контексту, багато платформ адаптують свою поведінку, виходячи з контексту, з метою досягнення відмовостійкості, вибору більш близького сервера для підвищення ефективності,

прийняття рішень щодо пакетної обробки або обробки в реальному часі, а також для адаптації даних з різних джерел даних. Ця вимога найчастіше застосовується в платформах, які використовують CPS як технологію, що сприяє [94, 105], але також використовуються інші концепції для задоволення цієї вимоги, такі як семантичні технології [97];

- розширюваність: можливість додавання послуг, компонентів і додатків до платформи важлива для забезпечення відповідності системним вимогам і потребам користувачів. Munro та. ін. [110] стверджують, що легка розширюваність є цінною, тому що неможливо знати, які послуги потребуватиме місто. Scallop4SC використовує матеріалізовані погляди, які розробники поширюють на реалізацію своїх додатків. Деякі платформи [94] використовують лише інструменти з відкритим кодом, що полегшує розширення платформи. CiDAP [91] пропонує використовувати розширюваність для платформ в містах різних масштабів;

- конфігурація: платформа Smart City має багато опцій та параметрів конфігурації, які визначають її поведінку під час виконання, наприклад, визначення порогів забруднення, перевантаження та пріоритетів послуг.

Таким чином, важливо дозволити переконфігурацію багатьох змінних платформ. Дві платформи [104, 105] підкреслюють важливість можливостей самонастроювання, оскільки величезна кількість конфігурацій, необхідна для платформи Smart City.

2.4 Інформаційні системи розумних міст

У цьому підрозділі проілюстровані програми, побудовані на платформах, представлених у попередньому розділі. У таблиці 2.4 представлений огляд доменів аналізованих систем.

Програмування GAMBAS було використано для розробки двох програм, які використовуються у системах громадського транспорту в Мадриді, Іспанія. Foell та. ін. [113] представили контекстний міський автобусний навігатор, щоб допомогти мандрівникам обрати автобуси для своїх поїздок. Handte та. ін. [113]

описують систему, яка оцінює кількість пасажирів міських автобусів з використовуючи давачі смартфонів.

Таблиця 2.4 –Галузі інтелектуальних міських систем

	Відчувати місто	Управління транспортом	Забруднення повітря	Міська панель	Охорона здоров'я	Безпека	Запобігання катастрофам	Управління енергією	Поводження з відходами
GAMBAS		*							
SmartSantander	*	*	*						
Padova Smart City	*			*					
OpenIoT	*								*
WindyGrid	*	*	*		*	*			
ClouT	*	*			*	*	*		
Scallop4SC								*	
Кількість випадків	5	4	2	1	2	2	1	1	1

SEN2SOC [114] – система, розгорнута на платформі SmartSantander, яка використовує дані із міста (наприклад, дані давачів) і соціальних мереж (наприклад, Twitter) для створення додатків Smart City. Прикладами застосування є: захоплення емоційного стану жителів міста та візуалізація забруднення повітря в місті. Також у SmartSantander, Vlahogianni та. ін. [115] подали заявку на прогнозування та використання міських паркінгів.

Два додатки були розроблені з використанням платформи Paudaya Smart City. Bui і Zorzi [80] представляють систему охорони здоров'я, основними ознаками якої є стан моніторингу пацієнтів, передача даних безпосередньо лікарям і виклик екстрених служб. Bressan та. ін. [116] представили додаток для моніторингу, управління та збору даних від усіх вуличних ліхтарів, підключених до платформи.

Anagnostopoulos та. ін. [117] представили систему управління відходами, реалізовану за допомогою платформи OpenIoT.

OpenIoT представляє чотири моделі для визначення пріоритетних контейнерів для сміття, таких як бункери, розташовані поблизу шкіл, лікарень і

автозаправних станцій. Система була використана для порівняння чотирьох моделей відповідно до кількості викинутого CO₂ та відстані, що проїхали вантажівками для сміття.

Платформа WindyGrid [118] забезпечує три основні системи для міста Чикаго: ситуаційна обізнаність: моніторинг інцидентів, моніторинг дій та проблем, що виникають у місті;

Аналіз історичних даних, для прогнозування поведінки міських систем, таких як транспорт і охорона здоров'я; і Advanced Real-Time Analytics, для аналізу поточної ситуації у міських системах.

Деякими прикладами даних, що використовуються в цих системах, є: журнал аварійних викликів (911), стан дорожнього руху, інформація про громадські будівлі та камери спостереження.

Galache та. ін. [83] представлено чотири системи, розроблені з використанням платформи ClouT: служба попередження громадян про землетруси в Фуджісаві, Японія; система цивільного захисту, яка попереджає населення про екологічні ризики, такі як бурі та землетруси в Генії, Італія.

Yamamoto та. ін. [89] представляють дві системи, розроблені для платформи Scallop4SC, для сфери управління енергією. Перша система пропонує інструмент для візуалізації споживання енергії в побуті, який аналізує дані на різних рівнях, таких як держава, місто та околиці. Інша система – це хмарна служба виявлення енергії, яка доступна для розумних будинків.

2.5 Висновок до другого розділу

Виходячи з вищезгаданих нефункціональних вимог, зауважимо, що деякі з них дуже важливі для багатьох функціональних вимог: таких як масштабованість, що є цінним для WSN і Data Management; Безпека та конфіденційність, які важливі для всіх вимог до даних; розширюваність, яка необхідна для управління послугами; і конфігурація, яка важлива для всіх функціональних вимог.

Розглянуті платформи мають наступні недоліки:

- відсутність засобів опрацювання потоків та аналізу даних у реальному часі з міста, що є важливою вимогою для багатьох додатків Smart City;
- більшість платформ не підтримують налаштування послуг, для роботи з даними громадян.

3 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМ РОЗУМНИХ МІСТ

3.1 Дослідження архітектури розумних міст

Основними завданнями розумного міста є надання цифрових засобів для підтримки соціальних потреб у всіх щоденних операціях, адаптація громадян до поняття інформаційного суспільства та збір інформації від державних органів і громадян для підтримки сталого зростання міста. Перш за все, розвиток розумного міста поступиться місцем реалізації державного управління, орієнтованого на громадян, де корупційні явища та трудомісткі бюрократичні процедури усуваються.

Міста і мегаполіси створюють нові види проблем. Труднощі у сфері поводження з відходами, дефіцит ресурсів, забруднення повітря, проблеми зі здоров'ям людей, навантаження на дороги, виробництво електроенергії, розподіл та виставлення рахунків, а також недостатність, погіршення та старіння інфраструктури є одними з основних технічних, фізичних та матеріальних проблем [119-121]. Багато міст взяли на себе ініціативу в цьому напрямку, і продовжується робота [122-126]. У наведеному вище контексті розумна міська система може розглядатися як масивна інформаційна система, що складається з декількох менших, але ефективних підсистем, які можуть бути з'єднані один з одним. Кожна з цих підсистем вимагає ефективних і розширених можливостей для обробки компонентів для зберігання даних, пошуку інформації, мереж і комунікацій.

Існують численні проблеми з якими можна зустрітися в реалізації розумного міста. З технічної точки зору, необхідно запровадити інфраструктуру, котра зможе самостійно адаптуватись до громадян, і вирішувати різні технічні та не технічні перешкоди що виникають під час її експлуатації. Наприклад, інтелектуальна система управління транспортом має величезний потенціал для поліпшення безпеки дорожнього руху та зменшення пробок. Проте, для спрощення зв'язку між транспортними засобами система може вимагати нових типів мереж, таких як автомобільна мережа AdHoc (VANETs). Буде потрібна

величезна інфраструктура по всьому місту, щоб зробити можливим інтелектуальне управління трафіком. Аналогічно, існують жорсткі вимоги щодо безпеки та конфіденційності даних, які будуть збиратися та поширюватися.

Метою є висвітлення ключових проблем, пов'язаних з управлінням інформаційними системами в розумних містах, та запропоновані моделі для вирішення цих проблем. Наприклад, для розумного міста мережева інфраструктура повинна підтримувати широкий моніторинг і повний збір даних. Крім того, також потрібні ефективні засоби зберігання та пошуку даних. Найважливішою вимогою для розумного міста є створення відповідних даних для додатків, щоб матеріалізувати ідею розумного міста.

Це викликає додаткові вимоги щодо доступності, масштабованості, безпеки та конфіденційності. Враховуючи масштабність міст і зростаючі тенденції урбанізації, серйозність цих проблем і вимог є високою. Враховуючи дані проблеми, було представлено архітектуру високого рівня для розумного міста. Запропонована модель спрямована на ефективне зберігання та розповсюдження даних для полегшення виконання різноманітних операцій розумного міста.

Модель складається з ієрархічного зберігання та розподіленими зонами даних, що дозволяє здійснювати швидку і автономну обробку даних, дозволяє миттєво приймати рішення. Ієрархічна модель також є корисною в забезпеченні надмірності даних і зменшення затримки мережі. Ієрархічна модель також доповнює сервісно-орієнтовану архітектуру, яка обмежує доступ до даних, розширює та забезпечує конфіденційність. Зональна модель надає доступ до даних для розробки додатків з третьої сторони, які згодом можуть призвести до виникнення додатків у інтернет магазинах з тематикою smart city.

Mahmoud [127] пропонує централізовану оперативну платформу для розумного міста. Він пропонує піраміду, як основу концептуального розвитку, починаючи з розумної інфраструктури внизу, розумних ресурсів баз даних, розумного управління будівлями, розумного інтерфейсу і розумне місто на вершині. Основою цього дослідження є створення єдиної системи управління для колективної обробки та управління в декількох підсистемах, додатках і

контролерах. Платформа автоматизації ГІС використовується для адміністрування та підтримки активів. Cisco, IBM, HP та інших глобальних гравців з інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ), котрі запустили свої власні розумні міста.

Ринок розумних міст оцінюється в сотні мільярдів доларів до 2020 року, а щорічні витрати сягають майже 16 мільярдів доларів [128]. Harisson [129] та інші пропонують трирівневу архітектуру для розумного міста, інструментального шару, взаємопов'язаного шару та інтелектуального шару. Інструментальні засоби дозволяють захоплювати та інтегрувати реальні дані за допомогою давачів.

Діяльність, виявлена на цьому рівні, може вимірювати якість води, збирати показання електричних лічильників або проводити вимірювання будівлі для визначення її енергоспоживання. Взаємопов'язаний шар, який також називається середнім шаром, об'єднує дані, зібрані на інструментальному шарі, і відображає різні вхідні дані та цікаві події. Цей шар об'єднує дані в корпоративну обчислювальну платформу і передачу такої інформації між різними міськими службами. Інтелектуальний шар обробляє відповідні дані міста в більш широкому контексті, щоб визначити події, що стосуються міста, які необхідно проаналізувати або обробити.

Модель, заснована на сервісно-орієнтованій архітектурі (SOA), разом з існуючими додатками та системами управління, використовується для перетворення даних і виконання аналізу. Мотивуючись обмеженнями існуючої архітектури інтернету, майбутньою Інтернет Асамблеєю Pigo та ін. [130] пропонують платформу розумного міста, засновану на новій парадигмі мереж а саме іменних мереж (NDN). Платформа сервісу, побудована на двох рівнях: рівень обслуговування та технологічний шар, які взаємодіє через інтерфейс NDN. Для надання послуг, задумані три послідовні фази:

- фаза виявлення;
- фаза ініціалізації безпеки;
- фаза використання послуги.

Driks та Kiling [131] запропонували, що міста базуються на шести основних системах, що складаються з різних інфраструктур, пов'язаних з їх ключовими функціями – люди, бізнес, транспорт, зв'язок, вода та енергія. Система міст включає громадську безпеку, охорону здоров'я та освіту, а бізнес-система – середовище, з яким стикаються підприємства з точки зору політики та регулювання.

Anthopoulos and Tsoukalas [132] пропонують багаторівневу загальну архітектуру, яка може описувати всі типи атрибутів, необхідних для підтримки розумного міського контексту.

Ця загальна архітектура містить чотири шари. Шар користувача, що складається з усіх кінцевих користувачів електронного сервісу та зацікавлених сторін розумного міста, Service Layer включає в себе всі конкретні електронні послуги, що пропонуються смарт-містом, інфраструктурний шар містить мережі, інформаційні системи та інші засоби, які сприяють розвитку, служби розгортання та інформаційного шару представляють всю інформацію, яка потрібна, вироблена і зібрана в розумному місті.

Doran та ін. [131] розробили модель розумного міста, що описує три основні складові системи, що спрямовані на інтеграцію економічної складової, компонентів навколишнього середовища та соціальних складових. Економічна складова включає державне управління та економічні суб'єкти. Вона охоплює моделі управління, регенерацію міст, відкриті дані, великі дані, пропускну здатність, мобільність, хмарні обчислення, безпеку, бізнес-аналітику та ін.

Екологічна складова включає ресурси та управлінські інфраструктури. Вона охоплює управління водою, повітрям, енергією та відходами, громадський та альтернативний транспорт, географічну інформацію, зелені будівлі, зелені насадження, розумний ріст, вимірювання зміни клімату та ін. Вона охоплює життя громади, роботу між містами, демократію, соціальні інновації та громадську участь.

3.2 Проблеми у розумних містах

Розумне місто, будучи гігантською інформаційною системою, що включає у собі під-інформаційні системи, стикається з великою кількістю проблем. Інтелектуальні міські ініціативи базуються на ІКТ. Останні розробки в області хмарних обчислень, інтернет речей, відкритих даних, семантичного інтернету та майбутніх інтернет-технологій будуть провідними технологіями, що дозволять розвивати розумні міста. Ці технології можуть цілком забезпечити інфраструктуру, програми та рішення що працюють та надають різноманітні послуги. ІКТ має величезний потенціал для посилення управління та функціонування міста, що, у свою чергу, принесе користь громадянам. Проте всі ці технології мають свої невід'ємні проблеми та обмеження. Об'єднання всіх цих технологій для формування складної системи, як, наприклад, розумне місто, збільшить амплітуду багатьох давніх проблем.

ІТ-інфраструктура

Розвиток інфраструктури ІКТ, від каналів зв'язку до давачів і приводів у фізичному просторі, залишається величезним бар'єром у прийнятті ініціативи розумного міста. Відсутність інфраструктури є значним бар'єром у досягненні основних цілей розумних міст [133-138]. Надійне, масштабоване та високошвидкісне мережеве підключення до інфраструктури є ключовою основою для інтеграції інформаційних систем у містах. Отже, адекватна надійна ІТ-інфраструктура, яка має тенденцію до масштабування, є головним завданням для впровадження розумного міста.

Безпека та конфіденційність

Тенденцією напрямку розумного міста, є різні гаджети, що стають невід'ємною частиною в повсякденному житті, адже через них відбувається збір особистих даних, через що важливим питанням створення конфіденційності користувачів. Наприклад, інтелектуальна програма управління трафіком, яка інформує користувача про перевантаженість доріг автомобільним трафіком, вимагатиме, щоб місце розташування користувача було доступне до перегляду. Дотримання вимог безпеки та конфіденційності є фундаментальним завданням

для системи розумних міст, в якій бере участь величезна кількість конфіденційних даних що обробляються [133, 134, 136, 139-141]. Загрози з боку хакерів, вірусів, черв'яків і троянів, мають величезний потенціал по перешкоджанню надання послуг і знищення всієї системи, що може призвести до величезних втрат. Для забезпечення конфіденційних даних на усіх рівнях, включаючи збір, обробку, зберігання та розповсюдження, необхідні широкі знання та різноманітні підходи щодо безпеки. Безпека та конфіденційність є важливими не тільки для забезпечення доступності даних та послуг, але вони також мають важливе значення для побудови довіри та впевненості громадян у використанні цих систем.

Управління великими даними

Зрозуміло, що з усіх розумних міських систем буде генеруватися величезна кількість даних. Для обробки різних типів даних, з різною швидкістю, потрібна ефективна система для управління великими даними. Ця система повинна бути надійною і масштабованою без простоїв. Безперервне генерування, збір, обробка та зберігання масивних неоднорідних даних з незліченних сенсорів розумного міста має свої власні проблеми. Тим не менш, великі дані, зібрані по місту, є надзвичайно корисними і життєво необхідні для досягнення основної мети розумного міста. Наприклад, давачі GPS, встановлені на транспортних засобах, можуть надати цінну інформацію про транспортний потік, але це також дасть величезну кількість даних про їх різноманітну швидкість при переміщенні.

Гетерогенне середовище та сумісність

Розумна архітектура міста характеризується неоднорідністю мереж, додатків, пристроїв, платформ. Наприклад, транспортні мережі можуть вимагати мережі adhoc, такі як VANET, а близькі бездротові пристрої можуть працювати на zigbee. Спадні програми та їх інтеграція з новими технологіями також може стати серйозною проблемою у майбутньому.

Ефективність, доступність і масштабованість

Критичні системи не можуть дозволити собі бути складними і потребують дуже високої доступності з боку як і користувачів так і програмістів. Завдання по задоволенню жорстких вимог доступності прямо пропорційне

розміру і складності системи. Розумне місто, не тільки має величезну інфраструктуру, але його розмір і складність буде збільшуватися з сторони програмістів, та скорочуватиметься з сторони користувачів. Величезна кількість даних, створених по всьому місту, зробить доступність, масштабованість і ефективність головним завданням по впровадженню та створенню розумних міст.

Підтримка ефективності такої гігантської системи є обов'язковою. Оптимізація продуктивності кожної системи, грамотне планування, ефективне використання ресурсів і негайне реагування на запити – це деякі з ключових переваг розумного міста.

Наприклад, очікується, що під час кризи різні цивільні департаменти можуть спілкуватися майже миттєво один з одним, що призведе до негайного доступу до аварійних служб. Отже, потреби в ресурсах для міст можуть бути розраховані і проекти можуть бути ініційовані задовго до того, як попит перекриє пропозицію.

Наприклад, енергетичні потреби можуть бути розраховані за допомогою інтелектуальних мереж, і уряд може планувати енергетичні потреби на найближчі роки, перш ніж це стане критичним. Якщо інтелектуальна мережа буде впроваджена, це може допомогти у збільшенні ефективності по використанню поточних ресурсів. Архітектурна масштабованість повинна бути внутрішньою характеристикою такої системи, де обробка даних, управління, вимоги до аналітики можуть збільшуватися у великих кількостях. Час реагування та пропускна здатність не повинна давати помилки.

Соціальна адаптація

Розумне місто, здається, є ідеальним рішенням для подолання існуючих і нових проблем міського населення. Незважаючи на це, дослідники також визначили основні відмінності серед розумних міст, цифровий розрив у їхньому розвитку та основні зміни культурних звичок громадян [133]. Соціальна адаптація такої системи в основному вимагає зміни соціальних звичок громадян.

Розробка застосунків

Для того, щоб громадяни могли з максимальною користю використовувати дані, що збираються розумним містом, необхідно розробляти нові та інноваційні застосунки.

Якщо розробка застосунків обмежується містом, то дуже ймовірно, що люди будуть розчаровані їх повільною розробкою. Наприклад, однією з ключових причин успіху Android та його широкої адаптації є їхній ігровий магазин, та його величезна база додатків, де кожен день завантажується незліченна кількість додатків.

3.3 Побудова архітектури для розумних міст

Інфраструктура ІКТ формує основу розумного міста. Це основний шар, на який покладаються всі інші компоненти. ІКТ-інфраструктура включає в себе високошвидкісне дротове та бездротове підключення до мережі, центри обробки даних високого рівня, збагачення фізичного простору смарт-пристроями, датчики, приводи та багато іншого.

Шар електронного урядування сприяє розвитку стратегічних зв'язків між різними підрозділами організації державного сектору. Цей шар формулює правила, для поліпшення ефективності діяльності державних організацій та надання потенційних вигод для громадян. Залежно від інфраструктури та політики, сформульованої на рівні електронного урядування, громадянам та іншим зацікавленим сторонам будуть пропонуватися всілякі публічні послуги, ефективно та повсюдно. На рисунку 3.1 представлено ключові шари розумного міста.

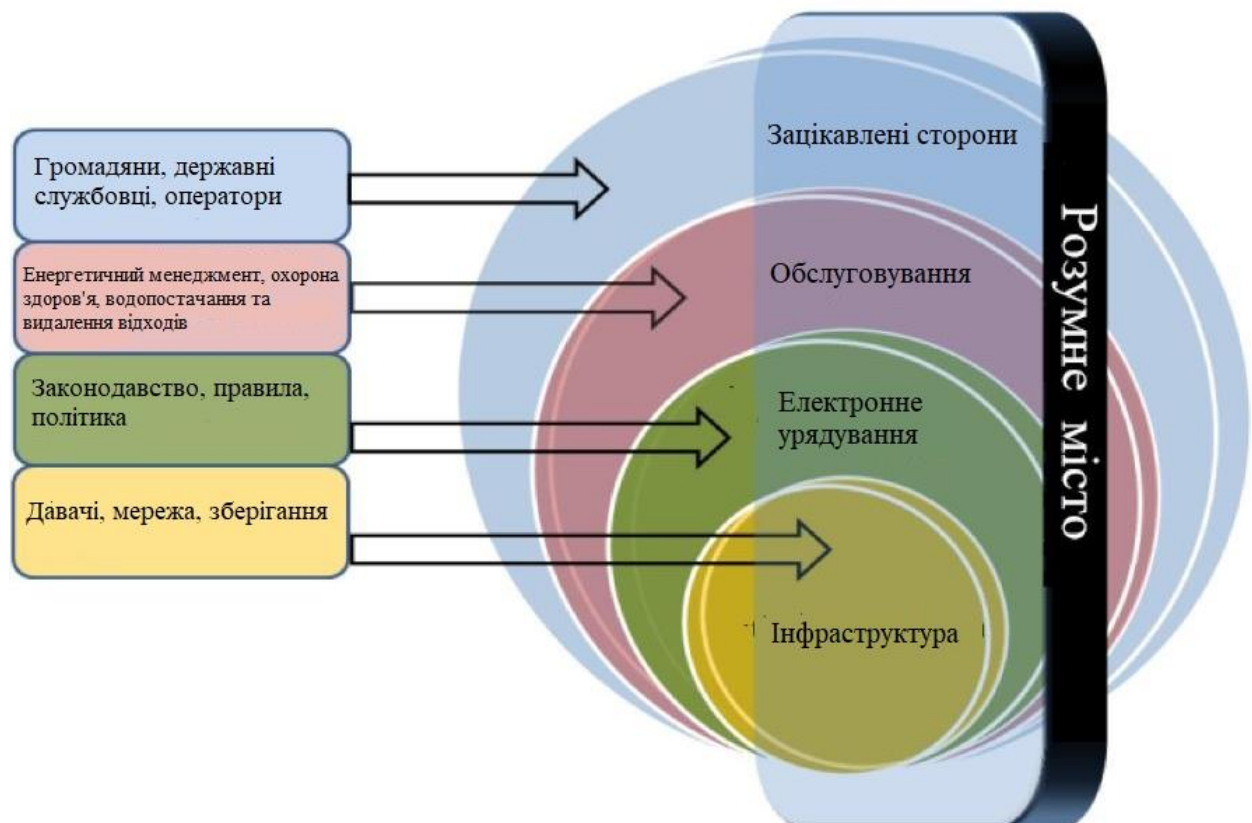


Рисунок 3.1 – Ключові шари розумного міста

Традиційно міські відділи функціонують самостійно, і лиш інколи обмінюються інформацією з іншими відомствами в місті. Технології та інфраструктури ІКТ, які існують у департаментах, зосереджують свою увагу лише на роботі. Ця установка створює безліч хаосу і затримує процес реалізації або виконання поставлених завдань. Громадяни стикаються з труднощами, коли потрібна інформація з різних підрозділів. Наприклад, у разі стихійного лиха, час реакції відділів, де відбувається взаємне спілкування та координація усе протікає повільно, і планування розподілу ресурсів на основі даних реального часу є неможливим.

В свою чергу модель відкритих даних зосереджена на обміні інформацією не лише між департаментами, але й надає послуги з передачі даних іншим зацікавленим сторонам в реальному часі. В розумному місті громадянам слід надавати послуги з перехресного застосування. Використання даних реального часу з будь-якої кількості доменів може прискорити час реакції та завершення процесу, покращуючи загальну ефективність міських послуг. Обмінюючись інформацією, яка отримана з перших джерел, і має велику цінність, інші області

та міста можуть отримати уявлення та визначити майбутні проблеми з наміром вирішити їх до того, як ці проблеми виникнуть або посиляться. У великих розумних містах відповіді на інформацію та події можуть бути майже миттєвими. Аналогічно, наявність даних у реальному часі призведе до ефективного планування ресурсів, що допоможе оптимізувати використання ресурсів як на рівні департаментів, так і на загальному рівні міста. У великих розумних містах, загальноміські операційні процеси, що використовують дані з будь-якої кількості доменів, можуть постійно прогнозувати та реагувати на події та тенденції, які впливають на місто.

На рисунку 3.2 показано розроблене цілісне уявлення про розумну архітектуру міста. Цей підхід зосереджується на управлінні містом як на системі з підсистемами.

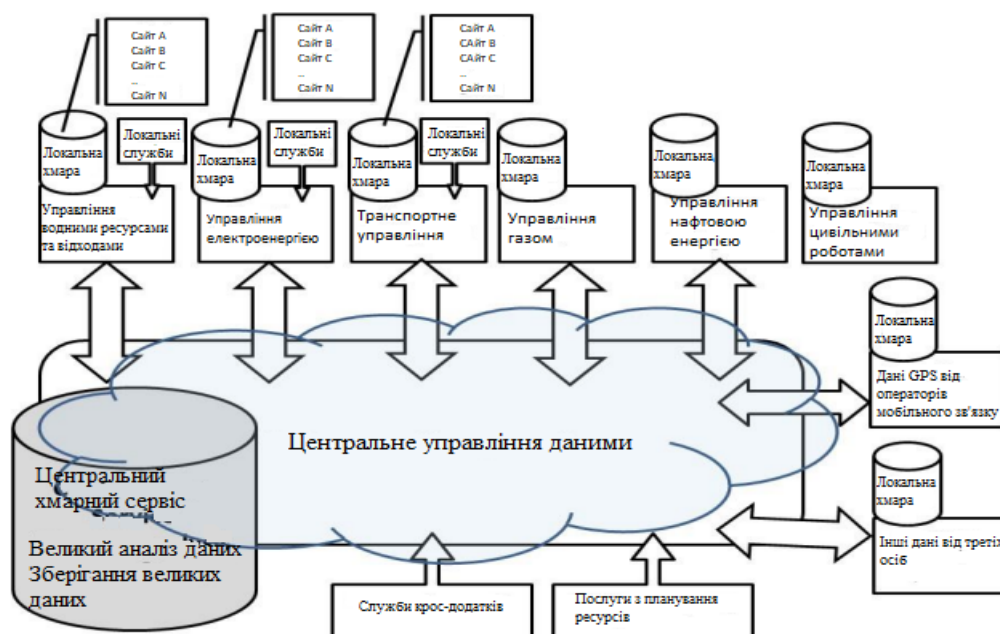


Рисунок 3.2 – Розроблена архітектура централізованого управління даними

Кожна автономна підсистема підключена до центральної системи управління даними (CDMS), яка повністю інтегрована і взаємопов'язана з усіма підсистемами. Всі системи поділяють свої дані з CDMS, які, в свою чергу, можуть надавати послуги з перетином доменів громадянам. CDMS діє як точка інтеграції для інформації, що надходить з підсистем. CDMS може використовувати інформацію та дані, які є у їх розпорядженні, для прийняття більш ефективних рішень у реальному часі.

Кожна підсистема збирає дані з різних зон по всьому місту, як показано на рисунку 3.3. Кожна з розроблених зон підтримує власну хмару з центром обробки даних на рівні сайту. Наприклад, система поводження з водою та відходами матиме численні ділянки по місту, кожна з яких зберігає власні дані. Крім того, постачання та управління електроенергією, управління газом та інші системи державних послуг також матимуть різні зональні об'єкти по всьому місту.

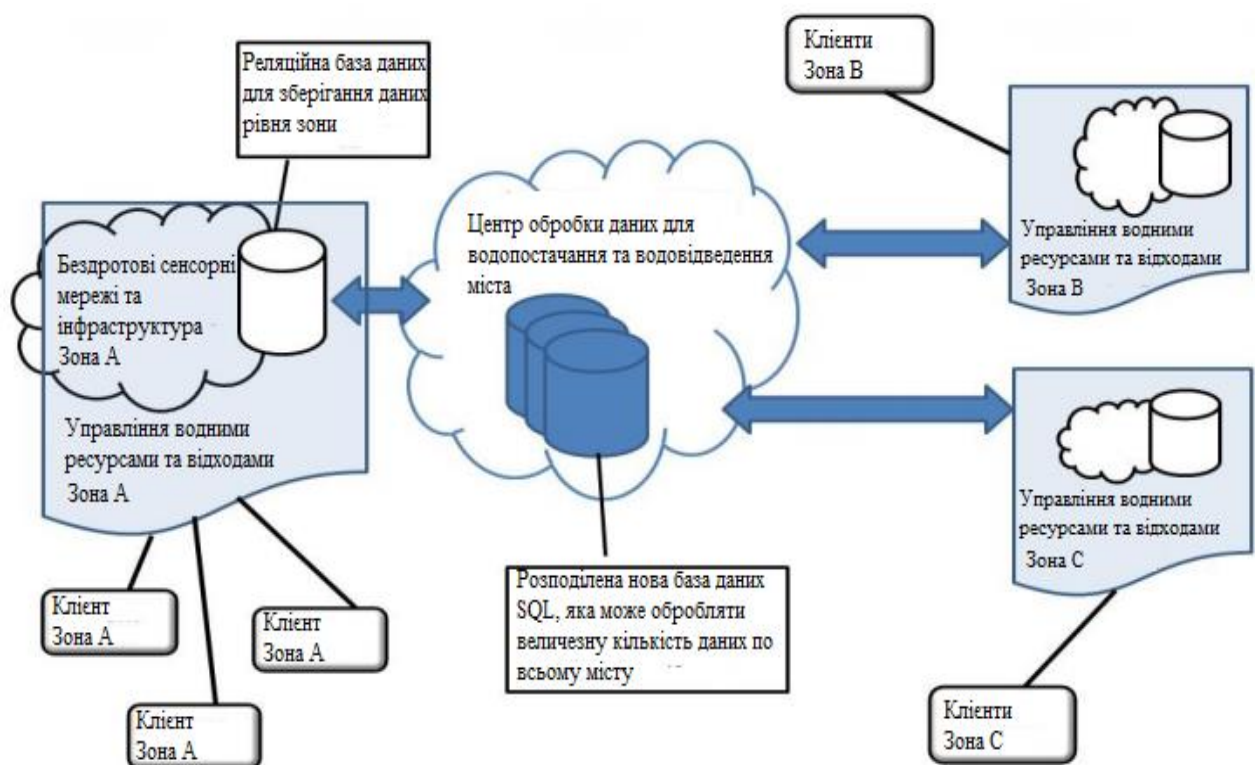


Рисунок 3.3 – Розроблені зони з даними та підсистеми розумного міста

Традиційно місто ділиться на зони для адміністрування, а кожна з зон має свої власні державні служби. Запропонована архітектура добре вписується в такий сценарій, де кожна державна послуга або утиліта мають зональне представлення.

Беручи до уваги соціальні та технічні проблеми, передбачається, що основна міська мета буде досягнута поступово. Вводячи концепцію обслуговування на рівні окремих зон, ця архітектура інтегруватиме розумне місто крок за кроком.

Кожен зональний сайт з утилітами має власну автономну систему, яка складається з місцевого центру обробки даних, бездротової сенсорної та мережевої інфраструктури, а також технологій та компонентів, пов'язаних з об'єктом.

Зональний сайт – це середовище, яке забезпечує обробку, зберігання, створення мереж, управління даними в межах певної зони. Ці зональні сайти взаємодіють один з одним за допомогою веб-служб, щоб надати користувачам послуги перехресних зон.

Рисунок 3.4 зображує запропоновану систему управління водою та відходами для міста. Зона А підтримує локальну базу даних відношень для зберігання даних з давачів та інших пристроїв у своєму регіоні. Клієнти з зони А отримуватимуть послуги з центру обробки даних. Реляційна база даних обрана з огляду на її перевірені ACID (атомні, послідовні, ізольовані, довговічні) властивості. Оптимізація запитів також може допомогти в швидкій обробці запитів користувача.

Всі центри обробки даних Zonal (Zone A, Zone B, Zone C ... Zone N) будуть підключені до основного центру даних утиліти через надійне високошвидкісне з'єднання. Агрегація даних, зібраних з усіх зональних центрів обробки даних, зберігається в розподілених базах даних New SQL, таких як Google Spanner, Nuodb, ClustrixDB.

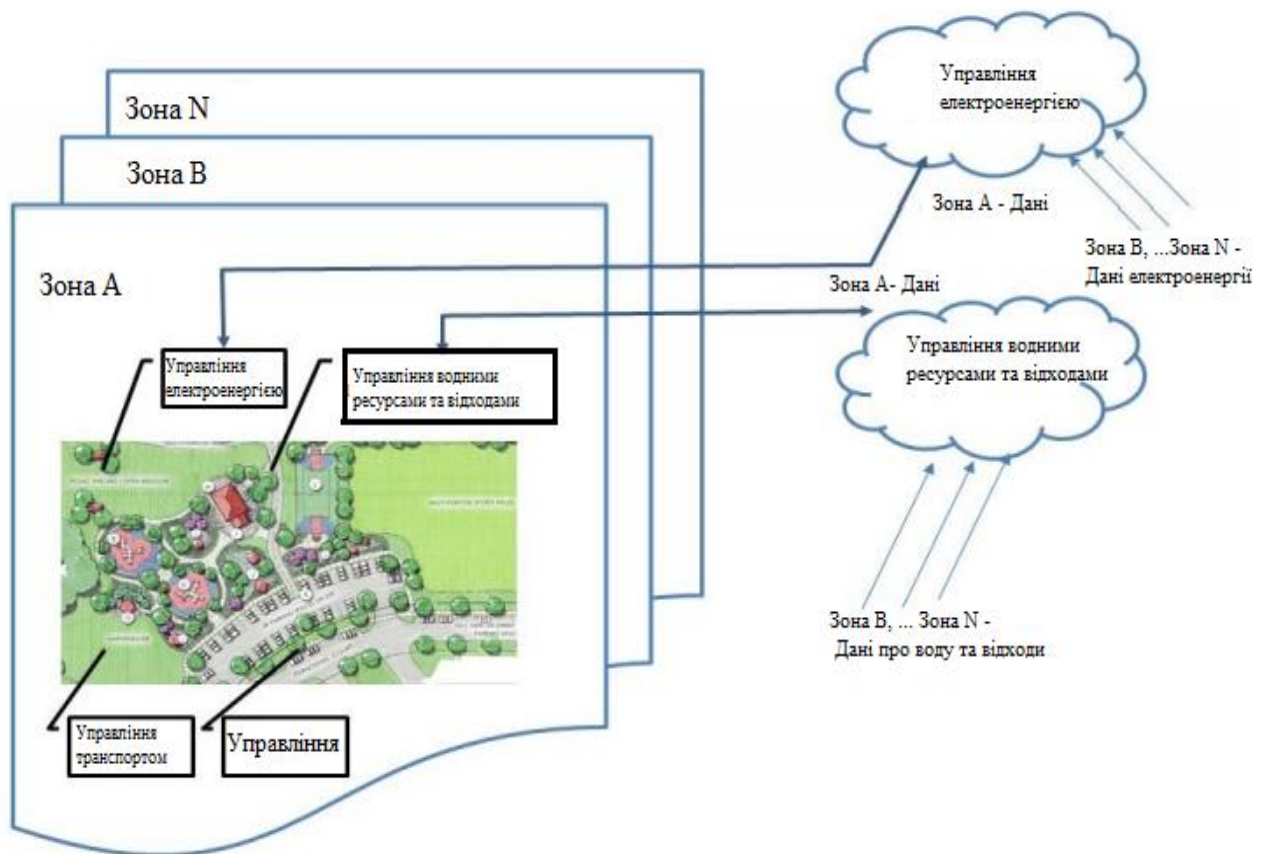


Рисунок 3.4 – Управління даними на зональних ділянках

Передбачається, що величезні дані будуть генеруватися з усіх центрів обробки даних, а їх агрегація та центр вимагатимуть потужних технологій для обробки та управління даними. Для того, щоб забезпечити швидке і ефективне отримання даних, та надання послуг у покрокових зонах, запроваджують нові бази даних SQL, що мають перевагу над традиційними реляційними базами даних, котрі не мають баз даних SQL

Всі розроблені компоненти розумного міста будуть інтегровані з використанням сервісно-орієнтованої архітектури. Розумна архітектура міста є по суті масштабною розподіленою системою, яка за своєю суттю є складною і децентралізованою (рис.3.5).

Різні платформи, неоднорідне середовище та різноманітність сенсорних мереж призведуть до проблем взаємодії.

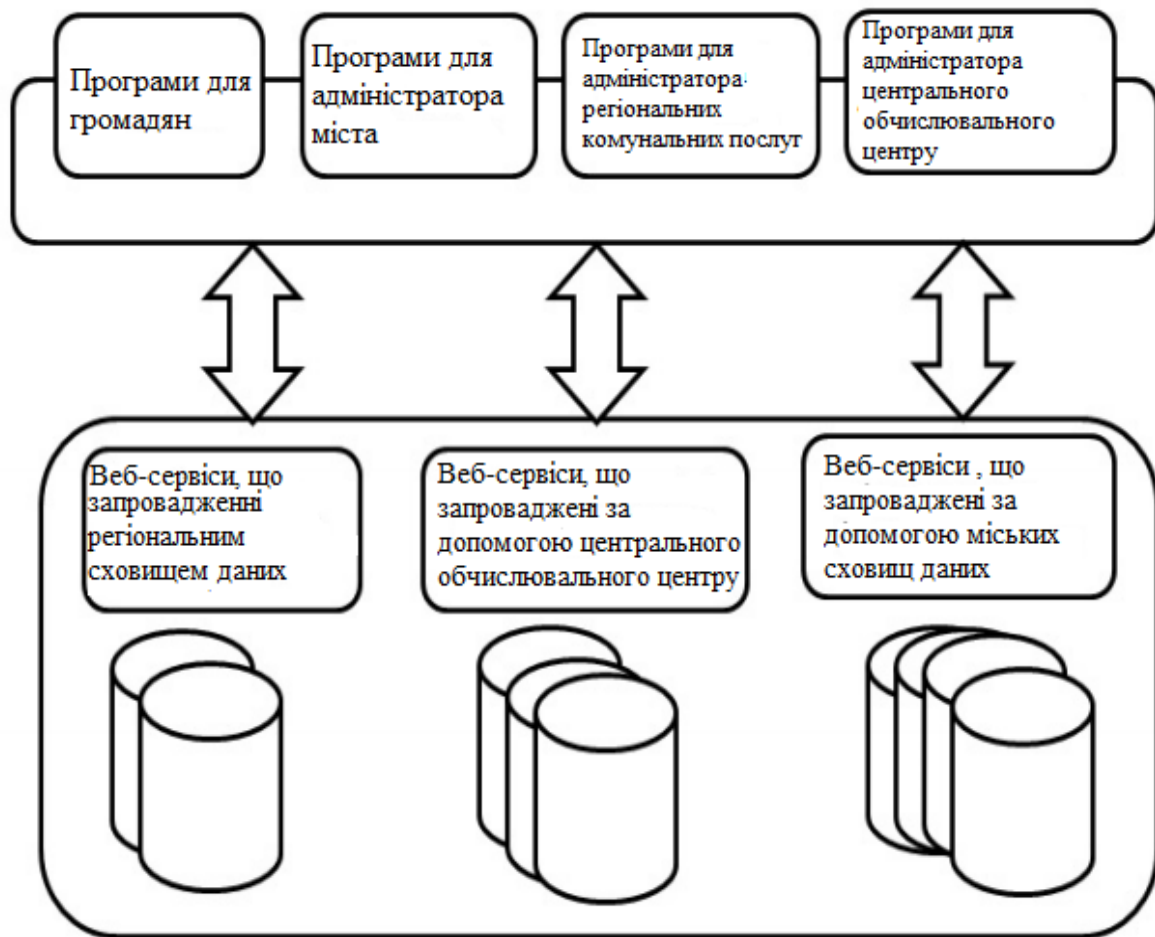


Рисунок 3.5 – Сервісно-орієнтована архітектура

Сервісно-орієнтована архітектура зі своїми відкритими стандартами, такими як XML, WSDL, SOAP та UDDI, не тільки забезпечує взаємодію між різними платформами, але й підтримує модульну конструкцію, повторне використання програмного забезпечення, інтерпретацію та інтеграцію додатків. Наприклад, система водопостачання та управління відходами може бути використана системою управління стихійними лихами, яка може бути побудована на зовсім іншій платформі.

Передбачається, що велика кількість даних буде генеруватися в кожному центрі міста. Запропонована архітектура представляє нову ідею моделі відкритих даних. Деякі дані, зібрані службовим центром, доступні дослідникам і розробникам через API. Позаштатні розробники додатків та треті сторони також матимуть можливість створювати нові аналітичні інструменти, нові послуги. Дохід може бути сформований шляхом оплати або реклами. Для громадян будуть доступні різноманітні програми. Наприклад, система управління рухом

для міста буде збирати величезну кількість даних про рух транспортних засобів та заторів. Реалізація таких моделей має жорсткі вимоги щодо конфіденційності та безпеки.

3.4 Висновок до третього розділу

При побудові інформаційно-технологічної платформи було вирішено основні проблеми витрат, котрі включають придбання та встановлення величезної мережевої інфраструктури (провідної та безпроводної, пропускна здатність, підключення), смарт-пристроїв, сенсорів, точок доступу Wi-Fi та багато іншого.

Розроблена модель дозволяє здійснювати зональну реалізацію кожної державної служби, яка не потребує використання одразу усієї інфраструктури. Тим не менш, це не знижує вимоги до ІТ-інфраструктури, але сприяє стабільному наближенню до розумного міста.

Розумна архітектура міста характеризується неоднорідністю мереж, додатків, пристроїв, платформ. Дана розробка базується на сервісно-орієнтованій архітектурі.

Архітектурна масштабованість і доступність є основною характерною ознакою системи розумних міст, де вимоги до обробки даних, управління та аналітики можуть збільшуватись у великих кількостях.

4 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Інструменти по впровадженню Smart City

Smart City є предметом обговорення протягом багатьох років, і багато міст в усьому світі все активніше застосовують стратегічні підходи переходу до розумного статусу.

Smart City вдає із себе цілісну концепцію розумної інтеграції інформаційних і комунікаційних технологій для моніторингу та управління міською інфраструктурою.

Мета таких заходів – поліпшити життя людей за допомогою підвищення рівня комфорту і безпеки, якості та ефективності обслуговування в різних сферах, оптимізації витрат на ряд високо експлуатованих ресурсів.

Інфраструктура Smart City має на увазі цілий спектр найрізноманітніших рішень, які реалізуються за допомогою впровадження розумних технологій. Як правило, це альтернативні підходи до енергозабезпечення та водопостачання, можливість переробляти морську солону воду в прісну, впровадження сучасних систем із сортування та переробки сміття, введення в експлуатацію не моторизованих транспортних засобів, установка широкої мережі відеоспостереження та відеоаналітики, контроль чистоти повітря [143].

Згідно з дослідженнями консалтингового агентства Navigant Research, на сьогоднішній день Smart City включає в себе наступні ключові складові:

- Smart Energy: передбачає ряд рішень, що застосовуються в областях енергопостачання та енергозбереження (програми управління попитом, енергоефективності та інтеграції відновлюваних джерел енергії);
- Smart Water: передбачає управління водними ресурсами (модернізація водних систем, моніторинг споживання води по секторам, системи екологічної безпеки та контролю повеней);
- Smart Buildings: передбачає створення або облаштування окремих будівель, які акумулюють в собі всі інженерні та інформаційні системи і інтегруються в єдину систему управління (BMS – building management system).

Така система дозволяє, наприклад, опалювати будівлю в потрібний період робочого дня в залежності від кількості людей в приміщеннях, регулювати потужність вентиляційних установок і чистоту повітря, а також автоматично переходити в режим енергозбереження при відсутності людей в приміщенні;

- Smart Transportation: передбачає створення системи інтелектуальних транспортних і логістичних систем, які забезпечують моніторинг і управління трафіком, дозволяють контролювати оплату дорожніх зборів, реагувати на надзвичайні ситуації, керувати світлофорами. В рамках даного напрямку зазвичай також розглядаються інтелектуальна парковка і сервіс оповіщення на зупинках громадського транспорту;

- Smart Government: передбачає застосування інформаційних технологій для надання державних послуг широкому колу осіб і дозволяє оптимізувати роботи різних департаментів.

У багатьох містах світу застосовується система управління попитом на електроенергію – Demand Response, яка дозволяє знижувати споживання електроенергії в періоди високого навантаження. При підключенні до системи користувач отримує стимулюючі знижки. Брати участь у програмі можуть не тільки громадяни, але і комерційні організації та виробництва. Наприклад, американський Walmart, завдяки оснащеності магазинів системами інтелектуального обліку, займає лідируюче місце в управлінні попитом енергозбереження в США.

Система управління споживанням (energy management system, EMS) реагує на сигнал про необхідність розвантаження відповідно до заданого алгоритму. Залежно від інших показників в конкретному приміщенні EMS впливає на системи вентиляції та кондиціонування, освітлення та холодильне обладнання.

Обсяг потужності Demand Response в 2016 році у всьому світі склав 39 ГВт, 28 ГВт з яких довелося на території Північної Америки. Імовірно, світовий обсяг Demand Response до 2025 року досягне 144 ГВт.

Smart Water. Навесні 2017 року компанії Huawei, Shenzhen Water і China Telecom запустили перший в світі комерційний проект Smart Water («розумне

водопостачання») в Шеньчжені, повністю оновивши систему обліку водопостачання та встановивши близько 1,2 тисячі інтелектуальних лічильників споживання води на базі інформаційної технології вузькосмугового інтернету речей (NB-IoT (Narrow Band-IoT)).

Smart Water дозволяє аналізувати витрати води, уникати витоків, підвищує ефективність циркуляції води і оптимізує використання ресурсів. Жителі ж отримують зручний доступ до послуг комунального господарства.

За прогнозами Navigant Research, сектор Smart Water в найближчі п'ять років покаже найактивніше зростання через високі ризики в показниках якості води, її вартості та доступності.

Smart Government. У багатьох країнах світу проекти реалізовані у вигляді облаштування адміністративних центрів надання послуг громадянам і бізнесу, коли є необхідність в обробленні, підготовці або отриманні ряду документів. Засновані такі системи на централізованих базах даних з використанням різних додатків для зв'язку з веб-інтерфейсами.

Блокчейн-технології дають принципово нові можливості для розвитку електронного уряду (eGovernment). Гранична захищеність інформації робить дані, занесені в систему, найвірогідніше будь-якого паперу з підписами і печатками.

Смарт-контракти дозволяють автоматизувати операції з даними і задавати алгоритми їх виконання відповідно до нормативних актів. Реалізація таких проектів поки що ускладнюється з огляду на деяких юридичних аспектів, але, на думку експертів, це лише питання часу.

Наприклад, в Дубаї планується впровадити блокчейн-технології в державний сектор вже до 2020 році.

Smart Transportation. Сектор охоплює велику кількість різних технологій, залишаючи в пріоритетах перспективу розвитку саме транспортних і вантажних перевезень. Багато проектів сьогодні знаходяться на стадії масштабної розробки і поки що ніде в світі на практиці не застосовуються. Їх основні напрямки сьогодні:

- швидкісні перевезення за допомогою вакуумного поїзда: Hyperloop One – проект швидкісного вакуумного поїзда, згідно з яким для пересування алюмінієвих капсул по трубопроводу планується використовувати магніти і потужні вентилятори. Проект знаходиться в розробці – на стадії працюючого прототипу, і може бути протестований на вантажоперевезеннях ближче до 2020 року. У 2022 році планується, що поїзд зможе перевозити і пасажирів. Відомо, що Hyperloop One вже привернув інвестицій на суму більше 141 млн.дол.;

- доставка за допомогою дронів: першою ластівкою в цьому напрямі став Amazon з пілотним проектом Prime Air, запропонувавши автономну доставку і транспортування товарів за допомогою розумних дронів, керованих пристроями інтегрованої електроніки. Зараз проект знаходиться на стадії тестування.

Максимальна вантажопідйомність поки що становить 2,4 кг. Варто відзначити, що технологія повітряної доставки стикається з обмеженнями через правил повітряного пересування, проблемами використання в густонаселених районах і потенційних несанкціонованих «перехоплення» дронів. Незважаючи на це, за прогнозами DHL, в найближчі п'ять років сфера буде активно розвиватися. Суми інвестицій в Prime Air невідомі. У 2016 році, за даними Quora, тільки на операційні витрати витрачено близько 7 млн.дол.;

- новий напрямок в логістиці: системи Tube logistics – припускають трубопровідні або тунельні перевезення. За прогнозами DHL, проекти цього сектора будуть реалізовані в найближчі п'ять років або трохи пізніше;

- підземна транспортування вантажів: не так давно шведи запустили пілотний проект підземної мережі під назвою Cargo Sous Terrain для організації швидкісної транспортування вантажів по маршруту Нідербіпп – Херкінген – Цюрих. Планується, що система буде працювати від поновлюваних джерел. Термін комплексної реалізації проекту датується аж 2040 роком. Втім, в минулому році розробка вже отримала майже 25 млн.дол. інвестицій;

- тунельні перевезення: німці розробили проект CargoCap – систему тунельної перевезення, орієнтованої на використання в ритейлі. На даний

момент тестується її прототип і триває активний пошук інвестицій на реалізацію розробки [143].

Загальні рекомендації по впровадженню систем Smart City:

- залучення громадян та інших зацікавлених сторін у вигляді державних, громадських і бізнес інституцій;
- переоцінка ролі міста і його адміністрації в житті кожного громадянина як потенційного користувача розумними технологіями;
- виняток ізольованих і застарілих рішень на користь застосування і розробки нових передових автоматизованих систем;
- заохочення ініціативних груп і організацій, які виступають в ролі розробників інноваційних моделей функціонування сучасного міста;
- створення всеосяжної стратегії даних і платформ даних для реалізації проектів в даному напрямку;
- створення інноваційних лабораторій для стимулювання нових розробок, спрямованих на збереження екосистеми та підвищення рівня комфорту і безпеки громадян;
- забезпечення безпеки даних;
- залучення представників міської інфраструктури до розробки, фінансування та реалізації ініціатив, спрямованих на впровадження систем «розумного міста»;
- забезпечення політичної підтримки відповідних проектів і процесу їх інтеграції в суспільство;
- створення координаційного органу та спеціальної системи планування прийняття рішень щодо впровадження інноваційних технологій;
- розробка взаємопов'язаних комплексних підходів до реалізації проектів з метою охопити якомога більше сфер життєдіяльності громадян в місті.

4.2 Висновок до четвертого розділу

Виконавши огляд спеціальної частини можна зробити висновок що нові інтернет-технології для просування хмарних сервісів інтернет речей (IoT),

використовують смартфони, смарт-браслети, бездротові та сенсорні мережі з RFID-чіпами, що є більш актуальним зв'язком, котрий заснований на семантичній мережі, яка відкриває нові способи по вирішенню проблем.

Онлайн-платформи для спільної роботи з управління даними датчиків є сервісами з онлайн базами, які дозволяють власникам датчиків реєструвати і підключати свої пристрої для подачі даних в базу в режимі онлайн для зберігання і дозволяють розробникам підключатися до бази даних і створювати свої власні додатки, засновані на цих даних.

Електронні карти (відомі як смарт-карти) є ще однією поширеною громадської платформою в контексті розумного міста. Ці карти мають унікальну зашифрованому ідентифікатором, який дозволяє власникові увійти на сайти, наданих урядом послуг (або електронних послуг) без створення облікових записів. Єдиний ідентифікатор дозволяє урядам обробляти дані про громадян, щоб поліпшити надання послуг.

5 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Метою дипломної роботи магістра є дослідження інформаційних технологій та керування „Розумними містами” Головною метою розділу є обґрунтування економічної ефективності для впровадження даного дослідження.

5.1 Розрахунок норм часу на виконання науково-дослідної роботи

Ефективне використання часу має велике значення тому, що це дає можливість правильно розподілити роботу.

Побудову систем і компонентів „Розумних міст” поділено на етапи, що дозволяє полегшити і структурувати виконання побудови систем і компонентів.

Етапи виконання побудови інформаційних систем і компонентів „Розумних міст”:

- підготовка опису задачі;
- збір інформації для дослідження систем і компонентів „Розумних міст”;
- вибір інформаційно технологічних платформ для моделювання та побудови систем і компонентів „Розумних міст”;
- побудова і моделювання систем та компонентів „Розумних міст”;
- тестування інформаційно технологічних платформ;
- створення та оформлення документації.

Для оцінки тривалості виконання окремих робіт використовують нормативи часу.

Виконавцем усіх операцій по побудові інформаційно технологічних платформ являється програміст.

Витрати часу по окремих операціях технологічного процесу відображені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Операції технологічного процесу та їх час виконання

№ п/п	Назва операції (стадії)	Середній час виконання операції, год.		
		Програміст	Керівник	Тестувальник
1.	Підготовка опису задачі.	10	1	
2.	Збір інформації про «Smart city».	25	1	
3.	Вибір інформаційно технологічних платформ для моделювання та побудови систем і компонентів „Розумних міст”.	20	1	
4.	Побудова систем та компонентів „Розумних міст”.	90	8	
5.	Тестування інформаційно технологічних платформ.	6	1	15
6	Створення та оформлення документації.	45	5	
Разом		196	17	15

Загальні затрати часу на дослідження інформаційно технологічних платформ моделювання та побудови систем і компонентів „Розумних міст” становить 196 годин, найбільше часу витрачено на побудову і моделювання систем та компонентів „Розумних міст” 90 години.

5.2 Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Відповідно до Закону України “Про оплату праці” Заробітна плата – це винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку за трудовим договором роботодавець виплачує працівникові за виконану ним роботу.

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

Основна заробітна плата це – винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки). Вона встановлюється у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників та посадових окладів для службовців.

Додаткова заробітна плата це – винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. Вона включає доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством; премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій. Джерелом додаткової оплати праці є фонд матеріального стимулювання, який створюється за рахунок прибутку.

При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів у місяці слід в середньому приймати – 24,5 дні/міс., або ж 196 год./міс. (тривалість робочого дня – 8 год.).

Місячний оклад кожного працівника слід враховувати згідно існуючих на даний час тарифних окладів. Згідно закону України «Про Державний бюджет України на 2019 рік», зокрема Статтею восьмою мінімальна заробітна плата у погодинному розмірі встановлена у розмірі 25,13 грн. Розмір місячного окладу керівника становить – 7840 грн., програміст – 4900 грн., тестувальник – 12544грн.

Визначаємо витрати на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи на дослідження інформаційно технологічних платформ моделювання та побудови систем і компонентів „Розумних міст”.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_z , \quad (5.1)$$

де T_c – тарифна ставка, грн.; K_z – кількість відпрацьованих годин.

Розраховуємо основну зарплату.

Основна зарплата програміста:

$$З_{осн.} = 25,13 \cdot 196 = 4958.8 \text{ грн.}$$

Основна зарплата керівника:

$$З_{осн.} = 25,13 \cdot 17 = 427.21 \text{ грн.}$$

Основна зарплата тестувальника:

$$З_{осн.} = 25,13 \cdot 15 = 376.95 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати.

$$З_{дод.} = З_{осн.} \cdot K_{додл.}, \quad (5.2)$$

де $K_{додл.}$ – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15 (візьмемо його рівним 0,14).

Додаткова заробітна плата програміста:

$$З_{дод} = 4958.8 \cdot 0,14 = 694.23 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата керівника:

$$З_{дод} = 427.21 \cdot 0,14 = 59.81 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата тестувальника:

$$З_{дод} = 376.95 \cdot 0,14 = 52.77 \text{ грн.}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці ($B_{o.n.}$) визначаються за формулою:

$$B_{o.n.} = Z_{ocn.} + Z_{dod.} \quad (5.3)$$

Загальні витрати на оплату праці програмісту:

$$B_{o.n.} = 4958.8 + 694.23 = 5653.03 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на оплату праці керівнику:

$$B_{o.n.} = 427.21 + 59.81 = 487.02 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на оплату праці тестувальнику:

$$B_{o.n.} = 376.95 + 52.77 = 429.72 \text{ грн.}$$

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи:

- єдиний соціальний внесок ЄСВ (прибутковий податок) – 22%;
- військовий збір – 1,5%.

У сумі зазначені відрахування становлять 23,5 %.

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{c.z.} = \Phi_{on} \cdot 0,235 \quad (5.4)$$

де Φ_{on} – фонд оплати праці, грн.

Сума відрахувань на соціальні заходи для програміста:

$$B_{c.z.} = 5653.03 \cdot 0,235 = 1328.46 \text{ грн.}$$

Сума відрахувань на соціальні заходи для керівника:

$$B_{c.z.} = 487.02 \cdot 0,235 = 114.44 \text{ грн.}$$

Сума відрахувань на соціальні заходи для тестувальника:

$$B_{с.з.} = 376.95 \cdot 0,235 = 88.58 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці наведено у таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунки витрат на оплату праці

з/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарахув. на ФОП, грн.	Всього витрати на плату праці, грн. (6=3+4+5)
		Тарифна ставка, грн.	Кількість відпрацьованих год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
А	Б	1	2	3	4	5	6
1.	Програміст	25.13	196	4958.8	694.23	1328.46	6981.49
2.	Керівник	25.13	17	427.21	59.81	114.44	601.46
3.	Тестувальник	25.13	15	376.95	52.77	88.58	518.3

З таблиці розрахунки витрат на оплату праці видно що всього витрати на плату праці людям на дослідження інформаційно технологічних платформ моделювання та побудови систем і компонентів „Розумних міст” становить $6981.49+601.46+518.3=8101.25$ грн.

5.3 Розрахунок матеріальних витрат

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{ei} = q_i \cdot p_i, \quad (5.5)$$

де: q_i – кількість витраченого матеріалу i -го виду; p_i – ціна матеріалу i -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{ei} . \quad (5.6)$$

Розрахунки занесемо у таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунки матеріальних витрат

Найменування матеріальних ресурсів	Один. виміру	Норма витрат	Ціна за один., грн.	Затрати матер., грн.	Транс-портно-заготівельні витрати, грн.	Загальна сума витрат на матер., грн.
1. Основні матеріали						
Використання мережі Internet	години	140	–	100	–	100
2. Допоміжні витрати						
Папір формату А4	шт.	350	0.05	17.5	–	17.5
Друк	шт.	350	0.95	332.5		332.5
Разом:						450

Загальні матеріальні витрати на дослідження інформаційно технологічних платформ моделювання та побудови систем і компонентів „Розумних міст”, а саме на Internet, друк і Папір формату А4 становить 450 грн.

5.4 Розрахунок витрат на електроенергію

Затрати на електроенергію 1–ці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S , \quad (5.7)$$

де W – необхідна потужність, кВт; T – кількість годин на реалізацію розробки; S – вартість кіловат-години електроенергії.

Вартість кіловат-години електроенергії слід приймати згідно існуючих на даний час тарифів. Отже, 1 кВт з ПДВ коштує 2,32 грн.

Потужність комп'ютера для створення магістерської роботи – 100 Вт, кількість годин роботи обладнання згідно таблиці 5.1 –196 години.

Тоді,

$$Z_{\text{e}} = 0,1 \cdot 196 \cdot 2,32 = 45.47 \text{ грн.}$$

Затрати на електроенергію згідно формулі дорівнює 45.47.

5.5 Розрахунок суми амортизаційних відрахувань

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їхнього повного відновлення.

Для визначення амортизаційних використовується формула:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%}, \quad (5.8)$$

де A – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.; B_B – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.; H_A – норма амортизації.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Для даної магістерської роботи засобом розробки є ноутбук. Його сума становить 25000 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = 25000 \cdot 5\% / 100\% = 1250 \text{ грн.}$$

Оскільки робота виконувалась 196 години, то амортизаційні відрахування будуть становити:

$$A = 1250 \cdot 196 / 196 = 1250 \text{ грн.}$$

Згідно формули для визначення амортизаційних де B_B множиться H_A і ділиться на 100% амортизація розробки становить 1250 грн.

5.6 Обчислення накладних витрат

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління спілкою та створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_{\epsilon} = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (5.9)$$

де H_{ϵ} – накладні витрати.

Отже, накладні витрати:

Накладні витрати програміста:

$$H_{\epsilon} = 5653.03 \cdot 0,2 = 1130.61 \text{ грн.}$$

Накладні витрати керівника:

$$H_{\epsilon} = 487.02 \cdot 0,2 = 97.40 \text{ грн.}$$

Накладні витрати тестувальника:

$$H_6 = 429.72 \cdot 0,2 = 85.94 \text{ грн.}$$

Накладні витрати згідно розрахунку формули, становить $1130.61+97.40+85.94=1313.95$ грн.

5.7 Складання кошторису витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці	8101.25	63.8
Відрахування на соціальні заходи	1531.48	12.1
Матеріальні витрати	450	3.5
Витрати на електроенергію	45.47	0.36
Амортизаційні відрахування	1250	9.8
Накладні витрати	1313.95	10.35
Собівартість	12692.15	100.00

Собівартість дипломної роботи магістра дослідження інформаційно технологічних платформ моделювання та побудови систем і компонентів „Розумних міст” становить 12692.15 грн.

Собівартість (C_6) програмного продукту розрахуємо за формулою:

$$C_6 = B_{o.n.} + B_{c.z.} + Z_{m.6.} + Z_6 + A + H_6. \quad (5.10)$$

Отже, собівартість програмного продукту дорівнює:

$$C_6 = 8101.25 + 1531.48 + 450 + 45.47 + 1250 + 1313.95 = 12692.15 \text{ грн.}$$

Загальний кошторис витрат та визначення собівартості науково-дослідницької роботи становить 12692.15 грн.

5.8 Розрахунок ціни програмного продукту

Ціну науково-дослідної роботи можна визначити за допомогою наступної формули:

$$Ц = \frac{C_B \cdot (1 + P_{рен}) + K \cdot B_{н.і.}}{K} \cdot (1 + ПДВ), \quad (5.11)$$

де $P_{рен.}$ – рівень рентабельності, 30 %; K – кількість замовлень, од. (встановлюється лише при розробці програмного продукту та мікропроцесорних систем); $B_{н.і.}$ – вартість носія інформації, грн. (встановлюється лише при розробці програмного продукту); $ПДВ$ – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Оскільки розробка є прикладною, і використовуватиметься тільки для одного підприємства, то для розрахунку ціни не потрібно вказувати коефіцієнти K та $B_{н.і.}$, оскільки їх в даному випадку не потрібно.

Тоді, формула для обчислення ціни розробки буде мати вигляд:

$$Ц = C_B \cdot (1 + P_{рен}) \cdot (1 + ПДВ) \quad (5.12)$$

Звідси ціна на роботу складе:

$$Ц = 12692.15 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) = 19799.75 \text{ грн.}$$

Загальний розрахунок ціни програмного продукту становить 19799.75 грн.

5.9 Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Економічна ефективність (E_p) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \frac{\Pi}{C_B}, \quad (5.13)$$

де Π – прибуток; C_B – собівартість.

Плановий прибуток ($\Pi_{пл}$) знаходимо за формулою:

$$\Pi_{пл} = \Pi - C_{\vartheta}. \quad (5.14)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$\Pi_{пл} = 19799.75 - 12692.15 = 7107.6 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \frac{\Pi_{пл}}{C_{\vartheta}}. \quad (5.15)$$

Тоді,

$$E_p = 7107.6 / 12692.15 = 0.56.$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень (T_p):

$$T_p = \frac{1}{E_p}, \quad (5.16)$$

Термін окупності дорівнює:

$$T_p = 1 / 0.56 = 1.8 \text{ р.}$$

Згідно формул плановий прибуток від дослідження становить 7107.6 грн., економічна ефективність дорівнює 0.56 а термін окупності становить 1.8 роки що вважається доцільним та економічно вигідним.

5.10 Висновок до п'ятого розділу

В розділі обґрунтування економічної частини дипломної роботи магістра було розраховано основні техніко-економічні показники дослідження інформаційно технологічних платформ моделювання (таблиця 5.5).

Таблиця 5.5 – Техніко-економічні показники науково-дослідної роботи

№/п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	12692.15
2.	Плановий прибуток, грн.	7107.6
3.	Ціна, грн.	19799.75
4.	Економічна ефективність	0,56
5.	Термін окупності, рік	1.8

Орієнтоване значення економічної ефективності становить 0,56 що є достатньо високим значенням.

Період окупності повинен варіюватися від 1 до 3 років, тоді розвиток вважається доцільним та економічно вигідним. Термін окупності даної роботи становить 1,8 років.

6 ЕКОЛОГІЯ

6.1 Застосування екологічних знань у різних галузях соціально-політичного життя.

У перекладі з грецького слово "політика" означає мистецтво управління державою. Серед багатьох напрямків політика (оборонна, економічна, культурна тощо) все більшого значення набуває екологічна політика держави і людського суспільства в цілому. Всі напрямки політики тісно пов'язані між собою та взаємозалежні і визначаються метою, яка може бути поточною чи довгостроковою стратегічною. Для людства стратегічною метою є забезпечення сталого розвитку, головною рисою якого є гармонійні взаємовідносини між людством і природою. Саме цим пояснюється невідпинне зростання важливості екологічної міжнародної і державної політики.

Досвід країн, яким вдалося стримати погіршення чи навіть покращити стан природного середовища (Канада, Японія, Фінляндія та інші) показує, що екологічна політика повинна ґрунтуватися на таких принципах:

- 1) побудова практичних заходів на найновітніших досягненнях науки і технологій;
- 2) виділення на природоохоронну діяльність необхідних матеріально-фінансових ресурсів;
- 3) раціональне поєднання примусових, економічних та моральних важелів у системі управління природокористуванням;
- 4) динамічне правове екологічне забезпечення;
- 5) високий рівень екологічної освіти і культури населення;
- 6) активна участь громадськості.

Документи ООН, частково розглянуті в п. 6.1, враховують усі шість принципів у рекомендаціях державам і в програмах дій людства в цілому. В "Порядку денному на XXI століття" підкреслюється: "Дуже важливо, щоб всі - від політичних діячів до широкої громадськості - усвідомили ту провідну роль, котру повинна відігравати наука і техніка в охороні довкілля і розвитку людства.

Вчені і спеціалісти повинні розробити кодекс дій і керівні принципи для узгодження потреб людини та інтересів захисту навколишнього середовища. Ці кодекси допоможуть оцінити цілісність системи, яка підтримує життя на нашій планеті". Серед першорядних наукових проблем вказуються такі: раціоналізація управління природокористуванням і розвитком з метою сьогоденного виживання і задоволення майбутніх проблем людства;

- з'ясування взаємодії між атмосферою, водою і сушею, які утворюють єдину екологічну систему;
- поглиблення знань щодо таких явищ, як зміна клімату, ріст споживання природних ресурсів, демографічні тенденції, деградація природного середовища;
- оцінка стану довкілля на місцевому, регіональному і глобальному рівнях та визначення національних і регіональних напрямків сталого розвитку;
- розробка показників якості життя, що охоплюють соціальне забезпечення, здоров'я, освіту і стан природного середовища та економіки;
- обґрунтування методів оцінки екологічної чистоти нових технологій.

Незважаючи на відсутність координації дій вчених-екологів у планетарному масштабі, розрізнені дослідження в окремих країнах постійно доповнюють і поновлюють людські уявлення про природні процеси і явища.

Брюссельська школа І. Пригожина на базі аналізу історичних перетворень у науці дійшла висновку, що історія науки - це не лінійна серія послідовних наближень до істини. Запропоновано нову всеохоплюючу теорію змін, згідно з якою саморегульоване перетворення природних і штучних систем здійснюється за рахунок взаємного впливу і доповнення хаотичних і детермінованих процесів.

У доповіді "Становлення біосфери" на засіданні Президії РАН академік Г.О. Заварзін зазначив, що традиційний шлях від індивідуальних змін до розвитку цілого виявляється недостатнім і веде до помилкових висновків. Академік А.С. Спірін вважає, що сучасна людська індивідуалістична філософія протирічить основному принципу біології, за яким головне - це вид, а інтереси особини другорядні.

Академік РАН Ю.А. Ізраель впевнений, що наші дії по збереженню біосфери науково недостатньо обґрунтовані. Треба з'ясувати, які елементи в біосфері і в кліматичній системі є критичними з точки зору впливу людини. К.Я. Кондратьєв і К.С. Демірчян додають, що оцінка можливих змін клімату стримується відсутністю кількісних оцінок внеску антропогенного фактора в формування клімату.

Для реалізації програм сталого розвитку потрібні значні кошти. В матеріалах ООН головними фінансовими джерелами передбачаються розвинені країни та приватний сектор. Плануються витрати на вказані цілі в розмірі 0,7 відсотка ВВП цих країн. Для країн, що розвиваються, необхідні витрати складають близько 8 млрд. дол. США щорічно.

У галузі управління "Порядок денний на ХХІ століття" передбачає посилення ролі держав шляхом більш цілеспрямованого адміністративного керівництва з використанням економічних стимулів, законів і норм. Звертається увага на важливість використання етичних принципів у поведінці ділових і промислових кіл.

Згідно з позицією ООН міжнародне право повинно сприяти проведенню єдиної політики як в галузі охорони природи, так і в галузі розвитку. Для цього необхідно переглянути і вдосконалити існуюче законодавство, вирішуючи такі головні завдання:

- підготовка угод до вдосконалення міжнародних норм по охороні середовища з урахуванням різного стану і можливостей різних країн;
- оцінка можливості встановлення загальних прав і обов'язків держав у питаннях сталого розвитку;
- розробка заходів щодо запобігання чи вирішення міжнародних суперечок в питаннях сталого розвитку.

Підкреслюється, що законодавча політика в питаннях довкілля повинна бути спрямована на ліквідацію основних причин, що викликають погіршення стану природного середовища і не повинні використовуватися для введення непотрібних обмежень у міжнародній торгівлі.

Важливе значення в документах ООН приділяється питанням екологічної просвіти. Звертається увага на те, що багато людей не розуміють тісного зв'язку між діяльністю людини і станом довкілля, тому що не мають точної і достатньої інформації. Підкреслюється, що освіта повинна давати уяву не тільки про фізичне і біологічне довкілля, але і сприяти розумінню соціально-економічного стану і проблем розвитку людини. В галузі освіти та інформації головними вважаються наступні задачі:

- забезпечення просвіти щодо питань розвитку і збереження довкілля для людей різного віку;
- включення концепції розвитку та охорони навколишнього середовища у всі навчальні програми з аналізом причин. Особливу увагу приділити підготовці майбутніх керівників;
- залучення школярів до місцевих і регіональних досліджень стану природного середовища, включаючи питання безпечної питної води, санітарії, харчових продуктів та наслідків використання природних ресурсів;
- заохочення урядів, промисловості, навчальних закладів, недержавних громадських організацій до підготовки кадрів в області раціонального використання навколишнього середовища;
- забезпечення місцевих громад підготовленими з числа жителів спеціалістами для вирішення проблем охорони довкілля;
- робота з засобами масової інформації, рекламної індустрії, мистецтва для заохочування більш активної участі населення в обговоренні проблем навколишнього середовища.

ООН визнала велике значення неурядових організацій (НО) у процесі досягнення мети, яка поставлена в "Порядку денному на XXI століття", внаслідок таких причин:

- незалежність від державних і інших секторів суспільства;
- володіння різноманітними знаннями в галузях, котрі необхідні для забезпечення екологічно безпечного і соціально надійного сталого розвитку;

- спроможність допомогти суспільству досягти згоди з питань, яким шляхом перейти від нестійкого розвитку до стійкого.

Внаслідок цього рекомендовано як підрозділам ООН, так і окремим урядам запрошувати НО до участі в формуванні політики і прийнятті рішень, що спрямовані на досягнення сталого розвитку. Доцільно також заохочувати сумісну діяльність НО і місцевих органів влади.

У розвиток рекомендацій ООН на Четвертій конференції міністрів Комітету з екологічної політики Європейської економічної комісії (Оргус, Данія, 1998) було прийнято Конвенцію "Про доступ до інформації, участі громадськості в прийнятті рішень і доступ до правосуддя з питань, що стосуються навколишнього середовища". Мета Конвенції - сприяння захисту права кожної людини нинішнього і прийдешніх поколінь жити в навколишньому середовищі, сприятливому для здоров'я та добробуту. Відповідно до Оргуської (Орхуської) Конвенції європейські держави (і Україна в тому числі) мають забезпечити наступне:

- розвиток законодавчо-правового поля, яке сформує мотивації та процедури для ефективної участі громадськості у вирішенні екологічних проблем;
- розвиток нових інфраструктурних можливостей, які б створили умови для посилення громадської екологічної активності;
- створення умов щодо активного включення судової гілки влади як дієвого механізму вирішення екологічних суперечок та конфліктів;
- створення та розвиток прозорості, доступної системи комунікацій та інформаційних зв'язків, які забезпечили б повний, достовірний, оперативний обмін екологічною інформацією.

Екологічна політика держави чи місцевої автономії будується з урахуванням міжнародних рекомендацій і оформляється у вигляді документів різного рівня та довгостроковості. У 1998 році Верховна Рада України затвердила "Основні напрямки державної екологічної політики у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки*", в яких викладена стратегія екологічної політики нашої держави. В

1999 році Верховною Радою було ухвалено Закони України "Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами" та "Про загальнодержавну програму формування національної екомережі на 2000-2015 роки". Зміст останнього документа докладно розглянуто в п. 3.2.2.

Територіальні адміністративні одиниці (області, райони, міста) розробляють свої Програми, Плани дій, Концепції щодо охорони природного середовища, покращення природокористування та інших питань екологічної політики в межах своєї території.

6.2 Проблеми гігієни праці користувача ПК

Персональні комп'ютери використовуються мільйонами людей в усьому світі – програмістами, операторами і користувачами у процесі повсякденної діяльності. Тому серед гігієнічних проблем сучасності проблеми гігієни праці користувачів ПЕОМ ставляться до найактуальніших, оскільки безупинно розширюється коло завдань, розв'язуваних ПЕОМ, і великі контингенти людей втягуються у процес використання обчислювальної техніки. Комп'ютерна епоха пов'язана з виникненням масового виробництва і використання в суспільстві та освіті комп'ютерів як засобів підготовки, передачі, автоматичного пошуку та обробки інформації.

Вивчення та розв'язання проблем, пов'язаних із забезпеченням здорових та безпечних умов, в яких протікає праця людини – одна з найбільш важливих завдань у розробці нових технологій і систем виробництва. Вивчення і виявлення можливих причин виробничих нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж, і розробка заходів та вимог, спрямованих на усунення цих причин дозволяють створити безпечні і сприятливі умови для праці людини.

Комп'ютер складається: з монітора (відеотерміналу – ВДТ), системного блоку і клавіатури. Комп'ютер – (англ. Computer, від лат. Computo - вважаю, вираховую), прийняте в науково популярній і науковій (переважно англійською) літературі назву ЕОМ [2]. Монітор – один з небагатьох компонентів обчислювальної системи, з якими людина взаємодіє безпосередньо. Він значною

мірою визначає, наскільки комп'ютер зручний в обігу. При цьому не слід забувати, що робота відеокарти і монітора тісно пов'язані один з одним, і для створення гармонійної системи візуалізації інформації однаково важлива продуктивність обох. Хоча ринок моніторів активно розвивається, з'являються нові технології, оновлюється асортимент моделей – критерії їх вибору, по суті, не змінилися. До монітора, як і колись, висувається єдина основна вимога – він повинен якісно відображати зображення, яке надходить у вигляді керуючих відеосигналів з відео карти. Конструкція монітора (відео термінального пристрою – ВДТ) повинна забезпечувати можливість фронтального спостереження екрана шляхом повороту корпусу в горизонтальній площині навколо вертикальної осі в межах $\pm 30^\circ$ і у вертикальній площині навколо горизонтальної осі в межах $\pm 30^\circ$ з фіксацією в заданому положенні.

Дизайн моніторів повинен передбачати фарбування в спокійні м'які тони з дифузійним розсіюванням світла. Корпус монітора і ПЕОМ, клавіатура повинні мати матову поверхню одного кольору з коефіцієнтом відображення 0,4 - 0,6 і не мати блискучих деталей, здатних створювати відблиски.

Конструкція ВДТ повинна передбачати наявність ручок регулювання яскравості і контрасту, що забезпечують можливість регулювання яскравості і контрасту, що забезпечують можливість регулювання цих параметрів від мінімальних до максимальних значень. ВДТ і ПЕОМ повинні забезпечувати потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання в будь-якій точці на відстані 0,05 м. від екрана і корпусу монітора при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв не повинна перевищувати $7,74 \times 10^{-4}$ А / кг, що відповідає еквівалентній дозі, рівної 0,1 мбер / год (100 мкР / год) [2].

Вирізняють дві основні групи стандартів на монітори: До першої групи ставляться стандарти UL, CSA, DHHS, CE, скандинавські SEMRO, DEMKO, NEMKO і FIMKO, і навіть FCC Class B. З другої групи найвідоміші MPR-II, TCO «92 і TCO»95, ISO 9241-3, EPA Energy Star, TUV Ergonomie.

FCC Class B. Цей стандарт розроблений канадської Федеральної комісією з комунікацій задля забезпечення прийнятною захисту довкілля тяжіння

радіоперешкод у замкненому просторі. Устаткування, відповідає вимогам FCC Class B, на повинен заважати роботі тілі- і радіоапаратури.

MPR-II. Цей стандарт був випущений у 1990 р. Шведським національним департаментом стандартів, і затверджений ЄЕС. MPR-II накладає обмеження на випромінювання від комп'ютерних моніторів і промислової техніки, яка у офісі.

TCO-92. Рекомендація, розроблена Шведської конфедерацією профспілок та нашим Національним радою індустріального і технічного розвитку Швеції (NUTEK), регламентує взаємодію Космосу з довкіллям. Вона потребує зменшення електричного і магнітного полів до технічно можливого рівня з метою захисту користувача. Щоб отримати сертифікат TCO «92, монітор повинен відповідати стандартам низького випромінювання (Low Radiation), т. е. мати низький рівень електромагнітного поля, забезпечувати автоматичне зниження при боргом невикористанні, відповідати європейських стандартів пожежної і електричної безпеки.

У 1995р. вимоги TCO були пожорсткішали. Зауважимо, навіть у Європі вже неможливо продати монітор, яка має відповідності TCO»92, хоча це задоволення обходиться покупцям недешево - близько 90 відсотків дол. додатково.

TUV Ergonomie - німецький стандарт ергономіки. Моніторы, відповідальні цьому стандарту, пройшли випробування відповідно до EN 60950 (електрична безпеку) і ZH 1/618 (эргономическое облаштування робочих місць, оснащених дисплеями), і навіть відповідають шведському стандарту MPR-II. EPA Energy Star VESA DPMS. Відповідно до цього стандарту монітор повинен підтримувати три енергозберігаючих режиму - очікування (stand-by), припинення (suspend) і «сон» (off). У режимі чекання зображення на екрані пропадає, але внутрішні компоненти монітора функціонують нормального режимі, а енергоспоживання знижується до 80% від робітника стану. У режимі припинення, зазвичай, відключаються високовольтні вузли, а споживання падає до 30 Вт і менше. І, насамкінець, як з так званого «сну» монітор споживає трохи більше 8 Вт, а функціонує в нього лише мікропроцесор. При натисканні будь-

який клавіші клавіатури чи русі миші монітор перетворюється на нормальний режим роботи.

Монітори персональних комп'ютерів, і робочих станцій за обов'язкової сертифікації піддаються сертифікаційним випробувань за такими параметрами:

1. Параметри безпеки - електрична, механічна, пожежна безпека.
2. Санітарно-гігієнічні вимоги – рівень звукових шумів, ультрафіолетове, рентгенівське випромінювання та показники якості зображення.
3. Електромагнітна сумісність – випромінювані радіоперешкоди.

Вступивши до Міжнародної Організації Праці (МОП), Україна взяла на себе зобов'язання щодо виконання міжнародних конвенцій з охорони праці. До міжнародних актів, які регулюють питання охорони праці з екранними пристроями необхідно віднести такі, як Конвенція МОП про безпеку та гігієну праці та виробниче середовище № 155, Рекомендації МОП: «Щодо безпеки та гігієни праці і виробничого середовища» № 164 та «Щодо охорони здоров'я працівників на місцях роботи» № 97. Серед законодавчих актів ЄС у цій сфері необхідно назвати такі, як Директива 90/270/ЄЕС Європейського Парламенту та Ради від 29 травня 1990 року про мінімальні вимоги безпеки та здоров'я при роботі з екранними пристроями.

До вітчизняних нормативних актів, які встановлюють санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин необхідно віднести:

- Кодекс законів про працю України, Закони України «Про охорону праці», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;
- Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 3.3.2.007-98: Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України 10 грудня 1998 р. N7 .

Таким чином, комп'ютерні технології, будучи великим досягненням людства, можуть мати негативні наслідки для здоров'я людей. Для зниження шкоди здоров'ю слід дотримуватися встановлених гігієнічних вимог до режимів

праці та організації робочих місць. Гігієністами і фізіологами проведено безліч експериментів з вивчення працездатності, виявлення причин втоми та механізм виникнення патологічних відхилень в працюючих за ПЕОМ.

Результати цих експериментів використовуються для розробки оптимальних режимів роботи. Вибір режиму залежить від такого типу чинників, як тривалість зміни, доби, вид діяльності, тягар і напруженість праці, санітарногігієнічні умови робочому місці.

6.3 Висновки до шостого розділу

Взагалі, сучасна людина перебуває у оточенні такої кількості шкідливих впливів, хай і невеликої інтенсивності, що її організм, досить стійкий до впливу кожного із них у окремішності, не може витримати їхній спільний тиск. Тому медики посилюють вимоги до гранично допустимим рівням трьох чинників і підкреслюють важливість дослідження проблеми комплексного впливу чинників малої інтенсивності.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

7.1 Основні принципи страхування від нещасного випадку на виробництві

Страхування від нещасного випадку є самостійним видом загальнообов'язкового державного соціального страхування, за допомогою якого проводять соціальний захист, охорону життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності.

Завданнями страхування від нещасного випадку є:

- проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози здоров'ю застрахованих, спричинених умовами праці;
- відновлення здоров'я та працездатності потерпілих на виробництві від нещасних випадків або професійних захворювань;
- відшкодування матеріальної та моральної шкоди застрахованим і членам їхніх сімей.

Держава гарантує всім застрахованим громадянам забезпечення прав у страхуванні від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання.

Законодавство про страхування від нещасного випадку складається з:

- Основ законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування, [138]
- Кодексу законів про працю України, [139]
- Закону України «Про охорону праці», [140]
- Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» та інших нормативно-правових актів. [138]

Дія Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного

захворювання, які спричинили втрату працездатності» поширюється на осіб, які працюють на умовах трудового договору (контракту) на підприємствах, в установах, організаціях, незалежно від їхніх форм власності та господарювання, у фізичних осіб, на осіб, які забезпечують себе роботою самостійно, та громадян-суб'єктів підприємницької діяльності.[138]

Основні принципи страхування від нещасного випадку:

- паритетність держави, представників застрахованих осіб та роботодавців в управлінні страхуванням від нещасного випадку;
- своєчасне та повне відшкодування шкоди страховиком;
- обов'язковість страхування від нещасного випадку осіб, які працюють на умовах трудового договору (контракту) та інших підставах, передбачених законодавством про працю, а також добровільність такого страхування для осіб, які забезпечують себе роботою самостійно, та громадян-суб'єктів підприємницької діяльності;
- надання державних гарантій реалізації застрахованими громадянами своїх прав;
- обов'язковість сплати страхувальником страхових внесків;
- формування та витрачання страхових коштів на солідарній основі;
- диференціювання страхового тарифу з урахуванням умов і стану безпеки праці, виробничого травматизму та професійної захворюваності на кожному підприємстві;
- економічна зацікавленість суб'єктів страхування в поліпшенні умов і безпеки праці;
- цільове використання коштів страхування від нещасного випадку.

Для страхування від нещасного випадку на виробництві не потрібно згоди або заяви працівника. Страхування проводять у безособовій формі. Усі застраховані є членами Фонду соціального страхування від нещасних випадків.

Страхування від нещасного випадку проводить Фонд соціального страхування від нещасних випадків — некомерційна самоврядна організація, що діє на підставі статуту, який затверджує її правління, яка є юридичною особою.

Страховим випадком є нещасний випадок на виробництві або професійне захворювання, що спричинили застрахованому професійно зумовлену фізичну чи психічну травму за обставин, зазначених у статті 14 Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» [138], з настанням яких виникає право застрахованої особи на отримання матеріального забезпечення та/або соціальних послуг.

Професійне захворювання є страховим випадком також у разі його встановлення чи виявлення в період, коли потерпілий не перебував у трудових відносинах з підприємством, на якому він захворів. Нещасний випадок або професійне захворювання, яке сталося внаслідок порушення нормативних актів про охорону праці застрахованим, також є страховим випадком. Порушення правил охорони праці застрахованим, яке спричинило нещасний випадок або професійне захворювання, не звільняє страховика від виконання зобов'язань перед потерпілим.

Факт нещасного випадку на виробництві або професійного захворювання розслідують у порядку, затвердженому Кабінетом Міністрів України, відповідно до Закону України «Про охорону праці».

Підставою для оплати потерпілому витрат на медичну допомогу, проведення медичної, професійної та соціальної реабілітації, а також страхових виплат є акт розслідування нещасного випадку або акт розслідування професійного захворювання (отруєння) за визначеними формами.

Усі види соціальних послуг та виплат надають застрахованому та особам, які перебувають на його утриманні, незалежно від того, зареєстровано підприємство, на якому стався страховий випадок, у Фонді соціального страхування від нещасних випадків, чи ні.

7.2 Аналіз законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці при використанні ПК

Зрозуміло, що в основі законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці лежить Конституція України. Під час розробки законодавства про охорону праці широко використовуються Конвенції і Рекомендації МОП, директиви ЄС, досвід нормотворення Німеччини, Великобританії та інших країн світу. Представники країни беруть участь у різноманітних міжнародних проектах.

Закон «Про охорону праці» [140] є найважливішим законодавчим актом. Він визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки праці і встановлює єдиний порядок охорони праці в Україні. Дія Закону поширюється на всі підприємства та організації незалежно від форм власності та видів їх діяльності на усіх громадян, які працюють, а також залучені до праці на цих підприємствах.

Якщо міжнародним договором, згода на обов'язковість якого надана Верховною Радою, встановлено інші норми, ніж ті, що передбачені законодавством України про охорону праці, застосовуються норми міжнародного договору.

Законодавство про охорону праці (рис. 7.1) складається з Законів: «Про охорону праці», Кодексу законів про працю, «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійні захворювання, які спричинили втрату працездатності», «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про основні засади державного нагляду у сфері господарської діяльності», «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності».

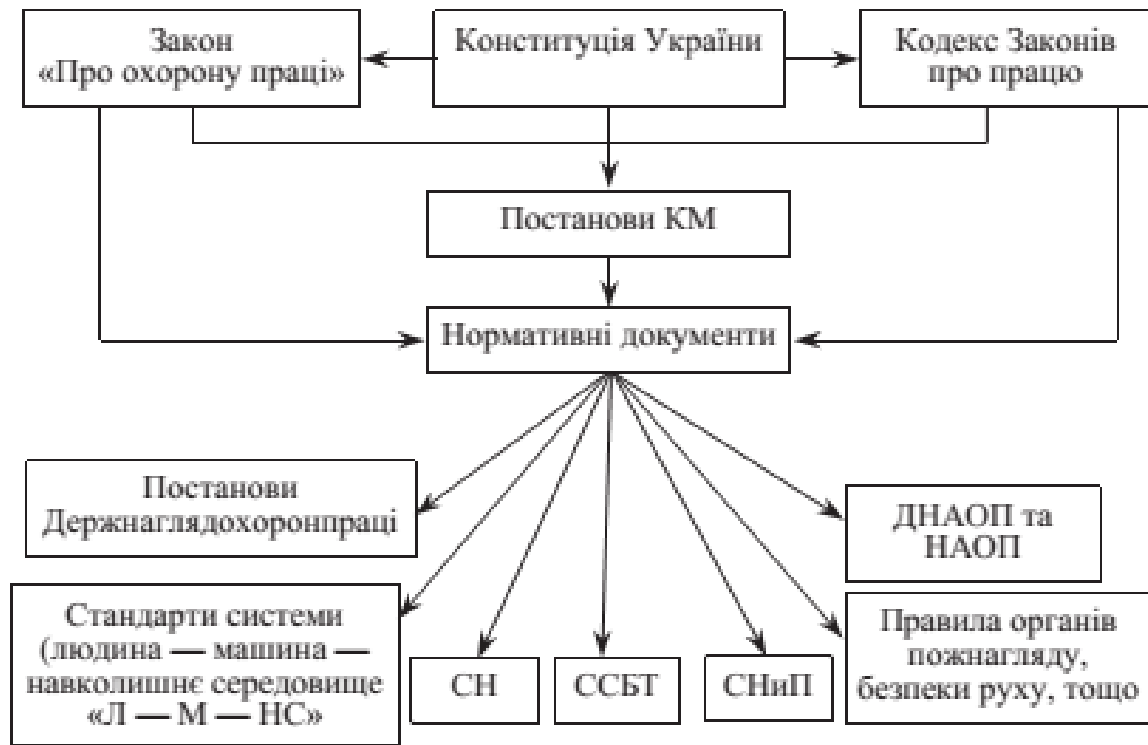


Рисунок 7.1. – Законодавчі та нормативно-правові акти з охорони праці

Трудові відносини між працівниками і роботодавцями в Україні регулюються Кодексом законів про працю (КЗпП), відповідно до якого права працюючої людини на охорону праці охороняються всебічно. КЗпП містить розділ XI «Охорона праці» (ст. 153-173) та розділ XVIII «Нагляд і контроль за дотриманням законодавства про працю».

Сьогодні на території України діє широкий спектр нормативних документів з охорони праці - від міждержавних (ГОСТ, ССБТ) до нормативних документів конкретних організацій (підприємств).

До нормативно-правових актів з охорони праці відносяться, згідно зі ст. 27 Закону, правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові до виконання.

Система стандартів безпеки праці - комплекс взаємопов'язаних стандартів, які містять вимоги, норми і правила, що направлені на забезпечення безпеки праці, збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

До Державного реєстру НПАОП включено нормативні акти з охорони праці, затверджені відповідними органами нагляду протягом останніх років, внесено офіційні зміни і доповнення, що містяться в інформаційних покажчиках.

Питання з виробничої санітарії на сьогодні містять не тільки ГОСТ і ССБТ, але і державні санітарні норми. Так, наприклад, розглянемо вимоги до наступних виробничих факторів - шум, вібрація, мікроклімат виробничих приміщень.

Нормотворення в галузі охорони праці в Україні найтісніше пов'язане з аналогічним процесом в інших країнах СНД, активно розвивається. Всі зміни і доповнення до діючих норм і правил періодично публікуються в офіційному розділі науково-виробничого журналу «Охорона праці» Держгірпромнагляду.

Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31 серпня 2011 р. схвалена концепція загальнодержавної цільової програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2012-2016 рр.

В кожній галузі, зокрема в освітній, розроблені програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища. Також заключена галузева угода між МОНМС та ЦК Профспілки працівників освіти і науки України.

На підприємствах, в установах, організаціях розробляються стандарти з безпеки праці, створюються також інструкції з охорони праці для кожної професії. Робітники і службовці повинні дотримуватись вимог інструкцій, які встановлюють правила виконання робіт і поведінки у виробничих приміщеннях і на території підприємства.

Норми охорони праці повинні органічно входити до правил внутрішнього розпорядку організацій і підприємств, які працівники мають виконувати.

Порядок опрацювання і затвердження власних нормативних актів з охорони праці, тобто тих, що діють на підприємстві, визначений НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві».

Положення про організацію системи управління охороною праці в галузі освіти затверджене наказом МОН України 01.08.2001. (зміни внесені 20.11.2006). Воно складається з 8 розділів.

В Україні видаються Показник нормативно-правових актів з питань охорони праці (НПАОП), якій постійно оновлюється і поповнюється. Остання його редакція містить біля 800 документів з охорони праці.

7.3 Дія електромагнітного випромінювання на організм людини, його нормування

Електромагнітні поля негативно впливають на організм людини, яка безпосередньо працює з джерелом випромінювання, а також на населення, яке мешкає поблизу джерел випромінювання. Встановлено, що переважна частина населення знаходиться в умовах підвищеної активності ЕМП. Можна вважати, що в діапазоні промислових частот (у тому числі 50 Гц) допустимо розглядати вплив на біологічний об'єкт електричної і магнітної складових поля роздільно. В будь-якій точці ЕМП промислової частоти енергія магнітної складової поля, яка поглинається тілом людини, майже в 50 разів менша від енергії електричної складової цього поля, що поглинається тілом. Це дає змогу зробити висновок, що в діапазоні промислових частот дією магнітної складової поля на біологічний об'єкт можна знехтувати, а негативний вплив на організм обумовлений електричною складовою поля.

Ступінь впливу електромагнітних випромінювань на організм людини взагалі залежить від діапазону частот, тривалості опромінення, характеру опромінення, режиму опромінення, розмірів поверхні тіла, яке опромінюється, та індивідуальних особливостей організму.

У результаті дії ЕМП на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму. Ці порушення виникають в результаті дії електричної складової ЕМП на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи.

У більшості випадків такі зміни в діяльності нервової та серцево-судинної системи мають зворотній характер, але в результаті тривалої дії вони накопичуються, підсилюються з плином часу, але, як правило, зменшуються та

зникають при виключенні впливу та поліпшенні умов праці. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень та захворювань.

На початку 60-х років у науково-технічній літературі з'явилися перші відомості про те, що люди, опромінені імпульсом НВЧ коливань, можуть постійно чути якийсь звук. Залежно від тривалості та частоти повторень імпульсів цей звук сприймається як щебет, цвірінчання чи дзюркіт у деякій точці всередині чи ззаду голови. Це явище викликало інтерес вчених, які розпочали систематичні дослідження на людях та тваринах. Під час дослідів люди повідомляли про свої відчуття.

Отже, електромагнітне випромінювання як хвороботворний чинник слід розглядати на підставі клінічних та експериментальних матеріалів. Сумісну дію цих випромінювань широкого діапазону можна класифікувати як окрему радіохвильову хворобу. Тяжкість її наслідків знаходиться у прямій залежності від напруженості ЕМП, тривалості впливу, фізичних особливостей різних діапазонів частот, умов зовнішнього середовища, а також від функціонального стану організму, його стійкості до впливу різних чинників можливостей адаптації.

Поряд із радіохвильовою хворобою (як специфічним результатом дії ЕМП) зростає ризик виникнення загальних захворювань, захворювань органів дихання, травлення тощо. Це відбувається також і за дуже малої інтенсивності ЕМП, яка незначно перевищує гігієнічні нормативи. Ймовірно, що причиною тут є порушення нервово-психічної діяльності як головної у керуванні всіма функціями організму.

У результаті дії на організм людини електромагнітних випромінювань в діапазоні 30 кГц - 300 МГц спостерігається: загальна слабкість, підвищена втома, сонливість, порушення сну, головний біль та біль в ділянці серця. З'являється роздратованість, втрачається увага, сповільнюються рухово-мовні реакції. Виникає ряд симптомів, які свідчать про порушення роботи окремих органів - шлунку, печінки, підшлункової залози. Погіршуються харчові та статеві рефлекси, діяльність серцево-судинної системи, фіксуються зміни показників

білкового та вуглеводного обміну, змінюється склад крові, зафіксовані зміни на рівні клітин.

При систематичній дії ЕМП високої та надвисокої частоти на організм людини спостерігається підвищення кров'яного тиску, трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів). ЕМП викликають зміну поляризації молекул та атомів, які є складовою частиною клітин, в результаті чого виникає небезпечний нагрів. Надмірне тепло може нанести шкоду як окремим органам, так і всьому організму людини. Професійні захворювання виникають у працівників при тривалому та інтенсивному опроміненні.

Вплив випромінювань надвисокої частоти (НВЧ) на організм людини привертає увагу великої кількості дослідників і відображається у численних наукових доповідях і публікаціях. В одній із них наведені відомості про клінічні прояви дії НВЧ залежно від інтенсивності опромінення. При інтенсивності близько 20 мкВт/см² спостерігається зменшення частоти пульсу, зниження артеріального тиску, тобто явна реакція на опромінення. Вона сильніша й може навіть виражатися у підвищенні температури шкіри в осіб, які раніше потрапляли під дію опромінення.

Із ростом інтенсивності відбуваються електрокардіографічні зміни, при хронічному впливі - тенденція до гіпотонії, до змін у нервовій системі. Потім спостерігається прискорення пульсу, коливання об'єму крові.

При інтенсивності 6 мВт/см² помічені зміни у складі крові, помутніння кришталіка. Випромінювання інтенсивністю до 100 мВт/см² викликають стійку гіпотонію, стійкі зміни серцево-судинної системи, двосторонню катаракту. Подальше опромінення помітно впливає на тканини, викликає больові почуття. Якщо інтенсивність перевищує 1 Вт/см², це спричинює дуже швидку втрату зору, що є одним із серйозних ефектів дії НВЧ на організм людини. На більш низьких частотах такі ефекти не відбуваються, і тому їх треба вважати специфічними для НВЧ діапазону. Ступінь пошкодження залежить, в основному, від інтенсивності та тривалості опромінення.

Інтенсивне НВЧ опромінення відразу викликає сльозотечу, подразнення, звуження зіниці ока. Після короткого (1-2 доби) прихованого періоду

спостерігається погіршення зору, що посилюється під час повторного опромінення і свідчить про кумулятивний характер пошкоджень. Спостереження за людьми доводять існування механізму відбудови пошкоджених клітин, який вимагає тривалого часу (10-20 діб). Зі зростанням часу та інтенсивності впливу пошкодження набувають незворотного характеру.

У разі прямого впливу на око випромінювання відбувається пошкодження рогівки. Але серед усіх тканин ока найбільшу чутливість в діапазоні 1-10 ГГц має кришталик. Сильні пошкодження кришталика зумовлені тепловим впливом НВЧ (при щільності потоку енергії понад 100 мВт/см²). За малої інтенсивності помутніння спостерігаються тільки у задній ділянці, за великої - по всьому об'єму кришталика.

Для зменшення впливу ЕМП на персонал та населення, яке знаходиться у зоні дії радіоелектронних засобів, потрібно вжити ряд захисних заходів. До їх числа можуть входити організаційні, інженерно-технічні та лікарсько-профілактичні.

Організаційні заходи здійснюють органи санітарного нагляду. Вони проводять санітарний нагляд за об'єктами, в яких використовуються джерела електромагнітних випромінювань.

Інженерно-технічні заходи передбачають таке розташування джерел ЕМП, яке б зводило до мінімуму їх вплив на працюючих, використання в умовах виробництва дистанційного керування апаратурою, що є джерелом випромінювання, екранування джерел випромінювання, застосування засобів індивідуального захисту (халатів, комбінезонів із металізованої тканини, з виводом на заземлюючий пристрій). Для захисту очей доцільно використовувати захисні окуляри ЗП5-90. Скло окулярів вкрито напівпровідниковим оловом, що послаблює інтенсивність електромагнітної енергії при світлопропусканні не нижче 75%.

Взагалі, засоби індивідуального захисту необхідно використовувати лише тоді, коли інші захисні засоби неможливі чи недостатньо ефективні: при проходженні через зони опромінення підвищеної інтенсивності, при ремонтних і налагоджувальних роботах в аварійних ситуаціях, під час короткочасного

контролю та при зміні інтенсивності опромінення. Такі засоби незручні в експлуатації, обмежують можливість виконання трудових операцій, погіршують гігієнічні умови.

У радіочастотному діапазоні засоби індивідуального захисту працюють за принципом екранування людини з використанням відбиття і поглинання ЕМП. Для захисту тіла використовується одяг з металізованих тканин і радіопоглинаючих матеріалів. Металізовану тканину роблять із бавовняних ниток з розміщеним всередині них тонким проводом, або з бавовняних чи капронових ниток, спіралью обвитих металевим дротом. Така тканина, наче металева сітка, при відстані між нитками до 0,5 мм значно послаблює дію випромінювання. При зшиванні деталей захисного одягу треба забезпечити контакт ізольованих проводів. Тому електрогерметизацію швів здійснюють електропровідними масами чи клеями, які забезпечують гальванічний контакт або збільшують ємнісний зв'язок неконтактуючих проводів.

До інженерно-технічних засобів захисту також належать:

- конструктивна можливість працювати на зниженій потужності у процесі налагоджування, регулювання та профілактики;
- робота на еквівалент налагоджування;
- дистанційне керування.

Лікарсько-профілактичні заходи передбачають проведення систематичних медичних оглядів працівників, які перебувають у зоні дії ЕМП, обмеження в часі перебування людей в зоні підвищеної інтенсивності електромагнітних випромінювань, видачу працюючим безкоштовного лікарсько-профілактичного харчування, перерви санітарно-оздоровчого характеру.

7.4 Класифікація безпеки життєдіяльності

Класифікація — ділення множини будь-яких об'єктів (елементів) на групи. Кожна група може, в свою чергу, бути поділена відповідно на підгрупи.

Правильна класифікація має відповідати таким умовам:

1. Складові множини не повинні мати сумісні елементи (не перетинатися).

2. За сумою складові множини повинні дати початкову множину класифікованих об'єктів.

3. Кожний елемент повинен входити в будь-який один клас.

4. Множини мають розподілятися за групами за однією ознакою.

Бажано, але необов'язково, щоб під час продовження поділу груп на нові підгрупи за основу бралася одна й та сама ознака. Ділення множини на складові можна виконувати різним способом.

Класифікація може мати за змістом штучний характер. В науці відбір системи класифікації диктується змістом і не може бути взятий за простою угодою з точки зору її зручності. Оскільки класифікація — це необхідний елемент у системі отримання уявлень, у практиці розвитку науки мають бути такі системи класифікацій, які відображають глибинні закономірності руху і розвитку об'єктивної дійсності. Класифікації є суттєвою частиною, результатом розвитку теоретичних систем, істинність яких перевіряє практика.

До основних класифікацій у безпеці життєдіяльності належать:

- класифікація водних об'єктів - перелік фізико-географічних, режимних і морфологічних особливостей водних об'єктів (ГОСТ 17.1.1.02—76), що дозволяє їх поєднати в господарчо значущі об'єкти;
- класифікація водостоків — перелік величин, які відображують термін і період стоку, гідрологічний режим, розмір і водність водостоків (ГОСТ 17.1.1.02—76), що характеризує певні їх групи;
- класифікація шкідливих речовин (забруднювачів) — поділ шкідливих речовин (забруднювачів) за ступенем небезпеки, агрегатного стану, характеру впливу на людину, господарчими об'єктами та іншими ознаками;
- класифікація розкривних порід — перелік груп придатності розкривних порід; перелік груп показників хімічного і гранулометричного складу розкривних порід (ГОСТ 17.5.1.1.03—78), Що є в основі їх класифікації;
- класифікація забруднення — поділ забруднення за значенням для людства

(за походженням чи джерелом виникнення, хімічним складом і властивостями, фізичними показниками, шкідливістю для людей, природних об'єктів, господарства, окремих його галузей та ін.);

- класифікація підземних вод — перелік горизонтів за режимними характеристиками, параметрами фільтрації (ГОСТ 17.1.1.02—76), що дозволяє об'єднати підземні води в господарчо значущі групи;
- класифікація природних ресурсів:
 - 1) за джерелами і знаходженням;
 - 2) за швидкістю вичерпання — швидке чи повільне вичерпання;
 - 3) за можливістю самовідновлення і рекультивації — відновлювальні і невідновлювальні;
 - 4) за темпами економічного відновлення;
 - 5) за можливістю заміни одних ресурсів іншими;
- класифікація всіх видів небезпек, які формуються в процесі виконання виробничого процесу, у вигляді небезпечних чинників встановлена ГОСТом 12.0.003—74 ССБТ. Поділ здійснено за групами:
 - 1. небезпечні і шкідливі фізичні чинники: машини і механізми, що рухаються; будь-які вантажно-підйомні пристрої, а також вантажі, які пересувають; незахищені елементи виробничого обладнання, що рухаються та обертаються; частини оброблюваного матеріалу та інструменту, що розлітаються після руйнування та ін. Шкідливими для здоров'я фізичними чинниками є: підвищена чи знижена температура повітря робочої зони, підвищена вологість і швидкість руху повітря, підвищені рівні шуму, вібрацій, ультразвуку і будь-яких випромінювань — теплових, іонізуючих, інфрачервоних та ін., підвищена концентрація пилу і газу повітря робочої зони, ненормоване освітлення робочих місць, проходів і проїздів; підвищена яскравість світла і пульсація світлового потоку;
 - 2. хімічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники за характером дії на організм людини розподіляються на такі групи: загальнотоксичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі (що спричиняють алергічні захворювання),

канцерогенні (що спричиняють розвиток пухлин), мутагенні (що діють на статеві клітини організму). До цієї групи входять численні пари і гази: пара бензолу, толуолу, оксид вуглецю, ангідрид сірки, оксид азоту, аерозолі свинцю та ін., токсичний пил, що утворюється, наприклад при обробці різанням берилію, свинцевих бронз, латуней і деяких пластмас. Сюди також належать такі агресивні рідини (кислоти, луги), які можуть спричинити хімічні опіки шкіряного покриву під час дотику до них;

3. біологічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники: мікроорганізми (бактерії, віруси й інше), а також мікроорганізми (рослини і тварини), вплив яких викликає травми чи захворювання у працівників;

4. психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі чинники: фізичні перевантаження (статичні і динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перевантаження, перевантаження аналізаторів слуху, зору та ін.);

- класифікація санітарна — перелік оптимальних і дозволених норм температури, відносної вологості і швидкості руху повітря у виробничих (житлових) приміщеннях (за сезонами року, за категорією робіт) відповідно до санітарно-гігієнічних вимог (ГОСТ 12.1.005—88), що складає основу санітарно-гігієнічного угруповання цих параметрів;

класифікація виробничих отрут здійснюється за:

- 1) хімічною структурою;
 - 2) агрегатним станом;
 - 3) ступенем токсичності і небезпечності;
 - 4) характером і механізмом впливу на організм людини;
- класифікація хімічних речовин за гранично припустимою концентрацією (ГПК), LD₅₀ при введенні у шлунок, нанесенні на шкіру, LD₅₀ — при інгаляційному надходженні в організм. Ця класифікація використовується під час встановлення класів небезпечності нових хімічних речовин;
 - класифікація виробничих отрут (загальна):
 - 1) за характером впливу на організм людини: загальнотоксичні, подразнюючі, сенсibilізуючі, канцерогенні, мутагенні, що

впливають на репродуктивну функцію;

- 2) за шляхом проникнення в організм людини: крізь легені, шкіру, травний канал;
- 3) за хімічними класами сполук: органічні, неорганічні, елементоорганічні та ін.;
- 4) за ступенем токсичності: надзвичайно токсичні, високотоксичні, помірно токсичні, малотоксичні;
- 5) за ступенем впливу на організм людини: речовини надзвичайно небезпечні, речовини високо небезпечні, речовини помірно небезпечні, речовини мало небезпечні;

- класифікація виробничих отрут (клініко-гігієнічна) - всі леткі промисло-ві речовини поділяють на чотири великі групи:

- 1) *перша група* — задушливі речовини:
 - а) прості задушливі, дія яких полягає у витисненні кисню із вдихуваного повітря (азот, водень, гелій);
 - б) хімічно діючі, які порушують газообмін у крові і тканинах, хоча кисень доставляється вдихуванним повітрям у достатніх кількостях (оксид вуглецю, синильна кислота);
- 2) *друга група* — подразнюючі речовини, які спричиняють подразнення слизової оболонки дихальних шляхів або безпосередньо легенів, що сприяє розвитку загальної реакції (оксиди сірки, азоту, хлор, хлороводень, фторо-водень, аміак тощо); при гострому отруєнні ці речовини можуть призвести до набряку легенів;
- 3) *третья група* — леткі наркотичні і споріднені з ними речовини, які діють після надходження у кров; гостру дію ці речовини справляють на центральну нервову систему, викликаючи наркоз.

Здебільшого всі класифікації в рамках дисципліни утворюються на основі певного небезпечного чинника. Такий підхід дає змогу прогнозувати стан і напрями встановлення безпеки, формувати відповідні рішення під час проектування й аналізу результатів контролю тощо.

7.5 Висновок до сьомого розділу

В розділі описано наступні питання:

- Основні принципи страхування від нещасного випадку на виробництві;
- Аналіз законодавчих та нормативно-правових актів з охорони праці при використанні ПК;
- Дія електромагнітного випромінювання на організм людини, його нормування;
- Класифікація безпеки життєдіяльності.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

В результаті виконання дипломної роботи отримано наступні результати:

- проведено аналіз наукових публікацій по темі дослідження;
- на основі проведеного аналізу сформульовано завдання для дипломної роботи;
- досліджено інформаційні платформи розумних міст;
- проаналізовано технологічні можливості окремих елементів міста;
- запропоновано інформаційні технології керування міським середовищем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Li D, Yao Y, Shao Z, et al. From digital earth to smart earth. *Chin Sci Bull*, 2014, 59: 722-733.
2. Van den Besselaar P, Melis I, Beckers D. Digital cities: organization, content, and use. In: Ishida T, Isbister K, eds.
3. Widmayer P. Building digital metropolis: Chicago's future networks. *IT Prof*, 1999, 1: 40-46.
4. Malek J A. Informative global community development index of informative smart city. In: *Proceedings of 8th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology*, Athens, 2009. 17-19.
5. Moser M A. What is smart about the smart communities movement. *EJournal*, 10, 2001: 11.
6. Komninos N, Sefertzi E. Intelligent cities: R&D offshoring, Web 2.0 product development and globalization of innovation.
7. Nam T, Pardo T A. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. In: *Proceedings of 12th Annual International Digital Government Research Conference: Digital Government Innovation in Challenging Times*. New York: ACM, 2011. 282–291.
8. Rong W, Xiong Z, Cooper D, et al. Smart city architecture: a technology guide for implementation and design challenges. *Netw Technol Appl*, 2014, 11:56–69.
9. Bronstein Z. Industry and the smart city. *Dissent*, 2009, 56: 27–34.
10. Rong W, Xiong Z, Cooper D, et al. Smart city architecture: a technology guide for implementation and design challenges. *Netw Technol Appl*, 2014, 11:56–69.
11. Nam T, Pardo T A. Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy, and context. In: *Proceedings of 5th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*. New York: ACM, 2011. 185–194
- 39 Li D, Yao Y, Shao Z, et al. From digital earth to smart earth. *Chin Sci Bull*, 2014, 59: 722–733.
12. Harrison C, Eckman B, Hamilton R, et al. Foundations for smarter cities. *IBM J Res Develop*, 2010, 54: 1–16.

13. Washburn D, Sindhu U, Balaouras S, et al. Helping CIOs understand 'smart city' initiatives. *Growth*, 2009, 17.
14. Al-Hader M, Rodzi A, Sharif A R, et al. Smart city components architecture. In: *Proceedings of International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation*, Brno, 2009. 93–97.
15. Giffinger R, Gudrun H. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities? *Architecture. City Environ*, 2010, 4: 7–26.
16. Bowerman B, Braverman J, Taylor J, et al. The vision of a smart city. In: *Proceedings of 2nd International Life Extension Technology Workshop*, Paris, 2000.
17. Al-Hader M, Rodzi A, Sharif A R, et al. Smart city components architecture. In: *Proceedings of International Conference on Computational Intelligence, Modelling and Simulation*, Brno, 2009. 93–97.
18. LazaroIU G C, Roscia M. Definition methodology for the smart cities model. *Energy*, 2012, 47: 326–332.
19. Dirks S, Keeling M. A vision of smarter cities: how cities can lead the way into a prosperous and sustainable future. *IBM Institute for Business Value*, 2009.
20. Moss Kanter R, Litow S S. Informed and interconnected: a manifesto for smarter cities. *Harvard Business School General Management Unit Working Paper*, 2009.
21. Javidroozi V, Shah H, Amini A, et al. Smart city as an integrated enterprise: a business process centric framework addressing challenges in systems integration. In: *Proceedings of 3rd International Conference on Smart Systems, Devices and Technologies*, Paris, 2014. 55–59.
22. Yamamoto S, Matsumoto S, Nakamura M. Using cloud technologies for large-scale house data in smart city. In: *Proceedings of 4th IEEE International Conference on Cloud Computing Technology and Science Proceedings Taipei*, 2012. 141–148.
23. Halicioglu F, Andr es A R, Yamamura E. Modeling crime in Japan. *Econ Model*, 2012, 29: 1640–1645.

24. Cimmino A, Pecorella T, Fantacci R, et al. The role of small cell technology in future smart city applications. *Trans Emerg Telecommun Technol*, 2014, 25: 11–20.
25. Balakrishna C. Enabling technologies for smart city services and applications. In: *Proceedings of 6th International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*, Paris, 2012. 223–227.
26. Anthopoulos L, Fitsilis P. From digital to ubiquitous cities: defining a common architecture for urban development. In: *Proceedings of 6th International Conference on Intelligent Environments*, Kuala Lumpur, 2010. 301–306.
27. Theodoridis E, Mylonas G, Chatzigiannakis I. Developing an IoT smart city framework. In: *Proceedings of 4th International Conference on Information Intelligence Systems and Applications*, Piraeus, 2013. 1–6.
28. Zygiaris S. Smart city reference model: assisting planners to conceptualize the building of smart city innovation ecosystems. *J Knowl Econ*, 2013, 4: 217–231.
29. Xiong Z, Luo W, Chen L, et al. Data vitalization: a new paradigm for large-scale dataset analysis. In: *Proceedings of IEEE 16th International Conference on Parallel and Distributed Systems*, Shanghai, 2010. 251–258.
30. Jara A J, Genoud D, Bocchi Y. Big data in smart cities: from Poisson to human dynamics. In: *Proceedings of 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops*, Victoria, 2014. 785–790.
31. Deshpande A, Guestrin C, Madden S R, et al. Model-driven data acquisition in sensor networks. In: *Proceedings of 30th International Conference on Very Large Data Bases*, Toronto, 2004. 588–599.
32. Maraiya K, Kant K, Gupta N. Wireless sensor network: a review on data aggregation. *Int J Sci Eng Res*, 2011, 2: 1–6.
33. Srinivasa Prasanna G N, Lakshmi A, Sumanth S, et al. Data communication over the smart grid. In: *Proceedings of IEEE International Symposium on Power Line Communications and Its Applications*, Dresden, 2009. 273–279.

34. Dey S, Chakraborty A, Naskar S, et al. Smart city surveillance: leveraging benefits of cloud data stores. In: Proceedings of IEEE 37th Conference on Local Computer Networks Workshops, Clearwater, 2012. 868–876.
35. Harrison R, McLeod C S, Tavola G, et al. Next generation of engineering methods and tools for SOA-based large-scale and distributed process applications. In: Colombo A, Bangemann Th, Karnouskos S, et al., eds. Industrial Cloud-Based Cyber-Physical Systems. Switzerland: Springer International Publishing, 2014. 137–165.
36. Armbrust M, Fox A, Griffith R, et al. A view of cloud computing. *Commun ACM*, 2010, 53: 50–58.
37. Valkanova N, Jorda S, Moere A V. Public visualization displays of citizen data: design, impact and implications. *Int J Hum-Comput Stud*, 2015, 81: 4–16.
38. Su K, Li J, Fu H. Smart city and the applications. In: Proceedings of IEEE International Conference on Electronics, Communications and Control (ICECC), Ningbo, 2011. 1028–1031.
39. Wang S M, Huang C J. User experience analysis on urban interaction and information service in smart city nodes. In: Proceedings of 2nd International Symposium of Chinese CHI. New York: ACM, 2014. 103–109.
40. Liu P, Peng Z. China's smart city pilots: a progress report. *Computer*, 2014, 47: 72–81.
41. Chourabi H, Nam T, Walker S, et al. Understanding smart cities: an integrative framework. In: Proceedings of 45th Hawaii International Conference on System Science, Maui, 2012. 2289–2297.
42. Liu L, Andris C, Ratti C. Uncovering cabdrivers' behavior patterns from their digital traces. *Comput Environ Urban Syst*, 2010, 34: 541–548.
43. Calabrese F, Colonna M, Lovisolo P, et al. Real-time urban monitoring using cell phones: a case study in Rome. *IEEE Trans Intell Transp Syst*, 2011, 12: 141–151.
44. Barria J A, Thajchayapong S. Detection and classification of traffic anomalies using microscopic traffic variables. *IEEE Trans Intell Transp Syst*, 2011, 12: 695–704.

45. Gu'hnnemann A, Sch'äfer R P, Thiessenhusen K U, et al. Monitoring traffic and emissions by floating car data. Institute of Transport Studies Working Paper, 2004.
46. Kanoulas E, Du Y, Xia T, et al. Finding fastest paths on a road network with speed patterns. In: Proceedings of 22nd International Conference on Data Engineering. Washington: IEEE, 2006. 10.
47. Pfoser D, Brakatsoulas S, Brosch P, et al. Dynamic travel time provision for road networks. In: Proceedings of 16th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems. New York: ACM, 2008. 68.
48. Zheng Y, Chen Y, Li Q, et al. Understanding transportation modes based on GPS data for Web applications. ACM Trans Web, 2010, 4:1.
49. Castro P S, Zhang D, Li S. Urban traffic modelling and prediction using large scale taxi GPS traces. In: Proceedings of 10th International Conference, Pervasive 2012, Newcastle, 2012. 57–72.
50. Gonzalez H, Han J, Li X, et al. Adaptive fastest path computation on a road network: a traffic mining approach. In: Proceedings of 33rd International Conference on Very Large Data Bases, Vienna, 2007. 794–805.
51. Ziebart B D, Maas A L, Dey A K, et al. Navigate like a cabbie: probabilistic reasoning from observed context-aware behavior. In: Proceedings of 10th International Conference on Ubiquitous Computing. New York: ACM, 2008. 322–331.
52. Li B, Zhang D, Sun L, et al. Hunting or waiting? Discovering passenger-finding strategies from a large-scale real-world taxi dataset. In: Proceedings of IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, Seattle, 2011. 63–68.
53. Sun L, Zhang D, Chen C, et al. Real time anomalous trajectory detection and analysis. Mob Netw Appl, 2013, 18: 341–356.
54. Ceapa I, Smith C, Capra L. Avoiding the crowds: understanding tube station congestion patterns from trip data. In: Proceedings of the ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing, Beijing, 2012. 134–141.

55. Yousaf J, Li J, Chen L, et al. Generalized multipath planning model for ride-sharing systems. *Front Comput Sci*, 2014, 8: 100–118.
56. Leng B, Zeng J, Xiong Z, et al. Probability tree based passenger flow prediction and its application to the Beijing subway system. *Front Comput Sci*, 2013, 7: 195–203.
57. Barabasi A L. The origin of bursts and heavy tails in human dynamics. *Nature*, 2005, 435: 207–211.
58. Brockmann D, Hufnagel L, Geisel T. The scaling laws of human travel. *Nature*, 2006, 439: 462–465.
59. Hong W, Han X P, Zhou T, et al. Heavy-tailed statistics in short-message communication. *Chin Phys Lett*, 2009, 26: 028902.
60. Wu Y, Zhou C, Xiao J, et al. Evidence for a bimodal distribution in human communication. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010, 107: 18803–18808.
61. Gonzalez M C, Hidalgo C A, Barabasi A L. Understanding individual human mobility patterns. *Nature*, 2008, 453: 779–782.
62. Jiang B, Yin J, Zhao S. Characterizing the human mobility pattern in a large street network. *Phys Rev E*, 2009, 80: 021136.
63. Liang X, Zheng X, Lv W, et al. The scaling of human mobility by taxis is exponential. *Phys A*, 2012, 391: 2135–2144.
64. Rambaldi S, Bazzani A, Giorgini B, et al. Mobility in modern cities: looking for physical laws. In: *Proceedings of the European Conference on Complex Systems*, Dresden, 2007. 132.
65. Bazzani A, Giorgini B, Rambaldi S, et al. Statistical laws in urban mobility from microscopic GPS data in the area of Florence. *J Stat Mech-theory Exp*, 2010, 2010: P05001.
66. Li R H, Liu J, Yu J X, et al. Co-occurrence prediction in a large location-based social network. *Front Comput Sci*, 2013, 7: 185–194.
67. Yu K, Zhu H, Cao H, et al. Learning to detect subway arrivals for passengers on a train. *Front Comput Sci*, 2014, 8: 316–329.

68. Puissant A, Hirsch J, Weber C. The utility of texture analysis to improve perpixel classification for high to very high spatial resolution imagery. *Int J Remote Sens*, 2005, 26: 733–745.
69. Deng J S, Wang K, Hong Y, et al. Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization. *Landscape Urban Plan*, 2009, 92: 187–198.
70. Herold M, Liu X H, Clarke K C. Spatial metrics and image texture for mapping urban land use. *Photogramm Eng Remote Sens*, 2003, 69: 991–1001.
71. van de Voorde T, Jacquet W, Canters F. Mapping form and function in urban areas: an approach based on urban metrics and continuous impervious surface data. *Landscape Urban Plan*, 2011, 102: 143–155.
72. Peng C, Jin X, Wong K C, et al. Collective human mobility pattern from taxi trips in urban area. *PloS One*, 2012, 7: e34487.
73. Chen D, Stow D A, Gong P. Examining the effect of spatial resolution and texture window size on classification accuracy: an urban environment case. *Int J Remote Sens*, 2004, 25: 2177–2192.
74. Soto V, Frias-Martinez E. Robust land use characterization of urban landscapes using cell phone data. In: *Proceedings of 1st Workshop on Pervasive Urban Applications, in conjunction with 9th International Conference on Pervasive Computing*, San Francisco, 2011.
75. Pacifici F, Chini M, Emery W J. A neural network approach using multi-scale textural metrics from very high-resolution panchromatic imagery for urban land-use classification. *Remote Sens Environ*, 2009, 113: 1276–1292.
76. Luck M, Wu J. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the Phoenix metropolitan region, Arizona, USA. *Landscape Ecol*, 2002, 17: 327–339.
77. Bram J, McKay A. The evolution of commuting patterns in the New York city metro area. *Curr Issues Econ Financ*, 2005, 11.
78. Wolfgang Apolinarski, Umer Iqbal, and Josiane Xavier Parreira. 2014. The GAMBAS mid-dleware and SDK for smart city applications. In *Pervasive Computing and Communica-tions Mas - sive IoT Data. In Service-Oriented Computing*

and Applications (SOCA), 2014 IEEE 7th International Conference on. 324-327. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/SOCA.2014.47> – (дата звертання 17.02.2019).

79. Luis Sanchez, Luis Muoz, Jose Antonio Galache, Pablo Sotres, Juan R. Santana, Veronica Gutierrez, Ra-jiv Ramdhany, Alex Gluhak, Srdjan Krco, Evangelos Theodoridis, and Dennis Pfisterer. 2014. Smart-Santander: IoT experimentation over a smart city testbed. *Computer Networks* 61 (2014), 217 – 238. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2013.12.020> Special issue on Future Internet Testbeds Part I – (дата звертання 17.02.2019).

80. Andrea Zanella, Nicola Bui, Angelo Castellani, Lorenzo Vangelista, and Michele Zorzi. 2014. Internet of Things for Smart Cities. *Internet of Things Journal*, IEEE 1, 1 (Feb 2014), 22–32. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/IIOT.2014.2306328>– (дата звертання 18.02.2019).

81. Pieter Ballon, Julia Glidden, Pavlos Kranas, Andreas Menychtas, Susie Ruston, and Shenja Van Der Graaf. 2011. Is there a Need for a Cloud Platform for European Smart Cities?. In *eChallenges e-2011 Conference Proceedings*, IIMC International Information Management Corporation.

82. Kenji Tei and Levent Gurgun. 2014. ClouT: Cloud of things for empowering the citizen clout in smart cities. In *Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on*. IEEE, 369–370.

83. Jose Antonio Galache, Takuro Yonezawa, Levent Gurgun, Daniele Pavia, Marco Grella, and Hiroyuki Maeomichi. 2014. ClouT: Leveraging Cloud Computing Techniques for Improving Management of Massive IoT Data. In *Service-Oriented Computing and Applications (SOCA), 2014 IEEE 7th International Conference on*. 324–327. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/SOCA.2014.47> – (дата звертання 26.02.2019).

84. A. Elmangoush, H. Coskun, S. Wahle, and T. Magedanz. 2013. Design aspects for a reference M2M communication platform for Smart Cities. In *Innovations in Information Technology (IIT), 2013 9th International Conference on*. 204–209. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/Innovations.2013.6544419> – (дата звертання 01.03.2019).

85. Riccardo Petrolo, Valeria Loscri, and Nathalie Mitton. 2014. Towards a Cloud of Things Smart City. IEEE COMSOC MMTTC E-Letter 9, 5 (Sept. 2014), 44–48. [Электронный ресурс] – <https://hal.inria.fr/hal-01080273> – (дата звертання 01.03.2019).

86. Chao Wu, David Birch, Dilshan Silva, Chun-Hsiang Lee, Orestis Tsinalis, and Yike Guo. 2014. Concinnity: A Generic Platform for Big Sensor Data Applications. Cloud Computing, IEEE 1, 2 (July 2014), 42–50. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/MCC.2014.33> – (дата звертання 7.03.2019).

87. Malcolm Bain. 2014. Sentilo – Sensor and Actuator Platform for smart Cities. (March 2014). Retrieved February 20, 2015 from [Электронный ресурс] – <https://joinup.ec.europa.eu/community/eupl/document/sentilosensor-and-actuator-platform-smart-cities> – (дата звертання 7.03.2019).

88. Ignasi Vilajosana, Jordi Llosa, Borja Martinez, Marc Domingo-Prieto, Albert Angles, and Xavier Vilajosana. 2013. Bootstrapping smart cities through a self-sustainable model based on big data flows. Communications Magazine, IEEE 51, 6 (2013), 128–134.

89. Kohei Takahashi, Shintaro Yamamoto, Akihiro Okushi, Shinsuke Matsumoto, and Masahide Nakamura. 2012. Design and implementation of service API for large-scale house log in smart city cloud. In Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2012 IEEE 4th International Conference on. 815–820. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/CloudCom.2012.6427590> – (дата звертання 10.03.2019).

90. Kohei Takahashi, Shinsuke Matsumoto, and Masahide Nakamura. 2014. Smart Cities Data Streams Integration: Experimenting with Internet of Things and Social Data Flows. In Proceedings of the 4th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS14) (WIMS '14). ACM, New York, NY, USA, Article 60, 5 pages. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1145/2611040.2611094> – (дата звертання 15.03.2019).

91. Bin Cheng, Salvatore Longo, Flavio Cirillo, Martin Bauer, and Ernoe Kovacs. 2015. Building a Big Data Platform for Smart Cities: Experience and Lessons from Santander. In Big Data (BigData Congress), 2015 IEEE International Congress

on. 592–599. DOI [Електронний ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/BigDataCongress.2015.91> – (дата звертання 19.03.2019).

92. Matei Zaharia, Mosharaf Chowdhury, Michael J Franklin, Scott Shenker, and Ion Stoica. 2010. Spark: cluster computing with working sets. In Proceedings of the 2nd USENIX conference on Hot topics in cloud computing, Vol. 10. 10.

93. Zaheer Khan, Ashiq Anjum, Kamran Soomro, and Muhammad Atif Tahir. 2015. Towards cloud based big data analytics for smart future cities. *Journal of Cloud Computing* 4, 1 (2015), 1–11. DOI [Електронний ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1186/s13677-015-0026-8>.

94. Zaheer Khan, Ashiq Anjum, and Saad Liaquat Kiani. 2013. Cloud Based Big Data Analytics for Smart Future Cities. In *Utility and Cloud Computing (UCC), 2013 IEEE/ACM 6th International Conference on*. 381–386. DOI [Електронний ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/UCC.2013.77> – (дата звертання 14.02.2019).

95. Sean Thornton. 2013. Chicagos WindyGrid: Taking Situational Awareness to a New Level. (March 2013). Retrieved February 20, 2015 from [Електронний ресурс] – <http://datasmart.ash.harvard.edu/news/article/chicagos-windygrid-taking-situational-awareness-to-a-new-level-259> – (дата звертання 18.03.2019).

96. Giuseppe Anastasi, Maximiliano Antonelli, Alessio Bechini, Simone Brienza, Eleonora D’Andrea, Domenico De Guglielmo, Pietro Ducange, Beatrice Lazzerini, Francesco Marcelloni, and Armando Segatori. 2013. Urban and social sensing for sustainable mobility in smart cities. In *Sustainable Internet and ICT for Sustainability (SustainIT), 2013. IEEE*, 1–4.

97. Sylva Girtelschmid, Matthias Steinbauer, Vikash Kumar, Anna Fensel, and Gabriele Kotsis. 2013. Big Data in Large Scale Intelligent Smart City Installations. In *Proceedings of International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (IIWAS ’13)*. ACM, New York, NY, USA, Article 428, 5 pages. DOI [Електронний ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1145/2539150.2539224> – (дата звертання 18.03.2019).

98. Giuseppe Piro, Ilaria Ciani, Luigi A. Grieco, Gennaro Boggia, and Pietro Camarda. 2014. Information centric services in Smart Cities. *Journal of*

Systems and Software 88, 0 (2014), 169 – 188. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2013.10.029> – (дата звертання 22.03.2019).

99. Yong Woo Lee and Seungwoo Rho. 2010. U-city portal for smart ubiquitous middleware. In Advanced Communication Technology (ICACT), 2010 The 12th International Conference on, Vol. 1. 609–613.

100. Wolfgang Apolinarski, Umer Iqbal, and Josiane Xavier Parreira. 2014. The GAMBAS mid-dleware and SDK for smart city applications. In Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), 2014 IEEE International Conference on. 117–122. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/PerComW.2014.6815176> – (дата звертання 27.03.2019).

101. Flix J. Villanueva, Maria J. Santofimia, David Villa, Jess Barba, and Juan Carlos Lopez. 2013. Civ- itas: The Smart City Middleware, from Sensors to Big Data. In Innovative Mobile and Inter- net Services in Ubiquitous Computing (IMIS), 2013 Seventh International Conference on. 445–450. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/IMIS.2013.80> – (дата звертання 01.04.2019).

102. Junping Qiu, Yanhui Song, and Siluo Yang. 2010. Digital Integrated Model of Government Resources under E-Government Environment. In Internet Technology and Applications, 2010 International Conference on. 1–4. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/ITAPP.2010.5566315> – (дата звертання 01.04.2019).

103. Levent Gurgun, Ozan Gunalp, Yazid Benazzouz, and Mathieu Gallissot. 2013. Self-aware cyber-physical systems and applications in smart buildings and cities. In Design, Automation Test in Europe Conference Exhibition (DATE), 2013. 1149–1154. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.7873/DATE.2013.240> – (дата звертання 04.04.2019).

104. Gilles Privat, Mengxuan Zhao, and Laurent Lemke. 2014. Towards a Shared Software Infrastructure for Smart Homes, Smart Buildings and Smart Cities. In International Workshop on Emerging Trends in the Engineering of Cyber-Physical Systems, Berlin.

105. Jiafu Wan, Di Li, Caifeng Zou, and Keliang Zhou. 2012. M2M Communications for Smart City: An Event- Based Architecture. In Computer and

Information Technology (CIT), 2012 IEEE 12th International Conference on. 895–900. DOI [Електронний ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/CIT.2012.188> – (дата звертання 07.04.2019).

106. Riccardo Petrollo, Valeria Loscri, and Nathalie. Automation Test in Europe Conference Exhibition (DATE), 2013. 1149–1154. DOI [Електронний ресурс] – <http://dx.doi.org/10.7873/DATE.2013.240> – (дата звертання 07.04.2019).

107. Jean-Paul Calbimonte, Sofiane Sarni, Julien Eberle, and Karl Aberer. 2014. XGSN: An Open-source Semantic Sensing Middleware for the Web of Things. In 7th International Workshop on Semantic Sensor Networks.

108. Danh Le-Phuoc, Hoan Quoc Nguyen-Mau, Josiane Xavier Parreira, and Manfred Hauswirth. 2012. A middleware framework for scalable management of linked streams. Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web 16 (2012), 42–51.

109. Valrie Issarny, Nikolaos Georgantas, Sara Hachem, Apostolos Zarras, Panos Vassiliadis, Marco Autili, Marco Aurilio Gerosa, and Amira Ben Hamida. 2011. Service-oriented middleware for the Future Internet: state of the art and research directions. Journal of Internet Services and Applications 2, 1 (2011), 23-45. DOI [Електронний ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1007/s13174-011-0021-3> – (дата звертання 08.04.2019).

110. Jos M. Hernandez-Munoz, Jess Bernat Vercher, Luis Munoz, Jos A. Galache, Mirko Presser, Luis A. Hernandez Gmez, and Jan Pettersson. 2011. Smart Cities at the Forefront of the Future Internet. Vol. 6656. 447–462. DOI [Електронний ресурс] – http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-20898-0_32 – (дата звертання 09.04.2019).

111. G. Mylonas, E. Theodoridis, and L. Munoz. 2015. Integrating Smartphones into the SmartSantander Infrastructure. Internet Computing, IEEE 19, 2 (Mar 2015), 48–56. DOI [Електронний ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/MIC.2015.25> – (дата звертання 09.04.2019).

112. Jaeho Kim and Jang-Won Lee. 2014. OpenIoT: An open service framework for the Internet of Things. In Internet of Things (WF-IoT), 2014 IEEE World Forum on. IEEE, 89–93.

113. Stefan Foell, Gerd Kortuem, Reza Rawassizadeh, Marcus Handte, Umer Iqbal, and Pedro Marro' n. 2014. Micro-navigation for Urban Bus Passengers: Using the Internet of Things to Improve the Public Trans- port Experience. In Proceedings of the First International Conference on IoT in Urban Space (URB-IOT '14). ICST (Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering), ICST, Brussels, Belgium, Belgium, 1–6. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.4108/icst.urb-iot.2014.257373> – (дата звертання 11.04.2019).

114. Athena Vakali, Leonidas Anthopoulos, and Srdjan Krco. 2014. Smart Cities Data Streams Integration: Ex- perimenting with Internet of Things and Social Data Flows. In Proceedings of the 4th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS14) (WIMS '14). ACM, New York, NY, USA, Article 60, 5 pages. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1145/2611040.2611094> – (дата звертання 12.04.2019).

115. Eleni I Vlahogianni, Kostanstinios Kerpatsoglou, Vassileios Tsetsos, and Matthew G Karlaftis. 2014. Ex- ploiting new sensor technologies for real-time parking prediction in urban areas. In Transportation Research Board 93rd Annual Meeting Compendium of Papers. 14–1673.

116. Nicola Bressan, Leonardo Bazzaco, Nicola Bui, Paolo Casari, Lorenzo Vangelista, and Michele Zorzi. 2010. The Deployment of a Smart Monitoring System Using Wireless Sensor and Actuator Networks. In Smart Grid Communications (SmartGridComm), 2010 First IEEE International Conference on. 49–54. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1109/SMARTGRID.2010.5622015> – (дата звертання 12.04.2019).

117. Theodoros Anagnostopoulos, Kostas Kolomvatsos, Christos Anagnostopoulos, Arkady Zaslavsky, and Stathes Hadjiefthymiades. 2015. Assessing dynamic models for high priority waste collection in smart cities. *Journal of Systems and Software* 110 (2015), 178 – 192. DOI [Электронный ресурс] – <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2015.08.049> – (дата звертання 13.04.2019).

118. Aviva Rutkin. 2014. How data can save a city. *New Scientist* 224, 2990 (2014), 24 – 25. DOI [Электронный ресурс] – [http://dx.doi.org/10.1016/S0262-4079\(14\)61945-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0262-4079(14)61945-X) – (дата звертання 16.04.2019).

119. Marceau, Jane. "Introduction: Innovation in the city and innovative cities." *Innovation: Management, Policy & Practice* 10.2-3 (2008): 136- 145.
120. D. Washburn, U. Sindhu, S. Balaouras, R. A. Dines, N. M. Hayes, and L. E. Nelson, —Helping CIOs Understand Smart City Initiatives, 2010.
121. R. Hollands, —Will the real smart city please stand up? Intelligent, progressive or entrepreneurial?, City, 2008.
122. Bakıcı, Tuba, Esteve Almirall, and Jonathan Wareham. "A smart city initiative: the case of Barcelona." *Journal of the Knowledge Economy* 4.2 (2013): 135-148.
123. Caragliu, Andrea, Chiara Del Bo, and Peter Nijkamp. "Smart cities in Europe." *Journal of urban technology* 18.2 (2011): 65-82.
124. R. Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek and E. Pichler-Milanović, N., & Meijers, —Smart cities Ranking of European medium- sized cities, Vienna, Austria Cent. Reg. Sci. (SRF), Vienna Univ. Technol., 2007.
125. L. Hopkins and P. K. Isom, —Front cover Smarter Cities Series : Understanding the IBM Approach to Efficient Buildings.
126. Kehoe, Mike, et al. "Smarter cities series: A foundation for understanding IBM smarter cities." *Redguides for Business Leaders*, IBM (2011).
127. Al-Hader, Mahmoud, et al. "Smart city components architecture." *Computational Intelligence, Modelling and Simulation, 2009. CSSim'09. International Conference on. IEEE, 2009.*
128. P. Research, —Smart Cities. Intelligent Information and Communications Technology Infrastructure in the Government, Buildings, Transport, and utility Domains, 2011. [Online]. Available: [Електронний ресурс] — <http://www.navigantresearch.com/> — (дата звертання 15.04.2019).
129. Harrison, Colin, et al. "Foundations for smarter cities." *IBM Journal of Research and Development* 54.4 (2010): 1-16.
130. G. Piro, I. Cianci, L. A. Grieco, G. Boggia, and P. Camarda, —Information Centric Services in Smart Cities.

131. Daniel, Sylvie, and Marie-Andree Doran. "geoSmartCity: geomatics contribution to the smart city." Proceedings of the 14th Annual International Conference on Digital Government Research. ACM, 2013.

132. Anthopoulos, Leo G., and Ioannis A. Tsoukalas. "The implementation model of a Digital City. The case study of the Digital City of Trikala, Greece: e-Trikala." Journal of e-Government 2.2 (2006): 91-109 .

133. H. Chourabi, T. Nam, S. Walker, J. R. Gil-Garcia, S. Mellouli, K. Nahon, T. a. Pardo, and H. J. Scholl, —Understanding Smart Cities: An Integrative Framework,|| 2012 45th Hawaii Int. Conf. Syst. Sci., pp. 2289–2297, Jan. 2012.

134. P. Suresh, —Understanding Challenges in e-Governance,|| Better Account. with e-governance, pp. 61–63, 2011.

135. Dillon, J., and W. Pelgrin. "E-government/commerce in New York State." Office of Technology, New York, NY (2002).

136. Alghamdi, Ibrahim A., Robert Goodwin, and Giselle Rampersad. "E-government readiness assessment for government organizations in developing countries." Computer and Information Science 4.3 (2011): p3.

137. Giffinger, Rudolf, et al. Smart cities-Ranking of European medium- sized cities. Vienna University of Technology, 2007.

138. Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, N 46-47, ст.403)

139. Кодекс законів про працю України (Затверджується Законом № 322-VIII від 10.12.71 ВВР, 1971, додаток до № 50, ст. 375)

140. Закон України Про охорону праці (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 49, ст.668)

141. Закон України «Про пожежну безпеку» введено в дію з дня опублікування — 29 січня 1994 року згідно з Постановою Верховної Ради України від 17 грудня 1993 року № 3747-XII.

ДОДАТКИ

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

МАТЕРІАЛИ

VII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

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



11–12 грудня 2019 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2019**

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Лупенко Сергій Анатолійович – докт. техн. наук, професор.

Співголова: Баран Ігор Олегович – канд. техн. наук, доцент, декан факультету ФІС.

Науковий секретар: Семенишин Галина Мирославівна – старший викладач.

Члени: докт. фіз.-мат. наук, професор В. Кривень; докт. техн. наук, професор М. Приймак; канд. техн. наук, доцент, Г. Осухівська; докт. техн. наук, професор М. Карпінський; канд. пед. наук, доцент Ж. Баб'як; докт. фіз.-мат. наук, професор М. Петрик; канд. техн. наук, доцент Н. Загородна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова: Скоренький Юрій Любомирович – канд. техн. наук, доцент.

Члени: канд. екон. наук, доцент І. Струтинська; канд. техн. наук, доцент Я. Кінах; асистент М. Стадник; асистент Н. Шаблій; ст. викладач Л. Джиджора.

Матеріали VII науково-технічної конфіції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 11 – 12 грудня 2019 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 196 с.

Адреса оргкомітету: ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001, тел. (0352) 52-41-33, факс (0352) 254983.

E-mail: conferencefis@gmail.com

Редагування, оформлення, верстка: Сіткар О.А.

СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

- Математичне моделювання;
- Інформаційні системи та технології;
- Комп'ютерні системи та мережі;
- Програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем;
- Новітні фізико-технічні та освітні технології.

В збірнику надруковано тези доповідей VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (Тернопіль, 11 – 12 грудня 2019 р.) за такими науковими напрямками: математичне моделювання; інформаційні системи та технології; комп'ютерні системи та мережі; програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем; новітні фізико-технічні та освітні технології.

Розрахований на науковців, викладачів та студентів вузів.

За зміст тез та дотримання норм академічної доброчесності відповідальність несе автор.

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019

КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ РОЗУМНИХ МІСТ

CONCEPTS OF DEVELOPMENT OF SMART CITIES

Початок ХХІ століття став поступовим кроком у розвитку концепції розумного міста з реалізацією проектів щодо розумних міст на практиці. Рішення про те, як організовано процес безперервного функціонування розумного міста, стосується самих міст. Такі організаційні рішення знаходяться під контролем міських адміністрацій або навіть окремих окремих ініціатив. На основі реальних прикладів розумних міст їх можна розділити на два типи. (рис. 1).



Рисунок 1 – Типи розумних міст

До першої групи інтелектуальних поселень належать міста, які вже існують шляхом розробки та впровадження розумних стратегій, яким можна присвоїти статус розумного міста. Нині кілька європейських міст є ідеальною ілюстрацією цих розумних міст.

Друга група розумних міст включає ті розумні міста, які будуються з нуля, як абсолютно нові проекти для створення кращих життєвих обставин для її майбутніх громадян, а також позиціонуються як міста абсолютно нового покоління. На сьогодні існує лише кілька практичних прикладів цих міст, оскільки процеси планування та будівництва потребують тривалого періоду.

Література

1. Дуда О. М., Кунаець Н. Е., Мацюк О. В., Пасічник В. В. Системні комплекси інформаційних технологій у проектах «Розумне місто» // Системний аналіз та інформаційні технології: матеріали 18-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2016 / Київ: ННК «ІПСА», 2016. – С. 215 – 216.
2. Дуда О. М., Кунаець Н. Е., Мацюк О. В., Пасічник В. В. Концепт «розумне місто» та інформаційні технології BigData // Матеріали V науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології“, Тернопіль, 2018. – С. 30.