

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

Центр перепідготовки та післядипломної освіти

(повна назва факультету)

Комп'ютерних наук

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Бізнес моделі управління даними в розумних містах

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи СНд-2

спеціальності 122 – Комп'ютерні науки

»

(шифр і назва спеціальності)

Копчак А.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Дуда О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мацюк О.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Боднарчук І.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Михайлишин Р.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)





## АНОТАЦІЯ

Бізнес моделі управління даними в розумних містах // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Копчак Антон Степанович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Центр перепідготовки та післядипломної освіти, кафедра комп'ютерних наук, група СНд-2 // Тернопіль, 2020 // с.63, рис. – 13, табл. – 1, бібліогр. – 54, додат. – 1.

Ключові слова: РОЗУМНЕ МІСТО, РОЗУМНА ПЛАНЕТА, ЕНЕРГОСИСТЕМА, ДОДАТКИ, ЛІЧИЛЬНИК

У даній кваліфікаційній роботі проведено дослідження розумної енергосистеми у розумних містах.

У першому розділі було розглянуто огляд наукових публікацій. Пояснено значення слова «розумний» також розглянуто концепт розумної планети і розумного міста. Розумне місто як концепція проаналізовано більш детально, наводячи більше інформації про саму концепцію, її характеристики, домени, компоненти, а також управлінням розумним містом.

Другий розділ був зосереджений на поясненні розумної енергосистеми як одного з доменів розумного міста. Перш за все були досліджені чим відрізняється розумна енергосистема від поточної енергосистеми. Таким чином виходячи з вимог розумної енергосистеми були досліджені популярні технології та додатки розумної енергосистеми. Також були досліджені розумні лічильники, розумні прилади обліку і проблеми з ними.

## ANNOTATION

Business models of data management in smart cities // Diploma thesis Master degree  
// Kopchak Anton Stepanovych // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical  
University, Center for retraining and postgraduate education, Department of  
Computer Science, group SNs-2 // Ternopil, 2020 // P. 63, Fig. – 13, Tables – 1,  
References – 54, Annexes – 1.

Keywords: SMART CITY, SMART PLANET, GRID, APPLICATIONS,  
METER.

In this qualification work, a study of the smart grid in smart cities is conducted.

In the first chapter, an overview of scientific publications was considered. The meaning of the word "Smart" is explained, and the concept of a smart planet and a smart city is also considered. Smart city as a concept is analyzed in more detail, providing more information about the concept itself, its characteristics, domains, components, and smart city management.

The second section focused on explaining the smart grid as one of the smart city domains. First of all, we investigated the difference between a smart grid and a current grid. Thus, based on the requirements of the smart grid, popular technologies and applications of the smart grid were investigated. Smart meters, smart metering devices and problems with them were also investigated.

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

IBM – International Business Machines Corporation.

CO<sub>2</sub> – Діоксид вуглецю.

ЄС – Європейський Союз.

T&D (англ. Association of the electricity transmission and distribution equipment) – Асоціація електроенергетичного обладнання і послуг з передачі та розподілу електроенергії.

ІКТ – Інформаційно-комунікаційні технології.

ІТ – Інформаційні технології

CAPEX (англ. CAPital EXpenditure) – частина інвестицій, спрямована на відтворення основних засобів виробничого і не виробничого призначення.

SCADA (англ. Supervisory Control and Data Acquisition) – диспетчерське управління і збір даних.

NIST (англ. National Institute of Standards and Technology) – Національного інституту стандартів та технології США.

SaaS (англ. Software as a service) – програмне забезпечення як послуга.

PaaS (англ. Platform as a service) – платформа як послуга.

IaaS (англ. Infrastructure as a service) – інфраструктура як послуга.

API (англ. Application Programming Interface) – прикладний програмний інтерфейс.

EDA (англ. Event-driven architecture) – подійно-орієнтована архітектура.

## ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 Аналіз наукових публікацій.....	11
1.1 Розумна планета.....	11
1.2 Розумне місто.....	13
1.2.1 Розумна вода.....	16
1.2.2 Розумна громадська безпека.....	17
1.2.3 Розумний рух.....	17
1.2.4 Розумні будівлі.....	18
1.2.5 Розумні енергосистеми.....	19
1.3 Компоненти розумного міста та їх взаємодія.....	24
1.4 Управління розумним містом.....	26
1.5 Висновки до першого розділу.....	30
2 Розумна енергосистема.....	31
2.1 Фактори керування розумною енергосистемою.....	31
2.2 Зміни на енергетичному ринку.....	32
2.2.1 Зміни в структурі енергосистем.....	32
2.2.2 Бізнес зміни.....	35
2.2.3 Зміни поведінки споживача.....	36
2.3 Технології розумної енергосистеми.....	37
2.3.1 Хмарні обчислення.....	38
2.3.2 Семантичні технології обробки даних.....	42
2.3.3 Подійно-орієнтована обробка.....	45
2.4 Додатки розумних енергосистем.....	47
2.5 Розумні лічильники та розумні прилади обліку.....	48
2.5.1 Характеристики розумних лічильників.....	49
2.5.2 Розвинена інфраструктура обліку.....	51

2.5.3 Проблеми безпеки та конфіденційності розумного вимірювання .....	52
2.5.4 Питання впровадження розумного вимірювання.....	52
2.6 Висновки до другого розділу.....	53
3 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях .....	54
3.1 Охорона праці.....	54
3.1.1 Ризико-орієнтований підхід в системі управління охороною праці.....	54
3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	58
3.2.1 Захист інформаційних управляючих систем від ушкоджень, що викликані дією ЕМІ ядерних вибухів .....	58
3.3 Висновки до третього розділу .....	59
Висновки .....	61
Перелік використаних джерел.....	62



## ВСТУП

**Актуальність теми роботи.** На даний час у багатьох країнах половина загальної виробленої енергії витрачається через неефективність. Попри численні досягнення у сонячній, вітровій та геотермальній енергії рівень потреби електроенергії зростає з кожним днем. Наразі стратегії щодо полегшення даної ситуації зосереджені лише на нових шляхах та джерелах виробництва енергії, однак це лише короткострокові рішення. Найефективніший спосіб це впровадження розумних міст, які безпосередньо вплинуть не лише на електроенергію а і на інші сфери життя.

**Метою дослідження** є дослідження важливих розумних концепцій у логічному підході зверху вниз починаючи з розумної планети і закінчуючи розумним містом.

Завдання дослідження:

- аналіз наукових публікацій по темі дослідження;
- аналіз проблем та потреби міст;
- аналіз розумної енергосистеми як одного з доменів розумного міста;
- аналіз вимог, які повинна виконувати розумна енергосистема;
- проведено дослідження сучасних технологій та програм розумної енергосистеми. А також проведено дослідження інтелектуальних лічильників і їх проблем.

**Об'єктом дослідження** є технології та додатки розумних енергосистем.

**Предмет дослідження** – сукупність теоретичних та практичних засад реалізації розумних енергосистем.

**Науковою новизною роботи** є дослідження інформаційних та комунікаційних технологій та програм розумної енергосистеми.

**Апробація результатів магістерської роботи.** Результати наукового дослідження були представлені на двох наукових конференціях:

1. Матеріали VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» на тему: «Ключові елементи розумного міста»

2. Матеріали VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» на тему: «Платформи, як архітектура системи розумне місто»

# 1 АНАЛІЗ НАУКОВИХ ПОБЛІКАЦІЙ

Слово «розумний» сьогодні використовується для сучасних пристроїв та вдосконалених концепцій. Більше того, в багатьох випадках дослідники називають пристрої або поняття «розумнішими», що означає, що попередні пристрої, концепції були розумними. Але недостатніми, щоб визначити їх такими. Таким чином, це різновиди найменувань трактуються та сприймаються різними авторами по-різному.

Однак у наш час пристрої, поняття ідентифікуються як розумні через їх здатність забезпечити більшу ефективність, ніж попередні. Таким чином, розумні електронні та електричні прилади відрізняються від попередньої генерація пристроїв багатofункціональністю. Наприклад, смартфони - це пристрої що дозволяють користувачеві використовувати телефон для дзвінків, але також мають такі функції в минулому які були доступні лише у кишеньковому комп'ютері або комп'ютері, такі як можливість надсилати та отримувати електронну пошту, передавати та редагувати електронні документи тощо [1].

Розумні концепції вважаються поняття, які дбають про стимулювання технологічного розвитку до більш розумнішого майбутнього. Найважливіші поняття, які складають список «розумних», і які розглянуті в цій роботі є: розумна планета, розумне місто і розумна енергосистема.

## 1.1 Розумна планета

Розумна планета - це найбільше поняття, представлене в розумному способі життя. Технологічні розробки - це основні показники, які допомагають розробляти проекти, що мають тенденцію покращувати поведінку споживання енергії людиною та навколишнє середовище в цілому. Багато компаній, організацій і державних установ працюють над розробкою різних проектів, що

враховують усі аспекти виробництва, розподіл, контроль та споживання електроенергії. Як приклад можна навести “ DESERTEC Foundation”, концепцією якого є енергетична безпека та розвиток шляхом генерування стійкої енергії з місць, де відновлюваних джерел енергії найбільше [2]. У цьому відношенні взаємозв'язок усіх видів виробництва енергії у всьому світі (див рисунок 1.1) в інфраструктурі розумної планети допоможе досягти цілей розумної планети.



Рисунок 1.1 – Ескіз можливої інфраструктури для сталого постачання електроенергії до Європи, Близького Сходу і Північної Африки [2].

Однак це лише один із багатьох аспектів, який слід враховувати в такому проекті, оскільки це величезна концепція яка складаються з декількох різних сфер із конкретними потребами, характеристиками та проблемами, які слід розглянути. Більше того, IBM, наприклад, інтенсивно досліджує системи розумних планет, які орієнтовані на три основні галузі: Розумне управління

водними ресурсами та зелена планета, розумна майстерність та освіта на планеті, розумна енергосистема, розумна охорона здоров'я та розумні міста. IBM також розглядає вісім основних елементів у розумних мережах, звуження до мережевих комунальних служб, ділової мережі, зв'язку та інформації, вплив безпеки на довіру та задоволеність споживачів [3].

Нарешті, управління даними у розумні планеті - це найбільша мережа всіх взаємопов'язаних розумних міст, розумні будинки та охоплення всіх розумних лічильників. Однак, у мережі слід розглядати багато різних елементів, можливостей та питань, які є дуже важливими і будь яка недбалість може спричинити провал проекту. Дослідження розумних міст, їх побудова, складові елементи, їх взаємозв'язок тощо допоможе визначити різні зацікавлені сторони щодо передачі та управління даними. Крім того, дослідження розумних будинків та розумних лічильників допоможуть аналізувати джерела даних, обробляти дані.

## **1.2 Розумне місто**

Розумне місто - це не тільки типовий додаток розумної планети, це також одна з найпопулярніших тем а також найсучасніша проблема, яка весь час викликала широке занепокоєння. Термін розумне місто було використано по-різному, наприклад, для опису кластеру інноваційних організацій в межах певного регіону, наявність галузей промисловості, які сильно акцентують увагу на інформації та комунікаційні технології, використання сучасних технологій у міському контексті, технологічні означає, що підвищує ефективність державного управління тощо [4], але такі описи не представляють визначення розумного міста. Однак сьогодні ми можемо знайти багато таких визначень, які намагаються узагальнити весь зміст розумного міста, але не існує єдиного визначення, яке прийнято та використовується в усьому світі.

Наприклад, ІВМ [5] визначає розумне місто як використання інформації та комунікаційних технологій для розуміння, аналізу та інтеграції ключової інформації основних систем в містах. Таким чином, в той же час, розумне місто може розумно реагувати на різні види потреб, такі як потреби у повсякденному існуванні, охороні навколишнього середовища, громадська безпека та міські послуги, промислова та комерційна діяльність. У цьому відношенні визначення розумного міста означає, що в процесі розвитку міста, з метою виконання обов'язків економічного регулювання, соціального управління та надання державних служб, органи місцевого самоврядування повною мірою використовують інформаційно-комунікаційні технології для сприйняття, аналізу та інтеграції міського середовища, ресурсів, інфраструктури, громадської безпеки, міських послуг тощо [6]. Більше того, міста майбутнього мають бути ті, які мають технологічні переваги, які покращать спосіб життя людини та загальну екологічну ситуацію. Таким чином, розумні міста слугуватимуть громаді, довкіллю, культурі та економіці.

Існує безліч характеристик, які відрізняють розумні міста від сучасних міст. В У літературі можна знайти кілька джерел, які перелічують характеристики по-різному, але більшість із них можуть перерахувати кілька характеристик, які можна вважати такими ж, як на рисунку 1.2. Найбільш прийняті характерними є, представлені ІВМ [7] інструментовані, взаємопов'язані та інтелектуальні, які формують концепцію розумніших міст.

Інструментовані - розумні міста як основа своєї інфраструктури мають інструменти, які виконують "розумну" діяльність і в той же час є джерелами різних даних. Таким чином, "розумні" системи засновані на датчиках, що розширюють видимість в реальному світі різних видів діяльності, таких як транспорт, комунальні послуги, будівлі тощо, забезпечуючи нові джерела даних в реальному часі, які раніше були або недоступні, або дорогі для збору.

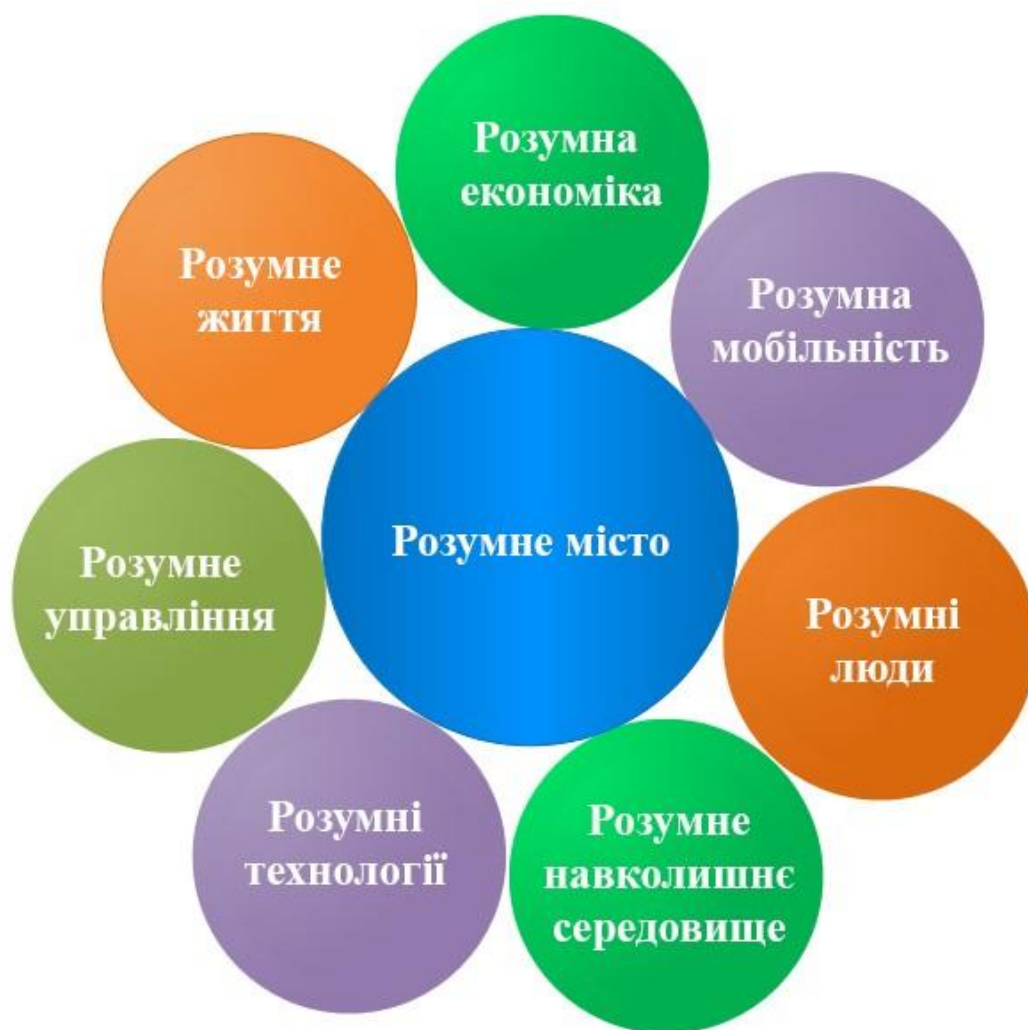


Рисунок 1.2 – Характеристика розумного міста

Взаємопов'язані - мережа різних розумних інструментів, таких як віддалені або локальні датчики, інтелектуальні датчики, розумні лічильники, виконавчі механізми, мобільні пристрої тощо з різними видами засобів взаємозв'язку, такими як високошвидкісні та широкосмугові комунікаційні мережі, Розумне місто зв'язує разом інформацію та дані, що зберігаються в різних типах пристроїв та інформаційних системах, так що інформація та дані можуть бути інтерактивними та використовуватись між усіма зацікавленими сторонами.

Інтелектуальне - взаємозв'язок розумних інструментів з одного боку та використання різних інтелектуальних програм з іншого боку дозволяють використовувати наявні дані, а також подальше збагачення від інтеграції

систем для глибшого розуміння міських подій. Крім того, для вдосконалення управління ризиками та вдосконалення прийняття рішень, прогнозування результатів та моделювання сценаріїв.

Підвищення міського населення змушує міста стикатися з проблемами, які потребують розумних рішень. Завершити проект розумного міста означає задовольнити всі потреби «розумним» способом у визначених доменах. Таким чином, найпоширеніший спосіб впровадження розумних технологій в місті це ідентифікація всіх існуючих доменів, їх цілей і потреб.

Крім того, щоб бути інвестиції розподілялись належним чином необхідна категоризація та пріоритизація визначених доменів. Таким чином, фокус дослідницьких компаній та організацій зосереджені п'ять найбільш важливих доменів, які мають різні характеристики, отже, розумні технології повинні виконувати різні цілі для кожного з них.

### **1.2.1 Розумна вода**

Проблеми щодо доступності, якості води та всіх інших проблем з водою, таких як відсутність водної інфраструктури та складність управління водними ресурсами, постійно зростають, оскільки міста стикаються із конфліктом між приростом населення та обмеженим запасом прісної води. Виклик на цей домен полягає в тому щоб застосовувати інформаційні технології, які дозволяють вирішити численні проблеми, пов'язаних з водою, які в даний час вирішуються неефективно у порівнянні зі розумними рішеннями. У зв'язку з цим IBM пропонує для забезпечення постійного моніторингу якості і доступності води можна використовувати розумніші системи та інтелект. Також розробити моделі ціноутворення, які також можна використовувати для покращення ефективності використання води та енергії, щоб забезпечити краще загальне управління водозбірних басейнів та реалізації інших покращень [7].



Метою дослідницької області розумної води є впровадження «розумних» технологій, які дозволять правильно керувати водою та генерувати цінні дані, які допоможуть для подальшого прийняття рішень.

### **1.2.2 Розумна громадська безпека**

Це одна з основних сфер, що розглядають людське життя та їх право жити в безпечному місті. Проблеми досягнення високого рівня захисту в міському світі, який стає все більш взаємопов'язаним, швидким і непередбачуваним, постійно зростають. В останні роки уряди вклали значні кошти у застосування інноваційних підходів на базі громади та нових технологій для сприйняття скороченню злочинності в містах та покращенню реагування на надзвичайні ситуації.

Метою дослідження дослідницької громадської безпеки є впровадження нових технологій, які вже використовуються в бізнесі для вдосконалення систем громадської безпеки. Таким чином, ці технології включають автономні можливості відчуття і реагування, аналітику, візуалізацію, та обчислювальне моделювання. Крім того, за допомогою таких технологій, як сховища даних або хмарних легше об'єднати мільйони записів людей разом з мільярдами загальнодоступних записів. Більше того, складна аналітичні та пошукові можливості створюють зв'язки між різними пристроями бази даних дуже легко.

### **1.2.3 Розумний рух**

Транспорт - одна з життєво важливих артеріальних систем, що зв'язує людей з людьми, товарами та послуги в будь-якому суспільстві. Таким чином, безперебійне функціонування цієї основної системи безпосередньо визначає рівень економічної активності та випуску продукції в даному місті, що впливає як на якість життя, так і загалом рівень життя [7]. Однак перевезення - це не просто проблема управління транспортними засобами, вона здається однією з

найважливіших проблем, що викликає ланцюг інших такі проблеми, як споживання нафти, забруднення повітря, втрата енергії тощо.

Традиційна спроба вирішити транспортну проблему шляхом будівництва більшої кількості доріг, мостів та тунелі, здається, не є відповідним рішенням для нинішнього загромадження транспортних засобів. Таким чином, існує потреба в розумному рішенні, яке дозволить оптимізувати використання існуючих інвестицій в інфраструктуру та забезпечити безпечніший, чистіший та ефективніший транспорт. Крім того, такий підхід розумного руху буде відводити ключову роль громадському транспорту, користуючись перевагами технологій та збираючи фізичні дані про міський рух та моделі мобільності. Більше того, ці дані допоможуть центрам управління дорожнім рухом проаналізувати ситуацію та прийняти кращі рішення щодо управління дорожньою мережею, послугами громадського транспорту тощо. Нарешті, такий підхід покращує всі типи проблем та відходів, а також покращує безпеку та задоволеність споживачів транспортною системою.

#### **1.2.4 Розумні будівлі**

Будинки є чіткою метою для впровадження інтелектуальної інфраструктури електроенергетики. Будівлі та споруди є найбільшими споживачами електроенергії у всьому світі. Наприклад, у США, у 2010 році будівлі споживали 41,3% всієї електроенергії, з яких до 50% вважалося марною. Крім того, 54,5% споживаної енергії в будівлях було з будинків [8]. Більше того, до 2025 року, за оцінками, будівлі є найбільшими споживачами енергії та газу. Тим не менше, більшість будівель є пасивними споживачами енергії без жодної можливості спілкуватися зі світом.

Метою дослідження «розумних» будівель є перетворення будинків з пасивних та невідповідних споживачів енергії в активних учасників електроенергетичних систем. Таким чином, датчики в будинках можуть

контролювати безпеку, занятість та використання ресурсів. Крім того, ІТ-системи можуть використовувати створені дані, щоб допомогти прийняти рішення, які підвищують ефективність та досягнуть ресурсів зменшення цілей. Таким чином розумні будівлі можуть впливати на споживання енергії та викиди CO<sub>2</sub>, скорочення та витрата води також. Більше того, у порівнянні з традиційними домашніми мережами "розумні" домашні мережі збирають зразки активності користувачів, а також інформацію про фізичне зондування навколишнього середовища, для підтримки більш розумних та адаптивних побутових послуг [9].

### **1.2.5 Розумні енергосистеми**

Виробництво електроенергії є одним з найефективніших і проблемних факторів у житті людини та у світ взагалі. Є декілька питань, які піднімають щоденні дискусії та спонукають негайно змінити виробництва електроенергії. Такі питання, як небезпека виробництва атомної енергії, кліматичні зміни, зростання цін на енергоресурси тощо - це сили, які змушують усіх зацікавлених сторін у мережі бути об'єднаними однією метою. Виробники електроенергії та інші проміжні продукти, з одного боку сторона, спрямована на збільшення виробництва електроенергії, низькі витрати та збільшення прибутку, споживач з іншого боку вимагають низьких витрат електроенергії, безпеки життя та захисту навколишнього середовища. Прогрес у розвитку розумних мереж - це рішення, яке задовольняє потреби та відповідає вимогам обох сторін. розумні енергосистеми використовують такі компоненти, як датчики, лічильники, цифрові елементи керування та аналітичні інструменти для автоматизації, моніторингу та управління двостороннім потоком енергії та даних від електростанції до штекеру. Більше того, на основі зібраних даних виробник енергії може оптимізувати продуктивність мережі, запобігати перебоям, швидше відновлювати відключення та дозволяти споживачам управляти споживанням енергії.

Розумна енергосистема – це еволюційна конструкція нових технологій, послуг та об'єктів, що інтегруються з застарілими рішення та організаціями [10]. Це велика система з дуже складною інфраструктурою. Через свою складність дослідження зазвичай зосереджуються лише на одному компоненті розумної мережі [11]. Однак перехід до розумної енергосистеми - це процес, який вимагає з одного боку набору розумних дій, а з іншого боку набір розумних активів, які приносять вартість. Таким чином, як зазначає Мані Вадарі, розумна енергосистема - це не просто розумний лічильник. Розумний лічильник – це лише один вимір. Для всіх інших вимірів основна увага все ще на приділяється утиліті, яка може надійно та дешевше надавати електроенергію. Цей мандат стає більш важливішим, і тепер комунальні послуги мають більше можливостей для вдосконалення, ніж будь-коли [12]. Тому вибір системи управління даними лічильника є одним з найважливіших рішень, які утиліта буде виконувати для розумної енергосистеми. [13].

Розумна енергосистема запровадить кілька нових ризиків безпеки, пов'язаних із її комунікаційними вимогами, автоматизацією систем, новими технологіями та збором даних [14]. Таким чином, в цьому відношенні основна проблема, яка виникає при впровадженні технології розумної енергосистеми є управління даними [15]. Існують дві перспективи, через які бачаться управління даними розумної енергосистеми, по-перше, це перспектива компаній, що займаються виробництвом лічильників, розробка програмного забезпечення, збір даних, обробка даних та розподіл даних, і наступне - це перспектива споживачів електроенергії, зацікавлених у питанні розподілу даних та управління ними.

Існуюча електрична мережа, заснована на централізованих генеруючих установках, які забезпечують споживачів через односпрямовані системи передачі і розподілу електроенергії, недостатня для обслуговування споживачів в майбутньому. Однак ризик при проектуванні енергосистеми з централізованими генеруючими установками, що забезпечують віддалені

навантаження по довгих лініях електропередачі також дуже високий. Нарешті, якість електропостачання в даний час є більш важливим, ніж раніше, оскільки використання електричних приладів має дуже високий рівень.

Таким чином, існує потреба в розумній системі, яка може отримувати енергію всіх якостей з усіх джерел - як централізованих, так і розподілених - і постачати надійні поставки, на вимогу, споживачам всіх видів. Нам потрібна [16].

Сьогодні лише близько 10% домогосподарств ЄС мають хоча якийсь розумний лічильник, більшість із тих лічильників не обов'язково забезпечують повний спектр можливих послуг. За даними Електроенергії Директиви (2009/72/ЄС) щонайменше 80% споживачів повинні бути оснащені розумними лічильниками до 2020 року за умови позитивної економічної оцінки всіх довгострокових витрат та вигод, які повинна здійснити кожний споживач держави [17].

Для формування бізнес-моделі розумної енергосистеми необхідно розуміти саму розумну енергосистему, її важливі компоненти, проблеми передачі даних, що виникають в результаті розумного обліку та розподілу системи для передачі електроенергії та інформації.

Що стосується аналізу управління даними розумної мережі, зовнішні зацікавлені сторони мають важливе значення на вибір правильної технології управління даними та регулювання угод з внутрішніми та зовнішніми постачальниками технологій. Зовнішні зацікавлені сторони Розумної мережі, з точки зору даних з комунальними компаніями є: іноземний уряд, іноземне енергетичне підприємство [18], іноземний постачальник послуг та іноземний замовник (див. рисунок 1.3).

- Іноземний уряд бере участь у вирішенні комунальних компаніям управляти і обробляти свої дані, а також регулювати тип співпраці з комунальною компанією.

- Іноземне енергетичне підприємство може бути залучено як до забезпечення електроенергією комунальних підприємств країни, так і до співпраці з комунальною компанією з питань передачі даних.

- Іноземний постачальник послуг - це організація, яка може мати два типи співпраці: пропонуючи послуги розумній енергосистемі і співпрацюючи в розробці нових послуг і управлінні існуючими.

- Іноземні споживачі споживають комунальні послуги в тому випадку, якщо три перерахованих вище зацікавлених сторони мають якусь угоду про співпрацю з комунальною компанією.

Основними елементами розумної електричної системи є внутрішні зацікавлені сторони. Таким чином, виявлення, розуміння і створення мереж цих зацікавлених сторін на правильному шляху є базову структуру мережі потоків даних.

Однак перелік внутрішніх зацікавлених сторін взятий з багатьох наукових робіт та такі організації, як Європейська енергетична комісія (2010), Міністерство енергетики США (2011), Національна лабораторія енергетичних технологій (2010), Національний інститут стандартів і технологій (2010с) тощо. Більше того, розширений перелік зацікавлених сторін розумної енергомережі також розгляне: наукові кола, фінансова спільнота, постачальник технологій, підприємство доставки, державна енергетична асоціація, акціонери, оператор системи передачі, агент [19], виробники T&D, постачальники ІКТ та виробники розумних лічильників, виконавці RTD [20] тощо.

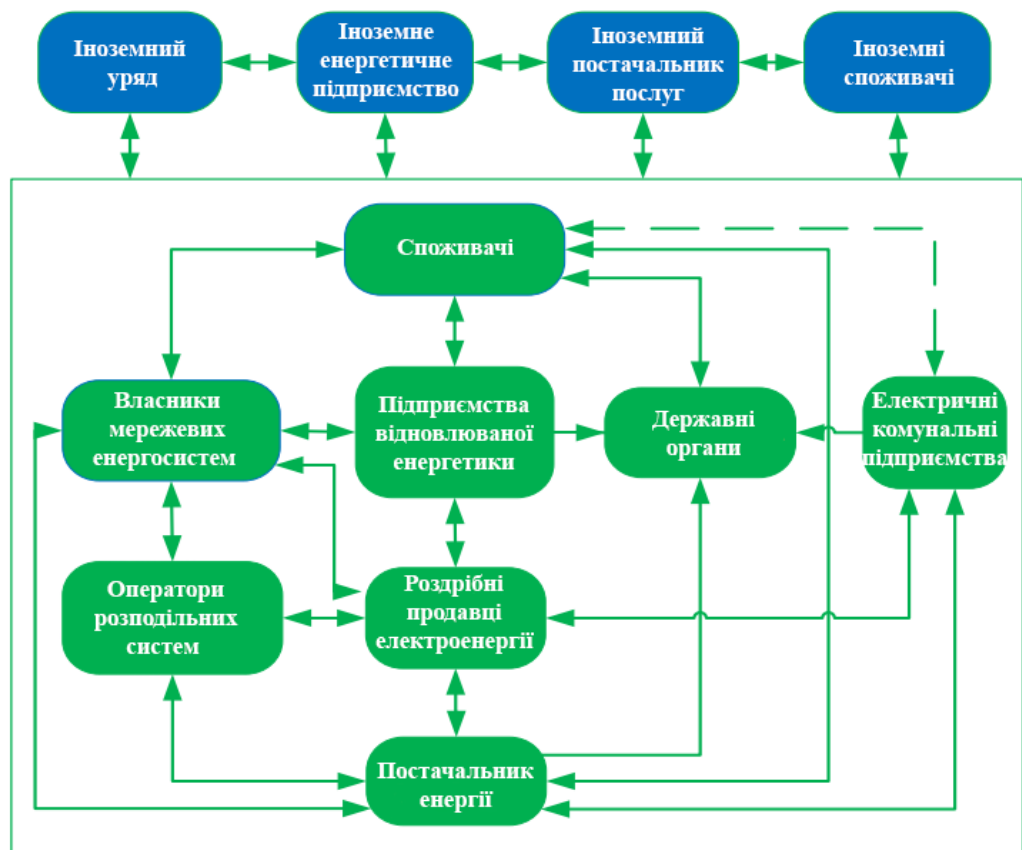


Рисунок 1.3 – Взаємозв'язок між зацікавленими сторонами [18]

В якості основних зацікавлених сторін, що розглядаються дослідниками щодо управління живленням і управління даними, виділяються наступні (див. рисунок 1.3):

- Споживачі електроенергії - це побутові, ділові та промислові споживачі електроенергії, чії поточні та майбутні потреби (розумні будівлі, розумна побутова техніка, електромобілі тощо) та захист даних (конфіденційність даних тощо) матиме вплив на управління мережами ще ефективніше
- Власники мережевих енергосистем - це підприємства, які володіють електричною мережею всередині країни і за її межами, забезпечуючи ефективний потік електроенергії і даних всередині держави, посередника і на міжнародному рівні.

- Підприємства відновлюваної енергетики відомі як підприємства з виробництва електроенергії це підприємства, що займаються виробництвом сонячної і вітрової електроенергії в якості додаткових місцевих джерел.
- Державні та регулюючі органи, включаючи місцеві (міські), муніципалітети та державні органи управління, представляють національний інтерес, сприяючи та просуваючи будівництво та впровадження повного механізму придбання, орієнтуються напрямком розвитку, стандартизують модель розвитку, публікують програмний документ, оновлюють політику, закони та нормативні акти, що регулюють податок. [20]
- Електричні комунальні підприємства, відомі як підприємства енергетичного обслуговування, надають послуги, що покращують якість та ефективність енергії за допомогою управління даними; підтримка інтеграції нових технологій, придатних для підприємств розумної енергосистеми, базуються на раніше відомих специфікаціях від операторів мережі.
- Операторами розподільних систем є підприємства, які здійснюють загальну оптимізацію виробництва, зберігання і споживання електроенергії з метою мінімізації енерговитрат, як забезпечення безпеки поставок, так і встановлення і нагляду за допоміжними службами.
- Роздрібні продавці електроенергії забезпечують стабільність на внутрішньому і зовнішньому ринку електроенергії.

### **1.3 Компоненти розумного міста та їх взаємодія**

В існуючих дослідницьких матеріалах можна знайти кілька груп компонентів розумного міста з різними точками зору. Один вид групування проводиться також [21], оцінюючи, що інфраструктури та системи, що становлять ядро розумного міста, - це громадяни, вода, енергія, комунікації, бізнес, транспорт та міські послуги. Ці компоненти концепції розумного міста можна більше оцінювати як домени. Більше того, ці "розумні" домени, а також



розумні міста матимуть налагоджену «розумну» інфраструктуру, яка є елементами показано на рисунку 1.4.

Розумний пристрій є основною складовою розумного міста який може бути смарт-пристроєм.

Розумні будинки - це будинки, які мають розумні прилади, пов'язані між собою в розумній енергосистемі зосереджуючись на загальному збільшенні ефективності.

Розумні будівлі представляють собою складну мережу різних датчиків, контролерів, центральних блоків, розумних приладів, відновлюваних джерел енергії та розумних лічильників. Крім того, розумні будівлі можуть бути різними різновидністями будівель, а в кінцевому підсумку це будуть складніші будівлі, такі як фабрики.

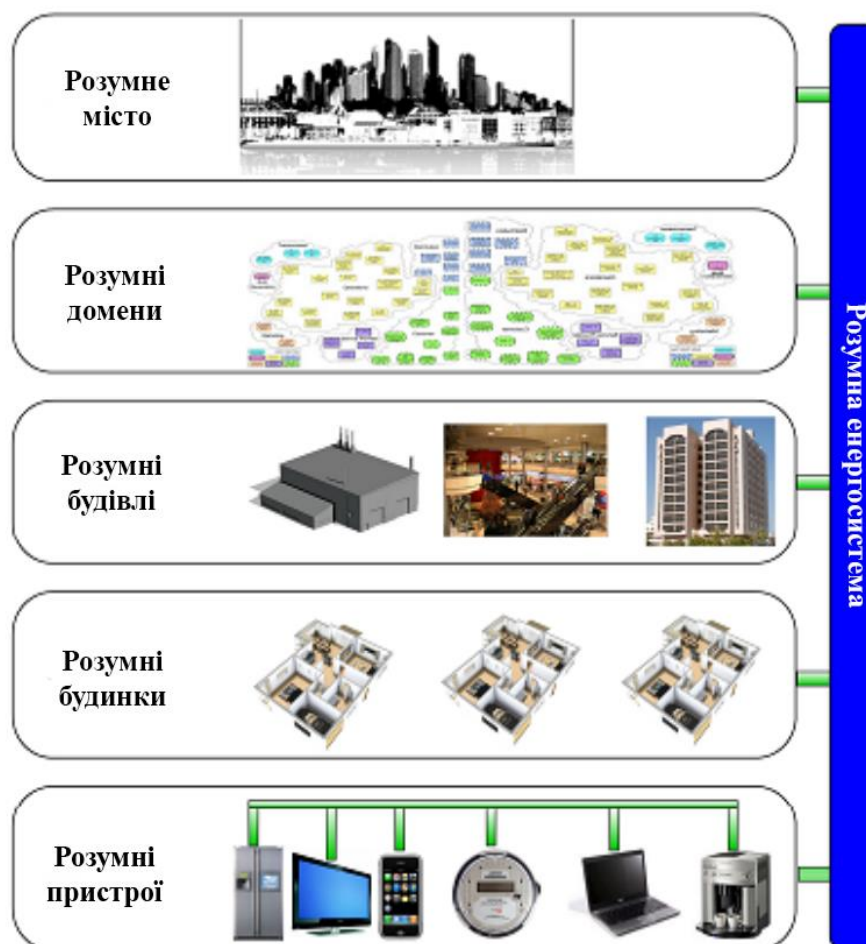


Рисунок 1.4 – Компоненти розумного міста

Розумні домени - це більше концептуальні сутності, які представляють потребу в розумних продуктах та послугах. Розумні домени можуть являти собою набір різних будівель та елементів мережі. Наприклад розумна вода включає всю необхідну інфраструктуру та технологій, які необхідні для водопостачання та управління, а також управління даними щодо споживання води.

Розумна енергосистема - це компонент, який поєднує всі інші компоненти для створення концепції розумного міста. Таким чином розумна енергосистема створює мережу різного роду побутових приладів та розумних лічильників, різні типи будівель та мереж у всіх доменах розумних міст, що утворюють IT інфраструктуру розумного міста, яка дозволяє двосторонній потік енергії та інформації.

Розумне місто - це сукупність усіх ідентифікованих доменів, розроблених до розумного рівня. Таким чином цілі кожного домену повинні відповідати цілям міста, а також його потребам.

Підсумовуючи, можна сказати, що розумне місто представляє собою складену структуру різних типів компонентів, які можуть бути згруповані та вирівняні для легкого розуміння. За цією точкою зору розумне місто розглядається як компонент розумної енергосистеми. Також це основний компонент, що дозволяє розумні рішення завдяки цифровому потоку даних. Однак компоненти розумного міста вимагають розумного управління для збору, обробки та перетворення даних в інформацію, яка буде використана для створення рішення.

#### **1.4 Управління розумним містом**

Справжній ключ до того, щоб міста стали розумними - це загальна система управління, яка дозволяє лідерам координувати роботу всіх розумних систем, збираючи та передаючи отримані дані та використовуючи їх для

інформування нової політики та міських програм [22]. Однак розумні міста вимагають розумного управління усіх сторін, інструментів та процесів, які це дозволяють.

Основні заходи щодо управління розумного міста - це управління даними та інтеграція систем. Управління даними прямі чи опосередковані угоди з усіма аспектами розумної мережі та всі аспекти даних згенеровані із розумного вимірювання (див. рисунок 1.5). Системна інтеграція потребує участь у розвитку відповідних рішень для успішного впровадження систем розумних енергосистем та постійне впровадження цих систем для задоволення очікувань проекту та задоволення потреб споживача. Крім того, обидва види діяльності є основною базою для виконання інших дій, таких як прийняття рішень та розробка політики, аналіз даних та планування сценаріїв, збір відгуків та відстеження ефективності даних та інформування та обслуговування громадян, які безпосередньо пов'язані з успішним управлінням містом.

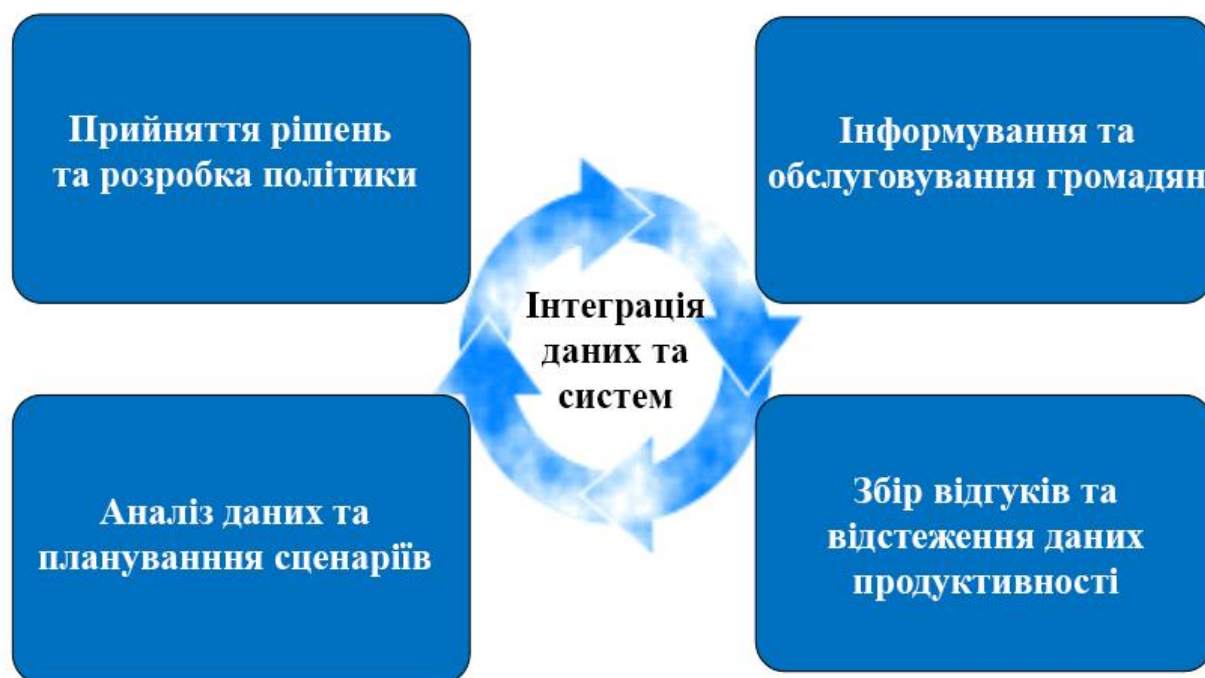


Рисунок 1.5 – Управління інтелектуальним містом

Управлінські заходи, які розглядаються з найвищої точки зору, не повинні обходити навіть діяльність розумної енергосистеми, яка починається з самого кінця проекту. Розумність усієї цієї ідеї полягає в тому, щоб почати від кожної кінцевої точки, розумного лічильника, і закінчити до найбільш узагальненого кінця, яким визначається прийняттям рішень. Управління розумним містом означає спілкування та співпрацю в режимі реального часу, які зменшують вплив кризових ситуацій та загальні витрати на технічне обслуговування та ремонт; мінімізувати питання, що загрожують життю та перешкоди в роботі громадських служб та заходів для громадян та користувачів міста.

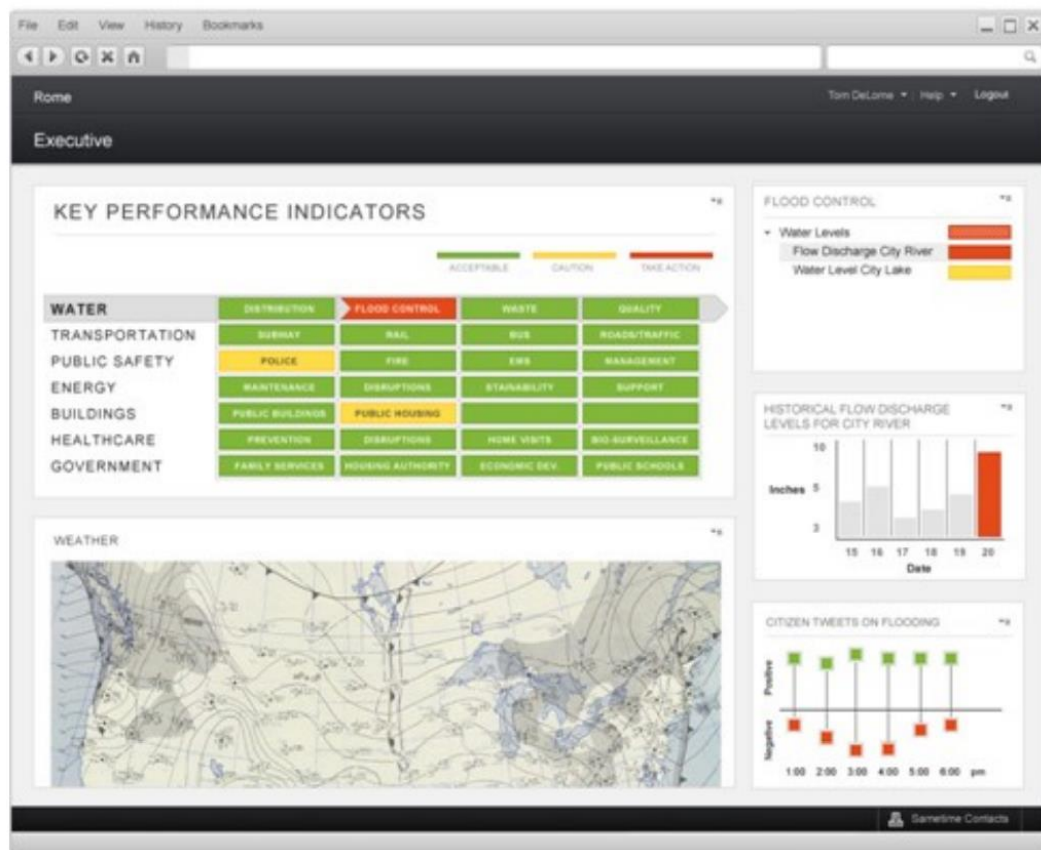


Рисунок 1.6 – Інтелектуальний операційний центр ІВМ для розумніших міст

Компоненти розумного міста- це засоби для створення даних, обробки даних та управління даними у режимі реального часу з різних доменів розумного міста. Таким чином, лінія всіх видів діяльності, починаючи від

розумного обліку і закінчуючи до генерації інформації, являє собою складний шлях, який вимагає багато знань та можливостей обробки.

Компанії ІКТ вже представили рішення, які можуть бути придатними для управління інфраструктури розумних міст. Однак міста мають усі розміри та форми, і кожний з них має різну інфраструктуру та потребує вибору конкретних рішень управління. Таким чином, необхідна розробка основ які розглядають усі питання, що стосуються інтелектуального управління.

Наприклад, ІВМ пропонує "Інтелектуальний операційний центр ІВМ для розумніших міст" (див. рисунок 1.6) для побудови більш стійкого суспільства, починаючи від стійких розумних міст, що використовують та цілісні ІКТ включений підхід [23]. Це рішення є фреймворком, що постачається як частина ІВМ Державна галузева структура, яка синхронізує та аналізує зусилля між секторами та агенцій, коли вони трапляються, надаючи особам, що приймають рішення, консолідовану інформацію, яка їм допомагає передбачати, а не просто реагувати на проблеми [24]. Використовуючи ці підходи, міста можуть керувати потоком даних, ростом і розвитком даних на стійкій основі, формуючи інформацію, яка допомагає прийняття рішень щодо мінімізації зривів та сприяння збільшенню вигод для кожного. Крім того, рішення управління має базуватися на технологіях, що забезпечують легкий доступ до даних, і управління реальним часом з високою ефективністю. У зв'язку з цим для Інтелектуального операційного центру ІВМ розгорнула модель хмарних обчислень під назвою ІВМ SmartCloud [25] із моделлю підписки, яка робить її привабливою, у державному секторі, обмеженому CAPEX сценарій, перш за все для міст середнього розміру.

## **1.5 Висновки до першого розділу**

В розділі було ознайомлено з поняттям розумного міста. Також ознайомлено з характеристиками п'яти найбільш важливих доменів, його управлінням та компонентами. На завершення можна сказати, існує безліч точок зору, за допомогою яких можна побачити і проаналізувати можливості, проблеми та потреби одного міста і на основі цих даних зробити його "розумним". Участь у такому проекті, пов'язане з високими витратами, вимагає більш глибокого знання проблем і вимагає співпраці з усіма компонентами міста.

## 2 РОЗУМНА ЕНЕРГОСИСТЕМА

### 2.1 Фактори керування розумною енергосистемою

Сили, що рухають розвиток розумних енергосистем, настільки різноманітні, як і впливові. Проблеми навколишнього середовища зростають, і це зумовлює розширення відновлюваної енергії на більший масштаб. Ефективність самої енергосистеми також є значною проблемою, оскільки до 8% електроенергії втрачається в передавальній та розподільній мережі. Крім того, надійність також є сильним рушійним чинником, що викликає заклопотаність комунальних служб і мережевих операторів. Однак різні джерела фокусуються на різних факторах, що ведуть до створення розумної енергосистеми.

Європейська комісія виділяє три основні групи рушійних факторів:

- Внутрішній ринок включає в себе усі підприємства, які прямо або побічно залучені в мережеву діяльність. У цій групі чинників виділяються лібералізація ринку, мережні інновації та конкурентоспроможність, а також низькі ціни на енергоносії і ефективність
- Екологічні фактори мають вирішальне значення ще більш чутливо з доведеною небезпекою виробництва ядерної енергії з інцидентом на Фукусімі, Японія. У цій групі найбільш впливовими рушійними факторами є збереження природи і дикої природи, зміна клімату і забруднення навколишнього середовища
- Безпека поставок є ключовим рушійним фактором, оскільки суспільство залежить від надійного постачання енергією. Нинішня енергосистема рухається до досягнення своєї землі, тому для досягнення енергетичної доступності, надійності і якості, а також достатньої потужності ми повинні перейти до розумної енергосистеми

Крім того, важливими рушійними чинниками, які слід враховувати, є:

- Попит - завдання управління і оптимізації пікового попиту, який постійно зростає зі збільшенням чисельності населення і електроприладів
- Обмеження виробничих потужностей - виробничі потужності досягають своєї межі. Відкриття нових електростанцій є критичним, дорогим, короткочасним рішенням і тому критикується необхідність переходу до розумної електромережі
- Поновлювані джерела енергії - існує необхідність контролю і координації між різними джерелами енергії для того, щоб максимізувати ефективність і знизити витрати
- Розподіл - залежність споживачів від технологій, комп'ютерів і електроніки привела до зниження допусків на перебої в електропостачанні, а нові тенденції розподіленої генерації і електромобілів підсилюють навантаження на існуючі енергосистеми[26].

## **2.2 Зміни на енергетичному ринку**

Розумні енергосистеми повільно, але вірно змінюють ринок, його елементи і його структурування, впроваджуючи нові концепції і поширюючи нову філософію щодо вдосконалення енергосистем і управління ними.

### **2.2.1 Зміни в структурі енергосистем**

Необхідність реструктуризації енергосистеми починається з впровадження нових пристроїв розумної енергосистеми, відомих як розумні лічильники. У зв'язку з призначенням і можливостями розумних лічильників загальна мережа зміниться, щоб краще організувати роботу зацікавлених сторін розумних енергосистем. Головна зміна, яка викликає багато інших змін і потреб, - це створення можливості комунікації між різними зацікавленими



сторонами. Крім того, можливість комунікації створює інші потреби і піднімає інші питання, які безпосередньо впливають на реструктуризацію мереж енергосистем. Основні інновації в концепції розумної енергосистеми порівнюються з реальною концепцією енергосистеми в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Сьогоднішні можливості енергосистеми і можливості розумної енергосистеми

Енергосистема на даний момент	Розумна енергосистема
Централізоване виробництво електроенергії	Централізоване і розподілене виробництво електроенергії
	Переривчасте поновлюване виробництво електроенергії
	Споживачі беруть участь в ринку
Односпрямований потік потужності	Багатовимірний енергетичний потік
Генерація слід за навантаженням	Навантаження слід за генерацією
Робота, заснована на історичному досвіді	Робота на основі даних реального часу
Обмежена доступність енергосистеми для нових виробників	Повна і ефективна доступність мережі

На рисунку 2.1 представлена типова візуалізація відмінностей між поточною енергосистемою і розумною енергосистемою. Крім того, головним чином для кращого управління і контролю, енергосистема розділена на чотири основні поняття:

- Домашня мережа або "домашня сітка" - це мережа, яка знаходиться всередині кожного окремого будинку в системі мережі. Ця мережа з'єднує різні інтелектуальні лічильники та прилади для роботи в поєднанні з розумними енергосистемами, даючи можливість управляти розумними побутовими приладами.

- Районна мережа - грає роль управління і контролю міжсистемних взаємозв'язків і взаємодій. Таким чином, загальна концепція сусідства може бути використана для подання взаємозв'язку і управління розумною енергосистемою, а також генерацією даних. Крім того, в кожному лічильнику буде встановлено радіо, яке зв'язується один з одним, утворюючи самовідновлюючий зв'язок. Однак існують також системи, що використовують існуючу лінію електропередач в якості носія для системи.

- Локальна комп'ютерна мережа використовує розподілені енергетичні ресурси для обслуговування локальних навантажень або для задоволення конкретних прикладних вимог до віддаленого живлення, сільського або районного живлення, преміального живлення та захисту критичних навантажень. Крім того, локальна мережа використовується для підключення різних пристроїв (наприклад, SCADA-пристроїв) всередині підстанції.

- Глобальна мережа зазвичай називається зворотним зв'язком для системи, високочастотної з надійним трубопроводом. Функція глобальної мережі в мережевому ланцюжку полягає в підключенні великої частини локальної мережі до серверів, розташованих у в службовому офісі. Локальна мережа також може використовуватися для управління іншими пристроями на лінії, яким потрібно більше пропускної здатності, щоб дати утиліті можливість запускати систему найбільш ефективно і надійно[27].

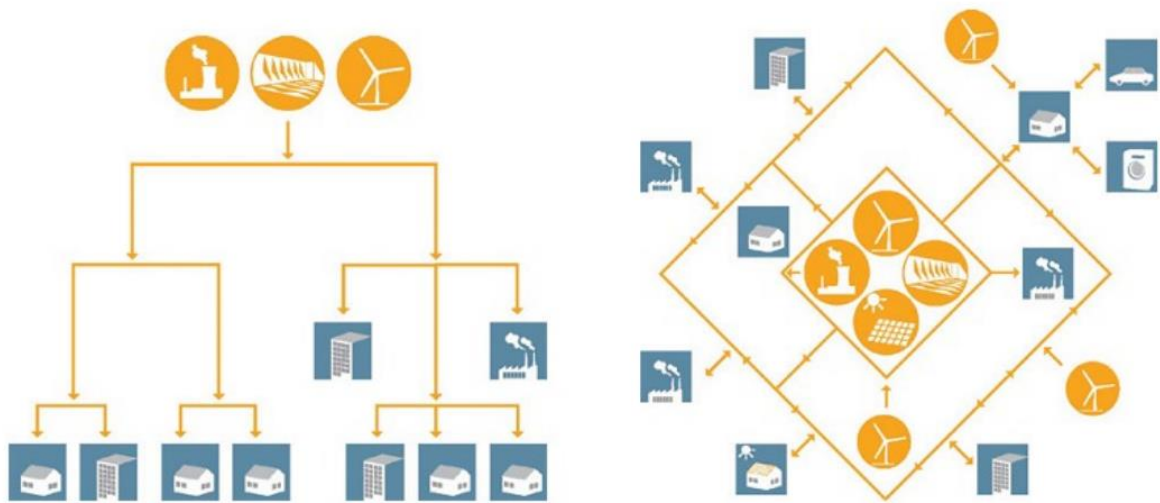


Рисунок 2.1 - Відмінності між поточними і розумними енергосистемами

### 2.2.2 Бізнес зміни

Відкриває нові бізнес-можливості і ринки для нових гравців. Існують великі бізнес-можливості для постачальників електротранспортного і розподільного обладнання, систем зберігання енергії, комунікаційного обладнання, а також вимірювального обладнання та обладнання приміщень замовника. Крім того, розподільні організації також прагнуть до розумних енергосистем, щоб допомогти їм підтримувати або підвищувати надійність, збільшувати використання активів, боротися зі старінням інфраструктури і допомагати зменшити вплив втрати знань у міру досягнення співробітниками пенсійного віку в багатьох частинах світу [28]. Більш того, однією з ключових концепцій розумної енергосистеми є "агрегатор" - бізнес, який представляє велику групу дрібних споживачів на ринку електроенергії. Таким чином, "агрегатор" буде продавати модифікації своїх профілів споживання в якості послуги іншим учасникам енергосистеми, таким як роздрібні торговці, надавати розподілені системні оператори і балансувати відповідальні сторони [29].

Здатність інфраструктури розумних енергосистем з'єднувати різні джерела енергії і здійснювати двосторонню передачу даних створила бізнес-можливості такі як для підприємств, що пропонують технології як рішення, так і знання як рішення.

Бізнес-моделі, пов'язані з управлінням і контролем інформаційних технологій розумної енергосистеми, а також з проблемами даних, є ключовими при створенні розумної енергосистеми взагалі. Саме ці підприємства беруть на себе всю відповідальність за створення цінності від розумної енергосистеми, пропонуючи можливість обробляти дані і аналізувати їх для прийняття правильних рішень, що впливають на ефективність енергоспоживання. Нарешті, управління даними в розумній енергосистемі є ключовим видом діяльності, який робить енергосистему "розумною", тому бізнес-моделі, прямо або побічно пов'язані з проблемами даних, є найбільшою зміною в енергетичному бізнесі.

### **2.2.3 Зміни поведінки споживача**

Основні зміни, що стосуються клієнта в розумній енергосистемі, будуть полягати в тому, щоб зробити його активним в створенні даних, обмін даними і управлінні споживанням. Більш того, на даний момент головне завдання підприємств полягає, перш за все, в тому, щоб мотивувати споживачів взяти участь в установці якомога більшої кількості розумних лічильників, необхідних для того, щоб якомога краще бачити споживання. Однак, ґрунтуючись на європейській енергетичній комісії [30], клієнт має можливість припинити обмін даними з окремим субметром, якщо він стурбований його конфіденційністю. В цьому відношенні підприємства повинні навчати клієнтів того, що таке розумна енергосистема і які переваги для навколишнього середовища в цілому і для самого клієнта вона надає. Крім того, клієнт повинен бути мотивований на обмін даними, оскільки вони

збираються для того, щоб приносити користь, а не контролювати або завдавати шкоди приватній сфері клієнта.

Нарешті, встановивши стабільні відносини між підприємством і споживачем, споживач змінює свою поведінку з непізнавальних на дорадчий, створюючи переваги для підприємств і для себе, оптимізуючи споживання енергії на основі системних пропозицій, інформації, отриманої з власних історичних даних.

### **2.3 Технології розумної енергосистеми**

Впровадження технології розумної енергосистеми призведе до появи нових варіантів архітектури, які необхідно вивчити як з точки зору витрат, так і з точки зору експлуатації, включаючи їх безпечну експлуатацію. Крім того, технологія розумної енергосистеми є ключовою технологією для забезпечення світу високоякісної, чистої, надійної і стійкої електроенергією. Однак технологія розумної енергосистеми - це не єдине ціле, а скоріше сукупність існуючих і нових технологій, які працюють разом. Таким чином, при правильному впровадженні розумних енергосистемних технологій буде підвищена ефективність виробництва, транспорту та споживання, підвищена надійність і економічна ефективність роботи, інтегровані всі джерела енергії в енергосистему, а також підвищена економічна ефективність за рахунок ринків електроенергії та участі споживачів.

Технології розумних енергосистем мають широкий діапазон, тому вони були згруповані. Крім того, такі дослідники, як Dzung і інші [31], встановили критерії, які слід враховувати при виборі технологій розумних енергосистем.

Слід зазначити, що розумна енергосистема визначається не тим, які технології вона включає в себе, а скоріше тим, що вона може робити. Таким чином, технології, які будуть впроваджені для додатків розумної енергосистеми, будуть залежати від заздалегідь визначених критеріїв і вимог

кожної комунальної компанії. Таким чином, в якості основних технічних критеріїв оцінюються продуктивність зв'язку, безпеку і інтерактивність [31]. В цьому відношенні повинні бути відомі всі комунікаційні технології, які могли б підтримувати додатки розумної енергосистеми, більшість з яких представлено на рисунку 2.2.

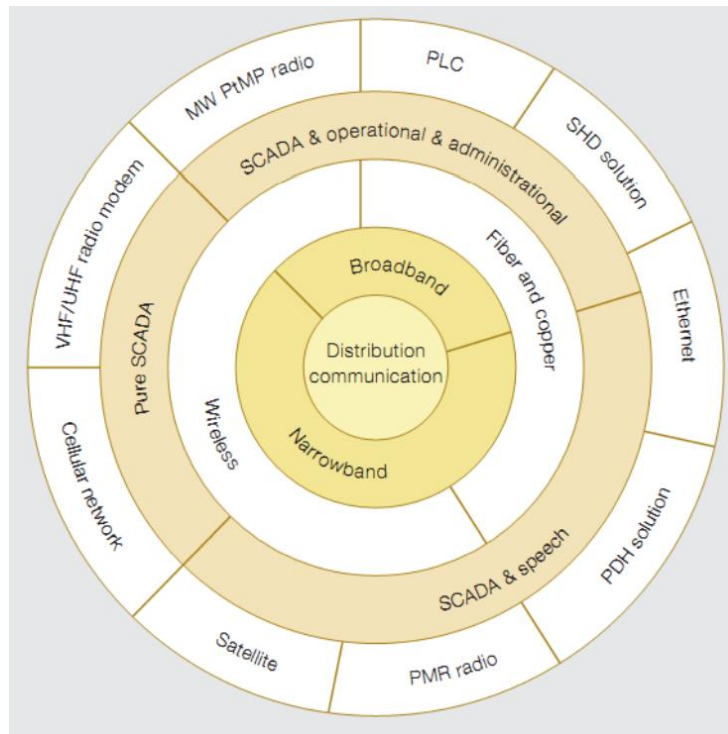


Рисунок 2.2 - Варіанти зв'язку для розподіленого зв'язку розумної енергосистеми [31]

Нарешті, на основі комунікаційних технологій, розумних вимірювальних технологій і інших оцінок вибирається найбільш підходяща технологія управління даними розумної енергосистеми.

### 2.3.1 Хмарні обчислення

Існує безліч визначених хмарних обчислень. Наприклад, SYS-CON Media Inc [32] збирала на своєму веб-сайті двадцять визначень. Однак ми аналізуємо лише визначення NIST [33]: "хмарні обчислення - це модель, що забезпечує повсюдний, зручний мережевий доступ до загального пулу

обчислювальних ресурсів на вимогу (наприклад, мереж, серверів, сховищ, додатків і служб), які можуть бути швидко підготовлені і випущені з мінімальними зусиллями з управління або взаємодії з постачальником послуг".

Крім того, при розгортанні технології хмарних обчислень, наприклад для розумної енергосистеми, слід враховувати її характеристики (самообслуговування на вимогу, широкий доступ до мережі, об'єднання ресурсів, швидка еластичність і вимірювання обслуговування), моделі обслуговування (SaaS, PaaS і IaaS) і моделі розгортання (приватна хмара, хмара спільноти, публічна хмара і гібридна хмара), оскільки кожна з них має безпосереднє відношення до усіх питань бізнесу, даних і взаємозв'язків між усіма зацікавленими сторонами енергосистеми.

Розумна енергосистема характеризується безперервним зростанням обсягу даних, що надходять від багатьох розумних пристроїв зв'язку, і необхідністю негайного отримання інформації з цих даних. Комплексний доступ до всіх даних про фактичне споживання, виробництва, передачі і доставки електроенергії через мережевих операторів, роздрібних торговців, сторонніх компаній і споживачів сформує ядро розумної енергосистеми. Для розумної енергосистеми характерна постійна зростаюча динаміка за рахунок розподіленої і відновлюваної генерації як на рівні розподілу, так і на рівні передачі.

Лібералізація і створення нових ринкових ролей призводять до появи вимог до більш гнучкого платформи-орієнтованого підходу до доставки та використання даних, при якому всі дані доступні всім зацікавленим сторонам при збереженні конфіденційності даних конкурентів і конфіденційності кінцевих користувачів [34].

Хмарні дані складаються з взаємозв'язаних центрів обробки даних, де дані від розумних лічильників в безперервному потоці часових рядів додаються в хмару. Таким чином, зацікавлені сторони розумної

енергосистеми, що мають право доступу до даних, можуть запитувати інформацію, використовуючи добре зумовлені способи. Крім того, необхідно використовувати механізми балансування навантаження в залежності від типу даних, локалізації джерела даних, а також моделей доступу до даних для пошуку інформації зацікавленими сторонами розумної енергосистеми. Однак всі пов'язані з хмарою зацікавлені сторони з правами доступу можуть розгорнути свої власні програми та служби, такі як додаток для управління інвестицій або алгоритм аналізу даних, в платформі хмарних обчислень [34]. Нарешті, така мережа з високою гнучкістю і можливостями відкритого доступу може значно підвищити ефективність збору, обробки та управління даними. Крім того, з точки зору бізнесу, при використанні технології хмарних обчислень витрати на інфраструктуру і управління даними пропорційно розподіляються між використовуваними сторонами, що часто називають "оплатою за використання".

Приклад моделі зберігання даних (див. рисунок. 2.3) і передачі даних для хмарних даних, розумна енергосистема розробляється Rusitschka і співавторами [34]. Характерною особливістю цієї моделі є те, що центри обробки даних доступні з IP-мереж через прості веб API, де зберігання даних здійснюється безперервно просто через PUT API, а запит даних через GET API. Крім того, ця модель буде здатна управляти потоками даних розумної енергосистеми в реальному часі для задоволення потреб різних учасників енергетичного ринку в отриманні інформації майже в реальному часі. Ця модель хмари даних розумної енергосистеми підходить для лібералізованих енергетичних ринків з концепцією центру обміну даними, великих вертикально інтегрованих комунальних підприємств, а також асоціацій операторів систем передачі даних, таких як ENTSO-E [34].



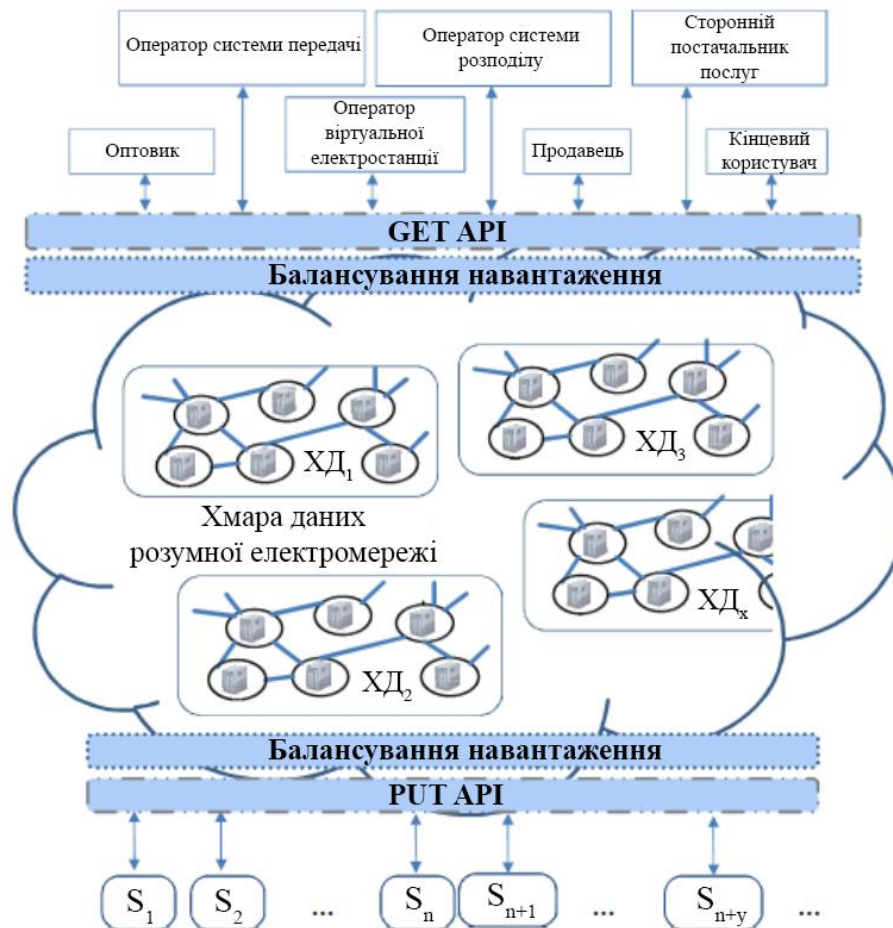


Рисунок 2.3 - Модель зберігання даних і доступу до них для хмари даних розумної електромережі [34]

Існує кілька критичних проблем, які слід враховувати при розгляді хмарного сценарію реального часу для розумної енергосистеми, таких як: безпека, затримка, моніторинг та конфіденційність.

Однією з проблем є збір і зберігання даних, оскільки він повинен збирати і зберігати не тільки дані про споживання енергії, а й інші дані, такі як дані про погоду, які безпосередньо впливають на рівень виробництва і споживання. Таким чином, необхідність розгляду належних автоматизованих рішень, таких як збір даних часових рядів, є більш ніж необхідною.

З точки зору підприємства основною проблемою при розгортанні технології хмарних обчислень є управління послугами. З одного боку, через низку проблем, пов'язаних з цим типом технології, а з іншого боку через

обмеження технологій і знань, компанії повинні вирішити, які послуги будуть передані на аутсорсинг, а які будуть розгорнуті. Крім того, розробка правильної стратегії інтеграції різних джерел і видів послуг в рамках однієї добре зарекомендувала себе організації є ще одним наступним завданням. Нарешті, добре зарекомендована технологія не є статичною, але вона постійно розвивається, тому завдання управління нею ще більш важлива з урахуванням довгострокової стратегії.

### **2.3.2 Семантичні технології обробки даних**

Семантичні технології підтримують напівструктуровані вимоги та міжсистемну комунікацію, коли потрібен певний інформаційний потік [35]. Крім того, семантичні технології є ключовим фактором, що сприяє інтеграції та інтероперабельності найбільших гетерогенних джерел [36]. Стів Хембі [37] вважає, що крім хмарних обчислень і обробки природної мови семантична технологія є однією з основних технологій обробки великих даних. З цієї точки зору семантичні технології могли б підтримувати взаємодію між клієнтом, конкретно розумним лічильником, і постачальником послуг управління даними, саме базою даних. На рисунку 2.4 візуалізується, проста взаємодія і взаємозв'язок між інфраструктурою енергосистеми семантичної павутини і базою даних.

Крім того, семантичні технології кодують сенс із зібраних енергетичних даних і файлів контенту, що допомагає машинам і людям розуміти за допомогою цих даних під час прийняття рішень. Оскільки розподіл даних може привести до неузгодженості даних, що є проблемою при отриманні інформації для майбутніх рішень, консолідація розподілених даних, а також надання додатків загальної картини всіх існуючих даних є найбільшою проблемою в розумних енергосистемах.

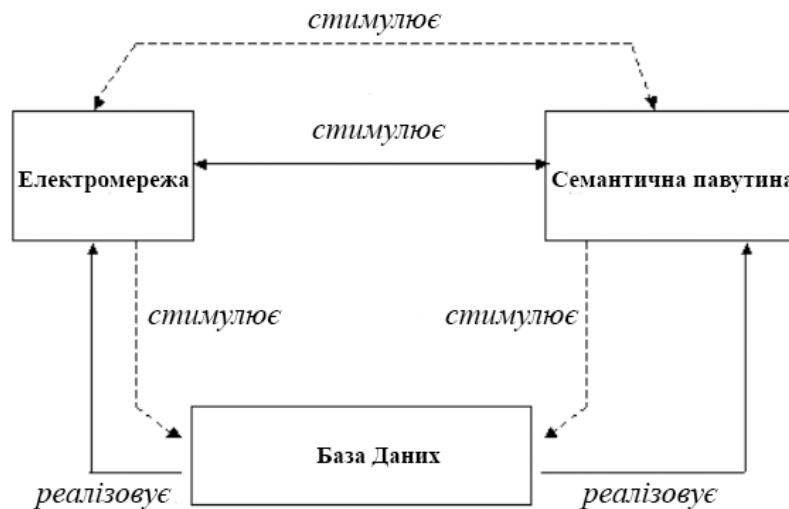


Рисунок 2.4 - Взаємозв'язок між інфраструктурою енергосистеми семантичної павутини і базою даних

За допомогою семантичних технологій характеристики додавання, зміни і реалізації нових відносин або взаємопов'язаних програм по-іншому можуть бути так само прості, як і зміна зовнішньої моделі, яку поділяють програми. Крім того, семантичні технології орієнтовані на значення включених інструментів для розпізнавання категорій даних і понять, вилучення інформації і сенсу із зібраних даних і категоризації генеруючої інформації. Таким чином, запитуючи базу даних, семантичні технології будуть безпосередньо шукати категорії, поняття, асоціації, що включають велику кількість джерел.

Однак інформаційна інтеграція семантичних технологій базується на заданому стандарті. W3C надає кілька стандартів для семантичних технологій, таких як SPARQL мова запитів для RDF10, Resource Description Framework (RDF) 11, Web Ontology Language (OWL) 12, Simple Knowledge Organization System (SKOS) 13 і так далі [38].

Легат і співавтори на їх основі своїх досліджень представили підхід до семантичного виявлення сенсорів і провізування сенсорних даних з використанням стандарту OPC-UA. Таким чином, вони моделюють онтологію

датчиків для датчиків з області автоматизації і також з сенсорних мереж, які можуть бути отримані через датчик проміжного програмного забезпечення. Таким чином, ґрунтуючись на їх дослідженнях, якщо проміжне програмне забезпечення запитується для конкретного датчика, семантичне зіставлення виконується на основі семантичних описів зареєстрованих датчиків. Крім того, для датчиків з області автоматизації використовується підхід, заснований на OPC-UA, який може забезпечити спеціальну адаптацію баз даних і є наступним кроком на шляху до гнучкої обробки даних [36].

Ще одним прикладом є дослідницька робота Юргена Ангелі і Міхаеля Гесмана [39], які використовують семантичні технології інтеграції даних на основі онтологій. Таким чином, з одного боку, онтології джерел даних можуть бути згенеровані з метаданих базових джерел даних, а з іншого боку, можуть бути розроблені більш бізнес-орієнтовані онтології. Ці бізнес-онтології використовують інші бізнес-онтології або можуть безпосередньо використовувати онтології джерел даних. Крім того, правила F-логіки використовуються для опису інформації про те, як об'єкти в різних онтологіях пов'язані один з одним, і вирішують проблему інтеграції різних інформаційних систем, проблему ре інтерпретації змісту джерел інформації в бізнес-термінах і, таким чином, роблять цей зміст зрозумілим звичайним кінцевим користувачам, і, нарешті, зіставляють різну семантику всередині джерел інформації із загальною концептуалізацією в бізнес-онтології. Більш того, ці онтології забезпечують індекс пам'яті, який дозволяє виконувати пошук по величезних обсягам даних для отримання релевантної, дієвої інформації, а також вирішувати ключові проблеми довіри до даних. Можливість передавати семантику на мобільний пристрій-це відмінний крок у приборканні звіра великих даних, оскільки користувачі можуть отримувати потрібні їм дані, коли і де вони їм потрібні. Великі дані продовжують рости, але семантичні технології забезпечують необхідні контрольні точки для правильного

індексування життєво-важливої інформації методами, що імітують образ мислення людей [37].

Підводячи підсумок, можна сказати, що семантичні технології в поєднанні з зазначеним стандартом можуть бути використані при обробці обсягу даних, що генеруються споживачами розумних енергосистем. Як видно з досліджених конкретних ситуацій, ці технології дозволяють не тільки збирати дані, але і отримувати корисну інформацію, зрозумілу всім сторонам, прямо або побічно беруть участь в роботі розумних енергосистем. Крім того, семантичні технології можуть поєднувати обробку подій, створюючи семантичну комплексну обробку подій, таким чином, специфіка обох технологій може бути використана для кращого управління і інтерпретації даних розумних енергосистем.

### **2.3.3 Подійно-орієнтована обробка**

Подійно-орієнтована архітектура (EDA) - це стиль архітектури програмного забезпечення, який побудований навколо моделі обробки подій тобто моделі, в якій рух інформації полегшується виявленням, повідомленням і обробкою подій (див. Рисунок 2.5) [40]. Таким чином, подія це є діяльність, яка відбувається в певний час і в певному середовищі. Однак подія ініціюється попереднім стимулом або дією. Крім того, всі події представлені повідомленнями, що містять всю відповідну інформацію про подію.

У здійсненні подійно-орієнтованої архітектури для розумної енергосистеми повинні бути розглянуті можливості подійно-орієнтованої архітектури, такі як:

- Незв'язані взаємодії: це означає, що видавці подій не знають про існування підписників подій.
- Зв'язок "багато до багатьох": публікація або підписка повідомлень, в яких одна конкретна подія може вплинути на багатьох підписників.

- Тригер на основі подій: потік управління, який визначається одержувачем на основі відправляючої події. Системи сповіщення про події перевіряють відповідні системи, створюють послідовність подій і повідомляють підписаних клієнтів про настання події в push / pull механізмі.
- Асинхронний: підтримує асинхронні операції за допомогою обміну повідомленнями про події [41].

Розглядаючи розумну енергосистему, подійно-орієнтована архітектура дозволяє збирати події генерації даних з різних вузлів енергосистеми. Крім того, за допомогою подійно-орієнтованої архітектури можна уникнути ризиків в реальному часі і ремонтних ситуацій за допомогою динамічних рішень, які відповідають характеристиці самолікування розумної енергосистеми. Таким чином, порушення технологічної архітектури можна було б запобігти, запровадивши подієво-орієнтовану архітектуру, яка динамічно перенаправляє енергію в режимі реального часу, щоб уникнути критичних катастроф. Наприклад, використання керованих подіями IPv6 на кожному пристрої є важливим кроком на шляху до створення керованої і сумісної енергетичної інфраструктури.

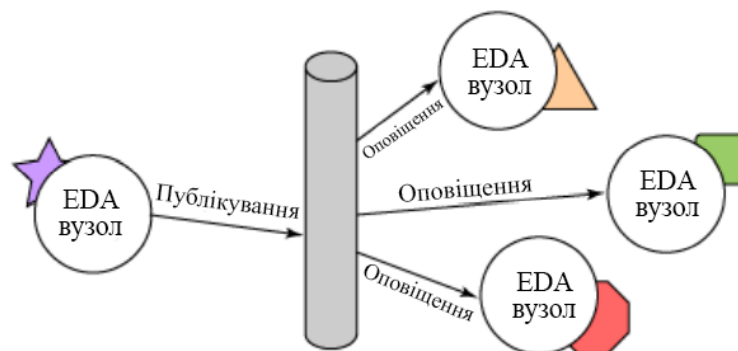


Рисунок 2.5 - Механізм підписки в подієво-орієнтованій архітектурі [41]

Таким чином, коли кожен пристрій може публікувати дані і бути безпосередньо адресований глобально, моніторинг і контроль в реальному часі стають можливими і більш складними, оскільки інші сторони можуть легко

взаємодіяти з ним через інтернет і інтегрувати його функціональність. Крім того, розумні лічильники, оснащені IPv6, можуть повідомляти показання лічильників хмарним бізнес-сервісам, які збирають свідчення декількох лічильників і можуть виявляти відхилення від очікуваного використання. Однак в разі несподіваного дефіциту або надлишку електроенергії, наприклад, ціна відповідно коригується і інформуються розумні лічильники. У разі підвищення ціни споживач повинен або заплатити вищу ціну, або скоротити своє споживання [42].

Підводячи підсумок, можна сказати, що подійно-орієнтована технологія підходить для розумного управління мережевими даними. Завдяки моніторингу в режимі реального часу і локалізованого контролю на рівні районної мережі може швидко реагувати на локальне балансування потужності, зменшуючи потребу в надмірному резервуванні і мінімізуючи втрати через транспортування. Крім того, дозволяючи кінцевому споживачеві зберегти за собою остаточне рішення про те, як споживається енергія, кожен може знайти свій власний компроміс між споживанням і вартістю. Отже, завдання полягає в розробці рішень для складних послуг, таких як створення місцевих енергетичних ринків, які будуть забезпечувати ринкові сигнали [42].

## **2.4 Додатки розумних енергосистем**

Існують різні точки зору щодо інфраструктури розумних енергосистем і вимог до ідентифікації і угрупованню додатків розумних енергосистем. Таким чином, розглядаючи свої перспективи, різні дослідники розглядають різні сфери застосування, такі як автоматизація реагування на попит (ADR), вдосконалена вимірювальна інфраструктура (AMI), контроль стабільності перехідних процесів (TSC) і т.д., в якості основних в електроенергетиці. Однак, незважаючи на відмінності в оцінці ключових додатків, дослідники сходяться на думці, що розгортання додатків залежить від вимог та

можливостей розумної енергосистеми, мережевих можливостей і типу каналів зв'язку розумної енергосистеми. Отже, ці додатки повинні бути включені на вимогу потреб розумної енергосистеми в складній мережі, заснованій на визначених типах зв'язку. Крім того, архітектура розумної енергосистеми повинна бути визначена на основі додатків, які може підтримувати розумна енергосистема [43]. Таким чином, зріла розумна енергосистема буде включати в себе ряд інтегрованих, але різних додатків, які вимагають різного ступеня надійності, затримки, доступності, пропускної спроможності, безпеки та економічного обґрунтування [44]. В цьому відношенні слід розглядати як всі виявлені відповідні вимоги до розумних енергосистем, так і до додатків розумних енергосистем, щоб визначити, як впровадити цю технологію в інфраструктуру розподілу енергії.

При розгортанні бізнес-моделі підприємства повинні визначити всі відповідні додатки та вимоги до розумних енергосистем і оцінити їх з точки зору своїх можливостей. Більш того, це залежить від бізнес-моделі і бізнес-плану, також існує потреба саме в якісній та кількісній оцінці відповідних додатків і вимог. Такими кількісними вимогами можуть бути часовий інтервал передачі даних, смуга пропускання енергії і так далі.

## **2.5 Розумні лічильники та розумні прилади обліку**

Ключовими елементами розгортання розумної енергосистеми є інтелектуальні лічильники (див. Рисунок 2.6), пристрої, які в розумному будинку генерують дані про споживання електроенергії як єдине ціле або як окремі джерела для конкретного пристрою. Розумний лічильник діє як шлюз для розумного будинку, щоб спілкуватися з іншою частиною енергосистеми. Так, наприклад, в якості стандарту зв'язку можуть використовуватися GSM, широкосмуговий зв'язок по лінії електропередачі, WiMAX, інтернет і інші стандарти зв'язку [21].



Розумні лічильники реєструють споживання електричної енергії та передають цю інформацію мережному оператору або постачальнику енергії для цілей моніторингу та виставлення рахунків. Завдяки цій інформації споживачі мають (можуть мати) можливість безпосередньо контролювати і управляти своїм індивідуальним споживанням. Крім того, ґрунтуючись на отриманій інформації із загальних зібраних даних, мережеві оператори можуть краще планувати використання інфраструктури і збалансувати систему, наприклад, з точки зору інтеграції відновлюваних джерел енергії [17]. Крім того, за допомогою розумних лічильників постачальники енергії можуть взаємодіяти з сервісною інфраструктурою і виконувати такі дії, як продаж і купівля електроенергії. Таким чином, передбачені більш просунуті сервіси, які будуть використовувати переваги інформаційних потоків майже в реальному часі між усіма учасниками [45].

Як ми бачимо, розумні лічильники забезпечують повну інформаційну обізнаність комунальних служб, а також дозволяють активним споживачам стати учасниками енергетичного навантаження. В цьому відношенні мета розумного лічильника полягає в тому, щоб виступати в якості центральної точки, що з'єднує всі такі внутрішні пристрої із зовнішнім світом.

### **2.5.1 Характеристики розумних лічильників**

Основні характеристики розумних лічильників:

- Вимірювання в реальному часі – розумні лічильники є частиною будівлі або будинку. Цей основний лічильник повинен збирати агреговані дані, так як будинок повинен містити інші лічильники і розумні прилади зі вбудованим розумним лічильником, які генерують дані. В цьому відношенні розумні лічильники генерують дані в реальному часі, керовані споживанням електроенергії.
- Цінові сигнали – оскільки споживання електроенергії не розподіляється оптимально в денний час, ціни різні для різних періодів часу,

відомих як поза пікові, пікові. Клієнти платять найвищу плату за електроенергію, яку вони використовують в піковий період, набагато менше в непіковий період. Таким чином, розумний лічильник може передавати цінову інформацію в режимі реального часу, щоб уникнути непотрібного енергоспоживання в піковий час. Крім того, ОЕСР повідомляє, що інформація про розумні лічильники може спонукати вітчизняних користувачів скоротити внутрішнє споживання до 20%. Недавнє випробування розумних лічильників Ірландської комісією з регулювання енергетики в 10 000 будинках і підприємствах показало, що 82% побутових споживачів змінили своє енергоспоживання.

- Продажі відновлюваної енергії – розумні лічильники будуть відігравати важливу роль в майбутньому, надаючи споживачам більше свободи вибору між різними постачальниками енергії.

- Запити управління з боку попиту - в розумному будинку, оснащеному розумним лічильником, електроенергія може бути миттєво і віддалено відключено при скасуванні облікового запису. Таким чином, як тільки технологія стане повсюдною, постачальники енергії будуть все частіше пропонувати тарифи в залежності від часу, тому споживачам буде запропоновано використовувати високоенергетичні прилади, такі як пральні машини, в низькі часові тарифи. Таким чином буде досягнуто більш рівномірний розподіл споживання енергії в добових базах або в більш тривалому періоді часу. Крім того, це зменшить потребу в дорогій генерації пікового навантаження і в кінцевому підсумку полегшить роботу постачальників енергії за рахунок зниження навантаження на управління енергосистемами, яка в іншому випадку була б викликана збільшенням використання поновлюваних джерел енергії [46].

## 2.5.2 Розвинена інфраструктура обліку

Розумний облік є невід'ємною частиною розумної енергосистеми. Для того щоб мати вільний потік даних, необхідно впровадити розвинену інфраструктуру обліку (AMI) [13]. Система розумних лічильників має відносно невелику кількість фізичного обладнання, оскільки вона складається тільки з розумних лічильників та розумної енергосистеми (див. рисунок 2.6). Тому велика частина системи залежить від програмних систем, які використовуються в різних мережевих системах.

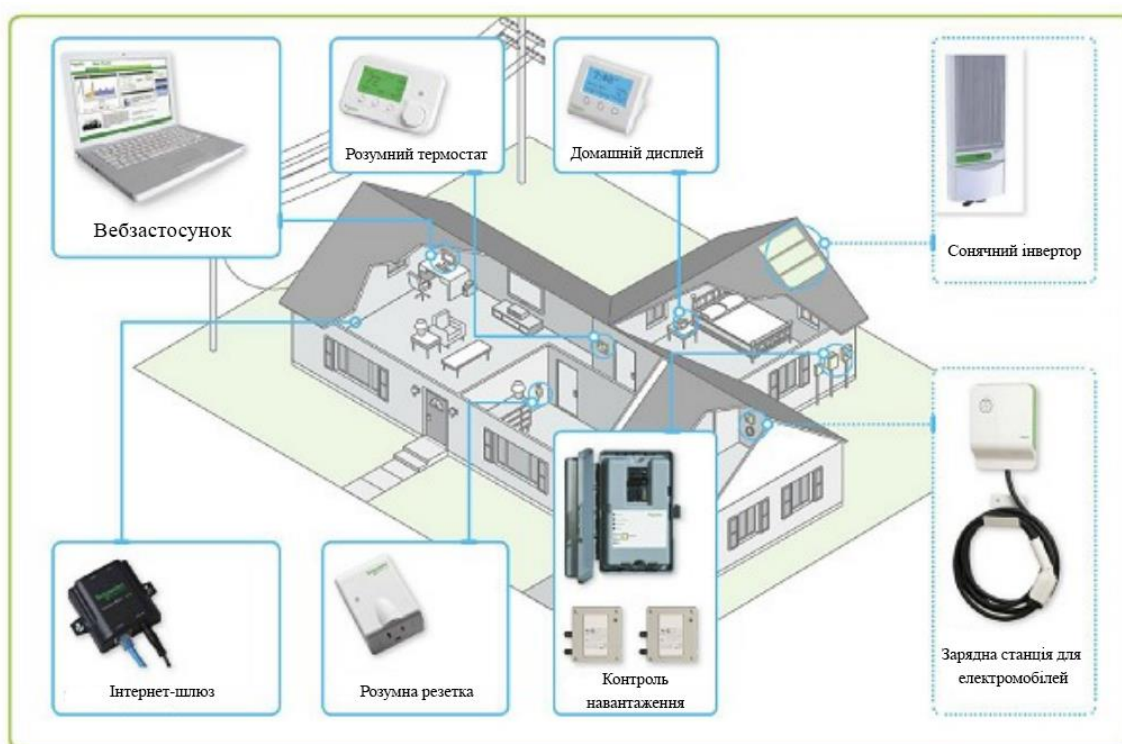


Рисунок 2.6 - Розумне вимірювання в будинку

Однак розвинена інфраструктура обліку добре зарекомендували себе комунікаційними розумними лічильниками які можуть миттєво виявляти проблеми з якістю електроенергії та втрату потужності, дозволяючи системним операторам швидко діагностувати системні проблеми і відновити обслуговування. Крім того, розвинена інфраструктура обліку з розумними лічильниками і можливістю двостороннього зв'язку буде надавати

споживачам цінові сигнали, близькі до реального часу, які пов'язані з оптовими цінами. Ця інформація створить стимул для споживачів реагувати на ціни так само, як вони реагують на більшість інших продуктів, які вони купують [47].

### **2.5.3 Проблеми безпеки та конфіденційності розумного вимірювання**

Ключове питання, яке потрібно зрозуміти, полягає в тому, що розумні лічильники встановлюються на будинок споживача, "що живе разом". Хан, який в деяких аспектах може бути ототожнений з розвиненою інфраструктурою обліку, що є базою, через яку будуть відбуватися всі дії з даними. Така передова технологія, здатна збирати всі дані, вести історію і оцінювати їх вибір і розподіл, може багато розповісти про споживача. Багато дослідників вважають, що збір всіх даних з лічильника і субметрів дасть можливість аналізувати і виводити поведінку споживачів. Тому було проведено кілька досліджень з метою оцінки і захисту вразливостей даних розвиненої інфраструктури обліку і проблем конфіденційності [48].

Призначення, дизайн, функціональні можливості і реалізація розумної вимірювальної системи в значній мірі визначають, чи буде вона відповідати законодавству про конфіденційність і захист даних. Тому з самого початку законодавство про конфіденційність і захист даних слід розглядати як важливі вимоги при проектуванні розумних вимірювальних систем.

### **2.5.4 Питання впровадження розумного вимірювання**

Одна з головних проблем, також розглядає IBM Inc. [49] - це стабільне розгортання розумних вимірювальних мереж та розумних енергосистем в цілому. На прикладі 2 мільйонів розгорнутих розумних лічильників і при 99% успішної експлуатації вони вказують на складність управління даними та інформацією, одержуваної з відсутніх лічильників. Більш того, вони

посилуються в розгортанні проблеми, додаючи до сценарію датчики, віддалені термінальні блоки (RTU) і т.д.. Таким чином, складність ситуації з урахуванням кількох терабітних даних значно зростає.

З огляду на цю проблему, IBM пропонує кореляцію лічильників для досягнення таких переваг, як більш швидка ідентифікація відключень лічильників, краще розуміння продуктивності розумних енергосистем, раннє попередження про вплив оновлень.

Однак досягнення істинного, стабільного і безпечного розумного обліку та структури розумних енергосистем є великою проблемою, тому комунальні служби повинні глибоко розглянути всі зацікавлені сторони з їх точки зору, щоб вибрати найкращих можливих партнерів і стратегічних партнерів, які будуть грати ключову роль в успішному розгортанні розумних енергосистем.

## **2.6 Висновки до другого розділу**

Цей розділ базується на поясненні розумної електричної системи як одного з доменів розумного міста, так і з розумної інфраструктури, завдяки чому основна увага віддається розумній енергосистемі як домену. Перш за все визначається розумна електрична система, також досліджується поточна електрична система та її різниця між розумною електричною системою. Крім того, були проаналізовані вимоги, які повинна виконувати розумна енергосистема. Таким чином, на основі вимог розумної енергосистеми були досліджені популярні технології та програми розумної енергосистеми. А також були досліджені розумні лічильники і розумні прилади обліку і їх проблеми.

## **3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **3.1 Охорона праці**

#### **3.1.1 Ризико-орієнтований підхід в системі управління охороною праці**

На даний момент в країнах ЄС а також і у міжнародних організаціях головною системою забезпечення прав на здорові та безпечні умови праці державному на рівні визнано вжиття ризико-орієнтованого підходу (РОП) у системі управління охороною праці. Але нажаль дослідження цього питання українськими науковцями є досить обмеженими. З огляду на те, що питання впровадження ризико-орієнтованого підходу в систему управління охороною праці в Україні не було пріоритетним у державній політиці [50].

Найбільш вагоміше питання в теорії і практиці охорони праці є питання підвищення рівня безпеки. Якщо знайдену небезпеку не можна виключити повністю, тоді потрібно знизити ризик до дозволеного рівня шляхом вибору доцільного рішення. Досягти даної мети допомагає ризико-орієнтований підхід, суть якого полягає у визначенні ризику при різних рішеннях а також у виборі оптимального рішення. Використання методів управління дозволяє знайти оптимальне рішення, що забезпечить заданий рівень безпеки.

Концептуально ризико-орієнтований підхід складається з двох елементів: оцінка ризику, управління ризиком.

Оцінка ризику – це аналіз виникнення і масштаб ризику в певній ситуації. Перебіг оцінки ризику базується на двох аспектах: описі впливу і описі експозиції. Дані аспекти є фокусом для проведення майбутніх стадій таких як:

- оцінка ризику – це фактично виявлення небезпеки;

- оцінка експозиції – це оцінка типу а також числа людей, які зазнають вплив окремого стресора та шляхом дії, часом початку експозиції а також тривалістю;
- оцінка очікуваних ефектів – це обсяг несприятливих ефектів, які можуть, можливо, виникнути при згаданих рівнях експозиції від фактора ризику;
- характеристика ризику – це оцінка виявлених і можливих ефектів, які є несприятливими;

Часте використання а також переваги оцінок ризику не означають, що вони є єдиними причинами виникнення явища управлінських рішень. Менеджери ризику вивчають безліч чинників. Політичні, економічні, соціальні особливості а також вимоги законів, можуть зобов'язати менеджерів ризику зробити ухвалу, які є більше або менше захищені. Спад ризику до самого низького рівня може бути дорогим або технічно неможливим. Хоча процедури оцінки ризику забезпечують менеджерів ризику найбільш критичною інформацією, вона є тільки частиною процесу прийняття рішення [51].

Управління ризиком – аналіз ситуації та розробка рішень, спрямованих на зниження ризику до прийняттого мінімуму.

Невід'ємною складовою ефективною системи управління охороною праці на підприємстві є управління ризиками появи нещасних випадків, які є необхідним процесом профілактики виробничого травматизму. Ризик супроводжує людину в усіх сферах її діяльності і є природною складовою життя. Ризик може бути:

- великим і стати причиною аварій або нещасних випадків на роботі, а також причиною професійних захворювань;
- малим, а його наслідки не так небезпечні, наприклад, невелика травма або незначні матеріальні збитки.

Міжнародний стандарт OHSAS 18001:2010 [52] що передбачає необхідність ідентифікації небезпек, оцінку ризиків та розробку заходів щодо усунення або зменшення ризику на робочому місці використовують у процесі управління ризиками.

З 12 травня 2018 року до сьогодні міжнародною організацією зі стандартизації (ISO) створено та оприлюднено стандарт ISO 45001:2018 «Системи менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці. Вимоги та рекомендації щодо застосування».

Найважливіша відмінність між стандартами: стандарт ISO 45001 є спрямований на взаємодії між її бізнес-оточенням і організацією, а стандарт OHSAS 18001 – на управлінні факторами ризику в галузі охорони праці та промислової гігієни. Також, варто зазначити, що OHSAS 18001 базується на процедурах та розглядає лише ризики, в той час як ISO 45001:2018 – розглядає як ризики, так і можливості, ґрунтуючись на процесах.

Отже можна зробити висновок, що новий стандарт розглядає охорону праці не просто як окрему сферу, а надає їй більшої значущості, розглядаючи як невід'ємну складову перспектив розвитку усієї компанії.

Варто зауважити, що міжнародний стандарт ISO 45001 застосовує загальний підхід, терміни і визначення та високорівневу структуру, яку використовують інші стандарти ISO. Це безперечно полегшує процес створення системи менеджменту охорони здоров'я та безпеки праці для організацій, що вже впровадили інші системи менеджменту на основі стандартів ISO [53].

Стандарт ISO 45001:2018 передбачає:

- впровадження ризик-орієнтованого підходу.
- постійне вдосконалення для відповідності внутрішньому клімату організації.
- відповідність вимогам національного законодавства.



Концепція РОП дає можливість раціонально використовувати кошти, спрямовані на охорону праці. Ця концепція за деякими критеріями протилежна підходу, при якому можливість досягнення кращого результату і необхідність диктується системою стандартів, нормативів а також правил. Ще 20-25 років назад РОП почав з'являтися в розвинених країнах. Концепція в більшій мірі відповідає економічним інтересам підприємства і тому більше може зацікавити підприємців [54].

Наразі в Україні проводяться державні напрями з впровадження ризико-орієнтовного підходу до системи управління охороною праці на відчизняних підприємствах. Метою таких заходів є звернення уваги роботодавців, підприємців, працівників на важливі питання безпеки праці та обговорення їх з науковцями, іноземними та відчизняними експертами, спеціалістами з охорони праці. Україна тільки починає впроваджувати даний підхід в систему управління охороною праці, тому необхідно саме на законодавчому рівні закріпити нові концептуальні засади впровадження системи управління ризиками, що потребує перегляду встановлених та діючих механізмів, процедур, а також кола обов'язків роботодавців та працівників щодо забезпечення здорових та безпечних умов праці на виробництві [50].

Застосування нових небезпечних технологій вимагає нових методів управління, адекватних цим технологіям. Забезпечення безпеки шляхом використання ризик орієнтованого підходу передбачає превентивне втручання з врахуванням рівня розвитку науки і технологій. Такий підхід може дати десятикратну економію коштів на збереження безпеки та ліквідацію негативних наслідків надзвичайних ситуацій.

## **3.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

### **3.2.1 Захист інформаційних управляючих систем від ушкоджень, що викликані дією ЕМІ ядерних вибухів**

Електромагнітний імпульс (ЕМІ) - в телекомунікації й фізиці це уявлення яке означає факт створення і поширення електромагнітного імпульсного випромінювання широкого спектру частот та великої напруженості протягом короткого відрізка часу [55].

Електромагнітний імпульс, що виникає під час ядерних вибухів є до такої міри потужним, що розглядається як один з чинників ураження цієї зброї. Електромагнітний імпульс ядерного вибуху є потужне не тривале поле з довжинами хвиль від 1 до 1000 м і більше, що виникає в момент вибуху. При наземному і низькому повітряному вибухах вплив від ураження ЕМІ спостерігається на відстані до кількох кілометрів від епіцентру вибуху.

Ураження від ЕМІ проявляється, насамперед, стосовно до електротехнічної апаратури та радіоелектронної а також інших об'єктів, що використовують електрику. Струми і напруги, які виникають при цьому можуть викликати пошкодження трансформаторів, псування напівпровідникових приладів, пробій ізоляції, перегорання плавких вставок та інших елементів пристроїв [55].

Найбільш результативним є виникнення ЕМІ при наземних і повітряних ядерних вибухах. Звичайно, якщо потрапити в епіцентр ураження ядерної бомби великої потужності, то захист буде пробитий, але на певній відстані від епіцентру, ймовірність ураження буде істотно нижче. Електромагнітні хвилі поширюються в усі сторони (як хвилі на воді) тому їх сила зменшується пропорційно квадрату відстані.

Якщо ядерний вибух відбувається під землею ЕМІ повністю гаситься частками твердої породи, а при висотних або космічних ядерних вибухах

виявлення ЕМІ ускладнюється відстанню між точкою спостереження та джерелом ЕМІ.

На щастя, вчені успішно працюють над захистом від електромагнітного імпульсу. Так, в інституті Фраунгофера розробили детектор, здатний визначити силу, частоту і джерело електромагнітного імпульсу.

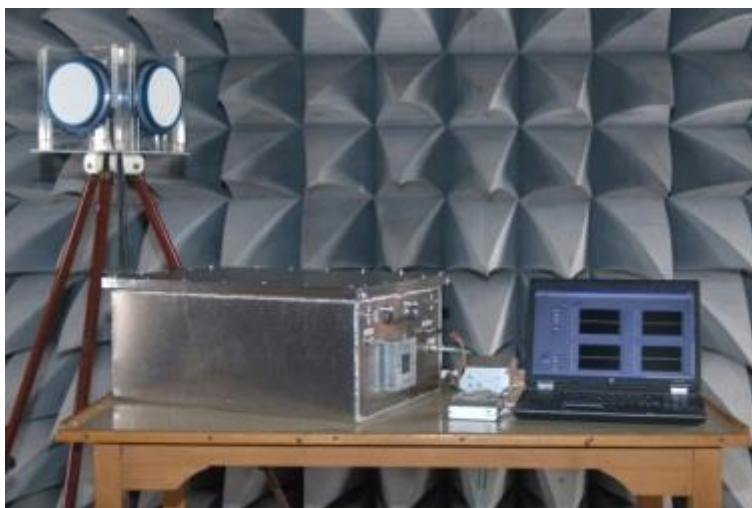


Рисунок 3.1 – Детектор електромагнітного імпульсу [56]

Серед захисних пристроїв для відбиття електромагнітного імпульсу є три найбільш використовувані типи: газорозрядні, напівпровідникові, вакуумні а також їх комбінації.

Рішення задачі підвищення рівня захисту систем неможливо без створення надійних та ефективних пристроїв, заснованих на використанні високотемпературних надпровідників, здатних відбити і поглинати імпульсні електромагнітні випромінювання [57].

### **3.3 Висновки до третього розділу**

Під час виконання кваліфікаційної роботи було розглянуто ризико-орієнтований підхід в системі управління охороною праці і було виявлено, що за допомогою цього підходу у розумних містах можна десятикратно знизити

затрату коштів на збереження безпеки та ліквідацію негативних наслідків надзвичайних ситуацій.

Також було розглянуто захист систем від ЕМП ядерних вибухів і було виявлено що зекономлені кошти потрібно вкладати у розвиток ефективних пристроїв, заснованих на використанні високотемпературних надпровідників, які допоможуть у захисті від ЕМП ядерних вибухів.

## ВИСНОВКИ

Ця робота розглядає одну з багатьох областей розумного міста, яка не є окремим компонентом розумного міста, а частиною однієї великої і складної концепції.

Споживання енергії постійно зростає, що призводить до значних змін у всьому ланцюжку бізнес-середовища електроенергетики, а також в житті людини і в загальному середовищі проживання. Це вже давно стало мотивацією для різних дослідників, організацій і підприємств розробляти розумні рішення в цій галузі.

В роботі отримано наступні результати:

- проведено аналіз наукових публікацій по темі дослідження;
- проведено дослідження інформаційних та комунікаційних технологій та програм розумної енергосистеми;
- описано проблеми та потреби міст;
- проведено аналіз розумної енергосистеми як одного з доменів розумного міста;
- запропоновано вимоги, які повинна виконувати розумна енергосистема;

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Cassavoy, L. What Makes a Smartphone Smart? [Електронний ресурс]. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: [http://cellphones.about.com/od/smartphonebasics/a/what\\_is\\_smart.htm](http://cellphones.about.com/od/smartphonebasics/a/what_is_smart.htm).
2. Desertec Fondation. The DESERTEC Concept [Електронний ресурс] // Desertec Fondation. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.desertec.org/concept/>.
3. Ling, A. P. A. Selection of Model in Developing Information Security Criteria on Smart Grid Security System. / Ling, A. P. A., & Masao, M. – 2011 IEEE Ninth International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications Workshops, 2011.
4. Walravens, N. The City as a Platform: A Case-based Exploration of Mobile Service Platform Types in the Context of the City. / Walravens, N – 2011.
5. Qin, Development Status of Domestic and Foreign Smart City. / Qin, H., Li, H., & Zhao, X., – 2010 – 50-52 с.
6. Lu, S. The Smart City's Systematic Application and Implementation in China. / Lu, S – 2011.
7. Front cover Smarter Cities Series: A Foundation for Understanding IBM Smarter Cities. / [Kehoe, M., Cosgrove, M., Gennaro, S. D., Harrison, C., Harthoorn, W., Hogan, J., Meegan, J.] – 2011.
8. U.S. Department of Energy. Buildings Energy Data Book (11th ed.). [Електронний ресурс] // D&R International, Ltd. Retrieved. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <http://buildingsdatabook.eere.energy.gov/>.
9. Han, D.-man, & Lim, J.-hyun. Smart Home Energy Management System using IEEE. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 56(3), 1403-1410. – 2010

10. National Institute of Standards and Technology. Guidelines for Smart Grid Cyber Security: Vol. 2, Privacy and the Smart Grid. Technology (Vol. 2). – 2010
11. Baumeister, T. Literature Review on Smart Grid Cyber Security. Simulation. – 2010
12. Berst, J. (2011). Stop obsessing about customers! says leading smart grid expert. [Электронный ресурс] // SmartGridNews. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Business\\_Strategy/Stop-obsessing-aboutcustomers-says-leading-smart-grid-expert-3878.html](http://www.smartgridnews.com/artman/publish/Business_Strategy/Stop-obsessing-aboutcustomers-says-leading-smart-grid-expert-3878.html).
13. Ecologic Analytics, L. Meter Data Management for the Smart Grid. – 2009.
14. National Institute of Standards and Technology. Guidelines for Smart Grid Cyber Security: Vol. 3, Supportive Analyses and References. Technology (Vol. 3). – 2010.
15. Baumeister, T. Literature Review on Smart Grid Cyber Security. Simulation. – 2010.
16. ABB AG. When grids get smart ABB – your partner for developing Smart Grids solutions A transition from traditional to Smart Grids ABB`s commitment to Smart Grids The traditional power grid is based on centralized generation plants that supply. – 2009
17. European Commission Energy. Q & A on the deployment of smart electricity grids and smart meters . What is a smart grid ? (Vol. d). – 2011
18. Qi, W., Chun-you, W., & Tong, L. Study on the Stakeholders of Energy System in China 3 The definition and classification of. International Conference on Management Science & Engineering (15th) (pp. 1524-1530). Long Beach, USA. – 2008
19. Stötzer, M., Teufel, S., & Sauvain, H. Business Concept for Distributed Generation in the Swiss Energy Market. Energy (pp. 1-7) – 2010

20. European Commission Energy. The European Electricity Grid Initiative Detailed Implementation Plan 2010-12. Transit – 2010
21. Morvaj, B., Lugaric, L., & Krajcar, S. Demonstrating Smart Buildings and Smart Grid features in a Smart Energy City. Building (pp. 1-8) – 2010
22. Belissent, J. The Key To Being A Smart City Is Good Governance: “Smart Governance.” [Электронный ресурс] // Forrester Inc. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: [http://blogs.forrester.com/jennifer\\_belissent\\_phd/11-05-2011/the\\_key\\_to\\_being\\_a\\_smart\\_city\\_is\\_good\\_governance\\_smart\\_governance](http://blogs.forrester.com/jennifer_belissent_phd/11-05-2011/the_key_to_being_a_smart_city_is_good_governance_smart_governance).
23. IBM Inc. IBM Intelligent Operations Center [Электронный ресурс] // IBM.com. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: <http://www-01.ibm.com/software/industry/intelligent-oper-center/>.
24. IBM Inc. IBM Government Industry Framework: An Integrated Software Platform for Smarter Solutions [Электронный ресурс] // IBM.com. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: <http://www01.ibm.com/software/industry/government/framework/>.
25. Naccarati, F., & Hobson, S. IBM Smarter City Solutions on Cloud [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: <http://public.dhe.ibm.com/common/ssi/ecm/en/giw03021usen/GIW03021USEN.PDF>.
26. Energyauthority.com. Smart Grid – Driving Forces and Benefits. [energyauthority.net/](http://energyauthority.net/). Retrieved December 8, 2011, from <http://www.energyauthority.net/smart-grid---drivingforces-and-benefits/> – 2011.
27. McDonald J. Smart Grid Network. ISM3004 [Электронный ресурс] / J. McDonald. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: <http://jmacism3004.blogspot.com/2011/04/smart-grid-network.html>.
28. Ohrn, M., & Kazemzadeh, H. Smartness in control. Zurich, Switzerland; Raleigh, NC, United States. – 2010.



29. Yuen, C., Oudalov, A., Paice, A. D., & Sengbusch, K. von. Smart teamwork: Collaborations with recognized research institutes are helping ABB meet the challenges of the future electric grid. Baden-Dättwil, Switzerland; Mannheim, Germany. – 2010.
30. European Commission Energy. Task Force Smart Grid Expert GRoups 2: Regulator Recommendations for Data Safety, Data Handling and Data Protection Report. Group. – 2011.
31. Dzung, D., Hoff, T. von, Stoupis, J., & Kranich, M. Connected: The nervous system of the smart grid. – 2010.
32. SYS-CON Media Inc. Twenty-One Experts Define Cloud Computing. [Электронный ресурс] // SYS-CON Media Inc.. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: <http://cloudcomputing.sys-con.com/node/612375/print>.
33. Mell, P., & Grance, T. The NIST Definition of Cloud Computing Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Nist Special Publication. Gaithersburg, USA – 2011.
34. Rusitschka, S., Eger, K., & Gerdes, C. Smart Grid Data Cloud : A Model for Utilizing Cloud Computing in the Smart Grid Domain. Regulation (pp. 483-488). Munich, Germany – 2010.
35. Harris, S., Gibbons, J., Davies, J., & Crichton, C. Semantic Technologies in Electronic Government Tutorial and Workshop. University Computing. Oxford OX1 3QD, UK – 2008.
36. Legat, C., Seitz, C., & Vogel-heuser, B. Unified Sensor Data Provisioning with Semantic Technologies. Munich, Germany – 2011.
37. Hamby, S. Top Three Technologies to Tame the Big Data Beast. [Электронный ресурс] // TheHuffingtonPost.com, Inc.. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.huffingtonpost.com/steve-hamby/top-threetechnologies-to\\_b\\_1105022.html](http://www.huffingtonpost.com/steve-hamby/top-threetechnologies-to_b_1105022.html).
38. W3C. Main Page. [Электронный ресурс] // w3.org. – 2011. – Режим доступа до ресурсу: [http://www.w3.org/2001/sw/wiki/Main\\_Page](http://www.w3.org/2001/sw/wiki/Main_Page).

39. Angele, J., & Gesmann, M. Data Integration using Semantic Technology : A use case. Proceedings of the Second International Conference on Rules and Rule Markup Languages for the Semantic Web (RuleML'06) [Электронный ресурс] // IEEE. – 2006. – Режим доступа до ресурсу: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4032391>.
40. Governor, J., Nickull, D., & Hinchcliffe, D. Specific Patterns of Web 2.0: Chapter 7 - Web 2.0 Architectures. [Электронный ресурс] // O'Reilly Media, Inc.. – 2010. – Режим доступа до ресурсу: <http://oreilly.com/web2/excerpts/9780596514433/specific-patterns-web20.html>.
41. Maréchaux, J.-L. Combining Service-Oriented Architecture and Event-Driven Architecture using an Enterprise Service Bus. [Электронный ресурс] // IBM. – 2006. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-soa-eda-esb/index.html?ca=drs-#Resources>.
42. Höglund, J., Eriksson, J., Finne, N., Sautery, R., & Karnouskosz, S. Event-driven IPv6 Communication for the Smart Grid Infrastructure. Computer. Duisburg, Germany; Kista, Sweden. – 2011.
43. Electric Power Research Institute. Integrating New and Emerging Technologies Into the California Smart Grid Infrastructure. Energy. Palo Alto, CA. – 2008.
44. Deshpande, J., Locke, A., & Madden, M. Smart Choices for the Smart Grid: Using wireless broadband for power grid network transformation. Technology – 2010.
45. Karnouskos, S., & Holanda, T. N. D. Simulation of a Smart Grid City with Software Agents. 2009 Third UKSim European Symposium on Computer Modeling and Simulation, 424-429. Ieee. doi:10.1109/EMS.2009.53 – 2009.
46. Lasch, J. Smart metering: The meter cabinet as the metering and communication center. Sasbach, Germany. – 2010.

47. Hamilton, B. A., Miller, J., & Renz, B. Understanding the Benefits of the Smart Grid. Strategy. [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: [www.netl.doe.gov/smartgrid](http://www.netl.doe.gov/smartgrid).
48. Carpenter, M., Goodspeed, T., Singletary, B., Skoudis, E., & Wright, J. Advanced Metering Infrastructure Attack. Methodology. – 2009.
49. Lewis, F., & Egger, R. IBM 's Business analytics and optimization (BAO): The “intelligence” behind the utility industry 's Smart Meter and Smart Grid deployment. Production. Somers, NY, USA. – 2010.
50. Трофімова А. І. Впровадження ризико-орієнтованого підходу в системі управління охороною праці в Україні [Електронний ресурс] / А. І. Трофімова – Режим доступу до ресурсу: [http://eprints.kname.edu.ua/49026/1/ilovepdf\\_com-107-108.pdf](http://eprints.kname.edu.ua/49026/1/ilovepdf_com-107-108.pdf).
51. Оцінка рівня ризику [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://pidru4niki.com/1566072150887/bzhd/otsinka\\_rivnya\\_riziku](https://pidru4niki.com/1566072150887/bzhd/otsinka_rivnya_riziku).
52. ДСТУ ОHSAS 18001:2010. Системи управління гігієною та безпекою праці. Вимоги. Київ. 2011. 20 с.
53. ISO 45001: Occupational Health and Safety Standard [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.nqa.com/en-us/certification/standards/iso-45001>.
54. Основи охорони праці / [К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін.]. – Київ: Основа, 2006. – 448 с. – (2-ге видання).
55. Електромагнітний імпульс [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%>.
56. Как защититься от оружия ЭМИ [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://хакер.ru/2013/12/09/61730/>.
57. Ропий А. И. Сверхвысокочастотные защитные устройства / А. И. Ропий, А. М. Старик, К. К. Шутов., 1993. – 128 с.

# ДОДАТКИ

Додаток А

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

МАТЕРІАЛИ

VII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

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



9–10 грудня 2020 року

ТЕРНОПІЛЬ  
2020

УДК 004.67

Медвецька Р., Дюмін Д., Копчак А.–ст.гр СНд-2

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

## КЛЮЧОВІ ЕЛЕМЕНТИ РОЗУМНОГО МІСТА

UDC 004.67

Medvetska R., Diumin D., Korchak A.

## KEY ELEMENTS OF A SMART CITY

Аналіз наукових джерел та порівняння визначень розумного міста, що використовуються різними авторами та організаціями, дозволяє виявити пріоритетні основні елементи для кожної з концепцій, а також порівняти, які елементи та за яких обставин важливіші для інших.

На думку автора [1], в розумному місті в основному є 2 основні елементи – ІКТ та розумні громадяни



Рисунок 1. Взаємозв'язок елементів у розумному місті

Існує три основні елементи концепції розумного міста, без яких сам термін, можливо, навіть не існував би. Перш за все – це інформаційні технології, які з 1990 року розглядаються як ключовий елемент розумних міст.

Другий важливий елемент розумного міста – це розумні громадяни. Зазначимо, що на початку становлення концепції розумного міста, окрім застосування інформаційних і комунікаційних технологій, жоден вплив громадян не передбачався. Хоча останні роки все більше уваги приділяється впливу людини. Запорукою успішного розумного міста є, перш за все, розумні громадяни.

Третім елементом, який є суттєвим фактором впливу на термінологію розумних міст є взаємозв'язок елементів, або іншими словами – співпраця між різними органами (муніципалітет, бізнес, асоціації, організації, університети, громадяни тощо).

Така характеристика розумного міста визначає успішну співпрацю, спілкування, взаєморозуміння та зв'язок між різними елементами.

Розумне місто розглядається не лише як теоретична концепція, яка включає інтелект та вдале управління, що створює конкурентоспроможність, стійкість та взаємозв'язок елементів. Розумне місто не існувало б як таке без вкладу суспільства. Хоча на даний момент не існує спільної згоди, що саме являють собою ці компоненти, без успішної співпраці яких розумне місто не працює.

### Література.

1. Gibson D.V., Kozmetsky G., Smilor R.W. The Technopolis Phenomenon: Smart Cities, Fast Systems, Global Networks. Rowman & Littlefield, New York, 1992, ISBN: 9780847677580.
2. Дуда О. М., Кунанець 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

УДК 004.67

Медвецька Р., Дюмін Д, Копчак А.–ст.гр СНд-2

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

## ПЛАТФОРМИ, ЯК АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ РОЗУМНЕ МІСТО

UDC 004.67

Medvetska R., Diumin D., Korchak A.

## PLATFORMS AS THE ARCHITECTURE OF THE SMART CITY SYSTEM

У галузі дослідження інформаційних систем та в галузі медіа-досліджень поняття платформи позначає архітектуру, як це можна побачити, зокрема, у Plantin (2016), Bygstad and D'Silva (2015) [1]. Існує ще один потік досліджень на платформах, який використовує архітектурне визначення в різній мірі для позначення платформи. Однак цей потік також орієнтований на динаміку ринку, яка стосується платформ, і згодом не розглядає платформи як просто архітектуру, а архітектуру, а також динаміка ринку та структури, що стосуються платформ. Цей потік можна зустріти в працях Tan B., Pan S. L., Lu X., & Huang L. та Tiwana A. [2].

Почнемо з опису архітектури платформи, оскільки це спільне між двома потоками досліджень.

Концептуально платформа складається з трьох елементів:

- основні компоненти, які є стабільними та мало мінливими;
- додаткові компоненти, які є дуже мінливими та нестабільними;
- інтерфейси між ядром та додатковими компонентами, що забезпечують модульність між ними.

Основні компоненти розроблені та підтримуються таким чином, щоб забезпечити підтримку функціональності доповнюючих компонентів. Зв'язок між ними відбувається через чітко визначені інтерфейси, за допомогою яких додаткові компоненти можуть використовувати можливості основних компонентів. Основними перевагами цієї архітектури є багаторазове використання функціональних можливостей основних компонентів та усунення ускладнень від додаткових компонентів [3].

Основні компоненти дуже стабільні і мають велику ступінь складності. Додаткові компоненти дуже нестабільні і постійно змінюються, але з невеликим ступенем складності. Інтерфейси чітко визначені і забезпечують зв'язок між двома групами компонентів, дозволяючи додатковим компонентам використовувати можливості в ядрі.

### Література.

1. Bygstad, B., & D'Silva, F. (2015). Government as a platform: a historical and architectural analysis. Paper presented at the Norsk konferanse for organisasjoners bruk av IT, Høgskolen i Ålesund, Ålesund, Norway.
2. Tan, B., Pan, S. L., Lu, X., & Huang, L. (2015). The Role of IS Capabilities in the Development of Multi-Sided Platforms: The Digital Ecosystem Strategy of Alibaba. com. *Journal of the Association for Information Systems*, 16 (4), 248. Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/jais/vol16/iss4/2>.
3. Tiwana, A. (2013). *Platform ecosystems: aligning architecture, governance, and strategy*. Newnes.