

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут прикладного системного аналізу  
(повна назва інституту/факультету)

Кафедра системного проектування  
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ А.І.Петренко  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” \_\_\_\_\_ 2018 р.

**Магістерська дисертація**

другого (магістерського) рівня вищої освіти  
(першого (бакалаврського), другого (магістерського))

зі спеціальності

Системне проектування сервісів  
(код та назва спеціальності)

на тему: Управління потоками подій в режимі реального часу за допомогою Інтернету речей

Виконав: студент 6 курсу, групи ДА-62м

\_\_\_\_\_ Петріщенко Сергій Олександрович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н. Безносик О. Ю. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант Розроблення стартап-проекту доцент, к.т.н. Безносик О. Ю. \_\_\_\_\_  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ доцент каф. ТК ФІОТ, к.т.н., доцент Мелкумян К.Ю. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Нормоконтроль \_\_\_\_\_ доцент, к.т.н., с.н.с. Кисельов Г. Д. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає запозичень  
з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2018

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»**

Факультет (інститут) Інститут прикладного системного аналізу  
(повна назва)

Кафедра Системного проектування  
(повна назва)

Рівень вищої освіти Другий(Магістерський)  
(перший (бакалаврський), другий (магістерський) або спеціаліста)

Спеціальність Системне проектування сервісів  
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
А.І.Петренко  
(підпис) (ініціали, прізвище)  
«  »                      2018 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на дипломний проект (роботу) студенту**  
**Петрішенку Сергію Олександровичу**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Управління потоками подій в режимі реального часу за допомогою Інтернету речей

керівник проекту (роботи) Безносик Олександр Юрійович, к.т.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «  »                      2018 р. №       

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01.05.2018

3. Об'єкт дослідження Інтернет речей.

4. Предмет дослідження Управління потоками подій в контексті Інтернету речей.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити

1. Проаналізувати основну концепцію Інтернету речей, її перспективи розгортання в сучасному світі;

2. Розглянути основні технології впровадження та управління подіями в контексті Інтернету речей;
3. Навести приклади використання розглянутих технологій;
4. Розробити програмний продукт як приклад використання;
5. Розробити стратегію стартап-проекту, яка дозволить реалізувати описану технологію в якості конкурентноспроможного продукту;
6. Оформити роботу на основі отриманих результатів.

#### 6. Орієнтовний перелік публікацій

1. Петріщенко С. О. Сучасна концепція Інтернету речей / Петріщенко : Матеріали XX міжнародної науково-практичної студентської конференції, 21-24 травня 2018, Київ, Україна : матеріали. – К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – С. 254.

#### 7. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Реалізація стартап-проекту	Безносик О. Ю., доцент		

#### 7. Дата видачі завдання 01.02.2018

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання	01.02.2018	
2	Ознайомлення з технічною літературою	15.02.2018	
3	Збір інформації	20.02.2018	
4	Дослідження предметної області та існуючих рішень	05.03.2018	
5	Дослідження основних технологій Інтернету речей	10.03.2018	
6	Аналіз можливостей управління подіями в контексті Інтернету речей	15.03.2018	
7	Розробка програмного продукту	20.04.2018	
8	Оформлення дипломної роботи	25.04.2018	

9	Отримання допуску до захисту та подача роботи в ДЕК	01.05.2018	
---	---	------------	--

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

С. О. Петрішенко

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

(підпис)

О. Ю. Безносик

(ініціали, прізвище)

# РЕФЕРАТ

## НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ

виконану на тему “Управління потоками подій в режимі реального часу за допомогою Інтернету речей”

студентом Петрішенком Сергієм Олександровичем

Робота виконана на 120 сторінках, містить 21 ілюстрацію, 26 таблиць. При підготовці використовувалась література з 22 джерел.

**Актуальність.** Багато технологій кардинально змінили стиль життя протягом ХХ ст.: радіозв’язок, телебачення, комп’ютери, мобільні телефони та інтернет є незамінними в сучасному світі. Особливого поширення набули технології Інтернету речей, основною концепцією яких є можливість підключати усілякі об’єкти (речі) до мережі, обробляти інформацію, що надходить з навколишнього середовища, обмінюватися нею і виконувати різні дії залежно від отриманої інформації. На сьогоднішній день технології управління даними і подіями за допомогою Інтернету речей стають найбільш актуальними, адже вони дають можливість на основі зібраної інформації приймати відповідні рішення, зменшувати ризики виникнення проблемних ситуацій.

**Мета.** Метою даної роботи є дослідження сучасної концепції розгортання та управління подіями в контексті Інтернету речей: об’єкти даних, управління ними, ієрархії управління, основні технології впровадження Інтернету речей, такі як iBeacon, RFID, які допомагають відстежувати та збирати потрібні дані, скорочують час очікування та трудові затрати для управління подіями.

**Завдання.** Для досягнення поставленої мети необхідно розв’язати наступні завдання:

- проаналізувати основну концепцію Інтернету речей, її перспективи розгортання в сучасному світі;

- розглянути основні технології впровадження та управління подіями в контексті Інтернету речей;
- навести приклади використання розглянутих технологій;
- розробити програмний продукт як приклад використання;
- розробити стратегію стартап-проекту, яка дозволить реалізувати описану технологію в якості конкурентноспроможного продукту.

**Об'єкт дослідження.** Об'єктом дослідження є Інтернет речей.

**Предмет дослідження.** Предметом дослідження є технології, які використовуються для управління подіями в Інтернеті речей.

**Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає в дослідженні технологій управління подіями в режимі реального часу в Інтернеті речей.

**Практична цінність.** Практична цінність роботи полягає у аналізі методів та засобів для управління подіями в режимі реального часу за допомогою Інтернету речей, розробленні мобільного додатку як прикладу їх використання.

**Публікації.**

Петрішенко С. О. Сучасна концепція Інтернету речей / Петрішенко : Матеріали XX міжнародної науково-практичної студентської конференції, 21-24 травня 2018, Київ, Україна : матеріали. – К. : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – С. 254.

**Ключові слова.** IoT, RFID, BLE, iBeacon, smart house, smart city, smart light, CEP, ESP, monitoring, ranging.

# РЕФЕРАТ

## НА МАГИСТЕРСКУЮ ДИССЕРТАЦИЮ

выполненную на тему “Управление потоками событий в режиме реального времени с помощью Интернета вещей”

студентом Петришенко Сергеем Александровичем

Работа выполнена на 120 страницах, содержит 21 иллюстрацию, 26 таблиц. При подготовке использовалась литература из 22 источников.

**Актуальность.** Многие технологии кардинально изменили стиль жизни в течение XX века: радиосвязь, телевидение, компьютеры, мобильные телефоны и интернет являются незаменимыми в современном мире. Особое распространение получили технологии Интернета вещей, основной концепцией которых является возможность подключать всевозможные объекты (вещи) к сети, обрабатывать информацию, поступающую из окружающей среды, обмениваться ею и выполнять различные действия в зависимости от полученной информации. На сегодняшний день технологии управления данными и событиями с помощью Интернета вещей становятся наиболее актуальными, ведь они дают возможность на основе собранной информации принимать соответствующие решения, уменьшать риски возникновения проблемных ситуаций.

**Цель.** Целью данной работы является исследование современной концепции развертывания и управления событиями в контексте Интернета вещей: объекты данных, управления ими, иерархии управления, основные технологии внедрения Интернета вещей, такие как iBeacon, RFID, которые помогают отслеживать и собирать нужные данные, сокращают время ожидания и трудовые затраты для управления событиями.

**Задание.** Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать основную концепцию Интернета вещей, ее перспективы развертывания в современном мире;
- рассмотреть основные технологии внедрения и управления событиями в контексте Интернета вещей;
- привести примеры использования рассмотренных технологий;
- разработать программный продукт как пример использования;
- разработать стратегию стартап-проекта, которая позволит реализовать описанную технологию в качестве конкурентоспособного продукта.

**Объект исследования.** Объектом исследования является Интернет вещей.

**Предмет исследования.** Предметом исследования являются технологии, которые используются для управления событиями в Интернете вещей.

**Научная новизна.** Научная новизна работы заключается в исследовании технологий управления событиями в режиме реального времени в Интернете вещей.

**Практическая ценность.** Практическая ценность работы заключается в анализе методов и средств для управления событиями в режиме реального времени через Интернет вещей, разработке мобильного приложения как примера их использования.

#### **Публикации.**

Петришенко С. А. Современная концепция Интернета вещей / Петришенко: Материалы XX международной научно-практической студенческой конференции, 21-24 мая 2018, Киев, Украина: материалы. - М.: НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», 2018. - С. 254.

**Ключевые слова.** IoT, RFID, BLE, iBeacon, smart house, smart city, smart light, CEP, ESP, monitoring, ranging.



# ABSTRACT

## ON MASTER'S THESIS

on topic “Real-time event flow management using Internet of Things”

student Serhii O. Petrishenko

Work carried out on 120 pages containing 21 figures, 26 tables. The paper was written with references to 22 different sources.

**Topicality.** Many technologies have dramatically changed lifestyle throughout the XX century: radio, TV, computers, mobile phones and the Internet are irreplaceable in the modern world. Internet of Things technologies have become especially popular, with the main concept - the ability to connect all kinds of objects (things) to the network, process the information coming from the environment, exchange it and perform various actions depending on the received information. Today, managing data and events technologies which are using in the Internet of Things become more relevant because they give the opportunity to take appropriate decisions based on collected information and reduce the risk of emergencies.

**Purpose.** The purpose of this work is to research the modern concept of deployment and event management in the Internet of Things: data entities, hierarchy levels management, common technologies of benchmarking Internet of Things deployment, such as iBeacon, RFID, which help us to track and collect the necessary data, reduce the time expectations and labor costs for event management.

**Task.** To achieve this goal, the following tasks are required:

- analyze the basic concept of the Internet of Things, its prospects of deployment in the modern world;
- consider the basic technologies of implementation and event management in the Internet of Things;
- give examples of using these technologies;

- develop a software product as an example of using;
- develop a strategy of a startup project that will allow the described technology to be realized as a competitive product.

**Object of research.** The object of research is the Internet of Things.

**Subject of research.** The subject of research is the IoT technologies used in event management.

**Scientific novelty.** The scientific novelty lies in research technologies of real-time event flow management using Internet of Things.

**Practical value of research.** The practical value of research is to analyze methods and tools for real-time event flow management using Internet of Things, developing a mobile application as an example of using.

**Publications.**

Petrishenko S. The modern concept of the Internet of Things / Serhii Petrishenko. // 20-th International Conference SAIT 2018 Kyiv, Ukraine, May 21 – 24, 2018. – 2018. – P. 254.

**Keywords.** IoT, RFID, BLE, iBeacon, smart house, smart city, smart light, CEP, ESP, monitoring, ranging.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ	14
ВСТУП	15
1 КОНЦЕПЦІЯ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	20
1.1 Поняття Інтернету речей	20
1.2 Історія Інтернету речей	21
1.3 Управління інфраструктурою	24
1.3.1 Виробництво	25
1.3.2 Управління енергетикою	26
1.3.3 Екологічний моніторинг	27
1.4 Навколишній інтелект	28
1.5 Технології	29
1.5.1 Засоби ідентифікації	29
1.5.2 Засоби вимірювання	30
1.5.3 Засоби передачі даних	30
1.6 Розгортання Інтернету речей	32
1.6.1 Основна концепція	32
1.6.2 Концептуальна модель оцінки державної політики	36
1.6.3 Методологія	41
1.6.4 Поточна ситуація розгортання Інтернету речей у розумних містах	48
1.6.5 Поєднання завдань розумних міст з очікуваннями зацікавлених сторін	50
1.6.6 Послуги та домени додатків	52

1.6.7 Ланцюг даних та екосистеми	54
1.7 Сучасний стан	59
1.8 Проблеми безпеки	60
1.9 Висновки	61
<b>2 УПРАВЛІННЯ ПОДІЯМИ В КОНТЕКСТІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ</b>	<b>63</b>
2.1 Об'єкти даних	63
2.2 Ієрархії управління	63
2.3 Управління даними	64
2.4 Автоматичне керування учасниками	65
2.4.1 Технологія RFID	66
2.4.2 Технологія iBeacon	67
2.5 Карта тепла і рухів	68
2.6 Розумне харчування	69
2.7 Інтелектуальне освітлення	69
2.7.1 Архітектура	72
2.7.2 Мережеве з'єднання	73
2.8 Розумний будинок	74
2.9 Інтерактивні плакати	76
2.10 Поточкова обробка в режимі реального часу	77
2.11 Комплексна обробка подій	80
2.12 Обробка потоків подій	81
2.13 Висновки	84

3 ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІВЕАСОН ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПОДІЯМИ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ	85
3.1 Опис технології	85
3.2 Принцип роботи	86
3.2.1 Регіон маяків	88
3.2.2 Моніторинг регіону (monitoring)	88
3.2.3 Визначення відстані (ranging)	92
3.3 Висновки	93
4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ “УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ПОДІЙ В ІНТЕРНЕТІ РЕЧЕЙ”	95
4.1 Опис ідеї проекту	95
4.2 Технологічний аудит ідеї проекту	97
4.3 Аналіз ринкових можливостей	97
4.4 Розробка ринкової стратегії проекту	106
4.5 Розробка мартекингової програми	110
4.6 Висновки	113
ВИСНОВКИ	115
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	118

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

IoT - Інтернет речей

RFID - радіочастотна ідентифікація

BLE - Bluetooth з низьким енергоспоживанням

iBeacon - технологія Інтернету речей

Smart house - “розумний дім”

Smart city - “розумне місто”

Smart light - “розумне освітлення”

CEP - комплексна обробка подій

ESP - обробка потоків подій

Monitoring - моніторинг регіону

Ranging - визначення відстані

## ВСТУП

Багато технологій кардинально змінили стиль життя протягом ХХ ст.: радіозв'язок, телебачення, комп'ютери, мобільні телефони та Інтернет є незамінними в сучасному світі. Особливого поширення набули технології Інтернету речей, основною концепцією яких є можливість підключати усілякі об'єкти (речі) до мережі, обробляти інформацію, що надходить з навколишнього середовища, обмінюватися нею і виконувати різні дії залежно від отриманої інформації. Інтернет речей вважають наступним етапом технічної революції. Вона стосується зміни побуту, виробництва, мобільних пристроїв й індустріальної галузі. Важливими функціями цієї концепції є полегшення повсякденного життя, підвищення ефективності та якості роботи, енергозаощадження тощо. З огляду на це велике зацікавлення Інтернетом речей спостерігається і в Україні.

Інтернет речей (Internet of Things, IoT) — це мережа, що складається із взаємозв'язаних фізичних об'єктів (речей) або пристроїв, які мають вбудовані датчики, а також програмне забезпечення, що дозволяє здійснювати передачу і обмін даними між фізичним світом і комп'ютерними системами, за допомогою використання стандартних протоколів зв'язку. Крім датчиків, мережа може мати виконавчі пристрої, вбудовані у фізичні об'єкти і пов'язані між собою через дротові і бездротові мережі. Ці взаємопов'язані об'єкти (речі) мають можливість зчитування та приведення в дію, функцію програмування та ідентифікації, а також дозволяють виключити необхідність участі людини, за рахунок використання інтелектуальних інтерфейсів [1].

Основною концепцією ІР є можливість підключення всіляких об'єктів (речей), які людина може використовувати в повсякденному житті, наприклад, холодильник, кондиціонер, автомобіль, велосипед і навіть кросівки. Всі ці об'єкти (речі) повинні

бути оснащені вбудованими датчиками або сенсорами, які мають можливість обробляти інформацію, що надходить з навколишнього середовища, обмінюватися нею і виконувати різні дії в залежності від отриманої інформації. Прикладом впровадження такої концепції є система «розумний будинок». Ця система аналізує дані навколишнього середовища і в залежності від показників регулює температуру в приміщенні. У зимовий період регулюються інтенсивність опалення, а в разі спекотної погоди будинок має механізми відкривання і закривання вікон, завдяки чому провітрюється будинок, і все це відбувається без втручання людини.

Для зберігання та аналізу інформації, отриманої від величезної кількості сенсорів, зручно користуватись платформами IoT, які надають свій функціонал як безкоштовно так і за певну оплату, розташовані на власних хмарних платформах так і з можливістю встановлення користувачем на свої системи.

Сучасна концепція Інтернету речей передбачає комунікацію об'єктів, які використовують технології для взаємодії між собою та з навколишнім середовищем. Ця концепція дає змогу пристроям виконувати певні дії без втручання людини. Отже, усі пристрої в будинках, в автомобілях та інших системах інфраструктури повинні виконувати обробку інформації, її аналіз та здійснювати обмін між собою і залежно від результатів приймати рішення та виконувати певні дії.

Експерти стверджують, що Інтернет речей є однією з найперспективніших технологій останніх років, що вже сьогодні фактично створює сотні нових продуктів і приводить до появи нових компаній на ринку, які диктують свої умови IT-гігантам. Споживач не зауважує, що він та його друзі чи колеги вже не перший рік кожного дня користуються такими пристроями. Більше того, у багатьох українських домівках вже встановлені системи “розумного будинку”, в які інтегровані десятки сенсорів. Переваги Інтернету речей, які вже доступні і які ще в процесі розробки, можна



краще продемонструвати на прикладах, тим паче, що сфер використання цієї технології чимало.

Термін “Інтернет речей” (англ. “Internet of Things”, IoT) вперше був сформульований ще у 1999 році. Сучасна сфера IoT – один із головних світових трендів. Навіть існуючі, старі функціонуючі пристрої можуть ставати частиною Інтернет-мережі і виконувати нові функції. Недарма цю галузь вважають рушієм 4-ї індустріальної революції, яка зараз триває у світі.

Кількісний перехід від “Інтернету людей” до “Інтернету речей” відбувся у 2008–2009 рр. Саме у той період кількість пристроїв, підключених до Інтернету, перевищила кількість інтернет-користувачів, а тому світ поступово перейшов у нову фазу розвитку технологій – Інтернету речей. За прогнозами аналітиків у найближчі роки очікується справжній бум Інтернету речей. Так, за прогнозами Gartner, до 2020 року кількість підключених до всесвітньої мережі пристроїв становитиме 26 мільярдів, а дохід від продажу устаткування, програмного забезпечення та послуг становитиме 1,9 трлн. доларів. Найбільші світові ІТ-компанії, зокрема Intel, Google та ін., вже почали масштабну роботу на цьому ринку. Так, корпорація Intel у 2014 році створила власний підрозділ “Internet of Things Solutions Group” для розвитку цього напрямку. Компанія “Google” на початку 2014 року за 3,2 млрд доларів купила невелику фірму “Nest Labs”, яка займається випуском інтелектуальних термостатів. Спеціалісти компанії “Google” займаються широким впровадженням на американському ринку технологій IoT. Виробники побутової техніки також працюють у цьому напрямку [2].

Прикладом впровадження Інтернету речей є система “розумний будинок”. Однією із функцій “розумного будинку” є контроль параметрів навколишнього середовища, залежно від чого здійснюється регулювання температури в приміщеннях. У зимовий період нагріваючі прилади залежно від температури

повітря ззовні, вітру, часу доби без втручання людини регулюють інтенсивність опалення, що дає змогу значно зменшити споживання енергоносіїв.

Система “розумного будинку” сьогодні, мабуть, найбільше асоціюється з Інтернетом речей. Концепція передбачає використання звичних у побуті приладів, що вже порозумнішали: термостати, системи відеоспостереження, холодильники, телевізори тощо. Цей сегмент технологій ґрунтується на використанні ситуативних децентралізованих бездротових мереж. У будинках і офісах вже можна побачити безліч таких систем, з’являються нові й нові сервіси – віддалене спостереження через смартфон за власним помешканням або автоматичні клімат-системи будівель. Основні функції таких систем – це безпека домівки та вдале використання енергоресурсів [3].

Велике зацікавлення технологією IoT представляє використання її для опрацювання інформації рухомих об’єктів, насамперед для автомобільного транспорту. Такі технології дають можливість діагностувати роботу автомобілів у процесі експлуатації, попереджати аварійні ситуації, замовляти необхідні запчастини та здійснювати рекомендації з пошуку необхідної станції і встановлення часу обслуговування автомобіля.

Метою даної роботи є дослідження сучасної концепції розгортання та управління подіями в контексті Інтернету речей: об’єкти даних, управління ними, ієрархії управління, основні технології впровадження Інтернету речей, такі як iBeacon, RFID, які допомагають відстежувати та збирати потрібні дані, скорочують час очікування та трудові затрати для управління подіями. В роботі наведено приклади їх використання.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв’язати наступні задачі:

- проаналізувати основну концепцію Інтернету речей, її перспективи розгортання в сучасному світі;

- розглянути основні технології впровадження та управління подіями в контексті Інтернету речей;
- навести приклади використання розглянутих технологій;
- розробити програмний продукт як приклад використання;
- розробити стратегію стартап-проекту, яка дозволить реалізувати описану технологію в якості конкурентноспроможного продукту.



можливість підключатися та обмінюватися даними один з одним. Кожна річ унікально ідентифікується через свою вбудовану обчислювальну систему, але вона здатна взаємодіяти в рамках існуючої інфраструктури інтернету [4].

Число пристроїв, що працюють в онлайн режимі, зросло на 31% з 2016 року до 8,4 млрд. У 2017 році, за оцінками експертів, Інтернет речей складатиме близько 30 мільярдів об'єктів до 2020 року. Також оцінюється, що глобальна ринкова вартість Інтернету речей буде до 2020 року 7,1 трильйона доларів [4].

Інтернет речей дає змогу дистанційно відстежувати чи управляти об'єктами через існуючу мережеву інфраструктуру, створюючи можливості для безпосередньої інтеграції фізичного світу в комп'ютерні системи, що призводить до підвищення ефективності, точності та економічної вигоди, а також до зменшення втручання людини. Коли Інтернет речей доповнюється сенсорами та датчиками, технологія стає прикладом більш загального класу кібер-фізичних систем, що також охоплює такі технології, як інтелектуальні мережі, віртуальні електростанції, розумні будинки, інтелектуальні транспортні засоби та розумні міста. Ці пристрої збирають корисні дані за допомогою різних існуючих технологій, а потім автоматично передають дані між іншими пристроями [4].

## 1.2 Історія Інтернету речей

Термін “Інтернет речей” вперше був введений Кевіном Ештоном у 1999 року під час його роботи у “Procter & Gamble”, щоб описати систему, в якій фізичні об'єкти могли бути пов'язані з давачами і мережею Інтернет. Ештон ввів цей термін, щоб проілюструвати можливості радіочастотної ідентифікації (RFID), яка використовується в корпоративних системах поставок, щоб порахувати і відстежити товари без потреби в людському втручанні. Він вважав, що якщо б всі об'єкти та люди в повсякденному житті були би обладнані ідентифікаторами, то комп'ютери

могли б керувати та зберігати дані про них [4]. Крім використання RFID, позначення речей може бути досягнуто за допомогою таких технологій, як ближнє поле зв'язку, штрих-коди, QR-коди та цифрові водяні знаки. Сьогодні, інтернет речей став популярним терміном для опису сценаріїв, у яких інтернет з'єднання і обчислювальна здатність поширюються на безліч об'єктів, пристроїв, датчиків і повсякденних об'єктів.

Основна модель майбутнього середовища взаємодії фізичних пристроїв була запропонована в 2004 році. Ця модель передбачала тенденцію розвитку Інтернету речей.

У 2004 році в Scientific American опублікована велика стаття, присвячена Інтернету речей, що наочно показує можливості концепції в побутовому застосуванні: в статті наведена ілюстрація, що показує як побутові прилади (будильник, кондиціонер), домашні системи (система садового поливу, охоронна система, система освітлення), датчики (теплові, датчики освітленості і руху) і «речі» (наприклад, лікарські препарати, забезпечені ідентифікаційної міткою) взаємодіють один з одним за допомогою комунікаційних мереж (інфрачервоних і силових мереж) і забезпечують повністю автоматичне виконання процесів (включають кавоварку, змінюють освітленість, нагадують про прийом ліків, підтримують температуру, забезпечують полив саду, дозволяють зберігати енергію і керувати її споживанням). Самі по собі представлені варіанти домашньої автоматизації були новими, але основна ідея полягає в об'єднанні пристроїв і «речей» в єдину обчислювальну мережу, яка обслуговується інтернет-протоколами, і розгляд Інтернету речей як особливого явища сприяли набуттю концепцією широкої популярності [4].

У звіті Національної розвідувальної ради США (National Intelligence Council) 2008 року Інтернет речей фігурує як одна з шести потенційно руйнівних технологій, вказується, що повсюдне і непомітне для споживачів перетворення в інтернет-вузли

таких поширених речей, як товарна упаковка, меблі, паперові документи, може завдати шкоди національній інформаційній безпеці [4].

Період з 2008 по 2009 рік аналітики корпорації Cisco вважають “справжнім народженням” Інтернету речей, так як за їхніми оцінками саме в цьому проміжку кількість пристроїв, підключених до глобальної мережі, перевищила чисельність населення Землі, тим самим “Інтернет людей” став “Інтернетом речей” [4].

З 2009 року за підтримки Єврокомісії в Брюсселі щорічно проводиться конференція «Internet of Things», на якій представляють доповіді єврокомісари і депутати Європарламенту, урядові чиновники з європейських країн, керівники таких компаній як SAP, SAS Institute, Telefonica, провідні вчені великих університетів і дослідницьких лабораторій [4].

З початку 2010-х років Інтернет речей стає рушійною силою парадигми “туманних обчислень” (Fog computing), що розповсюджує принципи хмарних обчислень від центрів обробки даних до величезної кількості взаємодіючих географічно розподілених пристроїв, що розглядаються як платформа Інтернету речей [4].

Починаючи з 2011 року Gartner поміщає Інтернет речей в загальний цикл зрілості нових технологій на етап “технологічного тригера” із зазначенням терміну становлення більше 10 років, а в 2012 році випущений спеціальний цикл зрілості для технологій Інтернету речей [4].

### 1.3 Управління інфраструктурою

Моніторинг та контроль операцій міських і сільських інфраструктур, таких як мости, залізничні колії, наземні та вітряні господарства, є ключовим завданням Інтернету речей. Інфраструктура IoT може використовуватися для моніторингу будь-яких подій або змін у структурних умовах, які можуть спричинити небезпеку. IoT може принести користь будівельній індустрії за рахунок економії коштів, скорочення часу, більш якісного робочого дня, безпаперового робочого процесу та підвищення продуктивності праці. Це може допомогти у прийнятті більш швидких рішень і заощаджувати гроші в реальному часі. Він також може бути використаний для ефективного планування роботи з ремонту та технічного обслуговування, шляхом координації завдань між різними постачальниками послуг та користувачами цих установок [4]. IoT пристрої також можуть бути використані для управління важливою інфраструктурою. Використання IoT-пристроїв для моніторингу та експлуатації інфраструктури, швидше за все, покращить координацію дій з питань надзвичайних ситуацій та аварійних ситуацій, а також якості обслуговування, збільшення часу та зменшення витрат на експлуатацію в усіх областях, пов'язаних із інфраструктурою (рис. 1.2).



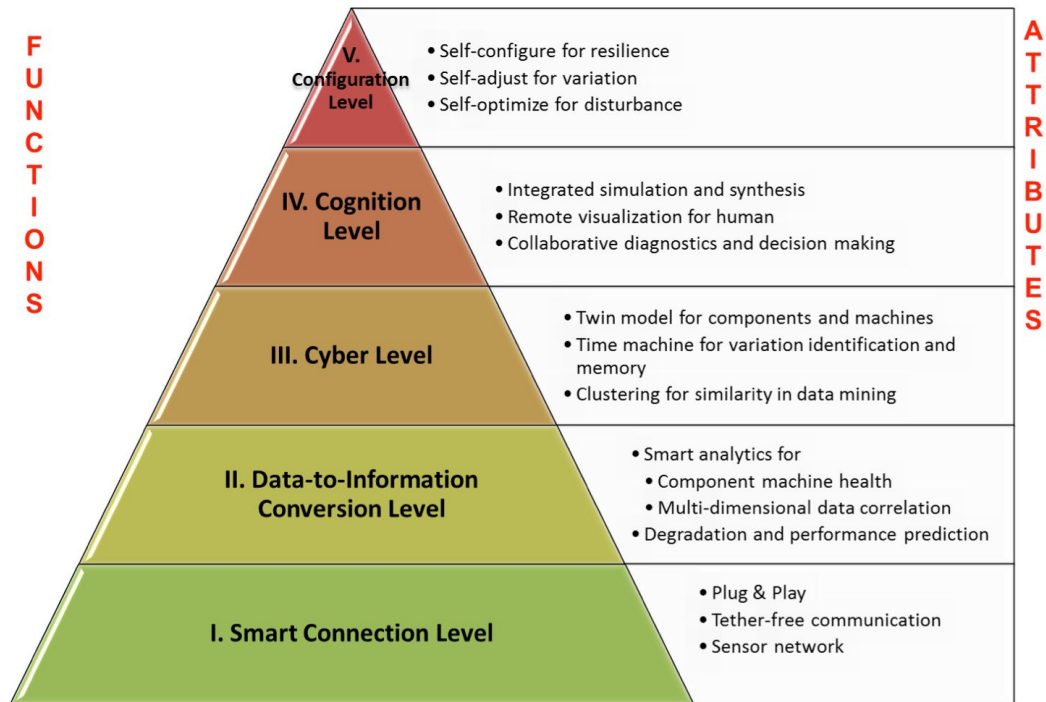


Рисунок 1.2 - Дизайн архітектури [4]

### 1.3.1 Виробництво

Мережеве управління та управління виробничим обладнанням, управління активами та ситуаціями або управління виробничим процесом приносить IoT у сферу промислового застосування та розумного виробництва. Інтелектуальні системи IoT дозволяють швидко виготовляти нові продукти, динамічно реагувати на вимоги до продукції та оптимізувати в реальному часі виробничі та мережеві постачання, об'єднуючи машини, датчики та системи управління.

Цифрові системи керування для автоматизації контрольних процесів, інструментів оператора та службових інформаційних систем для оптимізації безпеки та безпеки установок входять в компетенцію IoT. Але він також поширюється на управління активами через обслуговування, статистичну оцінку та вимірювання, щоб максимізувати надійність систем. Інтелектуальні системи управління промисловістю також можуть бути інтегровані в Smart Grid, що дозволить

оптимізувати енергію в реальному часі. Вимірювання, автоматичне управління, оптимізація об'єктів, управління охороною здоров'я та безпеки та інші функції забезпечуються великою кількістю мережевих датчиків [4].

Термін “промисловий Інтернет речей” (ІоТ) часто зустрічається в промисловості, з посиланням на промислові підгрупи ІоТ. ІоТ у виробництві може спричинити таку велику ділову цінність, що це врешті-решт призведе до четвертої промислової революції, так званої промисловості 4.0. Передбачається, що в майбутньому успішні компанії зможуть збільшувати свій дохід через Інтернет речей, створюючи нові бізнес-моделі та підвищуючи продуктивність, використовуючи аналітику для інновацій та перетворюючи робочу силу. Потенціал зростання за рахунок імплементації ІоТ до 2030 року принесе 12 трлн. світового ВВП [4].

Метою інтелектуальних систем технічного обслуговування є зменшення непередбачених простоїв та підвищення продуктивності праці. І зрозуміти, що це по собі може призвести до 30% від загального обсягу витрат на технічне обслуговування. Кібер-фізичні системи (СРS) є основною технологією великих промислових даних, і вони являють собою інтерфейс між людським і кібер-світом. Кібер-фізичні системи можуть бути розроблені відповідно до архітектури 5С (connection, conversion, cyber, cognition, configuration), і вона буде перетворювати зібрані дані на діючу інформацію і врешті-решт перешкоджати використанню фізичних ресурсів для оптимізації процесів.

### 1.3.2 Управління енергетикою

Інтеграція сенсорних та керованих систем, підключених до Інтернету, може оптимізувати споживання енергії в цілому. Очікується, що пристрої ІоТ будуть інтегровані у всі форми енергозберігаючих пристроїв (перемикачі, розетки, лампочки, телевізори тощо) та мати можливість спілкуватися з комунальним

господарством, щоб ефективно збалансувати виробництво та використання електроенергії. Такі пристрої також дадуть можливість користувачам дистанційно керувати своїми пристроями або централізовано керувати ними через хмарний інтерфейс, а також надавати додаткові функції, такі як планування (наприклад, віддалене включення або вимикання систем опалення, зміна умов освітлення тощо).

Окрім домашнього управління, IoT особливо актуально для Smart Grid, оскільки він забезпечує системи автоматичного збирання та обробки інформації про енергію з метою підвищення ефективності, надійності, економічності та стійкості виробництва та розподілу електроенергії. Використовуючи розширені пристрої вимірювальної інфраструктури (AMI), підключені до магістралі Інтернету, електричні утиліти можуть не тільки збирати дані з кінцевих користувачів, але й керувати іншими пристроями автоматизації розподілу [4].

### 1.3.3 Екологічний моніторинг

Застосування природоохоронного моніторингу IoT зазвичай використовує датчики для охорони навколишнього середовища шляхом моніторингу якості повітря, води, ґрунту і навіть може включати такі області, як спостереження за рухами дикої природи та їх середовища існування. Розвиток обмежених ресурсами пристроїв, підключених до Інтернету, також означає, що інші програми, такі як системи раннього попередження про землетрус або цунамі, можуть також використовуватися аварійними службами для надання більш ефективної допомоги. IoT-пристрої, як правило, охоплюють велику географічну область і також можуть бути мобільними. Було висловлено думку, що стандартизація IoT, яка призводить до бездротового зондування, зробить революцію в цій області [4].

## 1.4 Навколишній інтелект

Навколишній інтелект та автономний контроль не є частиною оригінальної концепції Інтернету речей. Навколишній інтелект та автономний контроль не обов'язково потребують інтернет-структур. Однак існує зміна досліджень з метою інтеграції концепцій “Інтернету речей” та автономного управління, розглядаючи об'єкти як рушійну силу для автономного IoT. Більшість робіт, пов'язаних з інтелектуальним IoT, використовують можливості обчислення, щоб виконувати певні обрахунки, і при необхідності повертати результат для пристроїв IoT (рис. 1.3).

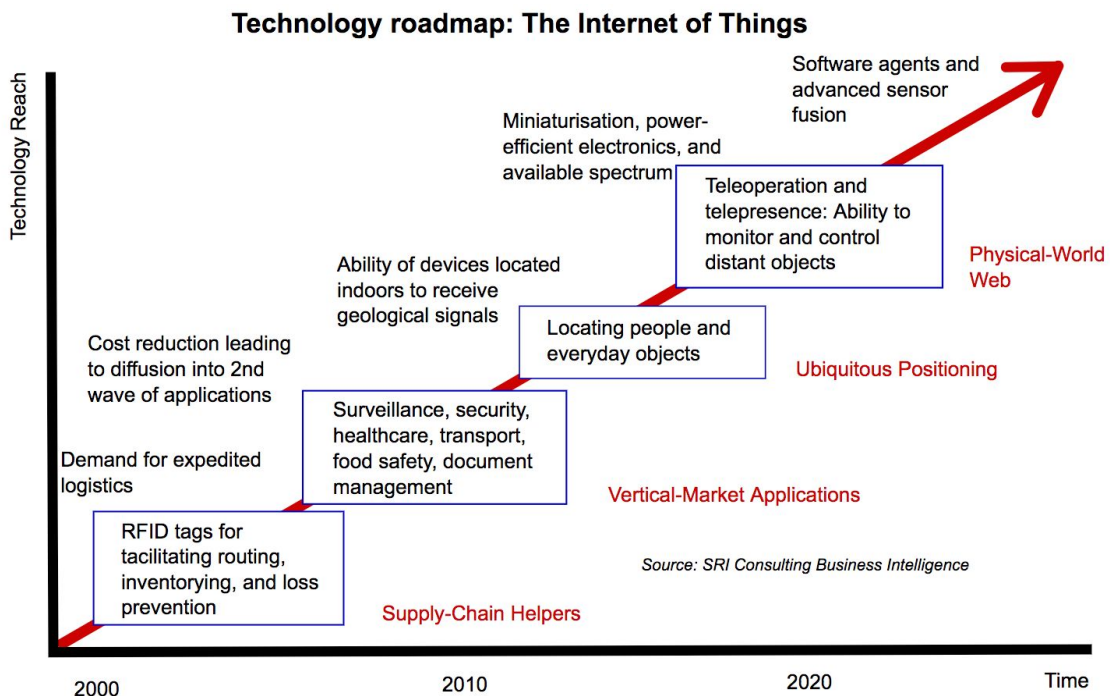


Рисунок 1.3 - Технологічна карта Інтернету речей [4]

У майбутньому Інтернет речей може бути недетермінованою та відкритою мережею, в якій автоматично організовані або інтелектуальні об'єкти (веб-сервери, компоненти SOA) та віртуальні об'єкти будуть взаємосумісними та здатними діяти самостійно в залежності від контексту, обставин або середовища. Автономна поведінка шляхом збору та обґрунтування контекстної інформації, а також здатності

об'єкта виявляти зміни в середовищі (несправності, що впливають на датчики) становить основну тенденцію дослідження для забезпечення довіри до технології IoT. Сучасні продукти та рішення IoT на ринку використовують різноманітні технології для підтримки такої автоматизованої контекстної ситуації [4].

## 1.5 Технології

### 1.5.1 Засоби ідентифікації

Залучення в Інтернеті речей предметів фізичного світу, не обов'язково оснащених засобами підключення до мереж передачі даних, вимагає застосування технологій ідентифікації цих предметів (речей). Хоча поштовхом для появи концепції стала технологія RFID, але в якості таких технологій можуть використовуватися всі засоби, що застосовуються для автоматичної ідентифікації: штрих-коди, QR-коди, засоби визначення місцезнаходження в режимі реального часу (GPS), яка ефективно використовується вже сьогодні у смартфонах та навігаторах. При поширенні Інтернету речей потрібно забезпечити унікальність ідентифікаторів об'єктів, що, в свою чергу, вимагає стандартизації [4].

Для об'єктів, безпосередньо підключених до інтернет-мереж, традиційний ідентифікатор є MAC-адреса мережевого адаптера, що дозволяє ідентифікувати пристрій на каналному рівні, при цьому діапазон доступних адрес практично невичерпний ( $2^{48}$  адрес в просторі MAC-48), а використання ідентифікатора каналного рівня не дуже зручно для додатків. Більші можливості по ідентифікації для таких пристроїв дає протокол IPv6, що забезпечує унікальними адресами мережевого рівня не менше 300 млн пристроїв на одного жителя Землі [4].

### 1.5.2 Засоби вимірювання

Особливу роль в Інтернеті речей відіграють засоби вимірювання, що забезпечують перетворення інформацію про зовнішнє середовище в дані, і тим самим здатні наповнити обчислювальну систему потрібною інформацією. Використовується широкий клас засобів вимірювання, від елементарних датчиків (наприклад, температури, тиску, освітленості), приладів обліку споживання (таких, як інтелектуальні лічильники) до складних інтегрованих вимірювальних систем. Тут необхідно забезпечити максимальну автономність засобів вимірювання, перш за все, з'являється проблема енергопостачання датчиків. Знаходження ефективних рішень, що забезпечують автономне живлення сенсорів (використання фотоелементів, перетворення енергії вібрації, вітру, використання бездротової передачі електрики), дозволяє масштабувати сенсорні мережі без підвищення витрат на обслуговування (у вигляді зміни батарейок або підзарядки акумуляторів датчиків) [4].

### 1.5.3 Засоби передачі даних

Інтеграція з Інтернетом має на увазі, що пристрої будуть використовувати IP-адресу як унікальний ідентифікатор. Проте, через обмежені адресні простори в IPv4 (що дозволяє використовувати 4,3 мільярда унікальних адрес), об'єктам IoT доведеться використовувати IPv6, який забезпечує унікальними адресами мережевого рівня не менше 300 млн пристроїв на одного жителя Землі. Об'єктами в IoT будуть не тільки пристрої із сенсорними можливостями, але також пристрої, які виконують дії (наприклад, лампочки або замки, якими керують через інтернет). Значною мірою, майбутнє інтернету речей не буде можливим без підтримки IPv6, отже, глобальне впровадження IPv6 у найближчі роки буде мати вирішальне значення для успішного розвитку IoT в майбутньому.

Для бездротової передачі даних особливо важливу роль в побудові Інтернету речей відіграють такі характеристики, як ефективність, відмовостійкість, адаптивність, можливість самоорганізації. Основне зацікавлення в цьому сенсі представляє стандарт IEEE 802.15.4, що управляє доступом для організації енергоефективних персональних мереж, і є основою для таких протоколів, як ZigBee, WiFi, Bluetooth, 6LoWPAN [4].

ZigBee — це комунікаційна технологія, заснована на протоколі IEEE 802.15.4 для реалізації низькошвидкісних бездротових приватних мереж. ZigBee володіє такими характеристиками, як низьке енергоспоживання, низька швидкість передачі даних, низька вартість і висока пропускна здатність. В даний час ZigBee використовується в основному при передаванні інформації між різними речами електронного обладнання, які знаходяться в межах короткої відстані і швидкості передачі даних не дуже висока. Це в основному периферійні пристрої (миша, клавіатура) і побутова електроніка (TV, DVD), а також пристрої промислового управління (монітори, датчики і засоби автоматизації).

WiFi — це локальна бездротова технологія, яка використовує 2,4 ГГц надвисокої частоти або 5 ГГц супер-високочастотної радіохвилі. Ця технологія дуже добре підходить для передавання великих обсягів даних по бездротовій мережі між пристроями, але це також вимагає багато енергії для роботи і має невеликий рівень пропускної здатності даних. При використанні цієї технології потрібно буде замінювати батареї у всіх пристроях на регулярній основі.

Bluetooth — це бездротова технологія, яка використовується для передачі даних в персональних мережах. Він передає дані по смузі частот від 2,4 до 2,485 ГГц і працює на коротших відстанях, ніж Wi-Fi. Ви можете синхронізувати пару пристроїв, таких як телефони, навушники, колонки, комп'ютери і багато іншого. З

розвитком Bluetooth v4.0 з'явилася можливість реалізувати функцію низького енергоспоживання і збільшений радіус дії до декількох десятків метрів.

Серед провідних технологій важливу роль у розгортанні Інтернету речей відіграють рішення PLC — технології побудови мереж передачі даних по лініях електропередач, оскільки у багатьох додатках присутній доступ до електромереж (наприклад, торгові автомати, банкомати, інтелектуальні лічильники, контролери освітлення спочатку підключені до мережі електропостачання). 6LoWPAN, який реалізує шар IPv6 як над IEEE 802.15.4, так і над PLC, будучи відкритим протоколом, стандартизованих IETF, відзначається як особливо важливий для розвитку інтернету речей [4].

## 1.6 Розгортання Інтернету речей

### 1.6.1 Основна концепція

Розгортання Інтернету речей автоматично генерує дані реального світу в автоматизованому режимі без прямого залучення користувачів. Зі збільшенням масштабу розгортань Інтернету речей, витяг правильних знань про реальний світ, із величезної кількості даних та ефективних рішень є складним завданням. Тим часом як рішення для обробки великої кількості даних Інтернету речей повільно з'являються, потенційним користувачам рішень Інтернету речей чи політикам важко оцінити фактичну користь інвестування в розгортання Інтернету речей або вибрати адекватні стратегії ведення бізнесу для певної області.

Незважаючи на нещодавню рекламу консалтингових компаній і постачальників Інтернету речей, досі відсутній досвід оцінки корисності та переваг розгортання Інтернету речей, оскільки багато розгортань Інтернету речей все ще перебувають на ранніх стадіях. Для того, щоб швидше отримати такий досвід і отримати кращі практики для розгортання Інтернету речей, необхідні систематичні



інструменти або методології, щоб оцінити користь та співставити розгортання Інтернету речей.

На сьогодні вирішення глобальних проблем розглядається як важливий чинник політики розвитку інформаційних і комунікаційних технологій (ІКТ), дослідницьких програм та технологічних інновацій. Нові технології ІКТ, такі як Інтернет речей, дають можливість полегшити або вирішити багато проблем нашої планети в таких сферах, як нестача ресурсів, логістика та охорона здоров'я, шляхом ефективної інтеграції реального світу з цифровим світом сучасних комп'ютерних систем. Основне бачення полягає в тому, що вони дозволять створити нову породу так званих інтелектуальних сервісів та додатків, здатних зробити існуючі бізнес процеси більш ефективними та доцільними, а надання послуги - більш персоналізованим відповідно до потреб та ситуації окремих користувачів та суспільства в цілому [5].

Протягом останніх років Інтернет речей пройшов величезну кількість досліджень та ініціатив, за якими керуються окремі організації, щоб експериментувати з його можливостями. Було проведено багато експериментів або на основі дослідницьких консорціумів або великих галузей промисловості. Хоча технології стають більш розвинутими, недавні дослідження продемонстрували ряд недоліків:

- Індивідуальні очікування не збігаються, створюючи конфлікт інтересів між новими учасниками ринку та колишнім бізнесом, бізнес моделі якого переглядаються і потребують повторного використання.
- Кінцеві очікування бенефіціарів ще не відомі або не визначені. Баланс між сприйнятою цінністю та готовністю платити. Пропозиція Інтернету речей не буде успішною до тих пір, поки вона не буде запропонована як продукт чи технологічне обслуговування, і має вийти за межі технологічних характеристик.

Таким чином, ділова екосистема Інтернету речей є складною територією, в якій пов'язана різноманітність профілів зацікавлених сторін через диверсифіковані виробничо-збутові ланки. Складність впливає на широкомасштабне розгортання Інтернету речей, що сьогодні не відбувається, крім експериментальних проєктів, через брак інтеграції зацікавлених сторін у чіткій та всеосяжній екосистемі.

Визначення Інтернету речей за останні роки мобілізувало безліч ресурсів, не показавши при цьому жодного загально прийнятого визначення. Аргументації все ще літають навколо того, що повинно розглядатися як частина Інтернету речей, а що ні. Ситуація та кордони Інтернету речей досить різноманітні в різних частинах світу, а розвиток Інтернету речей розгортається на різних напрямках [5].

Тим не менше, існує консенсус щодо загальних обсягів поширення Інтернету речей за багатьма його характеристиками:

- **Кількість пристроїв:** від кількох сотень до тисяч.
- **Технології:** пристрої, які повинні бути підключені до Інтернету речей, є не тільки численними, але і охоплюють багато технологій, необхідні для додавання можливостей Інтернету для комунікації, керування тощо.
- **Очікування:** Інтернет речей тісно пов'язаний з багатьма концепціями, включаючи SmartCity, SmartTransport, SmartEnergy, SmartFarming та ін.
- **Зацікавлені сторони:** Інтернет речей містить в собі представників з різноманітних секторів, включаючи галузі, які ще не були підключені до Інтернету.
- **Дані:** Інтернет речей спирається не тільки на чутливі і керуючі можливості пристроїв, що забезпечують фізичні вимірювання, такі як температура, вологість, світло, вібрація, рух тощо, а також на інформацію, що стосується профілів користувачів (наприклад, порядок денний у місті). Це створює величезну кількість даних для управління.

Деякі проблеми перешкоджають широкомасштабному впровадженню Інтернету речей як в технічних аспектах, так і не технічних. У табл. 1.1 перелічені деякі питання, що стосуються Інтернету речей.

Таблиця 1.1 - Проблеми розгортання Інтернету речей у великих масштабах

<b>Технічні</b>	<b>Не технічні</b>
Питання комунікації	Бізнес модель
Протоколи	Управління
Обмін даними	Взаємодія
Обробка та управління даними	Конфіденційність та проблеми безпеки для користувачів
Взаємодія	Тощо
Конфіденційність та проблеми безпеки для користувачів	
Продуктивність	
Термін придатності пристрою	
Тощо	

Отже, перехід до більшого масштабу вимагає кращого розуміння та оцінки реальних переваг розгортання Інтернету речей. Для того, щоб зрозуміти відповідний сектор, необхідно створити загальну бізнес екосистему, виділяючи залежності і відповідне позиціонування зацікавлених сторін. Крім того, ділова екосистема повинна включати зовнішні чинники, такі як нормативна база. Investopedia визначає ділову екосистему як "мережу організацій, у тому числі постачальників, дистриб'юторів, споживачів, конкурентів, державних агенцій тощо, залучених до постачання конкретного продукту або послуги через конкуренцію та співпрацю. Ідея полягає в тому, що кожен бізнес у "екосистемі" впливає на інших, а також сам

підпадає під вплив, створюючи зв'язок, що постійно розвивається, у якому кожен бізнес повинен бути гнучким і адаптованим, щоб вижити, як у біологічній екосистемі". Існує багато способів представлення бізнес екосистем, і кожен бізнес бажає намалювати карту екосистеми, як видно з його точки зору.

Отже, перехід до більшого масштабу вимагає кращого розуміння та оцінки реальних переваг розгортання Інтернету речей щодо кількох аспектів. Тому потрібно провести оцінку, чи розгортання досягне того, що передбачається, а також чи це найкращий спосіб досягнення такої мети. Крім того, має місце корисний досвід, який набувається в процесі вирішенні проблем, які виникли під час розгортання Інтернету речей [5].

Даючи відповіді на ці питання, які представляють інтерес людей, що беруть участь в роботі Інтернету речей, визначаються найкращі практики, які допоможуть уникнути небажаних ситуацій і зробити правильний вибір. Для того, щоб проведений аналіз був ефективним, його потрібно проводити на основі набутого реального досвіду, шляхом вивчення безлічі технічних та соціально-економічних аспектів.

### 1.6.2 Концептуальна модель оцінки державної політики

Концепція “розумного” міста та проблеми, з якими стикаються при її реалізації, дуже схожі із державною політикою, оскільки розгортання концепції передбачає загальні громадські рішення. Також це займає доволі тривалий час, який відповідає довготривалим соціальним та екологічним очікуванням.

Проведений аналіз, який характеризує розгортання розумних міст, спрямований на охоплення глобальних розмірів цих міст. Основна увага аналізу пов'язана з додатковою вимогою, яка виникає при впровадженні такої концепції для різних зацікавлених сторін.

Класична оцінка Паттона [5] адаптована для поняття "розумних міст". У наступних параграфах пояснюються основні концепції оцінки державної політики та висвітлюються основні компоненти "розумних міст".

Державна політика визначається на основі трьох основних етапів:

- *політики розробки*, яка полягає у визначенні суспільної проблеми, що потребує вирішення та визначення цілей політики;
- *політики впровадження*, яка складається з реалізації та оперативних внесків для досягнення цілей, які можуть надходити з різних джерел: ресурсів - людських і фінансових, а також фізичних засобів, правових аспектів тощо;
- *політики поліпшення*, яка полягає у визначенні результатів, які відповідають початковим цілям.

Реалізація цих понять в "розумних містах" є доволі простою:

- Еквівалент *політики розробки* - це визначення загальної мети розумного міста. Він охоплює велику кількість суспільних цінностей, таких як енергетика, здоров'я, зміна клімату та всі великі проблеми, які Європейський Союз хоче виправити через свої програми та політику. Вони поділяються на кілька конкретних цілей. Беручи до уваги зміни клімату, то загальна мета політики могла б бути переведена на зниження вуглецевого сліду. Дії, спрямовані для досягнення цього, можуть охоплювати декілька питань: енергоефективність, мобільність тощо.
- Еквівалент *політики впровадження* - це процес розгортання датчиків, платформ, програм, послуг, а також правил, людських та фінансових ресурсів. Після наведеного вище прикладу, реалізація може бути розділена на декілька частин:
  - реконструкцію громадських будівель;
  - стимулювання реконструкції приватних будівель, де це можливо;

- поліпшення громадського транспорту та загального управління міським транспортом;
- підвищення енергоефективності громадського освітлення;
- тощо.

Визначення цих дій є основою політики розробки.

- Нарешті, еквівалент **політики поліпшення** є досягнення впливів, які можуть бути викликані розгортанням компонентів розумного міста (наприклад, на основі Інтернету речей), його додатків та послуг. Що стосується державної політики чи програми, то розгортання Інтернету речей розглядається як засіб для створення передбачуваного впливу.

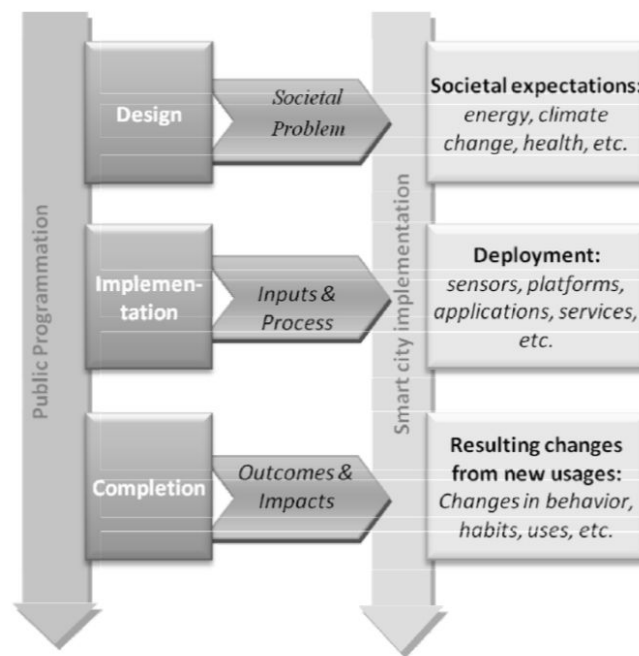


Рисунок 1.4 - Впровадження розумного міста як державної політики [5]

Враховуючи розумне місто як державну політику, можна використовувати класичні інструменти та методи оцінки для спостереження, моніторингу та оцінки. Методи оцінки вдосконалювалися протягом багатьох років. Вони полягають у вивченні загальної послідовності циклу політики і ступеня відповідності між

попередніми логічними втручанням і спостережуваними результатами й наслідками. Вони дозволяють виділяти випадкові гіпотези, що були зроблені в рамках логіки втручання, які часто незрозумілі і нерозділені між зацікавленими сторонами [5].

Як показано на рис. 1.4, оцінка базується на таких критеріях:

1. *Ефективність*, яка полягає у аналізі того, наскільки реальні результати та наслідки, підкреслюючи основні моменти реалізації політики чи програми;
2. *Продуктивність*, яка полягає в аналізі того, наскільки "сума" спостережуваних ефектів відповідає вхідним ресурсам: чи може політика або програма мати однакові наслідки при меншій кількості вхідних ресурсів? Або навпаки, чи може політика мати більший ефект з більшими ресурсами?
3. *Релевантність* полягає у тому, чи висунуті гіпотези про причинні відносини відповідають потребам і викликам, або деякі з них є помилковими і повинні бути вилучені?
4. *Утиліта* полягає в аналізі характеру спостережуваних ефектів щодо соціальних потреб. Цей критерій рідко розглядається в оцінках, затверджених політиками, оскільки існування самої політики рідко береться під сумнів.
5. *Узгодженість* полягає в аналізі послідовності вхідних даних і реалізацій щодо цілей програми або політики: чи реалізація та дії виконані відповідно до цілей або упускаються критичні аспекти, які перешкоджають правильному здійсненню програми?

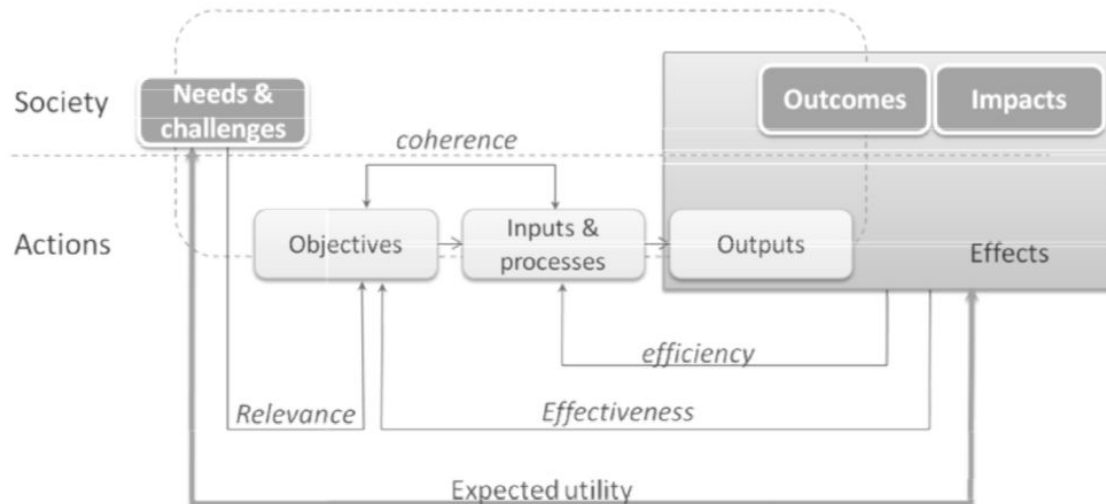


Рисунок 1.5 - Критерії оцінки в контексті державної політики / програми, адаптовані за допомогою Means [5]

Ця концептуальна основа була використана як відправна точка для побудови нашої власної "системи порівняльного аналізу", яка містить розміри, критерії та показники, необхідні для характеристики розгортання Інтернету речей у контексті розумних міст. Таким чином моделювання розгортання Інтернету речей дозволяє включати в себе зовнішній контекст протягом усього його життєвого циклу. Це є дещо новим у контексті технологічного впровадження, де оцінки в основному базуються на технологічних показниках та поліпшують технічні характеристики, щоб зробити їх більш ефективними і дешевшими.

Ключовим елементом у розвитку розумних міст є те, що вся мережа учасників та зацікавлених сторін бере участь у створенні нових послуг та пропозицій у містах. Таку співпрацю часто називають мережею цінностей або аналізом екосистем [5], але насправді - це створення бізнес моделей нових послуг, які включають в себе активну роль державних органів. Також тут простежується новий погляд на аналіз, заснований на системному підході, включаючи державні органи, які прагнуть до гармонічного та сталого розвитку свого міста. Окрім технологічних проблем, всі ці



аспекти мають першочергове значення для забезпечення переходу від розвитку технологій до експлуатації на ринку на постійній основі.

Таким чином, розробка бази тестування для розгортання Інтернету речей в рамках "розумних" міст вимагає виходу за межі простого технологічного підходу, включаючи ділову екосистему, в якій відводиться специфічна роль державних органів влади.

### 1.6.3 Методологія

Визначення показників, які слід зафіксувати, є основою будь-якої структури порівняльного аналізу, яка потребує набору даних для побудови порівняльного аналізу. У цьому контексті особливий інтерес представляють промислові розгортання Інтернету речей. Такі розгортання демонструють різноманітні та широкі характеристики. Тому перед тим як зібрати інформацію, її спочатку потрібно структурувати.

Насамперед потрібно запропонувати структуру порівняльного аналізу, засновану на цілісній моделі, яка могла б використовуватися для різних цілей. Кожна людина, яка хоче створити базу даних, може вибрати підмножину запропонованих метрик в залежності від власних потреб.

Визначивши загальний підхід до структури порівняльного аналізу та характеристику цільових показників (цілі, вхідні дані, процес та висновки), які мають відношення до оцінки, необхідно визначити сфери, що відносяться до порівняльного аналізу.

Щоб визначити ці метрики, було проаналізовано систему STEEPLE: фреймворк PEST (політичний, економічний, соціальний та технологічний) є традиційним підходом для стратегічного аналізу макро-середовища. Одне з останніх його розробок називається STEEPLE, що охоплює соціальні, технологічні,

економічні, екологічні, політичні, законодавчі та етичні аспекти. Ця структура використовується для характеристики зовнішніх впливів ділової системи і зберігається як джерело натхнення при побудові бази порівняльного аналізу. Крім того, нещодавня робота "European Research Cluster on the Internet of Things" визнала, що введення стандартизації та тестування збільшило взаємодію технологій Інтернету речей і прискорило їх розгортання у промисловості [5].

Визначаючи дану структуру, було з'ясовано, що порівняльний аналіз був тісно пов'язаний із загальною діловою екосистемою розгортання Інтернету речей. Оскільки загальне прийняття цієї концепції в літературі пов'язане із зростанням електронної комерції в Інтернеті, основна частина бізнес моделювання поступово зміщується від єдиної фірми до мереж фірм, а також від простих концепцій взаємодії або формування доходу до великих концепцій, що включають мережу вартості, функціональну архітектуру, фінансову модель та кінцеву пропозицію, що робиться користувачеві. Спроба зафіксувати ці різні елементи полягає в тому, щоб розглянути бізнес моделювання як розробку неоднорідної онтології, яка може слугувати основою моделювання бізнес процесів. Це відповідає сумісним технологічним підходам, які спрямовані на відображення ділових ролей та взаємодію технічних модулів, інтерфейсів та інформаційних потоків. Основними питаннями бізнес моделі стало "Хто керує цінністю мережі та загальним дизайном системи?" так само, як і "Чи це було зроблено за цією моделлю (чи ні)?" [5].

Існують деякі розбіжності між цими питаннями, тому Ballon пропонує цілісну структуру бізнес моделювання, яка зосереджена на контролі з одного боку і створення цінності - з іншого. Вона аналізує чотири різні аспекти бізнес моделей:

- спосіб, за допомогою якого побудована мережа вартості або як розподіляються ролі та актори у мережі цінностей;
- функціональна архітектура, тобто які ролі відіграють технічні елементи;

- фінансова модель, тобто як розподіляються потоки доходів між суб'єктами;
- параметри пропозиції вартості, які описують продукт або послугу, що пропонуються кінцевим користувачам.

Для кожного з цих чотирьох елементів бізнес моделі існують три основні фактори, які наведено на рис. 1.6.

CONTROL PARAMETERS				VALUE PARAMETERS			
Value Network Parameters		Functional Architecture Parameters		Financial Model Parameters		Value Configuration Parameters	
Combination of Assets		Modularity		Cost (Sharing) Model		Positioning	
Concentrated	Distributed	Modular	Integrated	Concentrated	Distributed	Complement	Substitute
Vertical Integration		Distribution of Intelligence		Revenue Model		User Involvement	
Integrated	Disintegrated	Centralised	Distributed	Direct	Indirect	High	Low
Customer Ownership		Interoperability		Revenue Sharing Model		Intended Value	
Direct	Intermediated	Yes	No	Yes	No	Price/Quality	Lock-in

Рисунок 1.6 - Матриця бізнес-моделі [5]

Кожен з параметрів у матриці бізнес моделі більш детально пояснюється в табл. 1.2. Ці параметри описують різні важливі частини, необхідні для більш детального розуміння бізнес моделей, пов'язаних із ІКТ. Тому запропоновано п'ять параметрів, що характеризують розгортання Інтернету речей, окрім двох, що забезпечують загальний опис розгортання та загальну оцінку:

- **Технології:** Розгортання Інтернету речей в першу чергу спирається на технології, які будуть використовуватися для розгортання та взаємодії. Вони варіюються від фізичних до прикладних. В рамках даного аспекту структура порівняльного аналізу спрямована на характеристику інфраструктури,

розгорнутих послуг та показників, пов'язаних із даними. Крім того, використання інтегрованих та стандартизованих технологій визнається ключовим фактором успіху. Основна мета технологічного виміру базової системи полягає в двох напрямках: вимірювання рівня технологічного розвитку з точки зору технологій Інтернету речей; надання показників, які можуть бути корисними для визначення найкращих практик розгортання Інтернету речей. Виділяють чотири основні частини технології Інтернету речей:

- **Служби та додатки Інтернету речей**, що використовують базову інфраструктуру Інтернету речей з метою підвищення ефективності роботи існуючих послуг в організації або впровадження нових послуг, які можуть бути включені за рахунок використання Інтернету речей.
- **Інфраструктура Інтернету речей** - основна апаратно-програмна інфраструктура, яка буде розгорнута для підтримки служб та програм Інтернету речей. Приклади обладнання включають вузли сенсора та виконавчого пристрою, шлюзові пристрої, мітки RFID тощо.
- **Дані Інтернету речей** - стосуються базової інформації, що створюється інфраструктурою Інтернету речей, використовується і обробляється службами та додатками Інтернету речей.
- **Стандартизація.**

Таблиця 1.2 - Параметри матриці бізнес моделі

<p><b>Вартість мережі</b>  <i>Комбінація активів:</i> активи включають будь-яку матеріальну чи нематеріальну цінність, яка може бути використана для того, щоб допомогти організації досягти своїх цілей.  <i>Рівень вертикальної інтеграції:</i> вертикальна інтеграція визначається як контроль над послідовними етапами ланцюжка створення вартості.  <i>Власник клієнта:</i> ця тема розглядається стороною, яка підтримує відносини з клієнтами та зберігає дані клієнта. Що стосується власників клієнта - це рівень відкритості/блокування справи.</p> <p><b>Функціональна архітектура</b>  <i>Модульність/інтеграція:</i> модульність відноситься до дизайну систем як наборів дискретних модулів, які підключаються один до одного через задані інтерфейси.  <i>Розподіл інтелекту:</i> у ІКТ системах це стосується конкретного розподілу обчислювальної потужності, керування та функціонування у всій системі.  <i>Оперативна сумісність:</i> здатність систем безпосередньо обмінюватися інформацією та службами з іншими системами, а також до взаємодії служб та продуктів, що відносяться до різних джерел.</p>	<p><b>Фінансова модель</b>  <i>Структура інвестицій:</i> тут розглядаються необхідні інвестиції та сторони, що здійснюють ці інвестиції.  <i>Модель доходу:</i> тут розглядається компроміс між моделями прямих/непрямих доходів.  <i>Модель розподілу доходів:</i> в цій моделі розглядається як правильно розподіляти доходи між учасниками.</p> <p><b>Значення пропозиції</b>  <i>Позиціонування:</i> позиціонування продуктів та послуг стосується маркетингових питань, включаючи брендинг, визначення сегментів ринку, встановлення довіри споживачів, визначення конкуруючих продуктів або послуг, визначення відповідних атрибутів продукту чи послуги, про яку йде мова.  <i>Залучення користувачів:</i> вказує на ступінь, в якій користувачі є споживачами (стосується людей, які одночасно є виробником і споживачем) послуг.  <i>Призначене значення:</i> тут наведено основні атрибути, якими володіє товар чи послуга, і які разом складають цільову вартість замовника.</p>
---	---

В цілому, технологічна частина визначає широкий діапазон показників, які можна класифікувати за такими показниками: показники просування, показники доступності/охоплення, показники відповідності, показники ефективності, показники відкритості, показники використання.

- **Економіка:** це вимірювання включає в себе всі показники доходів та витрат, пов'язаних з розгортанням Інтернету речей. Окрім фінансових даних, необхідно вказувати модель використання місцевого управління. Політичні фактори, пов'язані з державним втручанням у економіку, також повинні

включатися. Тут спостерігається, що Інтернет речей залучить інноваційні моделі, які призведуть до появи нових бізнес моделей, що будуть використовуватися в аналізі аспектів економіки. Економічні та фінансові аспекти мають першочергове значення в контексті Інтернету речей, оскільки ця область все ще перебуває на стадії розвитку, питання "хто платить і за що" - все ще відкрите для дискусії (наприклад, соціальні мережі, які все ще в пошуках бізнесова модель). Тут виділяють декілька аспектів:

- Багатопланові аспекти розгортання Інтернету речей ускладнюють частку витрат та створення вартості. Існує кілька питань, що стосуються інтелектуальної власності, вартості розробки та експериментів. Інтернет речей розробляється у відкритому інноваційному контексті, що базується на концепції "інновацій з партнерами шляхом розподілу ризику та винагороди". Проте сприйняття ризику та очікувані нагороди можуть різко відрізнятись між зацікавленими сторонами та ускладнювати визначення бізнесової моделі.
- Масштаби розгортання (наприклад, у цілих містах) можуть мати деякі проблеми з витратами на інфраструктурні інвестиції, технічне обслуговування та експлуатацію.
- Також слід враховувати управління ризиками. Насправді, розгортання в рамках PROBE-IT засновані на великих масштабах.
- Нарешті, існує багато питань на рахунок даних, які в даний час є серйозною проблемою.

Таким чином, інтереси щодо економічних та фінансових аспектів базуються на: визначенні партнерства і частки витрат та доходів, вимірювання рентабельності та економічних показників (або процвітання) стосовно

очікувань зацікавлених сторін, надання показників для визначення найкращих практик щодо цих аспектів для різних зацікавлених сторін.

- **Соціально-екологічні аспекти:** Соціальні та екологічні аспекти відіграють важливу роль у розгортанні Інтернету речей через сильний зв'язок між ними.

У багатьох випадках соціальні та / або екологічні аспекти повинні бути включені у розгортання Інтернету речей, наприклад, розвиток інтелектуальних відносин (старіння населення, здоров'я тощо), різні екологічні питання. Тому необхідно стежити і оцінювати, наскільки розгортання сприяють досягненню цих обіцянок.

Проблеми, пов'язані з Інтернетом речей, складні, і дуже важко реалізувати та передбачити всі аспекти. Вони заключаються в поведінці, потребах і волі користувачів. Нещодавній приклад розгортання технології NFC у транспортній системі Парижу стикнувся з труднощами через брак прозорості щодо збору даних та відстеження користувачів.

Екологічні аспекти також слід враховувати як негативні наслідки розгортання IP, наприклад, у споживанні енергії, виробництві відходів тощо. Сьогодні проблему клімату потрібно враховувати протягом всього життєвого циклу продукту.

- **Юридичний і регуляторний:** Розгортання Інтернету речей поєднує в собі технології простих громадян, які є основними користувачами. Таким чином, будь-яке розгортання повинно відповідати великій кількості юридичних вимог, включаючи захист споживачів, охорону здоров'я, безпеку тощо. При реальному розгортанні Інтернету речей велика увага приділяється відповідній правовій базі, де містяться положення, які слід дотримуватися, і правила партнерства між зацікавленими сторонами, включаючи угоди про кінцевих користувачів. У деяких випадках може вимагатися відповідна сертифікація.

- **Людські фактори:** Проблеми, пов'язані з конфіденційністю даних, є головними при розгортанні Інтернету речей. Окрім захисту інформації про користувачів, розглянуті проблеми пов'язані з тим, як користувачі сприймають дану технологію.

#### 1.6.4 Поточна ситуація розгортання Інтернету речей у розумних містах

Підмножина розробленої систематики була використана для аналізу дванадцяти розгортань Інтернету речей по всьому світу (Європа, Африка, Азія та Латинська Америка). Більшість із цих розгортань працюють у загальноміському масштабі та надають різноманітні “розумні” послуги (енергозбереження, легкий моніторинг та ін.) [5]. На рис. 1.7 показані розумні міста, які беруть участь у дослідженні.

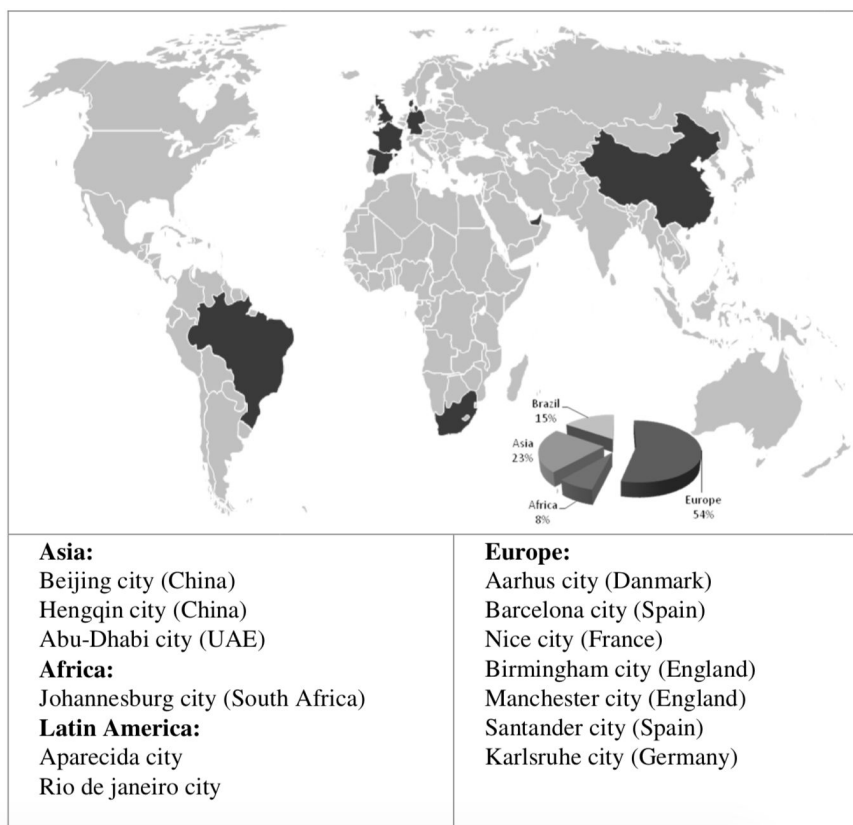


Рисунок 1.7 - Географічне положення розумних міст, які беруть участь у дослідженні [5]



На основі цих даних було досліджено три області - технології, економіка та людські фактори. Для кожного випадку була проаналізована відповідна література.

Проаналізувавши дванадцять розумних міст, можна виділити три цілі, які сформулюють **розумне міське бачення**, кожна з яких вирішує конкретні проблеми:

- **Соціальне вдосконалення:** Деякі міста прагнуть зробити життя своїх громадян краще, і тому вони в першу чергу зацікавлені в застосуванні технологій Інтернету речей для подолання проблем повсякденного життя та поліпшення добробуту громадян. Ці міста все частіше прагнуть підвищити ефективність міських послуг, таких як освіта, охорона здоров'я, громадська безпека, транспорт, комунальні послуги тощо.

Про це свідчить розумний порядок денний міста Бірмінгем, де метою є надання громадянам кращої якості життя та економічного процвітання. Інші приклади - Барселона та Йоганнесбург, де поліпшення послуг громадського транспорту є складовою частиною розумних міських планів.

- **Економічне зростання:** багато міст створюють високу якість життя та надійну міську інфраструктуру, ставлячи собі за мету стати бізнес-центром, який повинен надавати нові можливості для бізнесу та працевлаштування.

Це мало місце в містах Йоганнесбурзі, Барселоні та Хенгкіні. Вони створюють передові інфраструктури ІКТ для залучення компаній та інвесторів. Інші міста, такі як Сантандер, створили тестовий комплекс для інтелектуальних міських послуг та технологій Інтернету речей і зробили їх доступними для бізнесу та інновацій.

- **Екологічна стійкість.** Більшість міст вирішують комплекс завдань, пов'язаних із більш ефективним використанням енергії, переробки відходів та поліпшення навколишнього середовища через зменшення забруднення та викидів вуглецю.

Щоб впоратися з екологічними проблемами, міста прагнуть використовувати технології Інтернету речей для підвищення ефективності ключових комунальних послуг, таких як управління відходами, водопостачання та вуличне освітлення, а також для моніторингу впливу міст на зміну клімату. Найкращим прикладом є місто Амстердам, де скорочення споживання енергії та більш ефективне використання енергії були ключовими цілями для реалізації проекту “розумне місто”.

Варто зазначити, що ці три цілі є основними причинами розвитку і реалізації проектів “розумних міст”.

#### 1.6.5 Поєднання завдань розумних міст з очікуваннями зацікавлених сторін

Хоча багато міст розділяють цілі, представлені вище, але немає єдиного остаточного способу ведення та спільної роботи всіх зацікавлених сторін. Пріоритети проектів розумних міст змінюються залежно від ролі кожного учасника.

Зараз є дуже багато сторін, які беруть участь у розробці проектів "розумне місто": мер, міська рада, міські муніципалітети, комунальні органи, постачальники послуг, оператори мереж, постачальники мережевого обладнання тощо. Ця велика екосистема зацікавлених сторін може бути розділена на чотири основні ролі:

- політики (наприклад, міська рада, міські структури, органи місцевого самоврядування тощо);
- оператори, постачальники послуг (наприклад, міські служби тощо);
- постачальники технологій (наприклад, великі галузі, інноваційні SME тощо);
- користувачі (наприклад, громадяни).

В табл. 1.3 показано, як пов'язана роль кожної із зацікавлених сторін із цілями розумного міста. Політики, як правило, прагнуть забезпечити краще життя для підприємств та громадян з обмеженим та скороченим бюджетом - вони прагнуть сприяти використанню технологій Інтернету речей для ефективного надання

суспільних послуг, таких як освіта, охорона здоров'я, громадська безпека, транспорт, добросовісне управління тощо, а також зменшення енергозалежності та моніторинг ресурсів міста. Крім того, вони відіграють ключову роль у впровадженні інтелектуальних міських ініціатив та залученні спонсорів, тоді як підприємства та постачальники технологій прагнуть розвивати інноваційні міські послуги та створювати нові бізнесові моделі [5].

Таблиця 1.3 - Поєднання завдань розумних міст з очікуваннями зацікавлених сторін

Зацікавлені сторони	Цілі високого рівня					
	Соціальна		Економічна		Екологічна	
	добробут громадян-на	хороше керівництво	інновації та привабливість міста	створення нового бізнесу/ трансформація бізнесу	збереження енергії	моніторинг ресурсів
Політики	*	*	*	*	*	*
Постачальники технологій/ сервісів			*	*		
Користувачі	*	*			*	

У той же час громадяни чекають більше від своїх міст. Вони шукають високу якість життя та оптимальні умови для професійного розвитку.

Незважаючи на невідповідність інтересів зацікавлених сторін, варто зазначити, що створення міцного партнерства є обов'язковим для досягнення спільного розвитку міста, реалізацію основних проектів, створення ефективної співпраці; в іншому випадку конкуруючі інтереси можуть призвести до затримок і навіть скасування проектів розумних міст.

### 1.6.6 Послуги та домени додатків

Постійна еволюція Інтернету речей значно розширила кількість потенційних послуг розумних міст. У табл. 1.5 показано деякі приклади актуальних і футуристичних послуг.

Таблиця 1.5. Послуги, що пропонуються розумними містами

Розумне місто	Розумні послуги
Ніцца	Інтелектуальне вимірювання та керування міським світом
Манчестер	Міська панель, моніторинг якості повітря, інтелектуальний вимірювач у державному будівництві, додатки в системі громадського транспорту тощо.
Барселона	Більше 100 проектів: інтелектуальні мережі, інтелектуальні вимірювання, зарядні станції для електричних транспортних засобів, інтелектуальне управління водними ресурсами, інтелектуальне паркування, розумний транспорт, розумний громадянин (за участю громадськості), відкриті державні дані, розумна переробка відходів тощо.
Сантандер	Управління рухом та транспортом (інтелектуальне паркування, моніторинг та прогнозування руху), моніторинг впливу на навколишнє середовище (якість повітря та шум), розумне зрошення в парках, інтелектуальне управління освітленням, розумний туризм (додаткові туристичні довідники), покращена інформація для жителів міста.
Карлсруе	Розумна енергія (інтелектуальна мережа), розумний будинок (енергоефективність).
Орхус	Інтелектуальне вимірювання комунальних послуг, управління дорожнім рухом та рухом транспорту, моніторинг довкілля, інформаційна панель міста.
Бірмінгем	Розумне паркування, управління трафіком, затори та екологічний моніторинг, мультимодальні перевезення, моніторинг споживання електроенергії в будівлях, телемедицина, міська інформаційна панель.
Апаресида	Розумна електроенергія, інтелектуальна мережа, інтелектуальне вимірювання та розумне місто.
Ріо-де-Жанейро	Розумна електроенергія, розумна мережа та розумне місто.

## Продовження Таблиці 1.5.

Smart City Infrastructure Update (SCIU)	Моніторинг комунальних послуг (мобільне лазерне сканування при модернізації мереж інфраструктури, води та зв'язку).
Розумне місто	Розумні послуги
Пекін	Управління містом, громадська безпека, транспорт, водопостачання, енергозбереження, сільське господарство, охорона здоров'я, безпечне виробництво, розумний будинок, соціальне забезпечення, освіта та ін.
Хенгкін	Охорона навколишнього середовища, китайська традиційна медицина, громадська безпека, електронна комерція.
Проект "Широкосмугова мережа в Йоганнесбурзі" (JBNP)	Інтелектуальне управління трафіком, інтелектуальне вимірювання (електроенергія та вода), громадська безпека, освіта.

Як показано в табл. 1.5, широкий спектр інтелектуальних сервісів може бути розгорнуто як частину інтелектуальних міських ініціатив. Вони можуть бути згруповані за наступним принципом:

- Транспорт - зменшити завантаженість трафіку та зробити подорож більш комфортною та безпечною.
- Навколишнє середовище - управляти та контролювати ресурси міста.
- Будівництво - для підвищення якості життя в міських будівлях (наприклад, особисті будинки, комерційні будівлі тощо).
- Освіта - розширити доступ до навчальних ресурсів, підвищити якість освіти та зменшити витрати.
- Туризм - поліпшення доступу до культурних об'єктів та покращення розважальних послуг.
- Охорона здоров'я - поліпшити доступність медичних послуг, забезпечити профілактичну допомогу.

- Громадська безпека - використовувати інформацію в реальному часі, щоб передбачити та швидко реагувати на надзвичайні ситуації.
- Сільське господарство - для покращення управління сільським господарством.
- Управління містом - спрощення управління та надання нових послуг ефективним способом.

#### 1.6.7 Ланцюг даних та екосистеми

Бенчмаркінг "розумних міст" підкреслив, що більшість міст все ще перебувають на стадії розробки цих проектів, і навіть деякі послуги далекі від реалізації. Для забезпечення економічно спроможних рішень Інтернету речей потрібно правильно використовувати бізнес-можливості, які можуть бути створені на цьому новому ринку, що розвивається. Спроби експериментувати в даний час виглядають нестійкими, і отримані результати не змогли побудувати повну екосистему.

Розглядаючи випадки розгортання Інтернету речей, ми можемо легко помітити, що виробництво, розгортання та управління інтелектуальними пристроями, а також аналітичні можливості, що виникають у результаті великих потоків даних у реальному часі, являються реальними можливостями для розвитку бізнесу. Всі ці елементи об'єднують інтереси багатьох зацікавлених сторін, але ми спостерігаємо відсутність спільного погляду на "загальний" ланцюжок вартості. Створені цінності не розподіляються між зацікавленими сторонами, що беруть участь у розгортанні Інтернету речей, та й на такі питання: "хто платить і за що?", "хто отримує гроші і за що?" не має чіткої відповіді [5].

Отже, існує потреба в концептуальній структурі, яка визначає різні елементи, що складають цей ланцюжок вартості, а також в потенційних суб'єктах, їх функції та взаємодію для організації загальної екосистеми.

На основі досліджених випадків на рис. 1.8 зображено запропонований ланцюжок вартості, який визначає, які елементи створюють і приносять користь екосистемі.

В рамках цього ланцюга вартості можна виділити три основні компоненти:

- інфраструктура;
- управління даними;
- додатки та послуги.

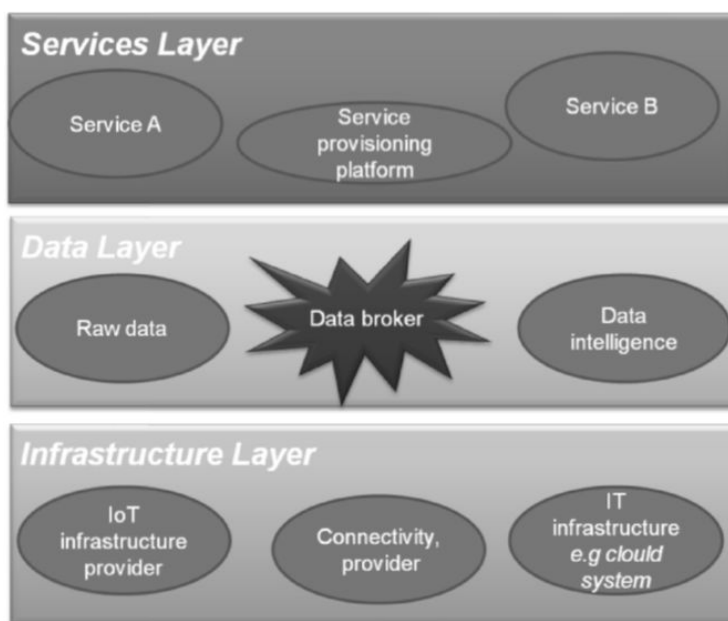


Рисунок 1.8 - Ланцюжок вартості даних Інтернету речей [5]

З одного боку, рівень інфраструктури включає в себе Інформаційні Технології та інфраструктуру Інтернету речей, які дозволяють збирати, зберігати та поширювати дані. Розрізняють три компоненти:

- **Підтримка інфраструктури Інтернету речей** охоплює широке коло постачальників розумних пристроїв, таких як датчики, камери, розумні вимірювачі тощо. Вона пов'язана з виготовленням та впровадженням таких пристроїв, а також збільшення їх потужності, зменшення розміру, споживання енергії тощо.

- **Підключення** забезпечує всі аспекти, пов'язані з мережевою інфраструктурою підключення розумних пристроїв. Доступні численні технології, такі як Zigbee, Z-Wave, WLAN, WIFI, GPRS та HSPA.DSL, FTT, LTE, MTC, 3/4G. Воно залежить від передачі інформації від пристроїв до серверів і між пристроями. Цей елемент не є специфічним для розгортання Інтернету речей, і наразі для підключення використовуються традиційні мобільні комунікації. Як наслідок, оператори мережі намагаються надати послуги, які виходять за рамки можливостей забезпечення зв'язку, щоб збільшити свої доходи.
- **ІТ-інфраструктура** охоплює аспекти зберігання та запису переданих даних (наприклад, хмарні обчислення). Інтернет речей та мобільні служби, що спілкуються в режимі реального часу, збільшують потребу в таких інфраструктурах для забезпечення доступу до даних в режимі реального часу. Ці інфраструктури набувають все більшого значення на основі нових послуг та можливостей, які пропонуються можливостями зв'язку.

З іншого боку, рівень сервісів та додатків включає послуги, що надаються користувачам. Підключені пристрої дозволяють створювати додатки та послуги, що відповідають конкретним потребам ринку (наприклад, управління мережами постачання в галузі виробництва та управління логістикою у транспортній галузі). Але у випадку з Інтернетом речей бізнес-можливості сприймаються як засіб стимулювання появи нових можливостей надання послуг Інтернету речей (наприклад, поняття «розумне життя»), які підтримують мультисервісні послуги. Ці типи платформ набувають інтерес і стають важливим для різних зацікавлених сторін, а також для великих компаній, які ініціюють дискусію з містами, щоб запропонувати їм "міські операційні системи", як це відбувається між Cisco та Барселоною [5].

Рівень інфраструктури дає змогу генерувати велику кількість даних, а рівень сервісів та програм використовує ці дані для створення нових послуг. Але зв'язок



між ними відсутній. Грунтуючись на аналізі випадків розгортання Інтернету речей, управління даними є нерозгаданим, тому що багато питань залишаються незрозумілими: “хто володіє даними, як платити виробникам даних?”, “яка вартість вихідних даних?” тощо.

Наш запропонований ланцюг спрямований на заповнення прогалини між рівнем інфраструктури та рівнем послуг. Тут вводиться поняття "рівня даних", який включає в себе три різних елементи:

- **Неопрацьовані дані** складаються з даних, що надходять безпосередньо з датчиків і пристроїв, які можуть працювати в різних секторах. Ці необроблені потоки даних відстежують інформаційні та комунікаційні мережі, реєструють місцевих жителів та їх моделі руху, контролюють поведінку користувачів та транспорту (наприклад, транспортні системи) тощо.
- **Інтелектуальні дані** полягають у обробці великих обсягів даних, створених кількома джерелами. Сортування та агрегація даних стає основою. Метою агрегації даних є надання лише інформації, яка стосується конкретних запитів на додатки.
- **Брокер даних** організовує потік даних. Він об'єднує виробників даних, менеджерів даних та користувачів даних, фіксує ціну та умови обміну даними між зацікавленими сторонами, а також сприяє організації екосистем. У різних проаналізованих випадках цей елемент не охоплюється; або це охоплює різних зацікавлених сторонах, які не поділяють спільного погляду.

Ця модель є першим підходом і може існувати в світі "великих даних".

З іншого боку, залучення громадських зацікавлених сторін вносить додаткову складність у концепцію ланцюжка вартості, оскільки їхня поведінка відрізняється від інших. Концепція суспільного розгортання Інтернету речей визначається основними принципами загальної бізнес-моделі, яка полягає у запитаннях "Хто керує цінністю

мережі?", а також "Чи суспільна цінність генерується цією мережею?". Параметри управління узгоджуються з мережею цінностей та функціональною архітектурою, де параметри загальної вартості деталізують фінансову архітектуру та вартісну пропозицію.

Параметрами суспільної вартості, пов'язаними з фінансовою архітектурою, є:

- **Прибуток від державних інвестицій:** це стосується питання, чи очікувана вартість, отримана від державних інвестицій, - чисто фінансова, державна, пряма, непряма? Метод, який часто використовується в цьому відношенні, - це розрахунок так званих *мультиплікативних ефектів*, тобто вторинних ефектів, які можуть мати державні інвестиції.
- **Модель публічного партнерства:** організаційний параметр, який полягає в тому, як побудовані фінансові відносини між приватними та загальними учасниками у мережі цінностей. Один з прикладів такої моделі - це публічно-приватне партнерство (PPP).

Виділяють наступні параметри суспільної вартості, пов'язані з цінністю пропозиції:

- **Створення публічної цінності:** цей параметр розглядає громадську цінність з точки зору кінцевого споживача та посиляється на обґрунтування, яке надає уряд, беручи за ініціативу надання певної послуги. Однією з таких мотивацій може бути використання ринкової недостатності як концепції та обґрунтування втручання уряду.
- **Оцінка громадської цінності:** основою цього параметру є питання, чи виконується оцінка публічної цінності, яку уряд збирається створити, і коли ця оцінка виконується - до або після запуску послуги?

## 1.7 Сучасний стан

Вже зараз Інтернету речей приділяється увага на найвищому рівні, зокрема починаючи з 2009 року у Брюсселі при підтримці Єврокомісії проходять конференції Annual Internet of Things, на який виступають з доповідями єврокомісари, науковці та керівники провідних ІТ компаній. За прогнозами аналітиків у найближчі роки очікується справжній бум інтернету речей. Так, за прогнозами Gartner, до 2020 року кількість підключених до всесвітньої мережі пристроїв становитиме 26 мільярдів, а дохід від продажу устаткування, програмного забезпечення та послуг становитиме \$1,9 трлн. Деякі інші аналітичні агентства висловлюють ще більш оптимістичні прогнози. Найбільші світові ІТ компанії вже почали перегони за лідерство на цьому ринку. Так корпорація Intel у 2014 році після випуску «SoC Edison» оголосила конкурс «Make it Wearable» з призовим фондом \$1,3 млн на найкраще застосування своєї системи для концепції IoT та створила власний підрозділ «Internet of Things Solutions Group» для розвитку цього напрямку. Компанія «Google» на початку 2014 року за 3,2 млрд доларів купила невелику фірму «Nest Labs», яка займається випуском інтелектуальних термостатів. Спеціалісти цієї компанії займались впровадженням на американському ринку технологій IoT. Виробники побутової техніки також працюють у цьому напрямку. Так на виставці CES 2014 у Лас-Вегасі була представлена велика кількість побутової техніки (холодильники, телевізори, пральні машини) з можливістю підключення до інтернет. Значення на ринку прогнозується на рівні 80 мільярдів доларів [5].

Лідерами у розробці та впровадженні Інтернету речей є країни, в якій розвинена індустрія виробництва мікропроцесорів та вбудованих комп'ютерів — це США, Китай, Південна Корея. Також значний прогрес у цій галузі демонструють європейські країни та Японія.

## 1.8 Проблеми безпеки

Інтернет речей може викликати величезні зміни у повсякденному житті, надавши звичайним користувачам абсолютно новий рівень комфорту. Але якщо елементи такої системи не будуть належним чином захищені від несанкціонованого втручання, за допомогою надійного криптографічного алгоритму, замість користі вони принесуть шкоду, надавши кіберзлочинцям лазівку для підриву інформаційної безпеки. Оскільки речі із вбудованими комп'ютерами зберігають дуже багато інформації про свого власника, зокрема можуть знати його точне місцезнаходження, доступ до такої інформації може допомогти зловмисникам вчинити злочин. Відсутність на даний час стандартів для захисту таких автономних мереж дещо сповільнює впровадження інтернету речей у повсякденне життя.

В 2013 році були оприлюднені результати дослідження невідомим вченим загального стану безпеки в інтернеті. Дослідження відбувались у 2012 році, дослідник перевіряв відкриті порти на всіх доступних IP-адресах. Через обсяг роботи, яку слід було виконати, дослідник створив комп'ютерного хробака, який шукав пристрої, доступ до яких не був захищений паролем, або захищений надзвичайно простим паролем (наприклад, «root» або «admin»). Створений ним ботнет, який отримав ім'я «Carna», зібрав понад 9 ТБ даних, виконав 52 мільйони запитів ICMP ping, 180 мільярдів службових записів, та 2,8 мільярди запитів TCP SYN на 660 мільйонів IP адрес і опитав у сумі 71 мільярд портів. Його хробак спромігся поширитись на понад 400 тисяч пристроїв [4].

В ході досліджень ним був помічений інший хробак, який отримав назву Aidra та був створений для пристроїв під управлінням ОС на основі Linux та процесорної архітектури MIPS. Основним призначенням хробака Aidra було створення ботнету для DDoS-атак. Всього було виявлено 30 тисяч заражених цим хробаком пристроїв.

В 2013 році були оприлюднені у вільному доступі вихідні коди хробака Aidra (LightAidra) [4].

У вересні 2016 року після публікації статті про угруповання, які продають послуги ботнетів для здійснення DDoS-атак, веб сайт журналіста Брайана Кребса (англ. Brian Krebs) сам став жертвою DDoS-атаки, трафік якої на піку досягав 665 Гб/с, що робить її однією з найпотужніших відомих DDoS-атак. Оскільки хостер сайту відмовився надалі безоплатно надавати свої послуги, сайт довелось на деякий час закрити поки не був знайдений новий хостер. Атака була здійснена ботнетом з інфікованих «розумних» відео-камер (що є підмножиною інтернету речей). У жовтні того ж року зловмисники оприлюднили вихідні тексти використаного шкідливого програмного забезпечення (відоме під назвою Mirai), чим створили ризики неконтрольованого відтворення атак іншими зловмисниками [4].

Ботнет Mirai став можливим завдяки реалізації вразливості, яка полягала у використанні однакового, незмінного, встановленого виробником пароля для доступу до облікового запису адміністратора на «розумних» пристроях. Всього мав відомості про 61 різних комбінацій логін-пароль для отримання доступу до облікового запису методом перебирання. Дослідження показали, що значна частина вразливих пристроїв була виготовлена з використанням складових виробництва фірми XiongMai Technologies з офісом в Ханчжоу та фірми Dahua, Китай. Також дослідження показали, що станом на 23 вересня, коли атака сягнула піку інтенсивності, в інтернеті можна було знайти понад 560 000 пристроїв, вразливих до подібного типу атак [4].

## 1.9 Висновки

В даному розділі було розглянуто основну концепцію Інтернету речей, його історію, основні поняття, характеристики, технології, проблеми, сучасний стан.

Основною ідеєю Інтернету речей є можливість підключати різноманітні об'єкти до мережі, обробляти інформацію, що надходить від навколишнього середовища, обмінюватися нею і, залежно від результатів, приймати рішення та виконувати певні дії.

Також було зосереджено увагу на дослідженні розгортання Інтернету речей в контексті розумних міст на основі порівняльного аналізу розумних міст у всьому світі. Метод аналізу полягав у розгляді розгортання Інтернету речей як державної політики чи програм, що дозволяють використовувати класичні інструменти оцінки. Ця перспектива аналізу дозволила розглянути розгортання Інтернету речей за всіма параметрами, а не тільки через їх технологічні характеристики.

Було з'ясовано, що Інтернет речей та розумні міста знаходяться далеко від досягнення своїх обіцяних цілей, зокрема, для задоволення очікувань кінцевих користувачів. Було запропоновано модель схеми вартості даних Інтернету речей, яка була організована у процесі створення даних. Вона спирається на брокер даних, який структурує, координує та керує потоком даних між виробниками (на рівні інфраструктури) та користувачам (на рівні служб), створює зв'язок між вихідними та інтелектуальними даними. Впровадження більшої прозорості та побудови спільного бачення ланцюга вартості та екосистеми є кращим способом для забезпечення сталого й економічно-обґрунтованого розгортання Інтернету речей та розумних міст.

## 2 УПРАВЛІННЯ ПОДІЯМИ В КОНТЕКСТІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

### 2.1 Об'єкти даних

Додатки Інтернету речей повинні мати гнучке та масштабоване управління даними для пристроїв та керування подіями. Платформа Інтернету речей повинна задовольняти ці ключові вимоги, щоб забезпечити гарну основу для цих додатків. З точки зору управління даними, пристрої та події є двома різними поняттями. Тому можна виділити два центральних об'єкта даних [6]:

- *Пристрої.* Більшість програм інтернету речей побудовані на певному фізичному пристрої. Типи пристроїв можуть сильно відрізнятися, від ручних електроінструментів до великих вантажних автомобілів.
- *Події.* Керування подіями, створеними пристроями, є критичним для більшості додатків Інтернету речей. Ці події можуть варіюватися від технічних подій, таких як відмова машини, до вираження інтересів покупця в конкретному торговому центрі.

### 2.2 Ієрархії управління

Ефективне управління пристроями та подіями залежить від створення незалежних ієрархій [6]:

- *Невеликі, автономні елементи апаратури,* такі як датчики, контролери тощо.
- *Пристрої,* які можуть підключатися до кількох елементів обладнання через локальну мережу, використовуючи спеціалізовані драйвери для різних типів обладнання. Пристрій зазвичай підключається до платформи додатків через мережу мобільного оператора (GSM, EDGE) або через пряме підключення до Інтернету.

- *Системи систем* - це кілька пристроїв, які можуть бути згруповані разом, щоб сформувати так звану систему систем, наприклад електромережа, що складається з декількох електростанцій тощо.

Користь від використання чітко визначених ієрархій пристроїв в додатку IoT полягає в тому, що основна платформа додатків (також часто називається програмним забезпеченням) може забезпечувати багато необхідних функцій поза рамкою, незалежно від конкретного типу активу. Ці функції включають:

- *Зв'язок пристрою*: ефективне спілкування між різними рівнями ієрархії, включаючи події, відправлені від віддалених пристроїв до серверу, а також операції, ініційовані з серверу, і відправлені на віддалені пристрої та виконуються ними.
- *Базовий менеджмент*: включає центральну базу даних пристроїв, аналітику даних, безпечне керування подіями, виконання бізнес-правил, виконання бізнес-процесів та консоль керування для адміністраторів технічних пристроїв.

## 2.3 Управління даними

Виділяють наступні типи даних [6]:

- *Елементи пристрою*: кожен пристрій стає окремим елементом у базі даних центрального пристрою, включаючи інформацію про його розташування, а також додаткові атрибути та властивості.
- *Події, пов'язані з окремими пристроями*: кожен пристрій містить повну інформацію про усі події, пов'язані з ним, включаючи технічні події (наприклад, сповіщення про відмову тощо).

Дані пристроїв та події ставлять великі виклики щодо стратегій керування даними для додатків IoT. Виділяють три основних:



- *Обсяги даних:* залежно від часових інтервалів і кількості пристроїв обсяги даних для історії подій можуть стати дуже великими. Уявіть собі десять мільйонів смарт-лічильників, що зчитують дані кожні 15 хвилин протягом 20 років.
- *Схеми даних.* На додаток до структурованих даних, таких як показники лічильників, багато IoT-додатків також мають справу з напівструктурованими та неструктурованими даними. Наприклад, подія може містити додаткову інформацію, таку як цифрове зображення, зняте для документування події, або неструктурований запис даних у невідомий технічний формат, представлений спеціалізованим датчиком.
- *Еволюція схеми даних:* особливо при великих розгортаннях IoT неможливо буде забезпечити, щоб усі пристрої в полі завжди мали однакові конфігурації або версії апаратного та/або програмного забезпечення. Отже, рішення для керування даними повинно мати можливість обробляти різні версії пристрою та даних про події паралельно. Крім того, часто потрібно об'єднувати дані пристрою та події з системами серверу, щоб збирати аналітичні дані та створювати автоматизовані процеси. Всі ці системи можуть швидко змінюватися, тому дуже важливо мати можливість безперервно розвивати схему.

## 2.4 Автоматичне керування учасниками

В сучасному світі смартфони оснащені такими можливостями як NFC, GPS, WiFi та BLE. Ці функції можуть допомогти менеджерам подій автоматизувати процес реєстрації учасників подій. Наприклад, зв'язок BLE може дозволити відвідувачам використовувати свої смартфони для співпраці з програмним забезпеченням для того, щоб зареєструватися, коли вони знаходяться поблизу місця

проведення заходу. Відвідувачам буде відправлено повідомлення на їхній мобільний телефон. Це допоможе менеджерам заходу заощадити час і використовувати автоматизовану систему, а не робочу силу для реєстрації на місці [7].

Існує декілька технологій, такі як RFID, iBeacon. Технології iBeacon використовується в торговельних центрах, залізничних вокзалах, аеропортах тощо для своєчасного надання корисної інформації. RFID використовують у логістиці, бібліотеках, автоматичних системах оплати, парках розваг тощо. Дані технології допомагають відстежувати та збирати потрібні дані, скорочують час очікування та трудові затрати для управління подіями.

#### 2.4.1 Технологія RFID

RFID - технологія, в якій розпізнавання здійснюється за допомогою закріплених за об'єктом спеціальних міток, що містить інформацію про нього. Вона дозволяє автоматично реєструвати користувачів, взаємодіяти один з одним [8].

Основні переваги:

- для RFID не потрібний контакт або пряма видимість;
- RFID-мітки читаються швидко і точно (наближаючись до 100%-вої ідентифікації);
- RFID може використовуватися навіть в агресивних середовищах, а RFID-мітки можуть читатися через бруд, фарбу, пар, воду, пластмасу, деревину;
- пасивні RFID-мітки мають фактично необмежений термін експлуатації;
- RFID-мітки несуть велику кількість інформації і можуть бути інтелектуальними;
- RFID-мітки можуть бути не тільки для читання, але і з записом інформації.

Основні недоліки:

- в деяких випадках мітки не деактивуються повністю, є можливість повторного спрацьовування;
- мітку можна виявити на товарі і в багатьох випадках пошкодити або відірвати;
- з огляду на легку можливість маскування, можуть використовуватись для шпигунства без згоди власника товару;
- у випадку оплати товару карткою банку технічно залишається можливість асоціювання імені власника з товаром;
- в індивідуальних випадках можлива категорична відмова від імплантації з огляду на страх втрати особою приватності;
- технічно можливо збирати приватну інформацію - національність та інші дані з паспортів, куплену літературу тощо;
- RFID-мітки відносно легко ввести в оману. Для цього необхідно щоб мітка пройшла в радіусі дії несанкційованого зчитувача, часто мобільного, який збереже інформацію з мітки у себе. Після цього достатньо прийти до точки доступу і протранслювати зчитану інформацію системі за допомогою спеціального транслятора. Ускладнює ситуацію й те, що у виготовленні транслятора не виникає ніяких складностей і його схеми широко розповсюджені в мережі Інтернет.

#### 2.4.2 Технологія iBeacon

iBeacon - технологія, яка використовує можливості смартфона (BLE, NFC, GPS) для надання місцезнаходження, надсилання сповіщень тощо. Окрім контролю місцезнаходження, програмний додаток, який встановлено на мобільний пристрій, має інформацію про те, як далеко перебуває датчик iBeacon. Замість того, щоб використовувати довготу і широту для визначення положення, iBeacon використовує

сигнал BLE, джерелом якого являється фізичний пристрій (смартфон, “розумний годинник” тощо) (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 - Взаємодія пристроїв з датчиком iBeacon

Технологія iBeacon, що працює всередині приміщень, дозволяє доповнити традиційні сервіси позиціонування (GPS, сигнали веж мобільного зв'язку тощо). Наприклад, вона може з дозволу клієнта, що виражається в установці відповідного мобільного застосування, відкрити нові канали мобільного маркетингу в роздрібній торгівлі, надавати додаткову, незалежну від місця розташування інформацію відвідувачам музеїв і виставок [9].

## 2.5 Карта тепла і рухів

Використовуючи датчики BLE і WiFi, можна створювати карту тепла і рухів, на яку наноситься, наприклад, кількість відвідувачів торговельного центру відповідно до їх місцезнаходження. За допомогою цих даних менеджери подій можуть почати вдосконалювати спосіб їх організації та організації місця проведення. Більш того, вони також можуть аналізувати найбільш відвідувані зони (“гарячі

зони”), де учасники були найбільш зацікавлені, та розробляти нові стратегії для більш ефективного продажу продукту [10]. Це створює нові шляхи розвитку для маркетингу (рис. 2.2).

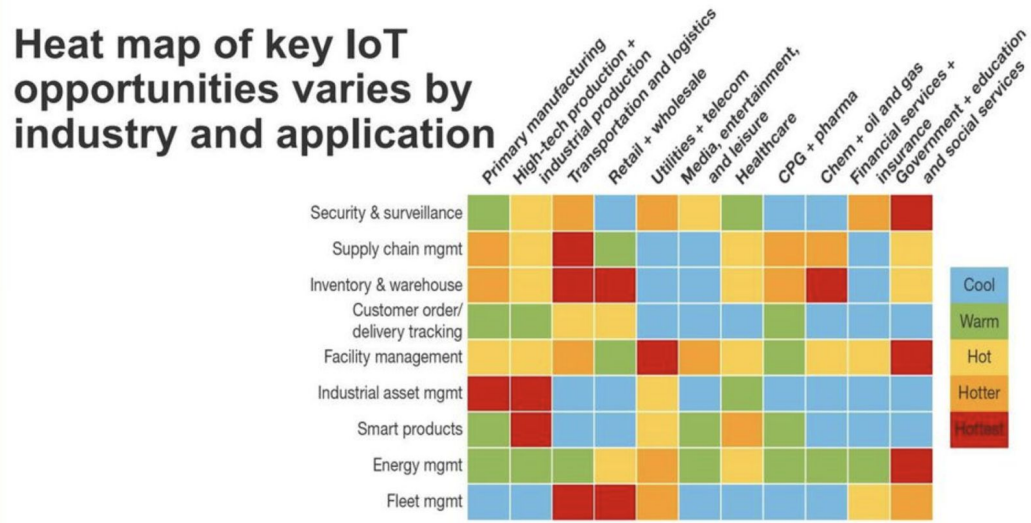


Рисунок 2.2 - Карта тепла і рухів [10]

## 2.6 Розумне харчування

Інтернет речей - це мережа повсякденних об'єктів, включаючи навіть ті пристрої, які використовуються для приготування їжі. Інтернет речей реєструє всі події використання харчових продуктів, створює кількісні дані про них. Автоматичні системи копіювання, що використовують технологію RFID, можуть містити інформацію про продукти, які було придбано [11]. На основі цієї інформації формується припущення, які продукти потрібно буде купити в майбутньому. Це дозволяє мінімізувати фінансову частину, яка витрачається в процесі.

## 2.7 Інтелектуальне освітлення

Система освітлення, яка працює з врахуванням погодних умов: система управління самостійно визначатиме час увімкнення освітлення ввечері чи під час появи туману. Проект “розумного освітлення” передбачає оснащення ламп

датчиками, які реагуватимуть на рух людей та автомобілів. Також може мати можливість контролювати всіма системами освітлення “розумного будинку” бездротовим шляхом через власний мобільний телефон.

Освітлювальне виробництво відкрило нову хвилю революції. В якості невід’ємної частини міської інфраструктури освітлення вуличне освітлення є передовим елементом цифрової трансформації. Ця ініціатива починається з енергоефективності та стійкості. Система застарілих вуличних освітлювальних систем може забезпечити достатню кількість освітлення для задоволення вимог щодо безпеки та безпеки для дорожнього руху, але енергія та обслуговування значно погіршуються через застарілі джерела світла, що дає можливість створювати нові технології освітлення, що забезпечують значну економію енергії, підвищує надійність та продуктивність. Найновіша еволюція твердотілого освітлення на основі світлодіодних технологій прискорила поступове відключення неефективних систем освітлення та несподівано прискорила перехід до інтелектуального освітлення, що використовує технологію Інтернету, що допомагає організувати інфраструктуру для “розумного міста” [11].

Комбінація мережевої комунікації, інтелектуальне відстеження та можливості аналізу даних дозволяють муніципальним органам контролювати та динамічно керувати системами вуличного освітлення. Технологія освітлення на базі IoT вирішує проблеми масштабованості для керування великою кількістю об’єктів вуличного освітлення, шляхом агрегування та обробки великих обсягів даних, створених вуличними ліхтарями IoT, для покращення міського освітлення, максимальної економії енергії та зниження експлуатаційних витрат. Таким чином, мережева технологія IoT створює практичну можливість для більш безпосередньої інтеграції світлодіодного вуличного освітлення в комп’ютерних системах.

Інтернет речей виходить за рамки потужних комунікацій між машинами та пристроями (M2M) у сфері управління вуличними освітленнями. Велика кількість заявок може бути впроваджена на практиці в ширшому контексті розповсюдження інтелектуальних міських ініціатив у всьому світі. Системи інтелектуального вуличного освітлення можуть бути реалізовані як найважливіший компонент в інфраструктурі розумних міст та надають розширені можливості, такі як моніторинг громадської безпеки, управління трафіком, метеорологічний моніторинг, охорона навколишнього середовища, інтелектуальна парковка, доступ до WiFi, корисні вимірювання, голосові трансляції тощо (рис. 2.3) [12].

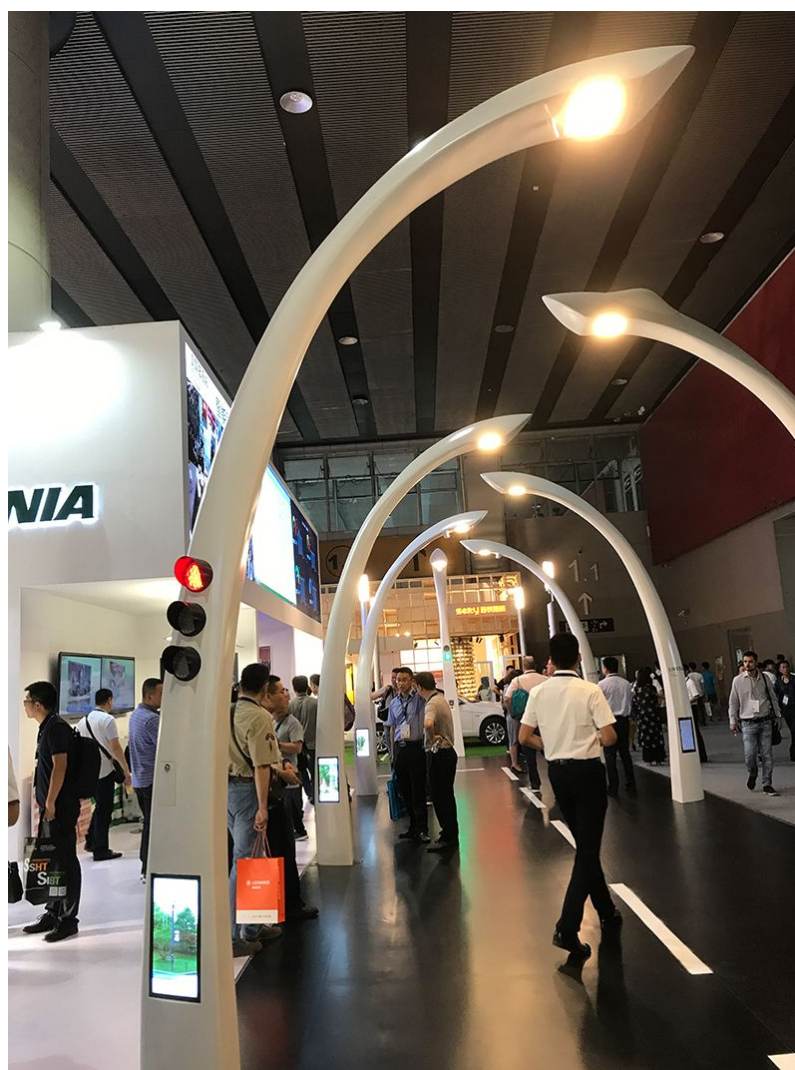


Рисунок 2.3 - “Розумне освітлення” [12]

### 2.7.1 Архітектура

Вуличне освітлення, засноване на IoT, може бути визначене як системи цифрового освітлення в мережі інтернет, які використовують окремі ліхтарі як мережеві вузли для прийому, збору та передачі даних. IoT складається з трьохрівневої ієрархічної моделі. Нижній шар складається з кінцевих вузлів, встановлених на вуличних ліхтарях, для проведення зондування та вимірювань. Другий шар ієрархії забезпечує зв'язок як із віддаленими серверами систем управління, так і з кінцевими вузлами. Найвищий рівень ієрархії - це прикладний шар, який складається з системи дистанційного керування або сервера, завданням якого є оптимізація керування та ефективності систем вуличного освітлення та виконання інших визначених стратегій.

В залежності від особливостей системи освітлення можуть використовувати багато різних вузлів, що полегшують моніторинг та контроль роботи вуличного світла та інших функцій IoT. Такі мережеві вузли включають в себе світлозалежні резистори (LDR), пасивні інфрачервоні (PIR) датчики, датчики струму, реле. LDR або фоторезистор є входним перетворювачем, який перетворює яскравість (світло) на опір. Світлозалежні резистори працюють за принципом фотопровідності для регулювання яскравості вуличного світла в різних погодних умовах. PIR-датчики використовуються для виявлення щільності або потоку трафіку шляхом визначення довжини хвиль інфрачервоного випромінювання, що надходить через передній панелі датчика. Також встановлено годинник, який забезпечує інформацію про час. Датчик температури фіксує місцеву температуру системи. Датчик струму використовується для виявлення та перетворення електричного струму (змінного або постійного струму) на вимірювану вихідну напругу. Реле - це пульти дистанційного керування для активації вмикання/вимикання.



Аналогові дані, зібрані мережевими вузлами, перетворюються в цифрову форму, обробляються другим шаром архітектури IoT, який зазвичай є мікроконтролером, який може мати вбудований процесор із відповідною схемою, специфічними інтегральними схемами (ASIC) [12]. LED-драйвери часто взаємодіють з інтелектуальними мікроконтролерами для виконання відповідних інструкцій, таких як адаптивне керування затемненням. Мікроконтроллер додатково підключається до модулів зв'язку, які служать шлюзами для забезпечення зв'язку між системою дистанційного керування, модулями зв'язку та вуличними ліхтарями.

### 2.7.2 Мережеве з'єднання

Системи освітлення IoT використовують комбінацію технологій комунікації довгого, середнього та малого діапазону. Існує три типи систем зв'язку, доступних для здійснення мережових підключень в інтелектуальній системі вуличного освітлення:

1. Силові лінії зв'язку (PLC);
2. Широкополосна лінія електропередачі (BPL);
3. Бездротовий зв'язок реалізований з використанням радіочастотних модулів.

Бездротова технологія відіграє вирішальну роль у впровадженні мережових інтелектуальних систем вуличного освітлення. Оскільки в кабельних мережах величезна кількість датчиків, бездротовий зв'язок є єдиним рішенням для розгортання гнучких мереж датчиків у великих або недоступних областях. У концепції IoT, комутація малопотужних стандартів є кращими для взаємозв'язку між багатьма розумними пристроями. Бездротові мережі стають дедалі популярнішими для програми інфраструктури IoT для підключення пристроїв один до одного та до хмарних сервісів. ZigBee - це надійний стандарт бездротової мережної мережі, що базується на стандарті IEEE 802.15.4 для бездротових локальних мереж (WPAN).

ZigBee визначає протоколи зв'язку високого рівня і забезпечує високу надійність та більший діапазон з мережами. Реалізація ZigBee вимагає додаткового обладнання, такого як координатор, маршрутизатор та кінцеві пристрої ZigBee [11].

Інші технології, пов'язані з IoT, включають в себе Wi-Fi, 6LoWPAN (стандарт LWPAN, призначений для адаптації зв'язку IPv6), Z-Wave, Bluetooth Low Energy, бездротові сенсорні мережі (WSN), Dash7 (протокол WSN для комунікації на відстані 433 МГц, що означає краще проникнення через стіни, ніж 2,4 ГГц), радіочастотна ідентифікація (RFID) та зв'язок поблизу (NFC) тощо.

## 2.8 Розумний будинок

Розумний будинок (smart home) - будинок або приміщення комерційного призначення (бутік, офіс, будь-яка установа), які мають якісні системи забезпечення та операційний multi-room. За допомогою останнього, функціонально пов'язуються між собою усі електроприлади будівлі, якими можна керувати централізовано — з пульта-дисплею. Основною ідеєю є можливість керувати бездротовим способом будь-якими системами будинку, які з'єднані в одну мережу. Однією із функцій “розумного будинку” є контроль параметрів навколишнього середовища, залежно від чого здійснюється регулювання температури в приміщеннях. Це означає, що є можливість контролю ефективного споживання енергоресурсів. Прилади можуть бути під'єднані до комп'ютерної мережі, що дозволяє керувати ними за допомогою ПК та надає віддалений доступ до них через інтернет. Завдяки інтеграції інформаційних технологій у домашні умови, усі системи та прилади узгоджують виконання функцій між собою, порівнюючи задані програми та зовнішні показники (обстановки) (рис 2.4) [4].



Рисунок 2.4 - Мультимедійний дисплей для керування розумним будинком [4]

Для визначення високо-технологічних особливостей приміщення також вживають терміни: intelligent building, smart-house, digital home.

Розумний будинок створюється за допомогою професійного проектування та програмування компаніями, що займаються розробкою проектів smart-home. Програми, що вводяться до алгоритмів multi-room розумного дому, розраховані на певні потреби мешканців та ситуації, пов'язані із зміною середовища або безпекою. Особливістю smart-home є керування з пульта, на котрому людина може натиснути одну-єдину клавішу з метою створення певної обстановки. При цьому, сама система мульти-рум аналізує навколишню ситуацію та параметри усередині приміщення, та керуючись власними висновками, виконує задані користувачем команди із відповідними налаштуваннями. Окрім того, електронні побутові прилади, встановлені у розумному будинку, можуть бути об'єднані у домашню Universal Plug'n'Play - мережу із виходом в інтернет [4].

Основні функції розумного дому [4]:

- Надійна та проста у користуванні система охорони та відео-нагляду;

- Автоматична централізована корекція освітлення у залежності від години доби та пересування людей по приміщенню (особливо важлива для тих, хто виховує дітей або доглядає за родичами похилого віку);
- Побутові турботи, які, зазвичай, лягають на плечі людини, у розумному будинку узгоджуються з усіма його системами та виконуються найлегшим і найефективнішим способом за допомогою сучасного обладнання. Це, наприклад, може бути полив саду або його накриття від сонця (грози) згідно із вимірами погодних умов; відчинення дверцят о певній годині для вигулу домашніх тварин, щоб уранці вони могли вийти на двір без залучення хазяїв і т.і.;
- Контроль за протіканням води/газу;
- Орієнтир на енергозбереження. Інтелектуальний будинок - це не енерговитратна система (автоматика на 500 м<sup>2</sup> становить приблизно 60 W);
- Домашня автоматика будинку дозволяє покращити умови життя та спростити побутові задачі для користування інвалідів та людей похилого віку;
- Можливість керування інтелектом будинку та побутовими приладами через інтерфейс за допомогою телефонної лінії, мобільного зв'язку або Інтернет. Тобто, Ви можете робити якісь домашні справи через смартфон або веб-браузер, ще не діставшись самого будинку;
- Усі функції виконуються із одного пульта-дисплея.

## 2.9 Інтерактивні плакати

Інтерактивні плакати являють собою пристрої, що використовують технологію NFC для надсилання сповіщень певним користувачам, які знаходяться біля них. Відвідувачі можуть використовувати свої мобільні пристрої, щоб натискати на плакати або продукти, в яких вони зацікавлені, щоб отримати більше інформації.

Одне із завдань IoT - це збір даних з кожного пристрою. Організатори подій можуть об'єднувати всі отримані дані учасників, які вони можуть використати для створення списку потенційних клієнтів, які зацікавлені в пропонованій продукції [12].

Це дозволяє організаторам:

- Надавати цільові рекомендації учасникам;
- Мати можливість побачити список потенційних відвідувачів, які зацікавлені в їх пропозиціях;
- Звертати увагу відвідувачів до певних місць, до яких вони знаходяться поблизу;
- Оптимально розподіляти переповнені області виставкового поверху.

## 2.10 Потокова обробка в режимі реального часу

Потокова обробка - це технологія, яка дозволяє додаткам здійснювати обробку (збирання, інтеграцію, візуалізацію та аналіз) поточних даних у режимі реального часу. Тобто, вона дає можливість швидко обробляти великі обсяги даних з різних джерел у режимі реального часу (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 - Потокова обробка даних [13]

Потокова обробка і потокова аналітика обробляє великі дані Інтернету речей, не порушуючи працездатності існуючих джерел, систем зберігання та корпоративних систем. Найбільш очевидною перевагою потокової обробки є здатність обробляти дані не як статичні таблиці, а як нескінченний потік, що йде від того, що сталося раніше, до того, що станеться в майбутньому. Крім того, вона гнучко адаптується до аналітичних змін і бізнес-потреб швидше. Результати аналізу формуються як безперервна операція. Наприклад, компанія може аналізувати свої продажі в режимі реального часу, створюючи основні програми, які повторно замовляють продукти, та коригувати ціни за регіонами на основі даних про вхідні продажі [13].

Основне рішення для потокової обробки в режимі реального часу вирішує різні завдання в розгортанні Інтернету речей:

- Обробка величезної кількості потокових подій (збирання, регулювання, фільтрація, автоматизація, прогнозування, моніторинг, попередження);
- Швидка інтеграція з інфраструктурою та джерелами даних;
- Виявлення аномалій;
- Реабілітація в режимі реального часу та розгортання нестабільних ринкових умов та вимог;
- Продуктивність та масштабованість, оскільки обсяги даних збільшуються за розміром і складністю;
- Аналітика в масштабі IoT: пошук і перегляд даних у реальному часі, постійна обробка запитів;
- Автоматизовані сповіщення;
- Захист даних (через сповіщення в реальному часі);
- Миттєва реакція на запит споживачів.

Сьогодні потокова обробка використовується у всіх галузях та урядових органах, де дані потоку генеруються за допомогою даних IoT. Безпека даних також є однією з основних проблем для IoT. Сьогоднішні системи оповіщення вимагають використання та аналізу шаблонів для всіх даних у всіх системах в режимі реального часу, і лише потокова обробка дозволяє фільтрувати, агрегувати та аналізувати дані за мілісекунди. IoT включає в себе моніторинг мережі, виявлення шахрайства, маршрутизацію розумного замовлення, ціноутворення, керування ринковими даними тощо. Потокова обробка дає змогу вирішувати проблеми, пов'язані з даними в режимі реального часу. Ця здатність надає організаціям чи уряду покращення задоволеності клієнтів та ефективності їх діяльності [13].

## 2.11 Комплексна обробка подій

Комплексна обробка подій (complex event processing, CEP) - це нова мережева технологія, яка часто використовується в Інтернеті речей, що використовує розподілені на основі повідомлень системи, бази даних та програми для отримання даних у режимі реального часу. Це свого роду обчислювальна техніка, в якій вхідні дані про події перетворюються на більш корисні, "більш складні" дані про події, призначені для того, щоб забезпечити розуміння того, що відбувається [14].

CEP керується подіями, оскільки обчислення спрацьовує при отриманні даних про події. CEP використовується для додатків безперервної інтелектуальної інформації, щоб покращити обізнаність про ситуацію та підтримувати рішення в реальному часі. CEP поєднує в собі дані з кількох джерел для виявлення подій або шаблонів, щоб запропонувати більш складні рішення. Це може забезпечити компанії можливість визначати, управляти та прогнозувати події, ситуації, умови, можливості та загрози.

Проаналізовані події можуть відбуватися в різних частинах організації (потенційні клієнти, замовлення або дзвінки обслуговування клієнтів). Ці типи даних можуть включати новини, текстові повідомлення, публікації в соціальних мережах, канали фондового ринку, звіти про трафік, прогнози погоди та інші види даних. Подія також може бути визначена як "зміна стану", коли вимірювання перевищує заздалегідь визначений поріг часу, температури тощо [15].

CEP заснована на ряді технологій:

- виявлення патернів подій;
- абстракції подій;
- моделювання ієрархії подій;
- визначення співвідношень (тимчасова залежність тощо) між подіями;



- абстракції процесів, керованих подіями.

Проблема аналізу в режимі реального часу продовжує зростати, оскільки майбутні десятки мільярдів датчиків і інтелектуальних пристроїв продовжують збирати більше даних. Можливість швидкого реагування в критичній ситуації може врятувати мільйони доларів компаніями і є однією з основних функцій IoT. Саме тому CEP стає все більш популярним рішенням для розгортання IoT [16].

## 2.12 Обробка потоків подій

Обробка потоків подій (event stream processing, ESP) - набір технологій, призначених для побудови інформаційних систем обробки подій. ESP - це технологія, яка включає в себе візуалізацію подій, їх зберігання, програмне забезпечення та мови програмування обробки подій. Основним завданням для ESP є обробка потоків подій (даних) з метою виявлення в них значущих шаблонів, використовуючи такі методи як пошук взаємозв'язків між подіями, кореляція подій, ієрархії подій, і інші аспекти, такі, як аналіз складових подій і часових рядів [17].

Технологія ESP застосовується в різних сферах:

- для своєчасного виявлення шахрайства в сфері фінансових послуг;
- для оперативного аналізу активностей на біржових торгових майданчиках;
- для оцінки продуктивності обладнання по різній інформації, що надходить з датчиків і сенсорів, наприклад в нафтогазовій промисловості;
- в телекомунікації для оперативного аналізу відтоку клієнтів і проведення маркетингових кампаній тощо

Обробка потоків подій дозволяє швидко розшифрувати та аналізувати обсяги подій, що надходять з різних пристроїв. Технологія вивчає і оцінює ці події, фільтрує, нормалізує та виявляє шаблони у режимі реального часу. Події

зберігаються у пам'яті. Це дозволяє виконувати більш складні маніпуляції з даними (рис. 2.6).

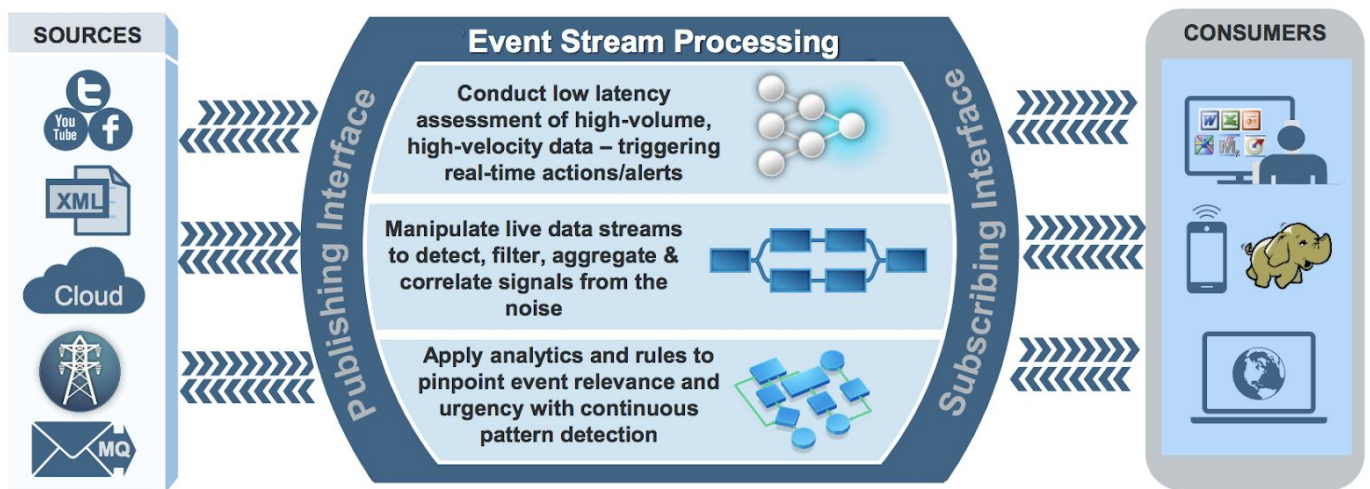


Рисунок 2.6 - Обробка потоків подій [18]

ESP використовує наступні методи для керування потоками даних [18]:

1. Оцінка: ESP допомагає стандартизувати дані, коли вони з'являються, застосовуючи прості перетворення і правила;
2. Агрегація;
3. Кореляція: ESP дозволяє підключитися до декількох потоків даних і визначити, що сталася серія подій, наприклад, стан А був застосований на В, потім на С;
4. Тимчасовий аналіз.

Існує декілька способів обробки потоків подій, які відіграють важливу роль в IoT [19]:

- Виявляти цікаві події та запускати відповідні дії. Обробка потоків подій визначає складні схеми в режимі реального часу, створені на конкретному пристрої. Також можна розрізнити стан обладнання, наприклад, несправності системи, що очікують на розгляд, або майбутню подію обслуговування. Технології обробки потоків подій також використовуються для виявлення

потенційного шахрайства, можливості надсилати маркетингову пропозицію тощо.

- Сукупна інформація для моніторингу. Обробка потоків подій також використовується для постійного моніторингу даних датчиків з джерел обладнання та пристроїв, моніторингу тенденцій, кореляцій певних порогових значень, що вказують на проблему, для попередження ризиків виникнення проблемних ситуацій.
- Очищення та перевірка даних датчика. Дані датчиків, як відомо, “брудні”. Коли декілька датчиків підлягають моніторингу як колективні, різноманітні формати та час передачі часто відрізняються між датчиками. В результаті дані датчика можуть бути неповними або містити несумісні значення. Затримка даних може навіть свідчити про несприятливий потенціал датчика або просто бути результатом падіння мобільної мережі. Комунальні компанії, наприклад, мають стандартні правила визначення шаблону якості даних. Існує цілий ряд способів, які можна безпосередньо вбудувати в потоки даних, які стосуються якості даних датчиків. Усі ці методи передбачають кешування деякої історії для вивчення помилкового характеру даних.
- Прогнозовані та оптимізовані операції в режимі реального часу. Обробки даних потоків подій недостатньо для розширення можливостей прийняття рішень у реальному часі. Потокове передавання даних має включати аналітичну здатність розуміти шаблони. Розширені аналітичні та математичні алгоритми, розроблені з використанням історій збережених даних, можуть бути закодовані в потоки даних - для постійного підрахунку поточкових даних. У реальному світі це може означати, що інформація про прибуття транзитного поїзда може бути подана через ряд розрахунків, щоб визначити, як його прибуття може вплинути на інші транспортні засоби.

## 2.13 Висновки

В даному розділі було досліджено основні об'єкти даних, управління ними, ієрархії управління, основні технології впровадження Інтернету речей, такі як iBeacon, RFID, які допомагають відстежувати та збирати потрібні дані, скорочують час очікування та трудові затрати для управління подіями. Наведено приклади їх використання.

Основною метою концепції Інтернету речей є впровадження багатьох процесів і подій, які могли би відбуватися без участі людини на основі аналізу взаємодії “розумних пристроїв”. Це стосується зміни побуту, виробництва, мобільних пристроїв й індустріальної галузі. Важливими функціями цієї концепції є полегшення повсякденного життя (“розумні будинки”, “розумне харчування”), підвищення якості і ефективності роботи (інтерактивні плакати, карта тепла і рухів), зменшення фінансових та матеріальних затрат (автоматизоване керування учасниками), енергоефективність (“інтелектуальне освітлення”) тощо.

Також було досліджено основні технології управління подіями в режимі реального часу, такі як потокова обробка подій в режимі реального часу, комплексна обробка подій, обробка потоків подій. Наведено їх приклади, основні функції, завдання, сфери застосування. Вони дозволяють аналізувати, збирати і обробляти потоки подій і даних в режимі реального часу, приймати відповідні рішення, зменшувати ризики виникнення проблемних ситуацій.

## 3 ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІВЕАСОН ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ПОДІЯМИ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

### 3.1 Опис технології

iBeacon - технологія, розроблена Apple і представлена на конференції WWDC у 2013 році. З тих пір різні компанії розробили iBeacon-сумісні апаратні передавачі (зазвичай вони називаються маяками, рис. 3.1) - клас малопотужних пристроїв Bluetooth (BLE), які здатні повідомити навколишні iOS пристрої про свою присутність. Технологія дозволяє смартфонам та іншим пристроям виконувати певні дії, у випадку коли останні знаходяться в безпосередній близькості до датчика iBeacon [20].



Рисунок 3.1 - Датчики iBeacon [20]

iBeacon використовує BLE для передачі універсального унікального ідентифікатора, отриманого за допомогою додатка або операційної системи.

Ідентифікатор та кілька байт, що надсилаються разом із ним, можуть бути використані для визначення фізичного місцезнаходження пристрою, відстеження клієнтів або виконання певних дій на основі місцезнаходження, такої як реєстрація в соціальних мережах або push-повідомлення.

iBeacon також може використовуватися з додатком як система внутрішнього позиціонування, яка допомагає смартфонам визначати їх приблизне розташування. За допомогою iBeacon програмне забезпечення смартфона може приблизно знайти своє відносне розташування до iBeacon у магазині. Роздрібні магазини використовують маяки для мобільної торгівлі, пропонуючи клієнтам спеціальні пропозиції через мобільний маркетинг та дозволяють здійснювати мобільні платежі через системи продажу. Програмне забезпечення розсилає повідомлення в певній точці магазину, автобусній зупинці, кімнаті тощо. Це схоже на раніше використану технологію georush на основі GPS, але з меншим впливом на час роботи акумулятора та кращою точністю.

iBeacon відрізняється від деяких інших технологій, оснований на місцезнаходженні, оскільки передавальний пристрій (маяк) є лише однополюсним передавачем до приймаючого смартфона або приймаючого пристрою, і для цього потрібно встановити конкретну програму на пристрій, яка буде взаємодіяти з маяками. Це гарантує, що лише встановлена програма (а не передавач iBeacon) може відслідковувати користувачів.

### 3.2 Принцип роботи

Маяк (передавач) періодично, з інтервалом від секунди до декількох секунд, передає рекламні пакети (advertising packets), не встановлюючи саме з'єднання, стандарту BLE, які містять крім заголовка наступне корисне навантаження [21]:

- UUID - 128-бітний унікальний ідентифікатор групи маяків, що визначає їх тип або приналежність до однієї організації;
- Major - 16-бітне беззнакове значення, за допомогою якого можна групувати маяки з однаковим UUID;
- Minor - 16-бітне беззнакове значення, за допомогою якого можна групувати маяки з однаковим UUID і Major;
- Measured Power (рівень сигналу в 1 м від передавача) - 8-бітне значення рівня сигналу (RSSI), відкалібровані на відстані 1 м від приймача, яке використовується для визначення близькості (proximity) маяка до приймача (мобільного пристрою). Вимірюється в dBm.

Для визначення відстані до маяка (ranging) використовується реальне значення RSSI (в dBm) із значенням «Measured Power» на відстані 1 метра. Чим більше відстань, тим більше буде різниця між «Measured Power» і RSSI. У разі використання декількох маяків крім відстані до кожного може бути встановлено і місце розташування приймача шляхом трилатерації або методом «fingerprinting» («відбитків»). Під «fingerprinting» розуміється попередній запис векторів з RSSI від ідентифікованих маяків для деякого набору точок в приміщенні. При навігації вимірювання порівнюються з цим набором і вибирається найбільш підходяща по «відбитку» точка [21].

Коли розташування визначено, мобільний додаток може зробити деякі дії, наприклад, показати відповідну інформацію.

Рівень сигналу на приймачі залежить від відстані тільки в разі безперешкодного поширення радіосигналу. У реальних приміщеннях на RSSI впливає багатопроменеве поширення (multipath propagation) радіохвиль, що може призводити як до занижених, так і до завищених рівнів сигналу. Для отримання більш точних оцінок потрібне застосування алгоритмів згладжування.

### 3.2.1 Регіон маяків

Протокол iBeacon представив концепцію маякового регіону. Важливо пам'ятати, що додатки, які підтримують маяки, можуть виявляти як групи маяків, так і окремі маяки.

На відміну від загального розуміння регіонів, регіон маяка не визначається ніякими географічними властивостями, такими як дані GPS або широта та довгота. Натомість iBeacon регіон характеризується такими ж трьома значеннями, як маяки: UUID, Major і Minor. В оцінці моніторингу регіони визначаються загальними тегами з декількома маяками або ідентифікаторами маяка. Тому фізичне зображення регіону є діапазоном всіх маяків у цьому регіоні.

### 3.2.2 Моніторинг регіону (monitoring)

Моніторинг регіону дозволяє додатку дізнатися, коли пристрій заходить або виходить з діапазону маяків, визначених регіоном (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 - Моніторинг регіону [21]



Для відслідковування цих події використовується мова програмування Swift і середовище розробки Xcode. Спочатку потрібно в налаштуваннях проекту дозволити використання BLE і GPS в фоновому режимі (рис. 3.3, 3.4):

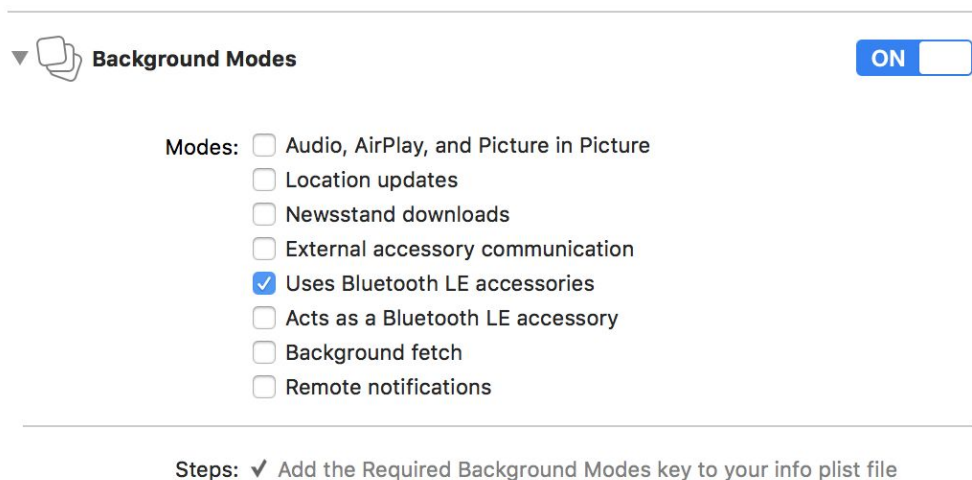


Рисунок 3.3 - Налаштування BLE в фоновому режимі

Information Property List	Dictionary (32 items)
Bu	String
Localization native development region	String ru
Bundle display name	String ЛеруаМерлен
Executable file	String \$(EXECUTABLE_NAME)
Bundle identifier	String \$(PRODUCT_BUNDLE_IDENTIFIER)
InfoDictionary version	String 6.0
Bundle name	String \$(PRODUCT_NAME)
Bundle OS Type code	String APPL
Bundle versions string, short	String 3.4.0
▶ URL types	Array (1 item)
Bundle version	String 2
▶ Fabric	Dictionary (2 items)
App Uses Non-Exempt Encryption	Boolean NO
▶ LSApplicationQueriesSchemes	Array (4 items)
Application requires iPhone environment	Boolean YES
▶ App Transport Security Settings	Dictionary (1 item)
Privacy - Bluetooth Peripheral Usage Description	String Для получения персональных уведомлений включите Bluetooth
Privacy - Camera Usage Description	String We need to access your camera for scanning barcodes
Privacy - Location Always and When In Use Usage Description	String
Privacy - Location Always Usage Description	String Allowing access to your location, you can spot your position on the map
Privacy - Location When In Use Usage Description	String Allowing access to your location, you can spot your position on the map
Privacy - Microphone Usage Description	String TODO:
Privacy - Photo Library Usage Description	String Allowing access to your photos, you can attach image to feedback
▶ Fonts provided by application	Array (1 item)
▶ Required background modes	Array (1 item)
Launch screen interface file base name	String LaunchScreen
▶ Required device capabilities	Array (1 item)
UIRequiresFullScreen	Boolean YES
Status bar style	String UIStatusBarStyleLightContent
▶ Status bar tinting parameters	Dictionary (1 item)
▶ Supported interface orientations	Array (1 item)
View controller-based status bar appearance	Boolean NO

Рисунок 3.4 - Налаштування дозволів на використання BLE і GPS

Далі створюється екземпляр класу `CLLocationManager` і викликаються методи делегування `didEnterRegion` і `didExitRegion`. Події виходу можуть бути відкладені приблизно через 30 секунд після того, як користувач вийде з регіону. Проте вхідні події достовірно відбуваються з невеликою затримкою:

```
let monitoringManager = CLLocationManager()
let uuid = UUID(uuidString: "85a99e33-bbbe-4763-a66b-4d3a3edec09b")!
let major = CLBeaconMajorValue(12)
let minor = CLBeaconMinorValue(1)
let region = CLBeaconRegion(proximityUUID: uuid, major: major, minor: minor, identifier: "iBeacon")
monitoringManager.startMonitoring(for: region)
```

Після налаштування моніторингу, потрібно викликати два методи делегування:

```
func locationManager(_ manager: CLLocationManager, didEnterRegion region: CLRegion) {
    print("DID ENTER REGION")
}

func locationManager(_ manager: CLLocationManager, didExitRegion region: CLRegion) {
    print("DID EXIT REGION")
}
```

Після виявлення регіону роботи датчиків, на мобільний пристрій прийде сповіщення про те, що користувач зайшов в зону дії цих датчиків. Контент сповіщення налаштовується на сервері (для прикладу було взято CMS Leantegra) (рис. 3.5).

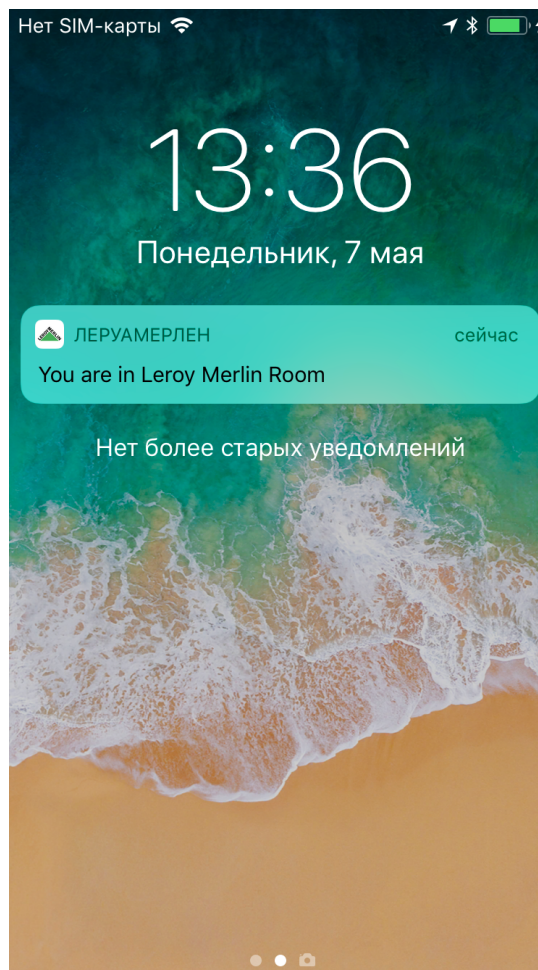


Рисунок 3.5 - Сповіщення на мобільному додатку

Після натискання на сповіщення відкриється інформація про подію, яка може містити текст, картинки, відео тощо (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 - Інформація про подію

### 3.2.3 Визначення відстані (ranging)

Коли моніторинг регіону дозволяє виявити рух у межах діапазону маяків, визначення відстані (ranging) є більш інформативним (рис. 3.7). Він повертає список маяків у діапазоні разом з приблизною близькістю (proximity) до кожного з них (викликається метод делегата `didRangeBeacons`):

```
func locationManager(_ manager: CLLocationManager, didRangeBeacons beacons: [CLBeacon],
inRegion region: CLBeaconRegion) {
    beacons.forEach { (beacon) in
        switch beacon.proximity {
        case .unknown:
            print("Unknown")
        case .far:
            print("Far")
        }
    }
}
```

```

case .near:
    print("Near")
case .immediate:
    print("Immediate")
}
}
}

```

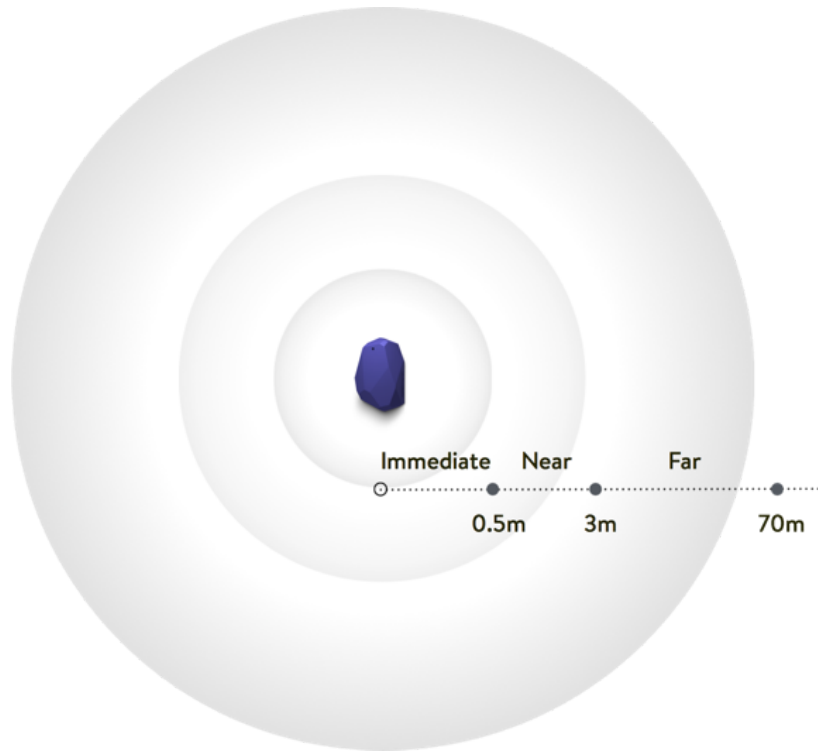


Рисунок 3.7 - Визначення відстані [21]

Даний метод відпрацює кожну секунду в режимі реального часу, поки мобільний додаток знаходиться в пам'яті операційної системи. Кожен об'єкт CLBeacon містить наступну інформацію про розміщення маяка:

- Близькість (CLProximity) - описує близькість маяка;
- Точність (CLLocationAccuracy) - фіксує відстань до маяка в метрах;
- RSSI (Int) - фіксує сигнал маяка, виміряний у децибелах.

### 3.3 Висновки

В даному розділі було розглянуто можливість управляти подіями в контексті Інтернету речей, використовуючи технологію iBeacon, наведено основні інструменти

для впровадження основних можливостей (моніторинг регіону та визначення відстані) цієї технології в мобільний пристрій під управлінням операційної системи iOS.

Датчики iBeacon можуть використовуватися в цілях маркетингу (наприклад, надсилати сповіщення про знижки в певному відділі), на початковому етапі транзакції безготівкового платежу, на масових видовищних і спортивних заходах. Також, їх можна застосовувати для людей з порушенням зору, адже дозволяє орієнтуватись на місцевості, надаючи детальну інформацію про оточуюче середовище.

## 4 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ “УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ ПОДІЙ В ІНТЕРНЕТІ РЕЧЕЙ”

### 4.1 Опис ідеї проекту

У даному розділі описано економічне обґрунтування реалізації стартап-проекту на тему “Управління потоками подій в Інтернеті речей”. Описана технологія буде реалізована у вигляді мобільного додатку, тому ним можна буде користуватись у будь-який зручний спосіб. Процес включає в себе:

- імплементацію технології з даної роботи;
- розробка стратегії виходу конкурентоспроможного продукту на ринок та подальший розвиток стартапу.

Опис ідеї стартап-проекту наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Ідея полягає в тому, щоб створити додаток, який можна було б використовувати для будь-якого пристрою, що використовує технологію iBeacon	1. Використання додатку для управління подіями в режимі реального часу в Інтернеті речей	Користувач матиме можливість безпосередньо використовувати програму для відслідковування подій
	2. Налаштування пристроїв (датчиків) Інтернету речей	В користувача буде можливість власноруч налаштовувати датчик Інтернету речей, завчасно його запрограмувати

В табл. 4.1 було наведено основну ідею, напрямки застосування та вигоди для користувача стартап-проекту. Для реалізації буде використано технологію iBeacon для управління подіями в контексті Інтернету речей. Даний програмний продукт

матиме змогу працювати в режимі реального часу та матиме змогу налаштувати пристрої (датчики) Інтернету речей. Користувачі матимуть змогу відслідковувати події, а також матимуть можливість самостійно налаштувати пристрої Інтернету речей.

Для реалізації стартап-проекту необхідно визначити його характеристики (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/ п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(Потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкурент1	Конкурент2	Конкурент3			
1.	Форма виконання	Додаток	Додаток	Додаток	Додаток			+
2.	Собівартість	Низька	Висока	Висока	Середня			+
3.	Наявність адміністратора для налаштування	Ні	Ні	Так	Так			+
4.	Наявність інтернету	Ні	Так	Ні	Ні		+	
5.	Крос-платформеність	Ні	Так	Ні	Ні	+		

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності. Сильною стороною даного проекту є форма виконання у вигляді мобільного додатку і можливість роботи без підключення до інтернету.



Слабкою стороною є те, що він не буде крос-платформним. Всі інші характеристики є нейтральними. Тому даний проект можна вважати конкурентоспроможним.

## 4.2 Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу необхідно провести аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару).

Таблиця 4.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Ідея проекту</i>	<i>Технології її реалізації</i>	<i>Наявність технології</i>	<i>Доступність технології</i>
1.	Створення додатку	iBeacon	Наявна	Безкоштовна, доступна
		Eddystone	Наявна	Платна, доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: для створення додатку обрана технологія iBeacon, яка є безкоштовною та доступною.				

Отже, проект буде реалізовано за допомогою технології iBeacon, адже вона буде використовуватися для платформи iOS, а Eddystone використовується для платформи Android. Також вона безкоштовна і доступна на ринку, на відміну від конкурента.

## 4.3 Аналіз ринкових можливостей

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану

ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів [22].

Спочатку проводимо аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку.

Таблиця 4.4 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Показники стану ринку (найменування)</i>	<i>Характеристика</i>
1.	Кількість головних гравців, од	3
2.	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	20000 грн./ум.од
3.	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає/спадає/стагнує
4.	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Немає
5.	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Немає
6.	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	$R = (3000000 * 100) / (1000000 * 12) = 25\%$

Отже, середня норма рентабельності в галузі менша, ніж банківський відсоток на вкладення. Тому має сенс вкласти кошти в саме цей проект, адже проект немає наявності обмеження для входу на ринок і специфічних вимог до стандартизації та сертифікації, бо він буде виконаний у вигляді мобільного додатку і буде розміщений в App Store з необмеженим доступом.

Далі визначаються потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи (табл. 5).

Таблиця 4.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
1.	Додаток для управління подіями в Інтернеті речей	Дослідницькі центри, торговельні центри, бібліотеки, великі міста, залізничні вокзали, аеропорти, логістика, автоматичні системи оплати, парки розваг	Цільова група займається отриманням інформації або налаштування пристроїв	Рішення повинне бути зручним у користуванні, надійним, швидкокодійним

Визначено характеристики стартап-проекту: основну потребу, що формує ринок - мобільний додаток; наведено основні цільові сегменти ринку - дослідницькі та торговельні центри, вокзали, аеропорти тощо; відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів - отримання інформації та налаштування пристроїв; затверджено основні вимоги до споживачів - мобільний додаток повинен бути зручним у користуванні, надійним та швидкокодійним.

Далі складаються таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають (табл. 4.6-4.7).

Таблиця 4.6 - Фактори загроз

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Конкуренція	Вихід на ринок великої компанії	<ul style="list-style-type: none"> <li>● вихід з ринку;</li> <li>● запропонувати великій компанії поглинути себе;</li> <li>● передбачити додаткові переваги власного додатку для того, щоб повідомити про них саме після виходу міжнародної компанії на ринок</li> </ul>
2.	Зміна потреб користувачів	Користувачам необхідний додаток з іншим функціоналом	Передбачити можливість додавання нового функціоналу до створюваного додатку
3.	Збільшення витрат на технічну підтримку	Невчасне реагування на сучасний ринок потреб користувачів	Вчасно оновлювати програмне забезпечення
4.	Збільшення ціни на датчики iBeacon	Збільшення ціни на покупку і встановлення датчиків iBeacon	Передбачити можливість купівлі датчиків в іншого постачальника
5.	Зменшення кількості користувачів мобільного додатку	Зменшення зацікавленості користувачів в мобільному додатку	Вчасно оновлювати інтерфейс мобільного додатку

Було наведено основні фактори загроз стартап-проекту. Найбільшою загрозою для проекту є конкуренція (вихід на ринок великої компанії) і зміна потреб користувачів (користувачам необхідний додаток з іншим функціоналом). Для зменшення цих загроз потрібно запропонувати великій компанії поглинути себе, передбачити додаткові переваги власного додатку для того, щоб повідомити про них саме після виходу міжнародної компанії на ринок, а також передбачити можливість додавання нового функціоналу до створюваного додатку і своєчасного оновлення програмного забезпечення і користувацького інтерфейсу. Найменшими загрозами є

збільшення витрат на технічну підтримку, збільшення ціни на датчики iBeacon, зменшення кількості користувачів мобільного додатку.

Таблиця 4.7 - Фактори можливостей

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Зростання можливостей потенційних покупців	Зростання держфінансування досліджень у галузі Інтернету речей	Запропонувати свої послуги державним підприємствам
2.	Зниження довіри до конкурента 1	У додатку конкурента 1 нещодавно було знайдено витік інформації, яка збиралася для аналітики	При виході на ринок звертати увагу покупців на безпеку нашого додатку
3.	Зменшення витрат на технічну підтримку	Збільшення продуктивності роботи штату компанії за рахунок підвищення їхнього професійного рівня	Підвищувати рівень кваліфікації своїх співробітників
4.	Зменшення ціни на аналогічний датчик iBeacon	На ринку з'явився постачальник датчиків з меншою ціною	Звернути увагу на зменшення ціни на датчики iBeacon
5.	Зростання попиту користувачів на аналогічні мобільні додатки	Збільшення кількості користувачів в сфері Інтернету речей	Запропонувати користувачам свій програмний продукт

Було наведено основні фактори сприяння ринковому впровадженню проекту: зростання можливостей потенційних покупців, зниження довіри користувачів до конкурентів, зменшення витрат на технічну підтримку, зменшення ціни на аналогічний датчик iBeacon, зростання попиту користувачів на аналогічні мобільні додатки. Основними реакціями компанії є: надання своїх послуг державним підприємствам, безпечність програмного забезпечення, своєчасне оновлення користувацького інтерфейсу, підвищення рівня кваліфікації своїх співробітників.

Надалі визначаються загальні риси конкуренції на ринку (табл. 4.8).

Таблиця 4.8 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Вказати тип конкуренції: - олігополія	Існує 3 фірми-конкуренти на ринку	Врахувати ціни конкурентних компаній на початкових етапах створення бізнесу, реклама (вказати на конкретні переваги перед конкурентами)
2. За рівнем конкурентної боротьби: - міжнародний	Одна з компаній – з іншої країни, дві – з України	Додати можливість вибору мови додатку, щоб легше було у майбутньому вийти на міжнародний ринок
3. За галузевою ознакою: - внутрішньогалузева	Конкуренти мають додаток, який використовується лише всередині даної галузі	Створити основу додатку таким чином, щоб можна було легко його переробити для використання у інших галузях
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-видова	Види товарів є однаковими, а саме - програмне забезпечення	Створити додаток, враховуючи недоліки конкурентів
5. За характером конкурентних переваг: - нецінова	Вдосконалення технології створення додатку, щоб собівартість була нижчою	Використання менш дорогих технологій для розробки, ніж використовують конкуренти
6. За інтенсивністю: - не марочна	Бренди відсутні	-

Було наведено проведено аналіз конкуренції на ринку, а саме визначено: тип конкуренції - олігополія; конкуренція за рівнем конкурентної боротьби - міжнародна; конкуренція за галузевою ознакою - внутрішньогалузева; конкуренція за видами товарів - товарно-видова; конкуренція а характером конкурентних переваг - нецінова; конкуренція за інтенсивністю - не марочна. Також було наведено

можливі дії компанії, щоб бути конкурентноспроможною: врахувати ціни конкурентних компаній на початкових етапах створення бізнесу; додати можливість вибору мови додатку, щоб легше було у майбутньому вийти на міжнародний ринок; створити основу додатку таким чином, щоб можна було легко його переробити для використання у інших галузях; створити додаток, враховуючи недоліки конкурентів; використання менш дорогих технологій для розробки, ніж використовують конкуренти.

Далі розробляється перелік факторів конкурентоспроможності для ринку на основі аналізу складових моделі 5 сил М. Портера (табл. 4.9).

Таблиця 4.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

<i>Складові аналізу</i>	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
	<i>Навести перелік прямих конкурентів</i>	<i>Визначити бар'єри входження в ринок</i>	<i>Визначити фактори сили постачальників</i>	<i>Визначити фактори сили споживачів</i>	<i>Фактори загроз з боку замінників</i>
Висновки	Існує 3 конкуренти на ринку. Найбільш схожим за виконанням є конкурент 1, так як його рішення також представлене у вигляді додатку.	Так, можливості для входу на ринок є, бо наше рішення спрощує та пришвидшує роботу спеціаліста.	Постачальники відсутні	Важливим для користувача є зручність у користуванні	Товари-замінники можуть використати більш дешеву технологію створення додатку та зменшити собівартість товару

Отже, з огляду на конкурентну ситуацію можна з впевненістю сказати, що проект має можливість роботи на ринку, тому що серед наведених конкурентів немає тих, які б могли його потіснити, адже розроблене рішення спрощує та пришвидшує

роботу спеціаліста. Можна виділити основні сильні сторони продукту, які б допомогли стати конкурентоспроможним на ринку - надійність, зручність користувацького інтерфейсу, простота у використанні та безпечність, а також використання технології iBeacon.

На основі аналізу висновків, наведених вище, визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

<i>№ п/п</i>	<i>Фактор конкурентоспроможності</i>	<i>Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)</i>
1.	Використання технології iBeacon	Дозволяє будь-яким пристроям, які використовують технологію, швидко підключатися до мобільного додатку
2.	Простота інтерфейсу користувача	Доступ відбувається через смартфон користувача
3.	Надійність	Мобільний додаток працюватиме без збоїв
4.	Безпечність	Мобільний додаток не буде збирати особисту інформацію користувача

Було наведено основні фактори конкурентоспроможності, які будуть представлені на ринку, а саме: використання технології iBeacon для управління подіями в контексті Інтернету речей, простота користувацького інтерфейсу, надійність та безпечність мобільного додатку.

За визначеними факторами конкурентоспроможності проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту



№ п/п	Фактор конкурентноспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з нашим підприємством						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1.	Використання технології iBeacon	15			+				
2.	Простота інтерфейсу користувача, надійність та безпечність	20	+						

Було наведено порівняльний аналіз сильних сторін проекту товарів-конкурентів і нашого підприємства. Найбільше балів набрано для таких факторів конкурентноспроможностей - простота інтерфейсу користувача, надійність та безпечність, найменше - використання технології iBeacon.

Далі складаємо SWOT-аналіз (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: простий користувацький інтерфейс, надійність, безпечність, використання технології iBeacon	Слабкі сторони: потрібно мати датчики iBeacon
Можливості: у конкурента 1 виявлена проблема із безпекою додатку, додаткове держфінансування для розповсюдження даної технології, зменшення витрат на технічну підтримку, зменшення ціни на аналогічний датчик iBeacon, зростання попиту користувачів на аналогічні мобільні додатки	Загрози: конкуренція, зміна потреб користувачів, збільшення витрат на технічну підтримку, збільшення ціни на датчики iBeacon, зменшення кількості користувачів мобільного додатку

Отже, внутрішні можливості компанії і спроможності щодо виведення продукту на ринок характеризуються такими сильними і слабкими сторонами: сильні - простий користувацький інтерфейс, надійність, безпечність, використання технології iBeacon; слабкі - потрібно мати датчики iBeacon. Ринкові та можливості компанії щодо зовнішнього оточення характеризуються можливостями і загрозами:

можливості - у конкурента 1 виявлена проблема із безпекою додатку, додаткове держфінансування для розповсюдження даної технології, зменшення витрат на технічну підтримку, зменшення ціни на аналогічний датчик iBeacon, зростання попиту користувачів на аналогічні мобільні додатки; загрози - конкуренція, зміна потреб користувачів, збільшення витрат на технічну підтримку, збільшення ціни на датчики iBeacon, зменшення кількості користувачів мобільного додатку.

На основі SWOT-аналізу складаються альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту (табл. 4.13).

Таблиця 4.13 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1.	Створення додатку на основі технології iBeacon	80%	6 місяців
2.	Створення додатку на основі технології Eddystone	30%	12 місяців

Отже, було визначено альтернативу ринкового впровадження стартап-проекту - створення мобільного додатку для платформи iOS на основі технології, адже для неї отримання ресурсів є більш простими та ймовірними, а строки реалізації - більш стислими.

#### 4.4 Розробка ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.14).

Таблиця 4.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№ п/п</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1.	Маркетинг	Можливість збору необхідних даних про користувачів	Великий	Існує 3 конкуренти, які надають схожі, але менш швидкі рішення.	Швидкодія, зручний користувацький інтерфейс, надійність, безпечність
2.	Логістика	Можливість збору необхідних даних про користувачів	Великий		Швидкодія, зручний користувацький інтерфейс, надійність, безпечність
3.	Підприємства	Можливість збору необхідних даних про користувачів	Великий		Швидкодія, зручний користувацький інтерфейс, надійність, безпечність
Які цільові групи обрано: обираємо логістику та підприємства, які підтримуються держзамовленням					

Отже, було вибрано основні цільові групи: логістика та підприємства, які підтримують держзамовлення, адже вони мають можливість збору необхідних даних про користувачів, їхні основні вимоги до мобільного додатку. Також було визначено основні характеристики для входу в сегмент: швидкодія, зручний користувацький інтерфейс, надійність, безпечність.

Далі визначається базова стратегія розвитку (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 – Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ п/п</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>
1.	Створення додатку з використанням технології iBeacon	Ринкове позиціонування	Швидкодія, простота у користуванні, безпечність, надійність	Диференціація

Отже, була обрана альтернатива розвитку проекту - створення додатку з використанням технології iBeacon. Визначена базова стратегія розвитку - диференціація, інструментом реалізації якої є ринкове позиціонування, адже мобільний додаток матиме основні відмінності від товарів-конкурентів такі як швидкодія, простота у користуванні, безпечність, надійність.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ п/п</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки</i>
1.	Ні	Так	Буде, а саме: основною задачею є розробка додатку з використанням iBeacon (конкуренти 1, 2, 3), простий інтерфейс користувача (конкурент 2), технічна підтримка	Зайняття конкурентної ніші

Отже, було визначено базову стратегію конкурентної поведінки - зайняття конкурентної ніші, адже програмний продукт буде націлений на один ринковий сегмент - Інтернет речей. Також матиме технічну підтримку у вигляді оновлень мобільного додатку - основну перевагу перед конкурентами, що формуватиме довіру і прихильність споживачів.

Далі визначається стратегія позиціонування проекту, яка допоможе користувачам ідентифікувати програмний продукт (табл. 4.17).

Таблиця 4.17 - Визначення стратегії позиціонування

<i>№ n/n</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувавши комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1.	Простота інтерфейсу, швидкодія, надійність, безпечність	Диференціація	Простота користувацького інтерфейсу дозволить отримувати необхідні дані і відслідковувати події в режимі реального часу, а також буде безпечним і надійним	Швидкодія, безпека, простота

Отже, було визначено стратегію позиціонування, а саме визначено основні вимоги до товару цільової аудиторії: простота інтерфейсу, швидкодія, надійність, безпечність; базову стратегію розвитку: диференціація; ключові конкурентоспроможні позиції стартап-проекту: простота користувацького інтерфейсу дозволить отримувати необхідні дані і відслідковувати події в режимі реального часу, а також буде безпечним і надійним. Також сформовано комплексну позицію проекту: швидкодія, безпека, простота.

## 4.5 Розробка мартекингової програми

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у табл. 4.18 потрібно підсумувати результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 4.18 - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
1.	Швидкодія	Додаток працює практично на усіх пристроях iOS	Перевага у швидкості
2.	Простота користувацького інтерфейсу	Простота роботи додатку	Користувачі мають зручний інтерфейс для взаємодії з додатком
3.	Надійність	Надійність роботи додатку	Переваги у надійності
4.	Безпечність	Додаток не збиратиме ніякі дані про особисту інформацію користувачів	Додаток не має на меті збір особистої інформації про користувачів

Надалі розробляється тривінева маркетингова модель товару (табл. 4.19).

Таблиця 4.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

<i>Рівні товару</i>	<i>Сутність та складові</i>		
I. Товар за задумом	Додаток допомагає управляти подіями в контексті Інтернету речей, а також маж можливість налаштування пристроїв iBeacon		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Зручність та простота користувацького інтерфейсу 2. Швидкість роботи 3. Надійність 4. Безпека згідно до світових стандартів	Нм	Тх
	Якість: згідно до стандарту ISO 4444 буде проведено тестування		
	Маркування відсутнє		
	Моя компанія: "IoT app"		
III. Товар із підкріпленням	1-місячна пробна безкоштовна версія та безкоштовне встановлення		
	Постійна підтримка для користувачів		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: патент.			

Отже, було описано три рівня моделі товару: товар буде мати вигляд мобільного додатку, який допомагатиме управляти подіями в контексті Інтернету речей, а також маж можливість налаштування пристроїв iBeacon. Його основні характеристики: зручність та простота користувацького інтерфейсу, швидкість роботи, надійність, безпека згідно до світових стандартів. Мобільний додаток буде захищено від копіювання за рахунок патенту.

Наступним кроком є визначення цінових меж (табл. 4.20). Аналіз проводиться експертним методом.

Таблиця 4.20 - Визначення меж встановлення ціни

<i>№ п/п</i>	<i>Рівень цін на товари-замінники, грн</i>	<i>Рівень цін на товари-аналоги, грн</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів, грн</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу, грн</i>
1.	25000	30000	200000	20000

Визначено межі встановлення ціни на мобільний додаток, а саме рівень цін на товари-замінники - 25000 грн, рівень цін на товари-аналоги 30000 грн, рівень доходів цільової групи споживачів - 200000 грн, верхня та нижня межі встановлення ціни на товар - 20000 грн. Аналіз був проведений експертним методом.

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 4.21).

Таблиця 4.21 - Формування системи збуту

<i>№ п/п</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
1.	Купують підписку та роблять щорічні внески для подовження ліцензії	Продаж	0(напрям), 1(через одного посередника)	Власна та через посередників

Отже, було сформовано систему збуту у вигляді щорічної підписки (ліцензії). Збут буде проводитися власними силами та через посередників, напряму та через одного посередника у вигляді продажу товару.

Далі розробляється концепція маркетингових комунікацій (табл. 4.22).



Таблиця 4.22 - Концепція маркетингових комунікацій

<i>№ п/п</i>	<i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій, якими користуються я цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонування</i>	<i>Завдання рекламного повідомлення</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
1.	Завантаження додатку з App Store	Інтернет	Швидкодія, простота у використанні, безпека, надійність	Показати переваги додатку, у тому числі і перед конкурентами	Демо-ролик із використання

Отже, було розроблено концепцію маркетингових комунікацій: мобільний додаток буде завантажуватись з App Store, канал комунікації - інтернет, ключові позиції для позиціонування - швидкодія, простота у використанні, безпека, надійність, основне завдання рекламного повідомлення - показати переваги додатку, у тому числі і перед конкурентами, концепція рекламного звернення буде у вигляді демо-ролика із використання.

#### 4.6 Висновки

У даному розділі були досліджені основні аспекти виходу на ринок мобільного додатку для управління подіями в режимі реального часу в Інтернеті речей. Описаний продукт є доцільним для користувачів, які хочуть мати доступ до управління подіями в Інтернеті речей, адже має можливість контролювати і налаштовувати пристрої (датчики) в режимі реального часу.

В рамках розділу було визначено перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей потенційного товару для формування його конкурентоспроможності; обрана технологія реалізації ідеї проекту: для створення мобільного додатку обрана технологія iBeacon, яка є безкоштовною та з якою мають досвід роботи члени проекту; проведений ступеневий аналіз конкуренції на ринку,

SWOT аналіз та обґрунтовані фактори конкурентоспроможності; проведений менеджмент потенційних ризиків.

Отже відповідно до проведених досліджень існує можливість ринкової комерціалізації проекту. Також існують перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження не є високими, проект має значні переваги перед конкурентами: швидкодія, простота у використанні, безпека, надійність.

Для успішного виконання проекту необхідно реалізувати додаток із використанням технології iBeacon.

Проаналізувавши отримані результати, можна зробити висновок, що подальша імплементація є доцільною.

## ВИСНОВКИ

В даній роботі було розглянуто основну концепцію Інтернету речей, його історію, основні поняття, характеристики, технології, проблеми, сучасний стан. Основною ідеєю Інтернету речей є можливість підключати різноманітні об'єкти до мережі, обробляти інформацію, що надходить від навколишнього середовища, обмінюватися нею і, залежно від результатів, приймати рішення та виконувати певні дії.

Також було зосереджено увагу на дослідженні розгортання Інтернету речей в контексті розумних міст на основі порівняльного аналізу розумних міст у всьому світі. Метод аналізу полягав у розгляді розгортання Інтернету речей як державної політики чи програм, що дозволяють використовувати класичні інструменти оцінки. Ця перспектива аналізу дозволила розглянути розгортання Інтернету речей за всіма параметрами, а не тільки через їх технологічні характеристики.

Було з'ясовано, що Інтернет речей та розумні міста знаходяться далеко від досягнення своїх обіцяних цілей, зокрема, для задоволення очікувань кінцевих користувачів. Було запропоновано модель схеми вартості даних Інтернету речей, яка була організована у процесі створення даних. Вона спирається на брокер даних, який структурує, координує та керує потоком даних між виробниками (на рівні інфраструктури) та користувачами (на рівні служб), створює зв'язок між вихідними та інтелектуальними даними. Впровадження більшої прозорості та побудови спільного бачення ланцюга вартості та екосистеми є кращим способом для забезпечення сталого й економічно-обґрунтованого розгортання Інтернету речей та розумних міст.

Було досліджено основні об'єкти даних, управління ними, ієрархії управління, основні технології впровадження Інтернету речей, такі як iBeacon, RFID, які

допомагають відстежувати та збирати потрібні дані, скорочують час очікування та трудові затрати для управління подіями. Наведено приклади їх використання.

Основною метою концепції Інтернету речей є впровадження багатьох процесів і подій, які могли би відбуватися без участі людини на основі аналізу взаємодії “розумних пристроїв”. Це стосується зміни побуту, виробництва, мобільних пристроїв й індустріальної галузі. Важливими функціями цієї концепції є полегшення повсякденного життя (“розумні будинки”, “розумне харчування”), підвищення якості і ефективності роботи (інтерактивні плакати, карта тепла і рухів), зменшення фінансових та матеріальних затрат (автоматизоване керування учасниками), енергоефективність (“інтелектуальне освітлення”) тощо.

Також було досліджено основні технології управління подіями в режимі реального часу, такі як потокова обробка подій в режимі реального часу, комплексна обробка подій, обробка потоків подій. Наведено їх приклади, основні функції, завдання, сфери застосування. Вони дозволяють аналізувати, збирати і обробляти потоки подій і даних в режимі реального часу, приймати відповідні рішення, зменшувати ризики виникнення проблемних ситуацій.

Також було розглянуто можливість управляти подіями в контексті Інтернету речей, використовуючи технологію iBeacon, наведено основні інструменти для впровадження основних можливостей (моніторинг регіону та визначення відстані) цієї технології в мобільний пристрій під управлінням операційної системи iOS. Датчики iBeacon можуть використовуватися в цілях маркетингу (наприклад, надсилати сповіщення про знижки в певному відділі), на початковому етапі транзакції безготівкового платежу, на масових видовищних і спортивних заходах. Також, їх можна застосовувати для людей з порушенням зору, адже дозволяє орієнтуватись на місцевості, надаючи детальну інформацію про оточуюче середовище.

У рамках розробки стартап-проекту були досліджені основні аспекти виходу на ринок мобільного додатку для управління подіями в режимі реального часу в Інтернеті речей. Описаний продукт є доцільним для користувачів, які хочуть мати доступ до управління подіями в Інтернеті речей, адже має можливість контролювати і налаштовувати пристрої (датчики) в режимі реального часу. Було визначено перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей потенційного товару для формування його конкурентоспроможності; обрана технологія реалізації ідеї проекту: для створення мобільного додатку обрана технологія iBeacon, яка є безкоштовною; проведений ступеневий аналіз конкуренції на ринку, SWOT аналіз та обґрунтовані фактори конкурентоспроможності; проведений менеджмент потенційних ризиків.

Отже відповідно до проведених досліджень існує можливість ринкової комерціалізації проекту. Також існують перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження не є високими, проект має значні переваги перед конкурентами: швидкодія, простота у використанні, безпека, надійність. Для успішного виконання проекту необхідно реалізувати додаток із використанням технології iBeacon. Проаналізувавши отримані результати, можна зробити висновок, що подальша імплементація є доцільною.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ranger S. What is the IoT? Everything you need to know about the Internet of Things right now [Електронний ресурс] / S. Ranger. – 2018. – Режим доступу до ресурсу:  
<https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
2. Win-Win стратегія для ІТ-галузі [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу:  
<http://biz.nv.ua/ukr/experts/back/win-winstrategija-dlja-it-galuzi-243352.html>
3. Marr B. How Big Data And The Internet Of Things Create Smarter Cities [Електронний ресурс] / B. Marr. – 2015. – Режим доступу до ресурсу:  
<http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/05/19/how-big-data-andthe-internet-of-things-create-smarter-cities/#60e178e63d8b>
4. Internet of things [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу:  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things)
5. Xhafa L. Modeling and Processing for Next-Generation Big-Data Technologies / L. Xhafa, L. Barolli, A. Barolli, P. Papajorgji. – Springer, 2016. – P. 473–497.
6. Steffen Schenkluhn. Device and event management as foundation of IoT applications [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу:  
<https://blog.bosch-si.com/internetofthings/device-and-event-management-as-foundation-of-iot-applications/>
7. Integrating the IoT with Event Management [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу:  
<https://www.gevme.com/blog/integrating-the-iot-with-event-management/>

8. Radio-frequency identification [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency\\_identification](https://en.wikipedia.org/wiki/Radio-frequency_identification)
9. iBeacon [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://en.wikipedia.org/wiki/IBeacon>
10. Real Time IoT Analytics & Event Management [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.plasmacomp.com/solutions/iot-m2m/realtime-analytics-event-management.aspx>
11. Event management for simultaneous actions in the Internet of Things [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7845480/>
12. Real-Time Stream Processing for Internet of Things [Электронный ресурс]. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.digitaldoughnut.com/articles/2017/april/real-time-stream-processing-for-internet-of-things>
13. Complex event processing for the Internet of Things and its applications [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6899470/>
14. Complex event processing [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Complex\\_event\\_processing](https://en.wikipedia.org/wiki/Complex_event_processing)
15. What is complex event processing and why is it needed for IoT? [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.rcrwireless.com/20161122/fundamentals/cep-iot-tag31-tag99>
16. Big Data Complex Event Processing for Internet of Things Provenance: Benefits for Audit, Forensics, and Safety [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119193784.ch8>

- 17.Event stream processing [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Event\\_stream\\_processing](https://en.wikipedia.org/wiki/Event_stream_processing)
- 18.Event stream processing [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.sas.com/en\\_us/software/event-stream-processing.html](https://www.sas.com/en_us/software/event-stream-processing.html)
- 19.Stream Processing vs. Complex Event Processing [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://softwareengineeringdaily.com/2016/02/04/stream-processing-vs-complex-event-processing/>
- 20.What is iBeacon? What are iBeacons? [Електронний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ibeacon.com/what-is-ibeacon-a-guide-to-beacons/>
- 21.How do iBeacons work? [Електронний ресурс]. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.warski.org/blog/2014/01/how-ibeacons-work/>
- 22.Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.