

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

Факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Тенденції впровадження мереж 5G в галузі охорони здоров'я з використанням SMART-технологій та IoT

Виконав: студент VI курсу, групи СНмз-61
спеціальності 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

Корж Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Кунанець Н.Е.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Мацюк О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

Рецензент Оробчук О.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

АНОТАЦІЯ

Тенденції впровадження мереж 5G в галузі охорони здоров'я з використанням SMART-технологій та IoT // Кваліфікаційна робота освітнього рівня «Магістр» // Корж Дар'я Олександрівна // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра кафедра комп'ютерних наук, група СНмз-61 // Тернопіль, 2020 // С.53 , рис. –8, табл. – 4, додат. –1 , бібліогр. – 61.

Ключові слова: розумна охорона здоров'я; 5G; IoT; D2D

У цій кваліфікаційній роботі представляємо вичерпний огляд інтелектуальних рішень для охорони здоров'я з підтримкою 5G в Інтернеті речей. Представляємо структуру розумної охорони здоров'я в 5G шляхом класифікації.

Представлено ключові вимоги для успішного розгортання розумних систем охорони здоров'я для певних сценаріїв у 5G та розглянули кілька відкритих питань і проблем дослідження в розумних рішеннях 5G для охорони здоров'я в Інтернеті речей.

Сучасні рішення для підключення для IoT стикаються з проблемами, такими як підтримка величезної кількості пристроїв, стандартизація, енергоефективність, густина пристроїв і безпека.

ANNOTATION

Trends in the implementation of 5G networks in healthcare using SMART-technologies and IoT // Diploma work // Korzh Dar'ia Oleksandrivna // Ivan Pulyu Ternopil National Technical University, Faculty of Computer Information System and Software Engineering, Department of Computer Science, group SNm-61 // Ternopil, 2021 // pages 53, figures 8, tables 4, annexes 1, sources 61.

Key words: smart health-care; 5G; IoT; D2D.

In this paper, we present a comprehensive overview of intelligent healthcare solutions with 5G support for the Internet of Things. We present the structure of smart health in 5G by classification.

The key requirements for the successful deployment of smart health systems for specific 5G scenarios are presented, and several open questions and research issues in smart 5G Internet of Things solutions are addressed.

Modern IoT connectivity solutions face challenges such as support for a huge number of devices, standardization, energy efficiency, device density, and security.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІКТ – Інформаційні та комунікаційні технології.

ШІ – штучний інтелект.

ПК – персональний комп'ютер

ПКМ – програмно-конфігуровані мережі

ЦОД – центр обробки даних

ІоТ – мережа фізичних об'єктів, які мають вбудовані технології, що дозволяють здійснювати взаємодію з зовнішнім середовищем, передавати відомості про свій стан і приймати дані ззовні.

ІоМТ (англ. Internet of Medical Things) – Інтернет медичних речей.

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 7 |
| 1 СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ТЕМІ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ..... | 10 |
| 1.1 Інтернет речей (IoT) – нова парадигма | 10 |
| 1.2 Огляд наукових публікацій | 11 |
| 1.3 Огляд стану сучасних досліджень | 14 |
| 1.4 Основні ключові проблеми IoT | 16 |
| 1.5 Висновок до першого розділу | 21 |
| 2 ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ | 22 |
| 2.1 Комунікаційні технології..... | 22 |
| 2.2 Послуги охорони здоров'я IoT | 25 |
| 2.3 Програми охорони здоров'я | 26 |
| 2.4 Розумні вимоги до охорони здоров'я | 27 |
| 2.5 Висновки до другого розділу | 30 |
| 3 СЦЕНАРІЇ МЕРЕЖІ 5G ТА ЇЇ ВИМОГИ..... | 31 |
| 3.1 Розширений мобільний широкосмуговий доступ..... | 31 |
| 3.2 Технологічні тенденції для досягнення вимог у мережі 5G | 32 |
| 3.3 Висновок до третього розділу | 38 |
| 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..... | 39 |
| 4.1 Санітарно-гігієнічні норми до приміщення та штучного освітлення | 39 |
| 4.2 Вплив небезпечних чинників на людину | 42 |
| 4.3 Висновки до четвертого розділу | 44 |
| ВИСНОВКИ..... | 45 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ | 46 |
| ДОДАТКИ | |

ВСТУП

Актуальність теми. Розумна медична допомога дозволяє вдосконаленим діагностичним інструментам забезпечувати вдосконалене лікування пацієнтів та розумні медичні пристрої для покращення якості медичної допомоги шляхом надання життєво важливих показників у режимі реального часу. Мета розумної медичної допомоги – полегшити стан пацієнта шляхом надання інформації про медичні проблеми та шляхи їх вирішення. Розумна медична допомога дозволяє пацієнтам вживати відповідних заходів у разі критичних обставин [1]. Це дозволяє дистанційне обстеження, що призводить до скорочення витрат на лікування, і допомагає постачальникам медичних послуг у розширенні своїх послуг за географічними межами.

З розширенням розумних міст необхідна надійна розумна система охорони здоров'я, яка гарантуватиме медичні послуги користувачам. Окрім добробуту, одним із значних внесків є скорочення витрат на охорону здоров'я шляхом своєчасної діагностики. Наприклад, розумна охорона здоров'я на ринку Інтернету речей (IoT) оцінюється в 2022 році в 158,1 млрд доларів [2].

Розумна система охорони здоров'я зазнає швидкої трансформації від звичайного фахівця та стилю, орієнтованого на лікарню, до розподіленого, орієнтованого на пацієнта. Кілька технологічних розробок заохочували цю швидку революцію у вертикалі охорони здоров'я. Наразі 4G та інші стандарти зв'язку використовуються в охороні здоров'я для розумних медичних послуг і додатків. Ці технології мають вирішальне значення для еволюції майбутніх розумних медичних послуг. Зі зростанням індустрії охорони здоров'я очікується, що кілька додатків створюватимуть величезну кількість даних у різному форматі та розмірі. Такі величезні та різноманітні дані потребують спеціальної обробки щодо наскрізної затримки, пропускну здатності, затримки та інших атрибутів. Сучасним комунікаційним технологіям важко задовольнити вимоги дуже динамічних і чутливих до часу застосування медичної допомоги майбутнього.

Тому мережі 5G розробляються та розвиваються для задоволення різноманітних комунікаційних потреб медичних програм в Інтернеті речей (IoT). Розумні медичні мережі з підтримкою 5G – це об'єднання пристроїв Інтернету речей, які потребують покращення продуктивності мережі та покращеного покриття стільникового зв'язку.

Мета і задачі дослідження. Метою даної кваліфікаційної роботи освітнього рівня «Магістр» є огляд інтелектуальних рішень для охорони здоров'я з підтримкою 5G та Інтернету речей.

Для досягнення поставленої мети було потрібно виконати наступні завдання:

- проаналізувати стан досліджень в даній предметній області;
- проаналізувати інформаційні та комунікаційні технології в охороні здоров'я;
- запропонувати структуру розумної охорони здоров'я на основі 5G;
- описано проблеми з якими стикаються сучасні рішення по підключенню пристроїв IoT

Об'єкт дослідження процеси, які відбуваються в охороні здоров'я

Предмет дослідження. методи аналітичного збирання та опрацювання даних та засоби їх практичної реалізації.

Наукова новизна одержаних результатів кваліфікаційної роботи полягає у дослідженні сценаріїв розробки мереж 5G для охорони здоров'я.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні результати проведених досліджень обговорювались на ІХ науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (м.Тернопіль, 2021 р.).

Публікації. Основні результати кваліфікаційної роботи опубліковано у двох працях конференції (Див. додаток А).

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літератури з 61

найменування та 1 додатку. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи складає 55 сторінок, з них 53 сторінки основного тексту, який містить 8 рисунків та 4 таблиці.

1 СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ТЕМІ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1 Інтернет речей (IoT) – нова парадигма

Інтернет речей (IoT) — це нова парадигма, яка дає змогу спілкуватися між електронними пристроями та датчиками через Інтернет, щоб полегшити наше життя IoT використовує розумні пристрої та Інтернет для надання інноваційних рішень для різних проблем і проблем, пов'язаних із різними бізнесами, державними та державними/приватними галузями в усьому світі [3]. Інтернет речей поступово стає важливим аспектом нашого життя, який можна відчувати всюди навколо нас. Загалом IoT — це інновація, яка об'єднує широкий спектр розумних систем, фреймворків та інтелектуальних пристроїв і датчиків. Більше того, IoT використовує переваги квантової та нанотехнології з точки зору швидкості зберігання та обробки, які раніше не були уявити [4]. Були проведені і доступні широкі дослідження у вигляді наукових статей, повідомлень у пресі як в Інтернеті, так і у формі друкованих матеріалів, щоб проілюструвати потенційну ефективність та застосовність трансформацій IoT.

Велику трансформацію можна спостерігати в нашому повсякденному житті разом із збільшенням залучення пристроїв і технологій IoT. Однією з таких розробок IoT є концепція систем розумного дому (SHS) та приладів, які складаються з Інтернет-пристроїв, системи автоматизації будинків та надійної системи управління енергією [5].

Крім того, ще одним важливим досягненням IoT є система Smart Health Sensing (SHSS). SHSS включає в себе невелике інтелектуальне обладнання та пристрої для підтримки здоров'я людини. Ці пристрої можна використовувати як у приміщенні, так і на вулиці для перевірки та моніторингу різних проблем зі здоров'ям та рівня фізичної підготовки або кількості калорій, спалених у фітнес-центрі тощо. Також вони використовуються для моніторингу критичних станів здоров'я в лікарнях та травмпунктах. також. Таким чином,

IoT змінив весь сценарій медичної сфери, полегшивши його за допомогою високих технологій та розумних пристроїв [6].

Розробники та дослідники Інтернету речей беруть активну участь у покращенні стилю життя людей з обмеженими можливостями та людей старшого віку. IoT продемонстрував значні результати в цій сфері і створив новий напрямок для нормального життя таких людей. Оскільки ці пристрої та обладнання є дуже економічно ефективними з точки зору вартості розробки та легко доступними в межах нормального цінового діапазону, тому більшість людей користується ними. Завдяки IoT, вони можуть жити звичайним життям.

Ще один важливий аспект нашого життя – транспорт. IoT запровадив деякі нові досягнення, щоб зробити його більш ефективним, зручним і надійним. Інтелектуальні давачі та пристрої для дронів тепер контролюють рух на різних перехрестях із сигналізацією у великих містах. Крім того, запускаються транспортні засоби з попередньо встановленими давачами, які здатні визначати майбутні великі затори на карті і можуть запропонувати вам інший маршрут із низьким затором [7]. IoT має послужити в різних аспектах життя та технологій. Можемо зробити висновок, що IoT має багато можливостей як з точки зору вдосконалення технологій, так і сприяння людству.

Інтернет речей також показав свою важливість і потенціал для економічного та промислового зростання регіону, що розвивається. Також на торгово-біржовому ринку це розглядається як революційний крок. Однак безпека даних та інформації є важливою проблемою і дуже бажаною, що є серйозною проблемою для вирішення.

1.2 Огляд наукових публікацій

IoT дозволяє здійснити революцію в охороні здоров'я та знизити вартість медичних виробів. Мережі 5G відіграють важливу роль, щоб забезпечити широке впровадження IoT [8]. У мережах 5G інтелектуальне

медичне обслуговування є одним з найважливіших додатків [9]. На рис.1.1 показана загальна архітектура інтелектуальної мережі охорони здоров'я на базі 5G та її основні об'єкти.



Рисунок 1.1 – Загальна архітектура розумної медичної мережі на основі 5G.

У сфері розумної охорони здоров'я IoT може покращити декілька додатків, включаючи управління активами в лікарнях, моніторинг поведінкових змін, віддалений моніторинг, моніторинг дотримання правил лікування, розумніші ліки та телемедицина [10]. Ці програми відіграватимуть важливу роль у найближчому майбутньому медичного бізнесу.

До 2022 року IoT у сфері охорони здоров'я приведе ринок до приблизно 117 мільярдів доларів США [11]. Запропоновано багато додатків для інтеграції послуг мобільного зв'язку, електронного здоров'я та/або веб-послуг.

У роботі [12] пропонується портативний додаток для охорони здоров'я, який перевіряє пролежні шляхом електронного запису даних про стан здоров'я.

У роботі [13], розглядається розумний додаток для оцінки стану здоров'я та передбачається огляд дієти.

У роботі [14] автор представляє нову стратегію мобільних додатків для охорони здоров'я.

Автори роботи [15] пропонують носії з підтримкою мобільності для середовища проживання, а в [16] для інтелектуальної допомоги в мобільне медичне середовище.

У статті [17] вважають IoT важливим чинником для медичного використання на платформі електронного здоров'я.

У роботі [18] пропонуються носимі пристрої для перевірки охорони здоров'я у бездротовій мережі, що складається з давачів.

У мережах 5G розумні антени відіграють важливу роль. Розумні антени використовують багато ключових інновацій для покращення покриття та ємності 5G [19]. Одним з таких нововведень є формування променя (тобто вертикальне та горизонтальне), при якому радіочастотна енергія зосереджується у скороченому пучку саме там, де це потрібно, замість того, щоб випромінювати ту саму енергію на широкій території [20]. Більш скоординований промінь радіочастотної енергії допомагає гарантувати більшу ймовірність ідеальної пропускну здатності та якості сигналу. Однак необхідно зазначити, що лінія розташування залишається проблемою, оскільки цікаві точки формування променя зменшуються із затуханням [21] [24,25].

Очікується, що в мережах 5G зв'язок "машина-машина" (M2M) та IoT будуть основними опорами розумної охорони здоров'я [22].

Існують дві основні проблеми, з якими доведеться зіткнутися запропонованими методами:

- по-перше, це величезна кількість терміналів, які спричинили надто ущільнені мережі (наприклад, приблизно 106 з'єднань на км² приблизно). Рішення для вирішення проблеми ультрагушення та масштабованості потрібні для додатків IoT та M2M.
- по-друге, це споживання енергії через природу IoT -на основі додатків, які залежать від бездротових сенсорних мереж (наприклад, мінімальний час автономної роботи становить 10 років для конкретних ситуацій [23]).

Дослідження щодо розгортання та комерціалізації мережі 5G розпочалися у 2014 році та, як очікується, завершаться до 2025 року [24]. Окрім ущільнення мережі та підтримки великої кількості пристроїв IoT, очікується, що мережі 5G забезпечать більш високу швидкість передачі даних.

Мережі 5G розроблені як гнучкі та універсальні для підтримки нових додатків, які вимагають не тільки високої швидкості передачі даних, але й інших вимог, включаючи масове з'єднання, щільне розгортання, надійність, низьку затримку, високу енергоефективність та зв'язок на далекі відстані для підтримки розумних програм охорони здоров'я на основі Інтернету речей.

1.3 Огляд стану сучасних досліджень

В роботах [25-29] описано дослідження, які присвячені розумній охороні здоров'я. У таблиці 1.1 наведено огляд різних дослідників, що стосуються розумної медичної допомоги.

Таблиця 1.1 – Опитування щодо розумної медичної допомоги.

| Посилання | Опис |
|-----------------------|--|
| Ahad et al. [20] | У цьому огляді автор представив архітектуру та систематику розумної мережі охорони здоров'я на основі 5G, що охоплює комунікаційні технології, цілі, показники ефективності та вимоги. Автор представив детальну інформацію про огляд різних підходів, таких як планування та маршрутизація, для досягнення різних цілей та вимог розумної медичної допомоги. Нарешті, автор представив відкриті проблеми та проблеми, пов'язані з розумним охороною здоров'я. |
| Mahmoud et al. [21] | У цьому огляді автор представив огляд Cloud of Things та способів покращення розумних програм охорони здоров'я за допомогою Cloud of Things. Автор дав детальний огляд різних питань, таких як енергоефективність з Cloud of Things для розумних програм охорони здоров'я. |
| Qi et al. [22] | У цьому огляді автор розглядає різні застосування Інтернету речей стосовно розумної медицини з різними аспектами (наприклад, моніторинг серцевих скорочень, кисень, моніторинг артеріального тиску, моніторинг насичення киснем тощо). Автор описує в деталях існуючі технології Інтернету речей для інтелектуальних програм охорони здоров'я з різними аспектами, такими як мережа, обробка даних та технології зондування. |
| Dhanvijay et al. [23] | У цьому огляді автор представив детальний огляд різних розумних систем охорони здоров'я IoT для WBAN, що дозволяє передавати дані та приймати дані. Автор надав детальний аналіз безпеки та |

| | |
|-------------------|---|
| | конфіденційності, управління живленням, управління ресурсами та управління енергією, пов'язане з розумним медичним обслуговуванням IoT |
| Baker et al. [24] | У цьому огляді автор запропонував розумну модель охорони здоров'я для моніторингу стану здоров'я, яка може бути використана для глобального відстеження та моніторингу особливого стану людини. Автор зробив огляд сучасного стану щодо різних компонентів запропонованої моделі (тобто давачів моніторингу артеріального тиску, носіння, яке може контролювати різний стан організму та показники життєдіяльності) та представив огляд різних стандартів комунікації для розумної медичної допомоги. |

1.4 Основні ключові проблеми IoT

Залучення систем на основі IoT у всіх аспектах людського життя та різноманітних технологій, пов'язаних із перенесенням даних між вбудованими пристроями, зробило це складним і породило ряд проблем і проблем. Ці проблеми також є проблемою для розробників Інтернету речей у суспільстві передових розумних технологій. Оскільки технології розвиваються, проблеми та потреба в передовій системі IoT також зростають. Тому розробники Інтернету речей повинні думати про нові проблеми, що виникають, і пропонувати їх рішення.

Одним з найважливіших і найскладніших питань в Інтернеті речей є безпека та конфіденційність через низку загроз, кібератак, ризиків і вразливостей [30]. Проблемами, які викликають конфіденційність на рівні пристрою, є недостатня авторизація та аутентифікація, незахищене програмне забезпечення, мікропрограмне забезпечення, веб-інтерфейс та погане

шифрування транспортного рівня [31]. Питання безпеки та конфіденційності є дуже важливими параметрами для розвитку довіри до систем IoT щодо різних аспектів. Механізми безпеки повинні бути вбудовані в кожен рівень архітектури Інтернету речей, щоб запобігти загрозам безпеки та атакам. Кілька протоколів розроблено та ефективно розгорнуто на кожному рівні каналу зв'язку для забезпечення безпеки та конфіденційності в системах на основі IoT [32]. Secure Socket Layer (SSL) і Datagram Transport Layer Security (DTLS) є одними з криптографічних протоколів, які реалізуються між транспортним і прикладним рівнем для забезпечення рішень безпеки в різних системах Інтернету речей [33]. Однак деякі програми IoT потребують різних методів для забезпечення безпеки зв'язку між пристроями IoT. Крім того, якщо спілкування відбувається за допомогою бездротових технологій в системі IoT, воно стає більш вразливим до ризиків безпеки. Тому слід використовувати певні методи для виявлення зловмисних дій і самолікування або відновлення. З іншого боку, конфіденційність є ще однією важливою проблемою, яка дозволяє користувачам відчувати себе безпечно та комфортно під час використання рішень IoT.

Тому для встановлення зв'язку між довіреними сторонами необхідно підтримувати авторизацію та аутентифікацію через захищену мережу [34].

Інша проблема — різні політики конфіденційності для різних об'єктів, які спілкуються в системі IoT. Тому кожен об'єкт повинен мати можливість перевірити політику конфіденційності інших об'єктів у системі IoT перед передачею даних.

Сумісність – це можливість обміну інформацією між різними пристроями та системами IoT. Цей обмін інформацією не залежить від розгорнутого програмного та апаратного забезпечення.

Проблема сумісності виникає через неоднорідну природу різних технологій і рішень, що використовуються для розвитку Інтернету речей. Чотири рівні сумісності: технічний, семантичний, синтаксичний та організаційний [35].

Системи IoT надають різні функціональні можливості для покращення сумісності, яка забезпечує зв'язок між різними об'єктами в гетерогенному середовищі. Крім того, можна об'єднати різні платформи Інтернету речей на основі їх функціональних можливостей, щоб надати різні рішення для користувачів Інтернету речей [36]. Вважаючи сумісність важливою проблемою, дослідники схвалили кілька рішень, які також відомі як підходи до обробки сумісності [37]. Ці рішення можуть базуватися на адаптерах/шлюзах, на основі віртуальних мереж/накладень, на сервіс-орієнтованій архітектурі тощо. Хоча підходи до обробки сумісності полегшують певний тиск на системи Інтернету речей, але все ще залишаються певні проблеми з інтегруєбельністю, які можуть бути полем для майбутніх досліджень.

Інша проблема для розробників Інтернету речей – це етика, закон і нормативні права. Існують певні правила та норми для підтримки стандартів, моральних цінностей і запобігання їх порушенню.

Етика і право дуже схожі терміни з тією лише різницею, що етика - це стандарти, в які люди вірять, а закони - це певні обмеження, визначені урядом. Однак і етика, і закони розроблені для підтримки стандартів, якості та запобігання незаконному використанню людьми.

З розвитком Інтернету речей вирішується кілька проблем реального життя, але це також породжує критичні етичні та юридичні проблеми.

Безпека даних, захист конфіденційності, довіра та безпека, зручність використання даних є одними з цих проблем. Також було помічено, що більшість користувачів Інтернету речей підтримують державні норми та постанови щодо захисту даних, конфіденційності та безпеки через відсутність довіри до пристроїв IoT. Тому це питання необхідно враховувати, щоб зберегти та підвищити довіру людей до використання пристроїв і систем IoT.

Система є масштабованою, якщо є можливість додавати нові послуги, обладнання та пристрої без погіршення її продуктивності. Основною

проблемою IoT є підтримка великої кількості пристроїв з різною пам'яттю, обробкою, потужністю зберігання та пропускну здатністю.

Ще одне важливе питання, яке необхідно враховувати – це доступність. І масштабованість, і доступність повинні бути розгорнуті разом у багат шаровій структурі IoT. Прикладом масштабованості є хмарні IoT-системи, які забезпечують достатню підтримку для масштабування мережі IoT шляхом додавання нових пристроїв, сховищ і потужності обробки за потреби.

Іншою ключовою проблемою є доступність ресурсів для автентичних об'єктів незалежно від їх розташування та часу потреби. У розподіленому порядку кілька невеликих мереж IoT своєчасно підключаються до глобальних платформ IoT для використання їхніх ресурсів і послуг. Тому доступність є важливою проблемою. Через використання різних каналів передачі даних, наприклад супутникового зв'язку, деякі послуги та доступність ресурсів можуть бути перервані. Тому для безперервної доступності ресурсів і послуг необхідний незалежний і надійний канал передачі даних.

Якість обслуговування (QoS) є ще одним важливим фактором для IoT. QoS можна визначити як захід для оцінки якості, ефективності та продуктивності пристроїв, систем та архітектури IoT [38]. Важливими та необхідними показниками QoS для додатків IoT є надійність, вартість, споживання енергії, безпека, доступність та час обслуговування [39].

Розумніша екосистема IoT має відповідати вимогам стандартів QoS. Крім того, щоб забезпечити надійність будь-якої служби та пристрою IoT, спочатку необхідно визначити її показники QoS. Крім того, користувачі можуть відповідним чином вказати свої потреби та вимоги.

Для оцінки QoS можна застосувати кілька підходів, однак, як згадували. В [40] описано компроміс між факторами якості та підходами. Тому для подолання цього компромісу необхідно використовувати моделі хорошої якості.

У літературі є певні моделі хорошої якості, такі як ISO/IEC25010 [41] та OASIS-WSQM [42], які можна використовувати для оцінки підходів, що використовуються для оцінки QoS.

Таблиця 1.2 - Резюме досліджень щодо ключових проблем і застосувань IoT

| Ключові проблеми IoT | Охоплені конкретні питання |
|--|--|
| Сумісність | Загальні питання, платформи та архітектури IoT, технічна та семантична сумісність |
| Безпека та конфіденційність | Питання безпеки та конфіденційності, визначення та дизайн безпечних мереж та архітектури IoT |
| Управління та контроль | Керування та контроль рівня IoT, керування та контроль пристроїв, мережі, додатків, даних і довіри |
| Архітектура | Апаратне забезпечення, хмара, SOA, архітектури процесів і концептуальні моделі, рамки додатків |
| Якість обслуговування | Навантаження трафіку даних, протоколи для всіх рівнів архітектури IoT, рутинна перевірка QoS та QoE |
| Аутентифікація та ідентифікація | Вирішення проблем і рішень, інтеграція Інтернету речей з Інтернет-протоколами (IPv6), проблеми автентифікації та ідентифікації |
| Навколишнє середовище, потужність та енергія | Залучення зелених технологій в IoT, проектування пристроїв і мікросхем з низьким енергоспоживанням, контроль і управління забрудненням |

| | |
|--|--|
| Розумне місто, охорона здоров'я та транспорт | Розумне керування та контроль руху, розумні пристрої для управління охороною здоров'я, розумні транспортні засоби, управління енергією |
| Обробка та зберігання даних | Аналіз даних, візуалізація, проблеми інтеграції та рішення |
| Надійність | Проблеми з підключенням, мобільністю та маршрутизацією, надійністю інфраструктури та додатків |
| Масштабованість | Проблеми з масштабуванням на великих платформах і в географічних місцях, потенційні служби виявлення |
| Стандартизація | Визначення Інтернету речей, дизайн протоколів, стандартизація архітектури, бачення та дизайн фреймворку |

Ці моделі забезпечують широкий спектр коефіцієнтів якості, якого цілком достатньо для оцінки QoS для послуг IoT. Таблиця 1.2 підсумовує різні дослідження щодо ключових проблем і проблем Інтернету речей, розглянутих вище.

1.5 Висновок до першого розділу

В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено огляд наукових публікацій по темі дослідження.

Описано стан сучасних досліджень мереж 5G.

2 ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

На рисунку 2.1 представлено систематику розумного медичного обслуговування. Описана таксономія складається з таких параметрів: технології зв'язку, типи мереж, послуги, програми, вимоги та характеристики.

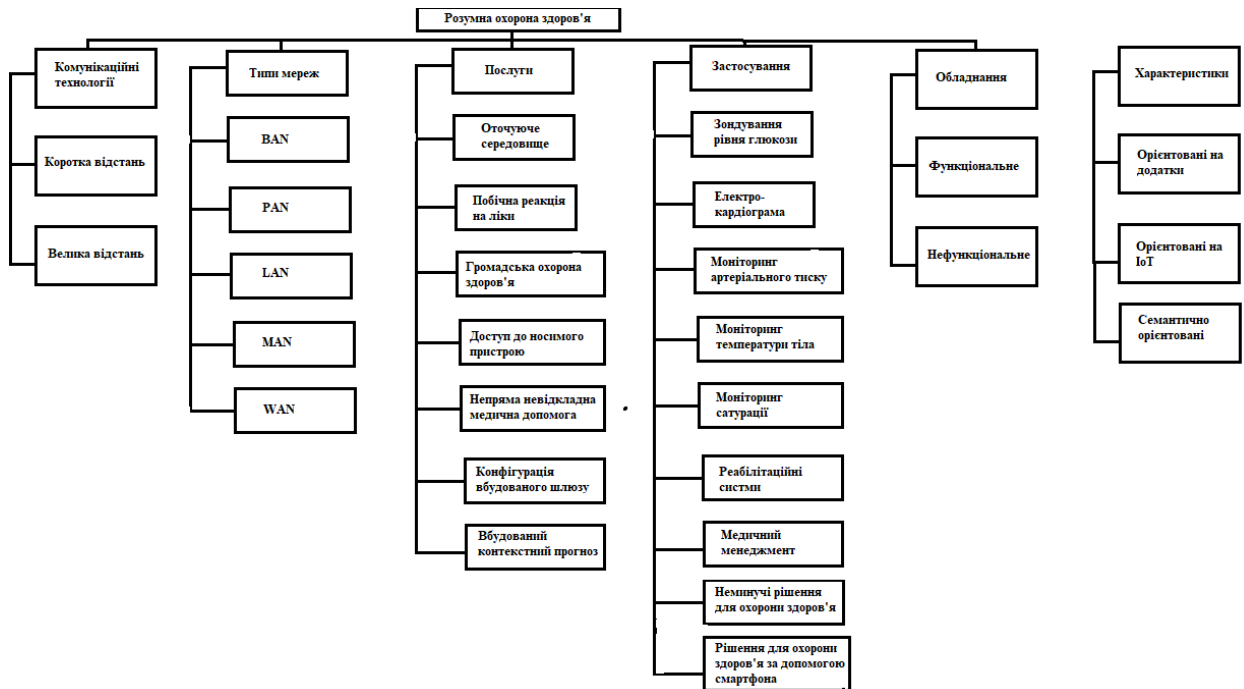


Рисунок 2.1 – Таксономія розумної охорони здоров'я та її параметри.

У цьому розділі детально описується запропонована таксономія.

2.1 Комунікаційні технології

Різні інтелектуальні медичні послуги дуже залежать від діапазону зв'язку (тобто короткого та далекого радіусу дії) між пристроями та серверами. Bluetooth, ZigBee та Wi-Fi-це найпомітніші бездротові технології короткого радіусу дії для інтелектуального охорони здоров'я, такі як мережа тіла (BAN).

Порівняння комунікаційних технологій представлено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Порівняння існуючих запропонованих технологій бездротового зв'язку та їх параметрів для розумної медичної допомоги.

| Технологія | Типи | Частота | Швидкість передачі даних | Діапазон | Використання енергії | |
|---------------|------------|----------------------|---|--|----------------------|------------------------------|
| NFC | PAN | 13.56 MHz | 100–400 kbps | 10cm | Very Low | Зв'язок на короткій відстані |
| Bluetooth 4 | PAN | 2.4 GHz | 1 Mbps | 0.1 Km | Low | |
| Bluetooth 5 | PAN | 2.4 GHz | 2 Mbps | 0.25 Km | Very Low | |
| ISO/IEC 15693 | PAN | 3.56 MHz | 6.6–26 Kbit/s | 1–1.5 m | Very Low | |
| Z Wave | LAN | 968–908 MHz | 100 kbps | 100 m | Very | |
| RFID 1– | LAN | 13.56 MHz – 2.45 GHz | 40–640 kbps | 100m | Low | |
| Thread | LAN | 2.4 GHz | 250 Kbits/s | 10–100m | Low | |
| Wi-Fi | LAN | 2.4 GHz and 5GHz | 802.11(b)11 M; (g) 54 M; (n) 0.6, (Gac) 1 Gbps | 50 m | Low-High | |
| ZigBee | LAN | 2.4 GHz | 250 kbps | 10–100 m | Very Low | |
| WiMAX | WAN | 10–66 GHz | 11–100 Mbs | 50 km | High | |
| LoRa | WAN | 868/915 MHz | 50 kbps | 25 km | Low | |
| LoRaWAN | WAN | Numerous | 0.3–50 kbps | 2–5 km (Urban) 15 km (Sub urban) 45 km (rural) | Low | |
| Sigfox | WAN WAN | 868/915 MHz | 300 bps | 50 Km | Low | |

| | | | | | |
|--------------|-----|-------------------------|----------------|--------------|-------|
| 4G | | 700, 1700, 2800 MHz | Up-to 12 Mbps | Up-to 10 Km | High |
| 5G High | WAN | At Low Bands | Up-to 3.6 Gbps | Up-to <10 Km | 10 Km |
| 5G | WAN | At High Bands | Up-to 10 Gbps | Up-to <1 Km | High |
| (NB-IoT) | WAN | 850 MHz | 245 kbps | Up-to 35 Km | High |
| (EC-GSM IoT) | WAN | 890 MHz | Up-to 140 kbps | Up-to 100 Km | High |
| LTE-M (M1) | WAN | 700,1450–2200, 5400 MHz | 0.144 Mbps | 35km | High |

LTE та WiMAX - технології далекого радіусу дії, що використовуються для передачі даних між локальним сервером до BS у розумній системі охорони здоров'я. Крім того, LTE-M вважається удосконаленням на допомогу IoT. Однак 3GPP потребує подальших удосконалень щодо покриття, часу роботи акумулятора та складності пристрою [43].

Крім протоколів, які наразі використовуються, LoRa стандартизує протокол LoRa-WAN для інтелектуального використання охорони здоров'я, щоб забезпечити сумісність між кількома постачальниками послуг.

Крім того, SIGFOX пропонує надзвичайно адаптивну мережу у всьому світі, враховуючи розумні програми охорони здоров'я з низьким споживанням енергії.

Системи охорони здоров'я на основі Інтернету речей залежать від різних топологій для ефективного надання послуг. Мережі IoT надають численні послуги на короткій відстані.

Наприклад, бездротові локальні мережі (WLAN), BAN та бездротові персональні мережі (WPAN) використовуються в додатках для охорони здоров'я в приміщенні.

2.2 Послуги охорони здоров'я IoT

IoT розширить можливості різноманітних послуг з надання медичної допомоги, де кожна послуга пропонує комбінацію рішень для охорони здоров'я. Тим не менш, охорона здоров'я та служба охорони здоров'я IoT не мають стандартних визначень. У деяких ситуаціях послугу не можна справедливо ізолювати від конкретного рішення чи програми.

AAI - це послуги, концепції та продукти, які дозволяють технологіям та соціальному середовищу підвищити якість життя. Натхненням AAI є надання людям похилого віку місця їхнього проживання корисним та безпечним способом. Послуги, які адміністрації AAI надають самоврядування та під час виникнення будь-яких проблем із їх наданням дистанційна допомога[44].

Побічна реакція на лікарські засоби: це реакція, що виникає через застосування ліків, призначених лікарем. Як правило, побічна реакція є результатом використання незвичайної кількості ліків або, можливо, ефектом змішування двох або більше рецептів. Незважаючи на те, що побічна реакція за своєю суттю є загальним, що не є специфічним для лікарського засобу при конкретній інфекції, рекомендується приймати декілька типових спеціалізованих проблем та їх рішень (так звані введення ADR). ADR, заснований на IoT, запропоновано в [45]. При цьому ліки розрізняються з боку пацієнта за допомогою методів створення штрих-коду/дозволених для NFC гаджетів.

За допомогою системи (інтелектуальної в контексті фармацевтичних даних) дані опрацьовуються для виявлення ліків відповідно до профілю алергії та електронної історії здоров'я пацієнта.

Громадська медична допомога базується на ідеї створення локальної мережі. Підключення кількох таких мереж можна визнати корисними мережевими сценаріями. Для цих сценаріїв існує спеціальна послуга, яка називається громадська медична допомога, яка неминуча для задоволення

сукупних спеціалізованих потреб як комплексу. Корисна пропозиція, яка використовує Інтернет речей у сфері перевірки охорони здоров'я у сільській місцевості, представлена в [46] і визнана компетентною у споживанні енергії. Авторизацію та окремий механізм автентифікації слід поєднати через кооперативну мережу. У [47] запропоновано мережу спільноти для лікування лікарями. Ця мережа містить багато бездротових WBAN для створення

Доступ до носійних пристроїв (WDA): багато типів давачів, які не є нав'язливими для здоров'я, були винайдені для різних медичних цілей, придатних для надання медичної допомоги залежно від WSN. Їх також достатньо для надання тих самих послуг у IoT. Більш того, можливі гаджети для носіння (наприклад, розумний одяг, розумні годинники та розумні окуляри) з групою необхідних аспектів, які підходять для дизайну IoT. Однак попит на різні давачі та компоненти в носних пристроях є викликом для дизайнерів та аналітиків, які працюють над цими інтеграціями, і служба, відома як WDA, може впоратися з цією проблемою.

Непряма невідкладна медична допомога у багатьох ситуаціях розгортання медичних послуг має вирішальне значення. Ці обставини включають несумісні кліматичні умови, пожежі та інциденти тощо. У зазначених ситуаціях спеціалізована служба, здатна організувати, наприклад, доступність даних, змінювати повідомлення, вести облік та діяльність після аварії.

2.3 Програми охорони здоров'я

Розумні медичні послуги призводять до створення додатків, щоб клієнти та пацієнти могли правильно користуватися ними [48]. У таблиці 2.2 представлені різні медичні програми на основі Інтернету речей (IoT).

Таблиця 2.2 – Програми охорони здоров'я Інтернету речей (IoT).

| Стан | Типи давачів | Операції | Роль/з'єднання IoT |
|--|--|--|---|
| Діабет | Оптофізіологічний давач | Вихід давача підключений до TelosB перетворення аналогового сигналу в цифровий | Протокол архітектури 6LoWPAN і IPv6 дають змогу всім бездротовим датчикам взаємодіяти з бездротовими вузлами на основі IP |
| Аналіз травм хворих на цукровий діабет | Камера смартфона | Сегментація та декомпресія зображення | Додаток використовує систему на чіпі смартфона (SoC) для керування Інтернетом речей |
| Моніторинг серцебиття | Ємнісні електроди | Передається інформація в цифровому ланцюжку, який є підключений до бездротового передавача | Шлюз використовується для розумних пристроїв за допомогою Bluetooth і Wi-Fi. |
| Моніторинг артеріального тиску | Давач артеріального тиску | Вимірювання, автоматична інфляція та осцилометричний. | Розумні пристрої підключаються в WBAN за допомогою шлюзу |
| Температура тіла | Давач температури | Вимірювання температури шкіри | Розумні пристрої підключаються в WBAN за допомогою шлюзу |
| Система реабілітації | Давачі розумного дому, повний спектр датчиків, які можна носити. | Відстеження, звітування, виявлення, координація, співпраця, зворотний зв'язок із системою. | Гетерогенний WSN дозволяє сенсорам мати багато точок доступу. |

2.4 Розумні вимоги до охорони здоров'я

Вимоги до розумної медичної допомоги можуть бути широко розбиті на функціональні та нефункціональні потреби, як показано на рис.2.2 Технічні специфікації відповідають особливим потребам дизайну медичної допомоги. Наприклад, система контролю температури організована з огляду на

застосування, для якого вона використовується, діапазон роботи термометра/термістора, механізм збір даних і частота роботи можуть відрізнятися. Таким чином, функціональні вимоги є особливими для різного сегмента, який використовується в цій розумній системі охорони здоров'я, у світлі їх застосування.

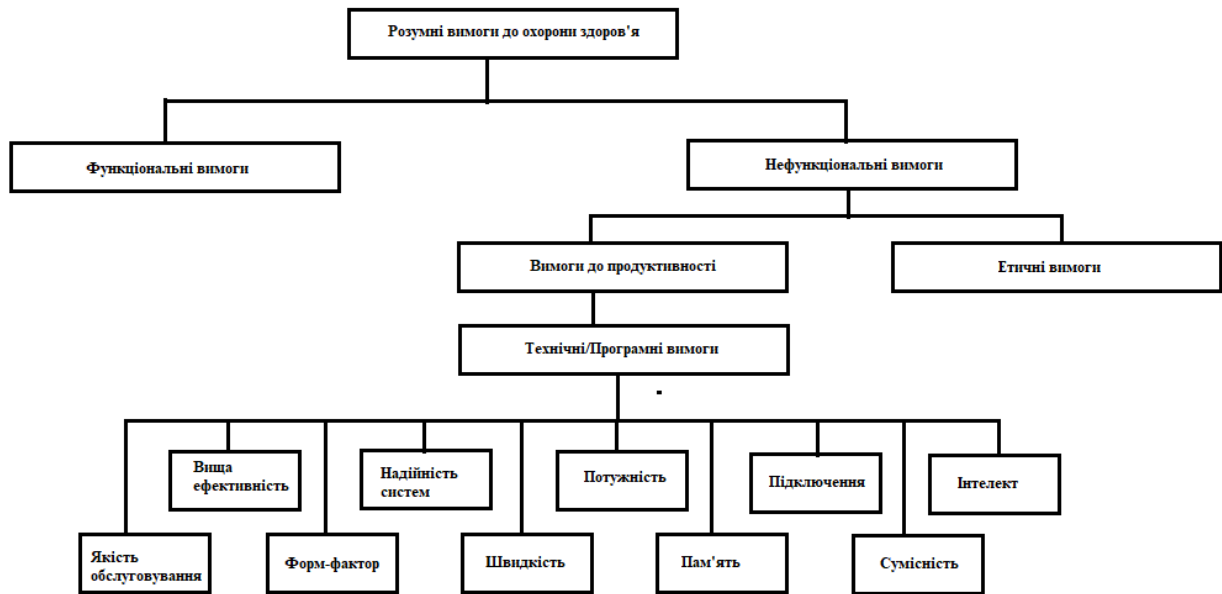


Рисунок 2.2 - Розумні вимоги до охорони здоров'я.

З іншого боку, нефункціональні специфікації не є цілком специфічними. Ця вимога передбачає особливості, за допомогою яких можна вирішувати проблеми в рамках системи охорони здоров'я. На більш загальному

З точки зору, нефункціональні основи охорони здоров'я можна класифікувати за етичними характеристиками. Через величезну кількість бар'єрів, пов'язаних із плануванням усієї інтелектуальної системи охорони здоров'я, характеристики продуктивності додатково характеризуються в специфікаціях обладнання та програмного забезпечення.

Основними вимогами до техніки інтелектуальної медичної допомоги є надійність системи, вища ефективність, форм-фактор, потужність, якість обслуговування, покращене спілкування з клієнтами, репутація інтелектуальної методології охорони здоров'я для надання постійної

допомоги, універсальність метод переходу до найсучасніших форм і досягнень, а також велика доступність.

Точки зору на розумну охорону здоров'я сильно відрізняються між дослідниками та підприємствами щодо обраної мети, яку необхідно досягти. Частини інтелектуальної медичної техніки можна охарактеризувати на основі датчиків або виконавчих механізмів, пристроїв обробки, компонентів зберігання інформації та мережевих компонентів. Давач – це сенсорний пристрій, який з'єднується з органічним елементом, який розпізнає події [58].

Давачі змінюються залежно від системи моніторингу. ЕМГ, кров'яний тиск, ЕКГ, давачі температури, SpO₂, акселерометри, давачі орієнтації, давачі руху та частоти серцевих скорочень - це типові давачі, які використовуються в розумній системі охорони здоров'я. Використовувані комп'ютерні пристрої варіюються від КПК, смартфонів і планшетів до складних і просунутих пристроїв, наприклад, суперкомп'ютерів і серверів.

Зберігання передбачає важливу роботу в інтелектуальній охороні здоров'я, оскільки зберігання даних вважається найважливішим компонентом систем. Компоненти мережі відрізняються від підключених давачів до комутаторів і базових станцій. З огляду на серйозність рішення для інтелектуальної охорони здоров'я, складність модулів змінюється. Бездротові технології є основою інтелектуальної мережі охорони здоров'я.

Відмінні типи бездротових технологій, наприклад, Bluetooth, Wi-Fi, RFID, 6LoWPAN тощо, дозволяють обмінюватися даними між різними фізичними компонентами, які призначені для формування розумної системи охорони здоров'я. мережі.

Критичні вимоги для успішного розгортання розумної системи охорони здоров'я представлені на рис.2.3.



Рисунок 2.3 – Характеристика розумної охорони здоров'я.

Ці основні вимоги класифікуються як орієнтовані на IoT, орієнтовані на додаток та орієнтовані на семантику. Створення персоналізованої мережі в давачах і комп'ютерному пристрої користувача, а також інформаційна безпека є винятковими обов'язками архітектур, орієнтованих на додаток, щоб гарантувати справжність передачі даних між додатками в смартфонах і давачах. Обов'язки архітектур, орієнтованих на IoT, полягають у негайному нагляді, гнучкості застосування, швидкості реагування на вищому рівні, споживанні енергії, вищій ефективності та ввімкненні інтелектуальної процедури.

2.5 Висновки до другого розділу

В другому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто: комунікаційні технології, послуги охорони здоров'я та вимоги до розумної охорони здоров'я.

3 СЦЕНАРІЇ МЕРЕЖІ 5G ТА ЇЇ ВИМОГИ

Можна класифікувати наступні чотири типи сценаріїв для мереж 5G:

- розширений мобільний широкосмуговий доступ
- масиви комунікацій машинного типу.
- висока надійність і низька затримка зв'язку.
- WRAN (бездротові регіональні мережі).

Кожне налаштування вимагає різноманітних вимог і різних застосувань, які обговорюються нижче.

3.1 Розширений мобільний широкосмуговий доступ

Основними вимогами цього сценарію є висока пропускна здатність і чудова пропускна здатність. Наприклад, у [49] вказані такі вимоги: в міських і приміських районах швидкість передачі даних для користувачів становить 100 Мбіт/с, а в точках доступу – до 1 Гбіт/с; найвища швидкість передачі даних становить 20 Гбіт/с; і пропускна здатність еквівалентна 10 Мбіт/с/м². Основною метою сценарію є підвищення пропускної здатності та швидкості передачі даних у мережі.

Комунікації масового машинного типу (ММТС). Сценарій пов'язаний з бездротовою сенсорною мережею, зв'язком М2М та зв'язком ІоТ. Основна мета, пов'язана з цим сценарієм, – це енергоефективність та підключення щільність. Наприклад, у [50] сказано, що щільність підключення дорівнює 10⁶ пристроїв/м², а енергоефективність має бути в 100 разів покращена, ніж у мереж 4G. У [51] зазначено, що для пристроїв у мережі необхідний 10-річний термін служби батареї.

WRAN – це остання ідея щодо налаштування мережі 5G. Основна мета цього сценарію — надати нову програму, пов'язану з віддаленими районами, які малонаселені. Основною вимогою цього сценарію є міжміський зв'язок з осередками, діаметр яких перевищує 50 км.

3.2 Технологічні тенденції для досягнення вимог у мережі 5G

З вищезгаданих програм і сценаріїв, основні вимоги зведені в табл.3.1, які необхідні для майбутнього покоління стільникової мережі (5G); Надвисока щільність з'єднання, пропускна здатність і висока швидкість передачі даних, надвисока надійність, наднизька затримка, надзвичайно висока енергоефективність і зв'язок на великих відстанях. Для реалізації цих вимог можна визначити багато технологічних тенденцій та як використовувати ці технології для забезпечення представлених вимог до мережі 5G. У таблиці 3.1 наведено підсумок численних сценаріїв для розумної медичної допомоги та її вимог.

Таблиця 3.1 – Резюме численних сценаріїв для розумної охорони здоров'я.

| Сценарії | Драйвери | Комунікаційні технології | Необхідна затримка | Швидкість передачі даних |
|----------------------------|--|--|--------------------|--------------------------|
| M2M Wearables | Connection for data gathering | NB-IoT (interconnected devices) LoRa (sensor applications) Zigbee (data collection) Bluetooth (D2D sensors) | 10–700 ms | Few Kbps to Mbps |
| Digital Hospital | Communication inside building | Wi-Fi | 10–100 ms | Few Mbps |
| Emergency Medical Services | Emergency Communication and High-speed reply | LTE LTE-A LTE-A Pro | 20–100 ms | From 100 Mbps to 3 Gbps |
| Remote Surgery | URLLC service between many locations | 5G | 20–30 ms | Few Gbps |
| Tactile Communication | URLLC (Ultra-reliable and low | 5G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth | sub-ms | Few Gbps |

| | | | | |
|------------------------------|---|--------------------------|--------------|--------------------|
| | latency communications), eMBB (enhanced Mobile Broadband) | | | |
| Combination of all scenarios | Communication, latency, bandwidth, applications | 5G, 4G, Wi-Fi, Bluetooth | up-to few ms | Few Mbps to 3 Gbps |

Відповідно до теореми Шеннона про пропускну здатність мережі, верхня межа пропускну здатності лінії зв'язку в біт/с є фіксованою, і це правило можна використовувати для дослідження досягнення швидкості передачі даних [52].

Налаштування, що працює на MIMO, ємність каналу приблизно дорівнює

$$C = \min(M, N) B \log_2(1 + SNR)$$

M і N – кількість антен на сторонах передавача та приймача для системи MIMO, B – пропускну здатність каналу, а SNR – відношення сигнал/шум у каналі. З наведеної вище теореми, можемо отримати, що збільшенням кількості антен у системі швидкість передачі даних може бути покращена.

Відповідно, можемо використовувати систему MIMO для досягнення високої швидкості передачі даних, що може вирішити першу тенденцію для мережі наступного покоління 5G. У масивному MIMO є значна кількість антен використовується в базовій станції для одночасної допомоги кільком терміналам [53]. Крім того, за допомогою активних антен можливе керування променем антени як у горизонтальному, так і в вертикальному напрямку (так зване 3D MIMO), що може максимізувати розподіл осередків [54]. Крім того, SNR можна покращити для керування променем антени, що призводить до мінімізації потужності передачі або максимізації пропускну здатності лінії. На рис.3.1 показана ідея MIMO та 3D MIMO.

У роботі [55] було показано, що за допомогою масивного MIMO ємність можна максимізувати до 10 разів, а ефективність випромінюваної енергії - приблизно до 100 разів.

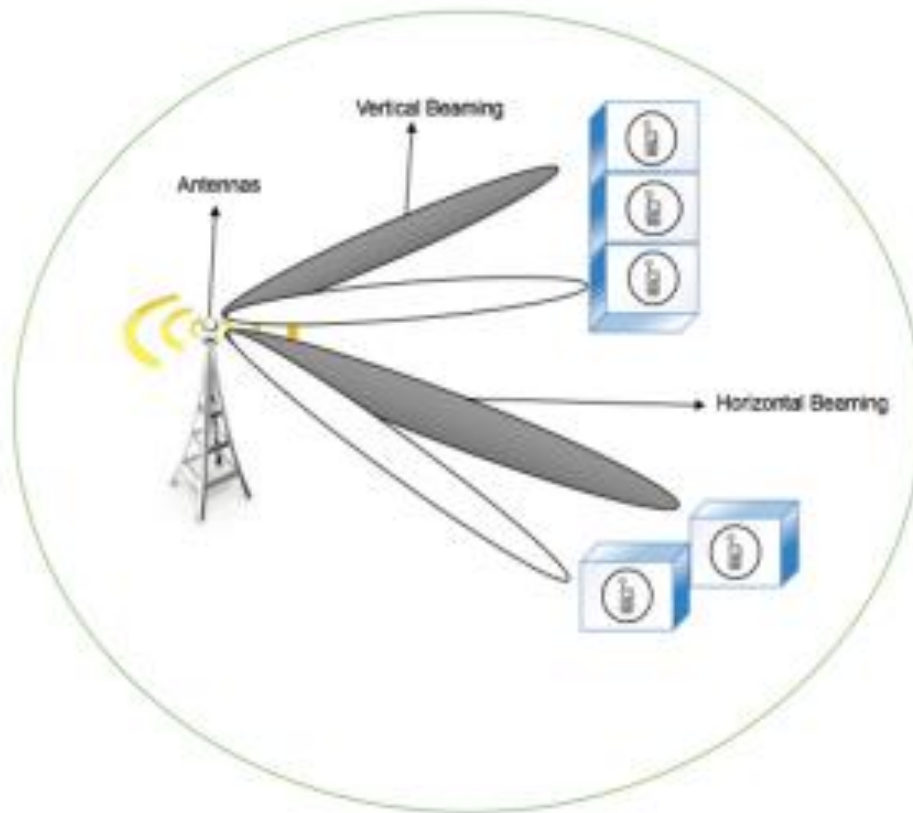


Рисунок 3.1 – Масиви MIMO та 3D MIMO.

З формули видно, що канал з високою пропускною здатністю призводить до підвищення швидкості передачі даних. Однак для збільшення пропускної здатності каналу потрібна більш висока робоча частота. Це дозволить вирішити другу тенденцію для мережі наступного покоління (тобто 5G), використовуючи більш високі частоти в діапазоні міліметрових хвиль.

Однак у комунікацій міліметрової хвилі є багато недоліків.

По-перше, поширення у вільному просторі в міліметровій хвилі призводить до більшого загасання сигналу [56].

По-друге, дощ, атмосферні гази та будівлі є розумними спостерігачами цієї смуги [57]. Для проблеми, як зазначалося вище, можливі різні рішення: використання крихітних осередків призведе до мінімізації послаблень; для

більших загасань, спрямованих антен, які будуть використовуватися, або внутрішніх базових станцій, щоб уникнути проблеми поглинання будівлі.

Завдяки використанню малих осередків це підвищить пропускну здатність системи за рахунок збільшення повторного використання частоти. Інша тенденція – використання малих осередків у сценарії надщільної мережі для мережі наступного покоління 5G. Крім того, використання малих осередків також максимізує SNR, а потужність передачі мінімізується; це зменшить потужність зв'язку, максимізує пропускну здатність каналу, тим самим збільшуючи енергозбереження. Для 5G гетерогенна мережа з невеликими стільниками, макростільниками, пікосотами та фемтостільниками є ще однією тенденцією. У цій ситуації макростільники підтримують контроль. Панель для забезпечення мобільності та підключення, піко та фемтостільники підтримують площину даних для передачі даних. На рис.3.2 показано цю ідею.

Тим не менш, важливо пам'ятати, що маленькі комірки не підходять для сценарію WRAN. Супермікроелементи можна розглядати для сценарію WRAN. Для цього сценарію комунікація міліметрових хвиль також не підходить. Таким чином, для мережі 5G буде розглядатися комбінація низьких частот і зв'язку міліметрової хвилі.

Зв'язок D2D – ще одна тенденція для мережі наступного покоління, яка є 5G [58]. Зазначена техніка використовується двома різними методами. Перший спосіб полягає в тому, коли один термінал співпрацює з іншими таким чином, що покращує можливості зв'язку між базовою станцією та термінали.

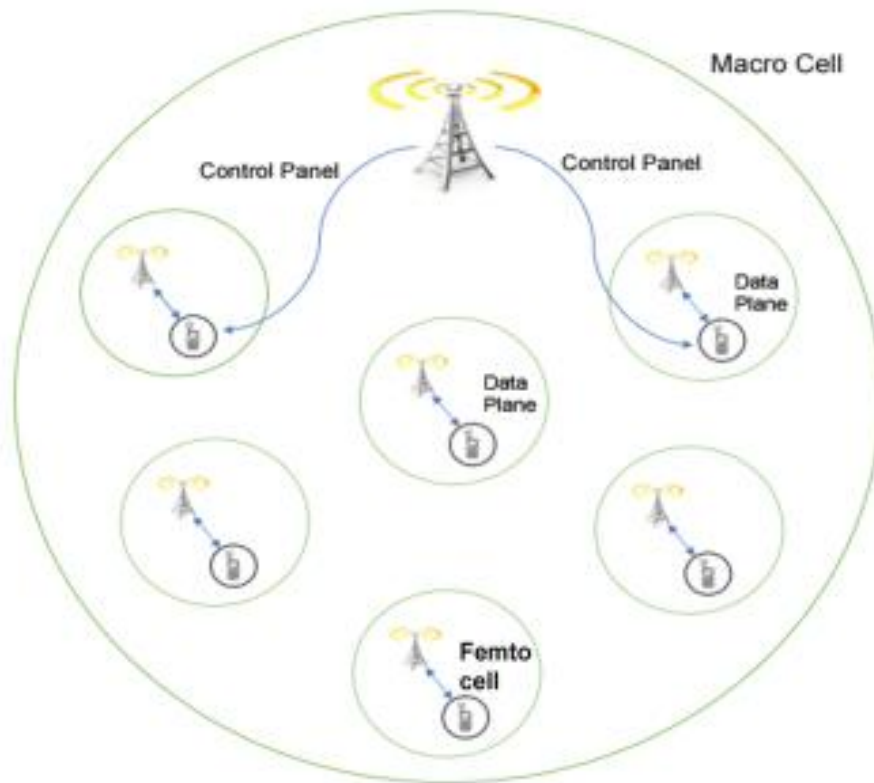


Рисунок 3.2 – Гетерогена мережа

Другий спосіб полягає в тому, що один термінал безпосередньо зв'язується з іншим терміналом, не включаючи базову станцію. Зв'язок між пристроєм може підвищити надійність каналу, пропускну здатність системи, зниження витрат на експлуатацію та енергоефективність.

На рис.3.3 показано обидва підходи.

Прямий зв'язок у D2D дозволяє численним каналам D2D одночасно використовувати однакову пропускну здатність, що призводить до збільшення пропускну здатності стільникового трафіку. Крім того, SNR може бути покращено за допомогою підходу прямого зв'язку (у порівнянні зі зв'язком через базову станцію), завдяки якому потужність передачі мінімізується для економії енергії або максимізації пропускну здатності лінії. Нарешті, затримка радіозв'язку зменшується завдяки прямому зв'язку D2D.

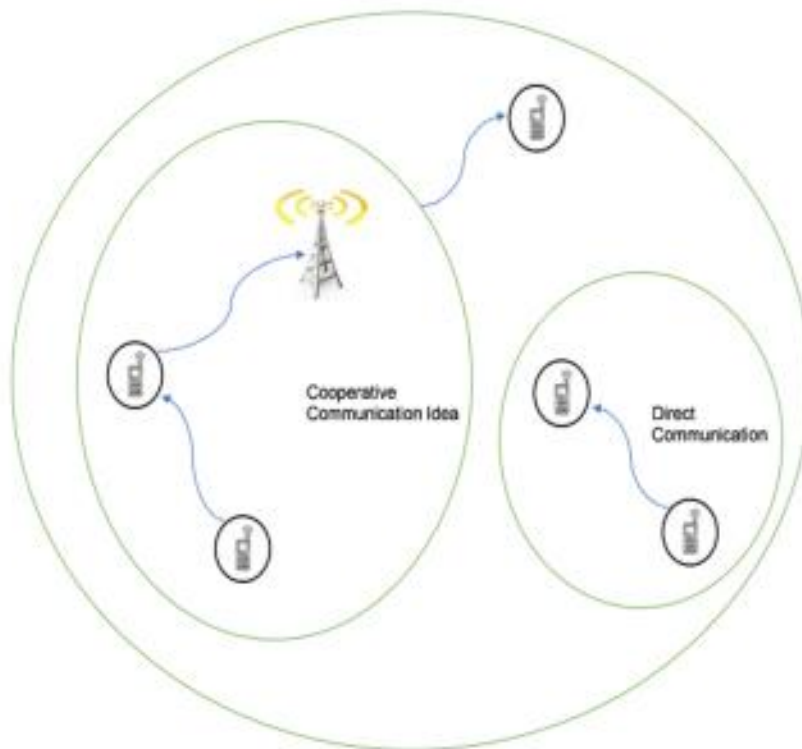


Рисунок 3.3 – D2D підходи

Технологія когнітивного радіо може бути важливим рішенням для створення сценарію WRAN. Користувачі поділяються на дві категорії в когнітивній радіомережі. Перший – це основний користувач, а другий – вторинний користувач. Когнітивна система може працювати в двох режимах. Перший – це накладення спектру, а другий – підкладка спектру. Під час першого підходу вторинні користувачі та первинні користувачі можуть передавати одночасно, в той час як потужність передачі для вторинного користувача обмежена, таким чином, що перешкоди первинного користувача є меншими за заданий поріг.

У другому підході вторинним користувачам дозволяється випадково використовувати пробіли, які виділені первинній мережі в спектрі, використовуючи динамічний доступ до спектру. Когнітивна мережа більше підходить для сценарію WRAN.

Розумні медичні програми в бездротовій мережі все ще знаходяться на ранній стадії та повільно розвиваються за допомогою штучного інтелекту та машинного навчання, щоб зробити мережу розумнішою.

Проектування мережі, топологія та моделі поширення, а також мобільність вузлів у мережі 5G можуть бути складними. Таким чином, AI та ML можуть відігравати життєво важливу роль у допомозі й управлінні різними ресурсами в мережі, щоб зробити мережу розумнішою для розумних програм охорони здоров'я.

Можна розгорнути в мережі трьома різними способами.

- Для швидкого прийняття рішень і низької обчислювальної здатності алгоритми можуть бути вбудовані в окремі граничні пристрої в мережі.
- Для служб Інтернету речей з низькою затримкою механізми штучного інтелекту та машинного навчання на межі мережі можуть відігравати важливу роль у виконанні обчислень у реальному часі та швидкому прийнятті рішень.
- Для величезного зберігання даних і важких обчислень для аналізу медичних даних можуть бути вбудовані в централізовану систему для досягнення цих цілей.

3.3 Висновок до третього розділу

Мережа наступного покоління (5G) відіграє важливу роль у розумних додатках для охорони здоров'я та Інтернету речей.

Розумні програми для охорони здоров'я та Інтернету речей відіграють життєво важливу роль у мережі 5G з функціональної та економічної точки зору.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Санітарно-гігієнічні норми до приміщення та штучного освітлення

Основними законодавчими актами по охороні праці при роботі з персональними комп'ютерами в Україні є НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» [59] і ДСан ПіН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин». [60]

Ці правила призначені для запобігання впливу на працівників шкідливих і небезпечних факторів, пов'язаних із зоровою й нервово-емоційною напругою, змушеною сталістю робочої пози при локальній напрузі рук на фоні обмеженої загальної м'язової активності (гіподинамії) під впливом комплексу фізичних факторів: шуму, електростатичного поля, електромагнітних випромінювань, що не іонізують і іонізують повітря, а також електричної напруги.

Згідно НПАОП 0.00-1.28-10 облаштування робочих місць, обладнаних відеотерміналами, повинно забезпечувати:

- належні умови освітлення приміщення і робочого місця, відсутність відблисків;
- оптимальні параметри мікроклімату;
- належні ергономічні характеристики основних елементів робочого місця, а також враховувати небезпечні і шкідливі фактори.

Площа приміщень для роботи з відеодисплейними терміналами розраховується з урахуванням кількості осіб, що одночасно працюють у зміну, таким чином щоб:

- площа на одне робоче місце, обладнане відеотерміналом становила не менше 6,0 м²;

- об'єм на одне робоче місце – не менше 20,0 м³.

Матеріали для оздоблення приміщень з ЕОМ повинні відповідати вимогам до них органів державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Забороняється застосовувати для оздоблення полімерні матеріали: деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

Для внутрішнього оздоблення приміщень з ПК мають застосовуватися дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтом відбиття:

- для стелі – 0,7-0,8;

- для стін – 0,5-0,6.

Покриття підлоги повинно бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5, рівним, неслизьким, з антистатичними властивостями.

У цих приміщеннях повинно бути: опалення та система кондиціонування повітря або припливно-витяжна вентиляція.

У приміщеннях з ВДТ має здійснюватися щоденне вологе прибирання.

Розміщення робочих місць із ПЕОМ у підвалах і цокольних приміщеннях не допускається.

Приміщення для роботи з ПЕОМ повинні бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією.

Приміщення з ПК повинні мати природне і штучне освітлення, яке відповідало б вимогам ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» [60], ДСАНПІН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»[61].

Приміщення для роботи із ПЕОМ повинні мати природне й штучне освітлення. Віконні прорізи повинні бути орієнтовані на північ або на північний схід, забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (К.П.О.) не менш 1,5% і мати жалюзі або штори.

Система освітлення робочого місця користувача ПК має відповідати наступним вимогам (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Вимоги до системи освітлення робочого місця користувача ПК

Освітленість на робочому столі користувача в зоні розташування документів має бути в межах 300-500 лк. Якщо цей рівень освітленості неможливо забезпечити системою загального освітлення то допускається застосування світильників місцевого освітлення, але при цьому не повинно бути відблисків на поверхні екрану (яскравість відблисків не повинна перевищувати 40 кд/м^2) та перевищення його освітленості більше ніж 300 лк.

Яскравість світильників загального освітлення, а також яскравість стелі при застосуванні системи відбитого освітлення не повинна перевищувати 200 кд/м^2 . Величина коефіцієнта пульсації освітленості не повинна перевищувати 5%, що забезпечується застосуванням газорозрядних ламп у світильниках загального і місцевого освітлення.

Що стосується розподілу яскравості в полі зору працюючих за дисплеями ПК, то відношення значень яскравості робочих поверхонь не повинно перевищувати 3:1, а робочих поверхонь і навколишніх предметів (стіни, обладнання) – 5:1. Коефіцієнт запасу (Кз) для освітлювальної установки варто приймати рівним 1,4.

4.2 Вплив небезпечних чинників на людину

У сучасних умовах людина виступає в суспільстві як в ролі захисника від негараздів, так і в ролі істоти, що сприяє виникненню небезпек внаслідок своєї виробничої та іншої діяльності.

За основу смислового розгляду прийняті пари: «людина» - «життя»; «життя» - «небезпеки»; «небезпеки» - «чинник»; «чинник» - «людина».

Безпека людини — це сукупність :

- властивостей навколишнього середовища, що не завдає шкоди людині у процесі її діяльності;
- якостей людини та заходів і засобів, які запобігають можливій шкоді її здоров'ю.

Сьогодні спостерігається стійке підвищення зростання кількості людей, що проживає в містах. Загальна площа урбанізованого простору земної кулі складала 1980 р. — 4,69 млн км². Очікується, що 2070 р. вона досягне 19 млн км² — 12 % всього і більш 20 % життєпридатної території суші. До 2030 р. практично все населення світу житиме в селищах міського типу. Економічні витрати в урбанізованому суспільстві від захворювань (стресу, шуму, забруднень та ін.) в деяких розвинених країнах дорівнюють втратам, що заподіяні страйками робітників.

Підвищення площі урбанізованого середовища сприяє знищенню природного середовища внаслідок зрубання лісів та інших насаджень, зміни умов життя й як результат явищ підвищеної захворюваності мешканців нових районів.

Гострота соціального розвитку міст за своїм характером на Україні має свої особливості. Відсутня тенденція зростання чи утворення малих міст. Тенденції розвитку суспільства знаменують перехід від старого типу розселення - невеличке місто - село до нових агломерацій - київська, харківська, донецька, львівська, які ставлять нові соціальні проблеми, спричинені проживанням величезної чисельності населення на обмеженій території. Саме функціонування міст має загальні і специфічні проблеми.

Урбанізація проходить на тлі специфічної поведінки населення - його міграції. Міграція населення - складний суспільний процес, пов'язаний з переміщенням населення в регіони зі стабільним соціально-економічним становищем. Міграції населення відіграли важливу роль в історії людства. Люди змінюють звичайні для них місця проживання через певні обставини. Це, по-перше, виштовхування, що пов'язано із серйозними соціальними потрясіннями, конфліктами та іншими економічними кризами, стихійними лихами та ін.

По-друге, притягання - сукупність захоплюючих рис або умов для проживання в інших містах (в регіонах, де високі заробітки, де можна досягти високого соціального статусу тощо.). Відмінні умови життя можуть створюватися штучно в процесі виникнення потоків емігрантів, притягаючи робочу силу і кваліфіковані кадри в певні регіони, де їх не вистачає.

По-третє, шляхи міграції - це характеристики безпосереднього пересування мігрантів з одного географічного місця в інше (доступність міграції, відсутність бар'єрів для міграції тощо). З міграцією населення пов'язані процеси заселення, господарського освоєння і змішування рас, мов і народів.

Зростання населення внаслідок зазначених міграційних процесів спричиняє інші соціальні процеси в суспільстві. В умовах нормальної адаптації нового населення загальні риси суспільства залишаються незмінними. Але в умовах, коли більшість нового населення не адаптується у

великих конгломераціях, з'являються передумови виникнення негативних відповідних наслідків у суспільстві.

З іншого боку, збільшення населення великих конгломерацій призводить до перевантаження структури обслуговування, систем постачання найнеобхіднішої продукції й енергетичних ресурсів життєдіяльності. Одночасно з розвитком конгломерацій збільшується їх негативний тиск на біосферу. Кожне велике місто — це штучне середовище антропогенного походження. Це середовище є досить складною екологічною системою зі своїми специфічними умовами, створеними співвідношенням природних чинників середовища та технічних особливостей виробництв.

Характерними прикладами вищезгаданих наслідків є ураження здоров'я населення через виникнення інфекційних захворювань ендокринної системи, крові, органів дихання, туберкульоз, педикульоз та ін.

4.3 Висновки до четвертого розділу

В даному розділі описано санітарно-гігієнічні норми, які ставляться до приміщення де встановлені ЕОМ, а також коротко висвітлено штучне освітлення.

Детально розглянуто питання впливу небезпечних чинників на людину.

Забезпечення безпеки кожної людини в процесі його життєдіяльності та підвищення його рівня загальної культури в області безпеки є однією з основних складових в індивідуальній системі здорового способу життя. Можна стверджувати, що здоровий спосіб життя – це цілісна, логічно взаємопов'язана система поведінки людини в процесі його життєдіяльності, яка сприяє забезпеченню його особистої безпеки та добробуту в житті.

ВИСНОВКИ

- 1) Виділили різні програми з різними точками зору та порівняли технології короткого та далекого зв'язку з точки зору дальності, частоти, енергоспоживання та швидкості передачі даних для розумної охорони здоров'я.
- 2) Чотири різні сценарії розглядаються відповідно до різних вимог до мережі 5G (тобто покращена мобільна широкосмуговий зв'язок із низькою затримкою та високою надійністю, масивний зв'язок машинного типу та доступ до Інтернету для бездротових регіональних мереж), а також представлені різні технологічні тенденції для досягнення цих вимог у мережі 5G та детально обговорюються.
- 3) Представили відкриті питання та напрямки майбутніх досліджень, пов'язаних із розумним охороною здоров'я в мережі 5G.

Це надає можливості для дослідників, які хочуть почати дослідження в галузі інтелектуальної охорони здоров'я на основі 5G, використовуючи різні підходи, такі як машинне навчання, планування, маршрутизація, передача обслуговування та кластеризація.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

- 1 Sundaravadivel, P.; Kougianos, E.; Mohanty, S.P.; Ganapathiraju, M.K. Everything you wanted to know about smart health care: Evaluating the different technologies and components of the Internet of Things for better health. *IEEE Consum. Electron. Mag.* 2017, 7, 18–28.
- 2 2019 Global Health Care Outlook Shaping the Future - Deloitte. Available online: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Life-Sciences-Health-Care/gx-lshc-hc-outlook-2019.pdf> (accessed on 10 November 2021).
- 3 Sfar AR, Zied C, Challal Y. A systematic and cognitive vision for IoT security: a case study of military live simulation and security challenges. In: *Proc. 2017 international conference on smart, monitored and controlled cities (SM2C)*, Sfax, Tunisia, 17–19 Feb. 2017.
- 4 Gatsis K, Pappas GJ. Wireless control for the IoT: power spectrum and security challenges. In: *Proc. 2017 IEEE/ACM second international conference on internet-of-things design and implementation (IoTDI)*, Pittsburg, PA, USA, 18–21 April 2017. INSPEC Accession Number: 16964293..
- 5 Zhou J, Cap Z, Dong X, Vasilakos AV. Security and privacy for cloud-based IoT: challenges. *IEEE Commun Mag.* 2017;55(1):26–33.
- 6 Sfar AR, Natalizio E, Challal Y, Chtourou Z. A roadmap for security challenges in the internet of things. *Digit Commun Netw.* 2018;4(1):118–37.
- 7 Behrendt F. Cycling the smart and sustainable city: analyzing EC policy documents on internet of things, mobility and transport, and smart cities. *Sustainability.* 2019;11(3):763.
- 8 Liu, X.; Jia, M.; Zhang, X.; Lu, W. A novel multichannel Internet of things based on dynamic spectrum sharing in 5G communication. *IEEE Internet Things J.* 2018, 6, 5962–5970.

- 9 Li, D. 5G and intelligence medicine—How the next generation of wireless technology will reconstruct healthcare? *Precis. Clin. Med.* 2019, 2, 205–208.
- 10 Brito, J.M. Technological Trends for 5G Networks Influence of E-Health and IoT Applications. *Int. J. Health Med Commun. (IJEHMC)* 2018, 9, 1–22.
- 11 McCue, T.J. \$117 billion market for the internet of things in healthcare by 2020. *Forbes Tech.* 2015. Available online: <https://www.forbes.com/sites/tjmccue/2015/04/22/117-billion-market-for-internet-of-things-in-healthcare-by-2020> (accessed on 10 October 2021).
- 12 Rodrigues, J.J.; Pedro, L.M.; Vardasca, T.; de la Torre-Díez, I.; Martins, H.M. Mobile health platform for pressure ulcer monitoring with electronic health record integration. *Health Informatics J.* 2013, 19, 300–311.
- 13 Rodrigues, J.J.; Lopes, I.M.; Silva, B.M.; Torre, I.D. A new mobile ubiquitous computing application to control obesity: SapoFit. *Informatics Health Soc. Care* 2013, 38, 37–53.
- 14 Silva, B.M.; Rodrigues, J.J.; Lopes, I.M.; Machado, T.M.; Zhou, L. A novel cooperation strategy for mobile health applications. *IEEE J. Sel. Areas Commun.* 2013, 31, 28–36.
- 15 Yang, G.; Urke, A.R.; Øvsthus, K. Mobility Support of IoT Solution in Home Care Wireless Sensor Network. In *Proceedings of the 2018 Ubiquitous Positioning, Indoor Navigation and Location-Based Services (UPINLBS), Wuhan, China, 22–23 March 2018*; pp. 475–480.
- 16 Santos, J.; Rodrigues, J.J.; Silva, B.M.; Casal, J.; Saleem, K.; Denisov, V. An IoT-based mobile gateway for intelligent personal assistants on mobile health environments. *J. Netw. Comput. Appl.* 2016, 71, 194–204.
- 17 Vilela, P.H.; Rodrigues, J.J.; Solic, P.; Saleem, K.; Furtado, V. Performance evaluation of a Fog-assisted IoT solution for e-Health applications. *Future Gener. Comput. Syst.* 2019, 97, 379–386..

- 18 Ahad, A.; Al Faisal, S.; Ali, F.; Jan B.; Ullah, N. Design and Performance Analysis of DSS (Dual Sink Based Scheme) Protocol for WBASNs. *Adv. Remote Sens.* 2017, 6, 245.
- 19 Ojaroudi, Parchin, N.; Alibakhshikenari, M.; Jahanbakhsh, Basherlou, H.; AAbd-Alhameed, R.; Rodriguez, J.; Limiti, E. MM-wave phased array quasi-Yagi antenna for the upcoming 5G cellular communications. *Appl. Sci.* 2019, 9, 978.
- 20 Mohammad, A.; Virdee, B.S.; See, C.H.; Abd-Alhameed, R.A.; Falcone, F.; Ernesto, L. High-Gain Metasurface in polyimide on-chip Antenna Based on cRLH-tL for Sub-terahertz integrated circuits. *Sci. Rep.* 2020, 10, 1–9.
- 21 Alibakhshikenari, M.; Virdee, B.S.; Shukla, P.; See, C.H.; Abd-Alhameed, R.; Khalily, M.; Falcone, F.; Limiti, E. Antenna mutual coupling suppression over wideband using embedded periphery slot for antenna arrays. *Electronics* 2018, 7, 198.
- 22 Agiwal, M.; Saxena, N.; Roy, A. Towards connected living: 5G enabled internet of things (IoT). *IETE Tech. Rev.* 2019, 36, 190–202.
- 23 Palattella, M.R.; Dohler, M.; Grieco, A.; Rizzo, G.; Torsner, J.; Engel, T.; Ladid, L. Internet of things in the 5G era: Enablers, architecture, and business models. *IEEE J. Sel. Areas Commun.* 2016, 34, 510–527.
- 24 Chih-Lin, I.; Han, S.; Xu, Z.; Sun, Q.; Pan, Z. 5G: Rethink mobile communications for 2020+. *Philosophical Trans. R. Soc. A Math. Phys. Eng. Sci.* 2016, 374, 20140432.
- 25 Ahad, A.; Tahir, M.; Yau, K.L. 5G-Based Smart Healthcare Network: Architecture, Taxonomy, Challenges and Future Research Directions. *IEEE Access* 2019, 7, 100747–100762.
- 26 Mahmoud, M.M.; Rodrigues, J.J.; Ahmed, S.H.; Shah, S.C.; Al-Muhtadi, J.F.; Korotaev, V.V.; De Albuquerque, V.H.C. Enabling technologies on cloud of things for smart healthcare. *IEEE Access* 2018, 6, 31950–31967.

- 27 Qi, J.; Yang, P.; Min, G.; Amft, O.; Dong, F.; Xu, L. Advanced internet of things for personalised healthcare systems: A survey. *Pervasive Mob. Comput.* 2017, 41, 132–149..
- 28 Dhanvijay, M.M.; Patil, S.C. Internet of Things: A survey of enabling technologies in healthcare and its applications. *Comput. Netw.* 2019, 153, 113–131.
- 29 Baker, S.B.; Xiang, W.; Atkinson, I. Internet of things for smart healthcare: Technologies, challenges, and opportunities. *IEEE Access* 2017, 5, 26521–26544.
- 30 Babovic ZB, Protic V, Milutinovic V. Web performance evaluation for internet of things applications. *IEEE Access.* 2016;4:6974–92.
- 31 Internet of Things research study: Hewlett Packard Enterprise Report. 2015. <http://www8.hp.com/us/en/hp-news/press-release.html?id=1909050#WPoNH6KxWUk..>
- 32 Pei M, Cook N, Yoo M, Atyeo A, Tschofenig H. The open trust protocol (OTrP). IETF 2016. <https://tools.ietf.org/html/draft-pei-opentrustprotocol-00>.
- 33 Dierks T, Allen C. The TLS protocol version 1.0, IETF RFC, 2246; 1999. <https://www.ietf.org/rfc/rfc2246.txt>.
- 34 Roman R, Najera P, Lopez J. Securing the internet of things. *Computer.* 2011;44(9):51–8.
- 35 Van-der-Veer H, Wiles A. Achieving technical, interoperability-the ETSI approach, ETSI White Paper No. 3. 2008. <http://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/IOP%20whitepaper%20Edition%203%20final.pdf>.
- 36 Colacovic A, Hadzialic M. Internet of things (IoT): a review of enabling technologies, challenges and open research issues. *Comput Netw.* 2018;144:17–39.
- 37 Noura M, Atiquazzaman M, Gaedke M. Interoperability in internet of things infrastructure: classification, challenges and future work. In: Third

- international conference, IoTaaS 2017, Taichung, Taiwan. 20–22 September 2017.
- 38 Temglit N, Chibani A, Djouani K, Nacer MA. A distributed agent-based approach for optimal QoS selection in web of object choreography. *IEEE Syst J.* 2018;12(2):1655–66.
- 39 Huo L, Wang Z. Service composition instantiation based on cross-modified artificial Bee Colony algorithm. *Chin Commun.* 2016;13(10):233–44.
- 40 White G, Nallur V, Clarke S. Quality of service approaches in IoT: a systematic mapping. *J Syst Softw.* 2017;132:186–203.
- 41 ISO/IEC 25010—Systems and software engineering—systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE)—system and software quality models, Technical Report; 2010.
- 42 Oasis. Web services quality factors version 1.0. 2012. <http://docs.oasis-open.org/wsqm/wsrf/v1.0/WS-Quality-Factors.pdf>.
- 43 Mehmood, Y.; Ahmad, F.; Yaqoob, I.; Adnane, A.; Imran, M.; Guizani, S. Internet-of-things-based smart cities: Recent advances and challenges. *IEEE Commun. Mag.* 2017, 55, 16–24.
- 44 Islam, S.R.; Kwak, D.; Kabir, M.H.; Hossain, M.; Kwak, K.S. The internet of things for health care: A comprehensive survey. *IEEE Access* 2015, 3, 678–708.
- 45 Jara, A.J.; Belchi, F.J.; Alcolea, A.F.; Santa, J.; Zamora-Izquierdo, M.A.; Gómez-Skarmeta, A.F. A Pharmaceutical Intelligent Information System to detect allergies and Adverse Drugs Reactions based on internet of things. In *Proceedings of the 2010 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops)*, Mannheim, Germany, 29 March–2 April 2010; pp. 809–812.
- 46 Rohokale, V.M.; Prasad, N.R.; Prasad, R. A cooperative Internet of Things (IoT) for rural healthcare monitoring and control. In *Proceedings of the 2011 2nd International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace and Electronic Systems*

- Technology (Wireless VITAE), Chennai, India, 28 February–3 March 2011; pp.1–6.
- 47 You, L.; Liu, C.; Tong, S. Community medical network (CMN): Architecture and implementation. In Proceedings of the 2011 Global Mobile Congress, Shanghai, China, 17–18 October 2011; pp. 1–6.
- 48 Mosa, A.S.; Yoo, I.; Sheets, L. A systematic review of healthcare applications for smartphones. *BMC MedInformatics Decis. Mak.* 2012, 12, 67.
- 49 Yu, H.; Lee, H.; Jeon, H. What is 5G? Emerging 5G mobile services network requirements. *Sustainability* 2017, 9, 1848.
- 50 Al-Falahy, N.; Alani, O.Y. Technologies for 5G networks: Challenges and opportunities. *IT Prof.* 2017, 19, 12–20.
- 51 Palattella, M.R.; Dohler, M.; Grieco, A.; Rizzo, G.; Torsner, J.; Engel, T.; Ladid, L. Internet of things in the 5G era: Enablers, architecture, and business models. *IEEE J. Sel. Areas Commun.* 2016, 34, 510–527.
- 52 Kartun-Giles, A.; Jayaprakasam, S.; Kim, S. Euclidean matchings in ultra-dense networks. *IEEE Commun.Lett.* 2018, 22, 1216–1219.
- 53 Usama, M.; Erol-Kantarci, M. A Survey on Recent Trends and Open Issues in Energy Efficiency of 5G. *Sensors* 2019, 19, 3126.
- 54 Elijah, O.; Leow, C.Y.; Rahman, T.A.; Nunoo, S.; Iliya, S.Z. A comprehensive survey of pilot contamination in massive MIMO-5G system. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 2015, 18, 905–923.
- 55 Prasad, K.S.; Hossain, E.; Bhargava, V.K. Energy efficiency in massive MIMO-based 5G networks: Opportunities and challenges. *IEEE Wirel. Commun.* 2017, 24, 86–94.
- 56 Zhang, J.A.; Huang, X.; Dyadyuk, V.; Guo, Y.J. Massive hybrid antenna array for millimetre-wave cellular communications. *IEEE Wirel. Commun.* 2015, 22, 79–87.
- 57 Wei, L.; Hu, R.Q.; Qian, Y.; Wu, G. Key elements to enable millimetre wave communications for 5G wireless systems. *IEEE Wirel. Commun.* 2014, 21, 136–143.

- 58 Li, S.; Da Xu, L.; Zhao, S. 5G Internet of Things: A survey. *J. Ind. Inf. Integr.* 2018, 10, 1–9.
- 59 НПАОП 0.00-1.28-10 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин». Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 26 березня 2010 року N 65. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України
19 квітня 2010 р. за N 293/17588.
- 60 ДСан Пін 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» Постановою Головного державного санітарного лікаря України 10 грудня 1998 р. N 7.
- 61 ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

ДОДАТКИ

Тези конференції

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

МАТЕРІАЛИ

ІХ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

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



8–9 грудня 2021 року

**ТЕРНОПІЛЬ
2021**

УДК 004.6

Д. Корж – ст. гр. СНмз-61, Д. Радчук, М. Тимків – ст. гр. СНм-61, А. Колесник,
Т. Зошук - ст. гр. СТм-61,
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РІЗНИЦЯ МІЖ «ТРАДИЦІЙНИМИ» ТА «РОЗУМНИМИ» МІСТАМИ

UDC 004.6

D. Korzh, D. Radchuk, M. Tymkiv, A. Kolesnyk, T. Zoshchuk

THE DIFFERENCE BETWEEN "TRADITIONAL" AND "SMART" CITIES

У роботі [1] концептуалізують відмінності між «традиційними містами» та «розумними містами» на основі теорії систем. Відповідно, системи - це «сукупність взаємодіючих або взаємозалежних складових частин, що утворюють складне ціле. Кожна система окреслена своїми просторовими та тимчасовими межами, оточена і піддається впливу навколишнього середовища, описується її структурою та призначенням і виражається в її функціонуванні».

Автори [1] стверджують: «Систему можна розділити на підсистеми. Підсистема є відокремленим і ідентифікованою частиною (компонент, елемент) системи». Отже, термін «місто» можна визначити під цим поняттям як «велике і постійне людське поселення, що складається зі складних підсистем».

У цій концептуальній структурі «традиційні міста» з пов'язаними з ними підсистемами розглядаються як незалежні системи, які не здатні спілкуватися зі своїм власним безпосереднім оточенням. На відміну від цього, «розумні міста» характеризуються міськими системами та підсистемами, які взаємодіють та обмінюються інформацією з іншими системами та підсистемами відповідно. Наприклад, транспортні (підсистеми) можуть спілкуватися та обмінюватися даними чи інформацією з постачальником енергії або інтелектуальною мережею. Отже, концепція «розумного міста» може включати прийнятні технологічну перспективу та підхід, що враховує взаємоз'язки міських систем і підсистем.

Інше визначення терміну «місто» дає в [2], стверджуючи, що місто було б «найдраматичнішим проявом людської діяльності на навколишньому середовищі».

Щоб дослідити цю взаємодію, ми повинні розглядати міста як «міські екосистеми», іншими словами, «міські екологічні простори», з їхніми біологічними та фізичними складностями, які взаємодіють один з одним. Міська екосистема – це динамічний організм, який складається з природного, побудованого та соціально-економічного середовища». Цю концепцію міста можна вважати дуже корисною для дебатів про розумне місто, оскільки вона вказує на фізичні основи життя в містах.

Література.

1. Lom, M., Příbyl, O. (2020). Smart city model based on systems theory. *International Journal of Information Management*. DOI 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102092.
2. Dizdaroğlu, D., Yigitcanlar, T. (2014). A parcel-scale assessment tool to measure sustainability through urban ecosystem components: the MUSIX model. *Ecological Indicators*, 41, 115-130.
3. Дуда О. М., Кунанець Н. Е., Мацюк О. В., Пасічник В. В. Концепт «розумне місто» та інформаційні технології BigData // *Матеріали V науково-технічної конференції „Інформаційні моделі, системи та технології”*, Тернопіль, 2018. – С. 30.

УДК 004.6

Д. Корж – ст. гр. СНмз-61, Д. Радчук, О. Ліщук – ст. гр. СНм-61, А. Колесник,
Т. Зошук – ст. гр. СТм-61,
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

**РОЗУМНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗДОРОВ'Я
ДЛЯ ВІДСТЕЖЕННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ПАЦІЄНТІВ,
ПЕРСОНАЛУ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ**

UDC 004.6

D. Korzh, D. Radchuk, O. Lishchuk, A. Kolesnyk, Zoshchuk T.

**SMART ELECTRONIC HEALTH SYSTEM FOR TRACKING AND
MONITORING OF PATIENTS, PERSONNEL IN REAL TIME**

Охорона здоров'я в Україні відстає від розвинених країн світу через недостатню кількість медичних працівників та відсутність застосування інформаційних технологій відстеження та моніторингу. Ця спричинило такі проблеми, як неправильна ідентифікація пацієнтів, довгий час очікування пацієнтів та неможливість ефективно використовувати медичне обладнання.

Україна повинна адаптуватися до вимог сучасної охорони здоров'я. Аналіз публікацій показав, що системи інформаційних технологій почали впроваджуватися в деякі лікарні, але навіть у цих лікарнях ці технології використовуються недостатньо.

Метою цієї публікації є надання відповідного вибору технології відстеження та моніторингу в реальному часі в охороні здоров'я у формі інтегрованої системи RFID/ZigBee. Така система має цілісну структуру для закладів охорони здоров'я, якої слід дотримуватися для індивідуальних рішень для підвищення ефективності та продуктивності персоналу, а також для кращого догляду за пацієнтами та мінімізації довгострокових витрат.

Структура включає в себе контекстуальні елементи як із трикутника стратегії інформаційної системи (ISST), так і з систем факторів відповідності людини, організації та технології (HOT-fit), таким чином, що нова структура враховує технологічні, організаційні, людські та бізнесові фактори.

Були проаналізовані різні випадки, щоб покращити робочий процес лікарень, використовуючи запропоновану технологію, включаючи такі процеси, як переміщення персоналу та медичних засобів. Це призвело до необхідності візуалізації та управління знаннями для підтримки аналізу даних у реальному часі для прийняття рішень бізнес-аналітики.

Кінцевою метою цього аналізу є надання інтерактивних платформ для медичного персоналу для підвищення ефективності та продуктивності.

Результатом цих удосконалень буде забезпечення кращого догляду за пацієнтами, скорочення часу очікування пацієнтів, зниження витрат на медичне обслуговування та надання більше часу персоналу для надання покращеної допомоги, орієнтованої на пацієнта, у секторі охорони здоров'я.

Література.

1. Hameed, R.T., Mohamad, O.A. & Tıpuş, N. (2016). Health Monitoring System Based on Wearable Sensors and Cloud Platform. 20th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC). p.pp. 543–548.