

## АНАЛІЗ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ У МЕДИЧНИХ ІТ-СИСТЕМАХ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У роботі досліджено архітектуру телекомунікаційного забезпечення медичних ІТ-систем. Проаналізовано ефективність дротових та бездротових каналів зв'язку для оперативного передавання біометричної інформації. Наведено математичну модель оцінки пропускної здатності на основі теореми Шеннона-Хартлі та обґрунтовано використання сучасних стандартів зв'язку для забезпечення якості медичних послуг.*

**Ключові слова:** телекомунікаційне забезпечення, медичні ІТ-системи, пропускна здатність, Bluetooth, CDMA2000, SDN, якість обслуговування.

### *Abstract*

*The paper investigates the architecture of telecommunication support for medical IT systems. The efficiency of wired and wireless communication channels for operational transmission of biometric information is analyzed. A mathematical model for estimating bandwidth based on the Shannon-Hartley theorem is presented and the use of modern communication standards to ensure the quality of medical services is justified.*

**Keywords:** telecommunication support, medical IT systems, bandwidth, Bluetooth, CDMA2000, SDN, Quality of Service.

### **Вступ**

Сучасні медичні інформаційні системи відіграють ключову роль у забезпеченні ефективної діагностики, моніторингу та лікування пацієнтів. Результативність їх функціонування значною мірою визначається характеристиками телекомунікаційної інфраструктури, яка забезпечує передачу медичних даних між пацієнтом, діагностичними засобами та профільними медичними центрами. В умовах дефіциту кваліфікованих медичних кадрів і значної територіальної віддаленості пацієнтів від спеціалізованих закладів охорони здоров'я телекомунікаційне забезпечення стає критичним фактором, що дозволяє скоротити часовий цикл «пацієнт – діагноз – рекомендація» та підвищити якість медичної допомоги [1].

У зв'язку з цим актуальним є аналіз сучасних телекомунікаційних технологій, що застосовуються в медичних ІТ-системах, а також оцінка їх техніко-експлуатаційних характеристик з урахуванням вимог до надійності, пропускної здатності та якості обслуговування медичного трафіку.

### **Основна частина**

Для системного аналізу телекомунікаційного забезпечення медичних ІТ-систем доцільно виділити дворівневу структуру, яка включає фізичний рівень підключення до каналу зв'язку та рівень оптимізації протоколів передавання даних. У випадках обмеженої пропускної здатності каналів зв'язку ефективним рішенням є застосування алгоритмів адаптивної архівації даних без втрат, що дозволяє зменшити часові затримки та забезпечити своєчасне отримання діагностичної інформації [2].

Аналіз дротових телекомунікаційних технологій показує, що комутовані телефонні мережі (PSTN) залишаються актуальними переважно в сільській місцевості. Використання DSL-технологій дозволяє підвищити ефективність таких каналів, трансформуючи аналоговий телефонний тракт зі смугою частот 0,3–3,4 кГц у цифровий канал зі швидкістю передавання даних до 2 Мбіт/с. Локальні мережі Ethernet характеризуються високою надійністю та стабільністю, проте потребують складнішого налаштування параметрів TCP/IP-стеку при підключенні переносних медичних приладів [1].

Найбільш динамічним сегментом телекомунікаційного забезпечення є бездротові технології. Стандарти другого покоління (GSM) забезпечують передачу голосу та низькошвидкісних даних, тоді як технології третього та четвертого поколінь (UMTS/HSDPA, WiMAX, LTE) дозволяють реалізувати передачу мультимедійних даних і відеоконференцзв'язок у режимі реального часу. Особливе місце займає технологія CDMA2000, яка завдяки кодовому розділенню каналів забезпечує високу завадостійкість і стабільність роботи мобільного медичного обладнання навіть за умов високої щільності абонентів [1, 2].

Пропускна здатність каналу зв'язку в умовах адитивного білого гаусового шуму оцінюється за теоремою Шеннона–Хартлі, яка встановлює залежність між шириною смуги частот, співвідношенням сигнал/шум та максимально можливою швидкістю передавання інформації. Для медичних ІТ-систем критично важливим є забезпечення такого рівня співвідношення сигнал/шум, при якому ймовірність помилки передавання не перевищує  $10^{-6}$ .

На рівні персональних мереж (PAN) значного поширення набув протокол Bluetooth, зокрема в режимі емуляції послідовного порту (SPP). Використання Bluetooth-модулів дозволяє інтегрувати медичні сенсори до інформаційної системи як стандартні COM-пристрої, що суттєво спрощує розробку прикладного програмного забезпечення [2]. Порівняльний аналіз пропускної здатності та мобільності технологій наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Техніко-експлуатаційні показники каналів зв'язку

Технологія зв'язку	Протокол/Стандарт	Радіус дії	Пропускна здатність
Локальна бездротова	Bluetooth 2.0+EDR	10–100 м	до 2,1 Мбіт/с
Мобільна стільникова	HSDPA (3G)	до 10 км	до 3,6 Мбіт/с
Широкопasmугова радіо	WiMAX (IEEE 802.16)	до 50 км	до 4,0 Мбіт/с

Порівняльний аналіз техніко-експлуатаційних характеристик різних технологій зв'язку свідчить про необхідність вибору каналу з урахуванням радіуса дії, пропускної здатності та мобільності.

Перспективним напрямком є впровадження концепції програмно-визначених мереж (SDN) для пріоритизації медичного трафіку над загальним. Це дозволяє гарантувати якість обслуговування (QoS) для критично важливих біометричних даних навіть при значному завантаженні магістральних каналів [3].

## Висновки

У результаті проведеного аналізу встановлено, що ефективність функціонування медичних ІТ-систем значною мірою залежить від характеристик телекомунікаційного забезпечення. Використання сучасних дротових і бездротових технологій зв'язку дозволяє забезпечити оперативну передачу медичних даних та скоротити час прийняття клінічних рішень. Показано, що вибір телекомунікаційної технології повинен здійснюватися з урахуванням доступності інфраструктури, вимог до пропускної здатності, енергоефективності кінцевих пристроїв і необхідного рівня надійності передавання інформації. Перспективним напрямком розвитку є впровадження програмно-визначених мереж, що забезпечують гарантовану якість обслуговування медичного трафіку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Медичні інформаційні системи та телекомунікаційні технології : монографія / за ред. М. П. Данилова. – К. : Здоров'я, 2019. – 312 с.
2. Протоколи та інтерфейси бездротового передавання біометричних даних / П. П. Петров // Наукові праці ВНТУ. – 2021. – № 2. – С. 12–18.
3. Семенов В. В. Сучасні мережеві технології та протоколи зв'язку : навч. посібник / В. В. Семенов. – Одеса : Фенікс, 2018. – 214 с.

**Коновченко Дар'я Олександрівна**, студентка групи ТСМ-25м, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, koonovchenko15@gmail.com

**Науковий керівник: Пінаєв Богдан Олегович**, старший викладач кафедри інформаційних радіоелектронних технологій і систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Konovchenko Daria Oleksandrivna**, student of the group TSM-25m, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, koonovchenko15@gmail.com

**Supervisor: Pinaev Bohdan Olehovych**, senior lecturer at the Department of Information Radioelectronic Technologies and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.