

## МЕТОДИ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ В ТЕЛЕМЕДИЧНИХ СИСТЕМАХ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** *Сучасна медицина розвивається разом з інформаційними технологіями. На сьогодні телемедицина використовує різні методи передавання даних для обміну медичною інформацією та забезпечення надання медичних послуг. Кожна телемедична система використовує різні комбінації методів передавання даних в залежності від своїх потреб та інфраструктури. В роботі розглянуті методи передавання даних у сучасних телемедичних системах, а також проаналізовані з точки зору безпеки, ефективності та зручності використання*

**Ключові слова:** телемедична система, передавання даних, телемедицина, інформаційні технології

Телемедицина, яка поєднує медичні практики з інформаційними системами та технологіями, дозволяє надавати медичну допомогу на відстані. Забезпечення ефективного передавання та обробки даних – це надзвичайно важливий аспект телемедицини.

Всі телемедичні системи спрямовані на покращення медичного обслуговування, але мають різні фокуси та масштаби. Для прикладу, централізована система управління медичною інформацією Ehealth, впроваджена в Україні, функціонує на національному рівні, в той час як в США функціонує система Teladoc, що надає послуги на міжнародному рівні.

Основні методи передавання даних в телемедичних системах базуються на побудові дротових та бездротових мереж в медичних установах [1].

Дротові мережі характеризуються стабільною швидкістю передачі даних, високим рівнем безпеки та низьким рівнем втрати даних. Найпоширенішими видами дротових мереж в телемедицині є:

– Ethernet-мережі, що забезпечують швидку і стабільну передачу даних за допомогою кабелів Ethernet. Ethernet-порти можуть бути підключені до медичних пристроїв, комп'ютерів або серверів, що дозволяє передавати дані в режимі реального часу. Ethernet-мережі також підтримують різні протоколи передачі даних, такі як TCP/IP, які можуть бути використані для комунікації між медичними пристроями та системами обробки даних;

– RS-232, що використовується для передачі медичних даних шляхом послідовного обміну даними між пристроями через серійні порти. Найчастіше RS-232 використовується для збору медичних даних з різних медичних пристроїв, таких як ЕКГ-апарати, апарати для вимірювання кров'яного тиску, аналізатори крові тощо. Хоч RS-232 має свої переваги, такі як надійність, низька затримка передачі даних, простота встановлення, можливість інтеграції застарілих приладів до системи та забезпечення сумісності великої кількості пристроїв в системі, є і ряд обмежень на застосування даного стандарту, такі як обмежена відстань передачі даних і низька швидкість передачі даних порівняно зі сучасними інтерфейсами, такими як Ethernet. Оскільки стандарт не має вбудованих засобів шифрування і захисту даних – важливо ще й додатково забезпечувати безпеку та конфіденційність даних;

– PSTN-мережі, що забезпечують передачу даних шляхом комутації телефонних ліній. PSTN-мережа має вузьке застосування в телемедицині та здебільшого використовується для проведення телефонних консультацій між пацієнтом і лікарем та здійснення екстрених викликів. PSTN-мережі мають обмеження, такі як низька швидкість передачі даних, тому цей метод передачі даних стає дедалі менш поширеним через зростання використання Інтернет-технологій та більш швидких мереж. До того ж PSTN не є найбільш безпечним середовищем для передачі даних, оскільки, через відсутність шифрування, аналогові сигнали можуть підслуховуватись і перехоплюватись з використанням спеціального обладнання, а також багато PSTN-систем вже застаріли і не підтримують сучасні методи захисту даних [1].

– оптоволоконні мережі, що пропонують численні переваги, які є особливо важливими в медичних застосуваннях. Такими перевагами є:

1) висока пропускна здатність: оптоволоконні мережі забезпечують велику пропускну здатність, що дозволяє передавати великі обсяги медичних даних, такі як відео, медичні зображення високої роздільної здатності, в режимі реального часу. Це надзвичайно важливо для віддалених консультацій та діагностики;

2) низька затрата на обслуговування: оптоволоконні мережі мають тривалий термін служби та потребують менше обслуговування порівняно з іншими типами мереж. Це допомагає знизити витрати на технічне обслуговування та підтримку;

3) висока якість передачі даних: оптоволоконні мережі мають мінімальні втрати сигналу, що дозволяє зберігати високу якість медичних зображень та даних при їх передачі;

4) низька затрата на енергію: в порівнянні з іншими видами зв'язку, оптоволоконні мережі вимагають менше енергії для передачі даних на великі відстані, що дозволяє зменшити витрати на електроживлення;

5) висока надійність: оптоволоконні мережі мають високий рівень надійності та стійкості до перебоїв, що важливо для забезпечення надійного доступу до медичних послуг навіть в умовах негоди або кризових ситуаціях;

6) захист даних: оптоволоконні мережі надають високий рівень безпеки для медичної інформації, допомагаючи запобігти несанкціонованому доступу та витоку конфіденційних даних.

7) підтримка стандартів та протоколів, які використовуються для передачі медичних даних, таких як DICOM.

Усі ці переваги роблять оптоволоконні мережі ідеальним вибором для розвитку телемедицини. Вони створюють інфраструктуру, яка покращує доступ до медичних послуг, підвищує якість медичної допомоги, особливо в віддалених та важкодоступних регіонах та зменшує витрати на інфраструктуру та обслуговування.

Бездротові мережі відіграють важливу роль у забезпеченні надійного та ефективного обміну медичною інформацією між пристроями, медичними системами та хмарними платформами [2].

На сьогодні в телемедицині широко використовуються такі стандарти бездротової передачі даних як:

– Wi-Fi – один з найпоширеніших бездротових стандартів, який використовується в телемедицинських системах. Він дозволяє підключати багато медичних та мобільних пристроїв, комп'ютерів та іншого обладнання до локальних мереж, що сприяє одночасному моніторингу та обміну даними. Wi-Fi забезпечує високу швидкість передачі даних в режимі реального часу та покриває великі площі;

– Bluetooth – використовується для бездротового зв'язку між медичними пристроями та датчиками, що дозволяє збирати та передавати дані про стан здоров'я пацієнтів. Сучасні версії Bluetooth підтримують різні рівні безпеки, включаючи шифрування та аутентифікацію, що допомагає захищати медичні дані від несанкціонованого доступу. До недоліків Bluetooth можна віднести обмежену відстань передачі даних та вразливість до фізичних перешкод [3];

– Zigbee – стандарт, що забезпечує низьке споживання енергії, стабільне з'єднання та просту мережеву архітектуру. У телемедицинських системах Zigbee використовується для передачі даних з датчиків, збору даних про пацієнтів та передачі цих даних на приймач. Завдяки низькому споживанню енергії, Zigbee може бути ефективним рішенням для медичних пристроїв, які працюють на батарейках чи мають обмежені джерела енергії. Хоч Zigbee має певні недоліки, такі як обмежений радіус дії та невисока пропускна здатність (в порівнянні з Wi-Fi та Bluetooth), він все ще є популярним в телемедицині, зокрема в маломасштабних та низькоенергетичних застосуваннях, де важливо забезпечити енергоефективність та надійність зв'язку [4];

– мобільні мережі, які дозволяють надавати медичні послуги та віддалено моніторити пацієнтів навіть поза стінами лікарень та клінік. Мобільні мережі надають широке покриття, що охоплює значну територію, в тому числі віддалені місцевості з обмеженою інфраструктурою. Це дає змогу забезпечити зв'язок з віддаленими пацієнтами і здійснювати моніторинг їх стану на відстані. Сучасні мобільні мережі, такі як 4G і 5G, забезпечують швидку передачу даних, що дозволяє більш ефективно передавати великі обсяги і високоякісні медичні дані, такі як медичні зображення або відеофайли. Крім того 4G та 5G забезпечують шифрування даних і контроль доступу до мережі, забезпечуючи захист від несанкціонованого доступу до конфіденційної інформації пацієнтів.

**Висновки.** Бездротові і дротові технології відіграють важливу роль у розвитку телемедицини, дозволяючи передавати медичні дані та забезпечувати зв'язок з віддаленими пацієнтами та

медичним персоналом. В сучасних телемедичних системах часто використовують комбінацію різноманітних методів передачі даних, враховуючи такі фактори як швидкість передачі даних, відстань передачі, безпека, стабільність сигналу та доступні технології.

Для забезпечення інтероперабельності, безпечного передавання даних та збереження конфіденційності медичних даних необхідним є дотримання спеціалізованих медичних протоколів та стандартів, такі як DICOM, HL7 тощо.

Розглянуті в роботі методи передавання даних є найбільш популярними в сучасній телемедицині. Їх розвиток та вдосконалення, яке відбувається з року в рік, виводить надання медичних послуг на більш якісний рівень, що є надзвичайно важливим, особливо в умовах зростання потреби в дистанційному доступі до медичних послуг.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vladzmyrskyu A. Telemedicine experience in Ukraine Health Care System // Advances in International Telemedicine and eHealth. Warsaw: MediPage, 158-166p., 2006.
2. А.Я. Кулик, В.В. Мотигін, Я.А. Кулик, Б.П. Книш. Телемедицина. Комп'ютерні системи та інформаційні технології. Вінниця: ВНМУ, ст. 241-258, 2020.
3. Edgar H. Callaway. Wireless Sensor Networks: Architectures and Photocols. New York: CRC Press LLC, 55p., 2004.
4. Колодій Р.С., Тимченко О.В. Методи побудови сенсорних мереж мобільного моніторингу ЕКГ. Львів: НУ ЛП, ст. 18-22, 2009.

**Яковишен Павло Олександрович** - аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, [yakovishen3@gmail.com](mailto:yakovishen3@gmail.com).

**Тужанський Станіслав Євгенович** – к.т.н, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, [slavat@vntu.edu.ua](mailto:slavat@vntu.edu.ua).

## METHODS OF DATA TRANSFER IN TELEMEDICINE SYSTEMS

**Abstract.** Modern medicine is developing together with information technologies. Today, telemedicine uses various methods of data transmission to exchange medical information and ensure the provision of medical services. Each telemedicine system uses different combinations of data transmission methods depending on its needs and infrastructure. The paper examines the methods of data transmission in modern telemedicine systems, and also analyzes them from the point of view of safety, efficiency, and ease of use.

**Keywords:** telemedicine system, data transmission, telemedicine, information technologies.

**Yakovyshen Pavlo Oleksandrovych** - Postgraduate student, Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, [yakovishen3@gmail.com](mailto:yakovishen3@gmail.com).

**Tuzhanskyi Stanislav Yevhenovych** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University.