

Макаренко М.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ (INTERNET OF THINGS, IOT; INTERNET OF MEDICAL THINGS, IOMT) У СФЕРІ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

У статті проаналізовано особливості впровадження технологій інтернету речей (Internet of Things, IoT; Internet of Medical Things, IoMT) в галузі охорони здоров'я. Обґрунтовано, що реформування вітчизняної системи охорони здоров'я характеризується безсистемністю, порушуючи тим самим базові основи реінжинірингу управлінських процесів. Встановлено, що однією з головних причин такого стану речей є низька ефективність управління інформацією та нескоординованість владних дій у використанні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Доведено, що цифровізація медичної галузі й розбудова електронної охорони здоров'я на усіх рівнях прискорить процес її реформування та дасть можливість значно покращити стан надання медичної допомоги населенню. Досліджено, що інтернет речей (Internet of Things, Iot) дозволяє відповідному програмному забезпеченню отримувати унікальні дані про фізичний світ, зчитувати інформацію та приводити в дію функцію програмування, а також має можливість виключити участь людини у двосторонньому процесі за рахунок використання інтелектуальних технологій. Проаналізовано світові досягнення поєднання можливостей Інтернету Речей (IoT) з медичним обладнанням. Доведено, що Інтернет Медичних Речей (IoMT) здійснює значний внесок у створення більш персоналізованої та пацієнтоорієнтованої охорони здоров'я. Досліджено технологічні перетворення у галузі медицини з використанням Інтернету Медичних Речей (IoMT). Доведено, що зростаюче проникнення підключених пристроїв в різні медичні установи і впровадження систем IoMT і програмних рішень в операційну діяльність охорони здоров'я є одними із ключових факторів, що сприяють цифровим трансформаціям у цій галузі. Закцентовано, що в Україні використання технологій Інтернету Речей у сфері охорони здоров'я просувається занадто повільно. Зазначено на незадовільному використанні сучасних цифрових технологій як у питаннях надання медичної допомоги, так і в управлінських процесах. Звернуто увагу на технічній застарілості обладнання, технологічній несумісності інформаційно-комунікаційних систем, недосконалості належного захисту інформації в медичних інформаційних системах.

Ключові слова: сфера охорони здоров'я, цифрові технології, цифровізація, інтернет речей, інтернет медичних речей, медичні послуги.

Постановка проблеми. Сучасні трансформаційні зміни в системі охорони здоров'я детерміновані стрімким розвитком інноваційних технологій та повсюдною цифровізацією, яка охоплює усі сфери життєдіяльності суспільства та стосується кожного з нас. Упродовж останніх років в Україні було здійснено низку заходів, які стосувались реформування галузі. До прикладу, у 2016 році набула чинності Концепція реформи фінансування системи охорони здоров'я [1], яка стала початком змін у підвищенні ефективності функціонування цієї сфери та нових принципів її фінансування. Це стосується створення нової системи закупівель медичних послуг, запровадження моделі державного солідарного медичного страхування, встановлення державного гарантованого пакету медичної допомоги тощо. Серед іншого, розпочата реформа передбачає розбудову

інформаційних систем та широкого використання інноваційних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми цифровізації публічного управління досліджували такі вітчизняні науковці, як: О. Карпенко, П. Клімушин, В. Наместнік, Д. Спасібов та інші. Питанням використання цифрових технологій у сфері охорони здоров'я присвячували свої розробки Д. Борковський, Т. Гряділь, В. Журавель, Т. Ткачук. Однак, незважаючи на наявність значної кількості наукових публікацій за цією тематикою та враховуючи стрімкий розвиток цифровізації усіх сфер життєдіяльності суспільства, потребують подальшого аналізу питання особливостей впровадження технологій інтернету речей в галузі охорони здоров'я.

Метою статті є дослідження особливостей впровадження технологій інтернету речей

(Internet of Things, IoT; Internet of Medical Things, IoMT) у сфері охорони здоров'я.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розпорядженням Кабінету Міністрів України у 2018 році було схвалено Концепцію розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018–2020 роки та затверджено план заходів щодо її реалізації [2].

Однак не усі заплановані заходи вдається реалізувати. До прикладу, «дорожні карти» цифрових трансформацій галузі відсутні, запроваджено функціонування поки що єдиного державного підприємства (ДП «Електронне здоров'я»), яке під брендом eZdovova забезпечує технічну можливість національної електронної системи eHealth здійснювати розподіл бюджетних коштів на оплату медичних послуг та функціонування медичних інформаційних систем для користування закладами охорони здоров'я та лікарями.

Варто зазначити, що реформування вітчизняної системи охорони здоров'я характеризується безсистемністю, порушуючи тим самим базові основи реінжинірингу управлінських процесів, що призводить до низької якості надання медичних послуг. Однією з головних причин такого стану речей є низька ефективність управління інформацією (наприклад, ізольованість реєстрів даних, застарілий формат заповнення статичних форм тощо) та нескоординованість владних дій у використанні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Натомість цифровізація медичної галузі й розбудова електронної охорони здоров'я на усіх рівнях прискорить процес її реформування та дасть можливість прозора та оптимально здійснити усі заплановані перетворення, значно покращити стан надання медичної допомоги населенню та знизити соціальну напругу у суспільстві.

Інтернет речей (IoT) – це концепція, яка передбачає двосторонній комунікативний зв'язок між фізичними об'єктами та комп'ютерними системами. Такий контакт дозволяє відповідному програмному забезпеченню отримувати унікальні дані про фізичний світ, зчитувати інформацію та приводити в дію функцію програмування, а також має можливість виключити участь людини у двосторонньому процесі за рахунок використання інтелектуальних технологій.

Поєднання можливостей Інтернету Речей (IoT) із медичним обладнанням здатне значно поліпшити якість і ефективність послуг та створити кращі умови для пацієнтів, яким потрібне постійне медичне спостереження та (або)

превентивне втручання (наприклад, для людей похилого віку або пацієнтів з хронічними захворюваннями). Відтак Інтернет Медичних Речей (IoMT) здійснює значний внесок у створення більш персоналізованої та пацієнтоорієнтованої охорони здоров'я [3, с. 7].

Медична сфера IoT розвивається стрімкими темпами. Останній звіт Grand View Research, Inc., (дослідницька і консалтингова компанія з Індії та США, зареєстрована в штаті Каліфорнія зі штаб-квартирою в Сан-Франциско, що проводить дослідження, які містять тисячі статистичних даних та детальний аналіз за 46 галузями у 25 основних країнах світу), засвідчив, що глобальний обсяг ринку Інтернету речей в сфері охорони здоров'я до 2025 року досягне 534,3 мільярда доларів США, збільшившись в середньому на 19,9%. Цей сектор є одним із ключових чинників, який забезпечує технологічні перетворення у галузі медицини. Зростає проникнення підключених пристроїв в різні медичні установи і впровадження систем Інтернету речей і програмних рішень в операційну діяльність охорони здоров'я є одними із ключових факторів, що сприяють цифровим трансформаціям у цій галузі [4].

До прикладу, віддалений моніторинг пацієнтів (англ. *remote patient monitoring* – RPM), який зарубіжні спеціалісти класифікують як один із напрямів телемедицини, дозволяє багатьом пацієнтам, які страждають на хронічні захворювання та потребують постійного нагляду, значно зменшити кількість відвідувань лікаря [5]

Активний розвиток смартфонів, пристроїв, які носять, інших девайсів та їх додатків, зробить телемедицину ще більш доступною та вплине на лікувальні та реабілітаційні тактики і менеджмент охорони здоров'я. Наприклад, eVisit – це телемедична платформа, яка дозволяє лікарям проводити обстеження і призначати лікування для своїх пацієнтів дистанційно [6].

У 2016 році Roche Holding, одна з провідних компаній світу у сфері фармацевтики та діагностики, розробила систему коагуляції з підтримкою Bluetooth, яка дозволяє пацієнтам перевірити ступінь згущування крові. Можливість онлайн-передачі результатів медичним працівникам дозволяє таким пацієнтам рідше відвідувати клініку. Пристрій нагадує про дату чергового тестування, дозволяє пацієнтам додавати коментарі до своїх результатів та надає можливість тримати результати лікування на належному рівні [7].

Моніторинг пацієнтів є не єдиною сферою застосування IoMT в лікарнях і клініках для

допомогти медичним працівникам в прийнятті клінічних рішень. Ефективність управління медичним закладом значно підвищуються при використанні Інтернету Речей. МРТ, рентгенівські апарати, КТ-сканери та інше обладнання можна дистанційно контролювати для підвищення продуктивності роботи. Задовго до того, як співробітники лікарні помітять проблему, виробник обладнання або постачальник послуг може виявити проблеми, які необхідно виправити. Siemens, Philips та інші компанії використовують ІоМТ для віддаленої діагностики, прогнозування та підвищення продуктивності медичного обладнання [8].

Успіхи в технології біосенсорів (англ. *Biosensors*) роблять можливими безпосередній контакт портативних смарт-пристроїв, які контролюють здоров'я, з користувачем. Сенсори або датчики ІоМТ можуть бути одягом або бути вбудовані в одяг, прикріплені до шкіри або імплантовані в тіло, пильно спостерігають за здоров'ям пацієнта, надаючи при цьому повну свободу пересування [9]. Зниження вартості сенсорних технологій дозволило виробникам пристроїв ІоМТ конструювати нові продукти для охорони здоров'я з поєднанням штучного інтелекту (AI) та ІоМТ. Відомо, що ринок біосенсорів в ІоМТ до 2024 року має перевищити 29 млрд доларів [10]. Ці вдосконалені пристрої контактують з біологічним матеріалом, а датчики виявляють різні характеристики крові, дихання, тканини та інших частин тіла. Наприклад, південнокорейським вченим вдалося прикріпити електронні датчики до лінз, які, не заважаючи зору, відстежують рівень глюкози у сльозі пацієнта [11]. Однією з найбільших переваг медичних пристроїв ІоМТ є можливість для лікарів та пацієнтів отримувати доступ до даних про стан здоров'я у реальному часі.

Ще одним із корисних застосувань ІоМТ виявилась «інтелектуальна» таблетка або капсула та пов'язані з ними засоби доставки лікарських засобів, що покращують прихильність до прийому ліків та забезпечують дотримання пацієнтами призначених медичних процедур. Так, управлінням з питань харчових продуктів і медикаментів (FDA) США в листопаді 2017 було надано дозвіл компанії Abilify MyCite для виробництва «розумної» таблетки, яка містить речовину для лікування шизофренії та деменції і відповідний сенсор. Після вживання таблетки пацієнтом датчик посилає сигнал на додаток смартфона, вказуючи час вживання ліків [12].

Інший цифровий продукт – таблетка Proteus із вбудованим датчиком використовується для лікування та моніторингу хворих на рак. Як зазначають представники дослідницької фармацевтичної компанії Fairview Infusion Pharmacy Університету Міннесоти, враховуючи витрати, складність і ризик токсичності хіміотерапії, цифрова онкологічна медицина є вражаючим кроком вперед у лікуванні онкологічних захворювань. Пацієнтам це допомагає відчувати себе під контролем, впевненіше [13].

Відповідно до звіту дослідницької служби BI Intelligence встановлено, що у 2020 року в світі є понад 24 мільярди пристроїв Інтернету Речей, що складає приблизно по 4 гаджети на одну людину [14].

Деякі експерти прогнозують, що Інтернет Речей зазнає дуже стрімкого поширення саме завдяки запланованому початку запровадження 5G, тобто 5-го покоління мобільних мереж, що надасть можливості для прямої взаємодії між різними пристроями. Вчені впевнені, що саме 5G дозволить 50 мільярдам пристроїв, приєднаних до інтернету по усьому світу, мати глобальний двосторонній інтерактивний зв'язок [15].

Надзвичайним питанням для урядів більшості країн світу є оптимізація витрат у галузі охорони здоров'я, і саме Інтернет Медичних Речей може цьому сприяти. Адже оптимізація витрат, скоординована технологіями ІоМТ, здатна забезпечити ефективне використання ресурсів сфери охорони здоров'я. Американські експерти Goldman Sachs Group, провідної глобальної фінансової установи, звертають увагу на цифрову революцію, що відбувається у сфері охорони здоров'я, і зазначають, що вона може врятувати Америці біля 300 мільярдів доларів. Таке скорочення витрат дослідники пов'язують із широким запровадженням ІоМТ [16].

Таким чином, охорона здоров'я є однією з найбільш перспективних та ключових сфер для конвергенції новітніх технологій, наприклад, Великих Даних, Інтернету Речей, штучного інтелекту тощо [17].

В Україні використання технологій Інтернету Речей у сфері охорони здоров'я просувається занадто повільно. Незважаючи на впровадження у вітчизняну практику електронної системи охорони здоров'я, можна констатувати незадовільне використання сучасних цифрових технологій як у питаннях надання медичної допомоги, так і в управлінських процесах. Крім

того, має місце низька цифрова грамотність медичних спеціалістів, технічна застарілість обладнання, технологічна несумісність інформаційно-комунікаційних систем, що функціонують у різних медичних напрямках. Серйозною проблемою також є недосконалість або відсутність належного захисту інформації у медичних інформаційних системах.

Висновки. Таким чином, впровадження Інтернету Речей в медичну галузь (IoMT) є значним фактором розвитку сфери охорони здоров'я. Сучасні

цифрові технологічні розробки дозволяють надавати ефективну медичну допомогу, покращуючи якість життя хворих. Основними особливостями впровадження технологій інтернету речей (Internet of Things, IoT; Internet of Medical Things, IoMT) у сфері охорони здоров'я є персоналізація та предиктивність – індивідуальний підхід та попередження захворювань, покращення методів діагностики та лікування та в кінцевому підсумку – зростання тривалості здорового життя.

Список літератури:

1. Про схвалення Концепції реформи фінансування системи охорони здоров'я : розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2016 р. № 1013-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/249626689>.
2. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації : розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text>.
3. Журавель В.І., Ткачук Т.Ю., Борковський Д.С. Інтернет речей у системі медичної допомоги: можливості та безпека. *Актуальні проблеми клінічної та профілактичної медицини*. 2019. Т. 3, № 1-2. С. 5–12.
4. Research Reports in Healthcare IT. URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry/healthcare-it>.
5. What does the future of remote patient monitoring look like? Abbott executive Robert Ford weighs in. URL: <https://www.beckershospitalreview.com/healthcare-information-technology/what-does-the-future-of-remote-patient-monitoring-look-like-abbott-executive-robert-ford-weighs-in.html>.
6. Tour the #1 rated telehealth platform. URL: <https://evisit.com/product-tour/>.
7. Innovating diagnostics, shaping healthcare, changing lives. URL: <https://diagnostics.roche.com/global/en/article-listing/innovations.html>.
8. Remote services. Customer care. URL: <https://www.usa.philips.com/healthcare/product/HCNOCTN153/remote-services-customer-care>.
9. IDT's Customer Senseonics Receives FDA Approval for its Implantable Glucose Sensor// Science Advances 24 Jan 2018: Vol. 4, no. 1, eaap9841. URL: <https://www.marketwatch.com/press-release/idts-customer-senseonics-receives-fda-approval-for-its-implantable-glucose-sensor-2018-07-23>.
10. Biosensors Market outlook will register 8% CAGR to overtake \$29 billion by 2024. URL: <https://markets.businessinsider.com/news/stocks/biosensors-market-outlook-will-register-8-cagr-to-overtake-29-billion-by-2024-1027453347>.
11. Jihun Park, Joohee Kim, So-Yun Kim, Franklin Bien and Jang-Ung Park. Soft, smart contact lenses with integrations of wireless circuits, glucose sensors, and displays. URL: <http://advances.sciencemag.org/content/4/1/eaap9841>.
12. Abilify Mycite (aripiprazole tablets with sensor): A component of the Abilify Mycite System to record drug ingestion <https://www.abilifymycite.com/about> Otsuka, Magellan Health announce plans for US rollout of Abilify MyCite URL: <https://www.mobihealthnews.com/content/otsuka-magellan-health-announce-plans-us-rollout-abilify-mycite>.
13. Proteus' digital pill is now delivering chemotherapy. URL: <https://www.mobihealthnews.com/content/proteus-digital-pill-now-delivering-chemotherapy>.
14. The Ultimate Internet of Things Research. URL: [Bundlehttps://www.businessinsider.com/intelligence/bi-intelligence-iot-research-bundle?IR=T&utm_source=businessinsider&utm_medium=content_marketing&utm_term=content_marketing_subscription_text_link_what-is-the-internet-of-things-definition-2016-8&utm_content=subscription_content_marketing_text_link&utm_campaign=content_marketing_subscription_link&vertical=iot](https://www.businessinsider.com/intelligence/bi-intelligence-iot-research-bundle?IR=T&utm_source=businessinsider&utm_medium=content_marketing&utm_term=content_marketing_subscription_text_link_what-is-the-internet-of-things-definition-2016-8&utm_content=subscription_content_marketing_text_link&utm_campaign=content_marketing_subscription_link&vertical=iot).
15. Tech Trends 2018: 5G, Killer Robots, Cryptocurrency Regulation. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=h8EHAaqTy4M>.
16. The technology, devices, and benefits of remote patient monitoring in the healthcare industry. URL: <https://www.businessinsider.com/remote-patient-monitoring-industry-explained>.
17. IBM & Apple Expand Partnership to Help Transform Medical Research. URL: <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/46583.wss>.

Makarenko M.V. FEATURES OF INTRODUCTION OF INTERNET OF THINGS TECHNOLOGIES (INTERNET OF THINGS, IoT; INTERNET OF MEDICAL THINGS, IoMT) IN THE FIELD OF HEALTHCARE

The article analyzes the features of the implementation of technologies of the Internet of Things (Internet of Things, IoT; Internet of Medical Things, IoMT) in the field of healthcare. It is substantiated that the reforming of the domestic health care system is characterized by unsystematic character, thereby violating the basic foundations of reengineering of management processes. It has been established that one of the main reasons for this state of affairs is the low efficiency of information management and the lack of coordination of government actions in the use of modern information and communication technologies. It has been proven that the digitalization of the medical industry and the development of e-health at all levels will accelerate the process of its reform and will significantly improve the state of providing medical care to the population. It has been proven that the Internet of Things (IoT) allows the corresponding software to obtain unique data about the physical world, read information and activate the programming function, as well as the ability to exclude human participation in a two-way process through the use of intelligent technologies. The world achievements of combining the capabilities of the Internet of Things (IoT) with medical equipment are analyzed. The Internet of Medical Things (IoMT) has proven to be a significant contributor to more personalized and patient-centered medicine. Technological transformations in the field of medicine using the Internet of Medical Things (IoMT) have been investigated. It has been proven that the growing penetration of connected devices in various medical institutions and the introduction of IoMT systems and software solutions in healthcare operations are among the key factors contributing to digital transformations in this area. It is emphasized that in Ukraine, the use of Internet of Things technologies in the healthcare sector is progressing too slowly. The unsatisfactory use of modern digital technologies is noted both in the provision of medical care and in management processes. Attention is drawn to the technical obsolescence of equipment, technological incompatibility of information and communication systems, imperfection of proper information protection in medical information systems.

Key words: healthcare, digital technologies, digitalization, Internet of Things, Internet of Medical Things, medical services.