

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Романюк О.О.

“Інформаційна технологія акумулювання та обмінювання персональними цифровими медичними даними»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань 12 «Інформаційні технології» за спеціальністю 122

«Комп’ютерні науки»

Актуальність теми. Для підвищення якості надання медичної допомоги населенню України необхідно забезпечити швидкий та ефективний обмін різноманітною цифровою медичною інформацією, що сприятиме розвитку відповідних інформаційно-програмних засобів та систем. Основною тенденцією розвитку сучасних інформаційних технологій є орієнтованість на користувача, а у медичній сфері – на пацієнта, адже достатність повноти медичних даних призводить до швидкого та якісного процесу діагностики, лікування та реабілітації пацієнтів. Розвиток та впровадження таких технологій є актуальною задачею, оскільки державні, приватні та наукові інституції зацікавлені в поліпшенні якості надання медичної допомоги населенню та в подальшій імплементації нових технологій у міжнародне середовище, що свідчить про актуальність та важливість теми дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі. Авторкою досить чітко й логічно визначено об’єкт, предмет, мету дослідження, а також окреслено завдання. Для досягнення поставлених завдань у дисертаційному дослідженні використано теоретичні та практичні методи, що свідчить про належний рівень наукової підготовки дисертантки. Надані наукові положення та результати дисертаційної роботи є науково обґрунтованими, висновки логічно випливають з одержаних результатів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Дисертаційна робота виконувалась за державними бюджетними темами Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН та МОН України: «Розробити мобільні інтелектуальні інформаційні технології цифрової медицини» (№ держреєстрації 0117U002285, 2017-2021, виконавець), «Розроблення методів, засобів та пристроїв цифрової медицини» (№ держреєстрації 0118U002409, 2018-2019, виконавець), «Розроблення моделей та методів інтелектуальних технологій цифрової медицини для оцінювання якості надання медичної допомоги» (№ держреєстрації 0119U002501, 2019-2021, виконавець), «Розроблення інтелектуальних інформаційних технологій цифрової медицини для профілактики, діагностики та реабілітації соціально значимих захворювань» (№ держреєстрації 0120U000121 2020-2021, виконавець), “Розроблення інформаційної технології забезпечення персоналізації лікувальних заходів у цифровій медицині” (№ держреєстрації 0122U000034, 2022-2026, виконавець).

Наукова новизна, теоретична та практична цінність дослідження.

Вперше розроблено метод збереження цифрових медичних зображень, який охоплює чотири етапи: I етап - створення та збереження файлу дослідження, II етап - збереження файлу в системі зберігання та обміну цифровими медичними зображеннями (PACS), III етап - перенесення даних до сховища тривалого зберігання, IV етап - анонімізація даних у разі використання даних за межами закладу охорони здоров'я, для подальшого використання в лікувально-діагностичному процесі за вимогою лікаря або пацієнта.

Удосконалено комплекс критеріїв обмінювання медичними даними різного виду, який враховує головні характеристики цифрових медичних даних, рівні доступу користувачів до використання цих даних на основі системи чотирьох базових функцій CRUD (створення (C), зчитування (R), зміна (U) і видалення (D)), що уможливорює підтримку безпечного

електронного документообігу між учасниками процесу надання медичних послуг.

Вперше розроблено інформаційну технологію акумулювання та обмінювання цифрових медичних даних, яка об'єднує етапи отримання різноджерельних медичних даних про пацієнта, зберігання медичних даних в різних сховищах цифрової медицини і обмінювання цими медичними даними між різними учасниками цифрової медицини, що базується на моделях і алгоритмах обміну та реалізована у мобільних застосунках. Запропонована ІТ забезпечує оптимальне функціонування сховища медичних даних та безпечний обмін даними між пацієнтом та лікарями задля інформаційної підтримки процесів діагностування, лікування та реабілітації пацієнтів.

В дисертаційній роботі наукові висновки мають завершений характер, базуються на теоретичному підґрунті щодо розвитку інформаційних систем та мають практичні пропозиції.

Практичне значення одержаних результатів ґрунтується на використанні розроблених модулів та мобільних застосунків, що дають змогу реалізувати обмін медичними даними різного походження та здійснювати перегляд накопичених даних, їх оброблення, оцінювання, аналізувати та прогнозувати стан здоров'я людини, забезпечуючи достатню повноту медичних даних та якість цифрових медичних зображень (ЦМЗ).

Результати роботи апробовано і використовуються в лікувальному процесі, під час надання медичної допомоги із застосуванням віддаленого консультування у Хмельницькій обласній лікарні, м. Хмельницький, ДУ «Національний науковий центр ім. акад. М.Д. Стражеска НАМН України», ТОВ «СІЕТ-ХОЛДІНГ», м. Київ.

Повнота викладу наукових положень в опублікованих роботах. Результати дисертаційних досліджень повністю надано у 11 наукових працях у вітчизняних рецензованих наукових виданнях, які входять до переліку фахових наукових видань МОН України, серед яких 2 статті у виданнях, які

входять до міжнародних наукометричних баз Scopus / WoS, та 7 тез у збірках праць конференцій.

Відсутність порушення академічної доброчесності. За результатами перевірки дисертаційної роботи та публікацій не виявлено ознак академічного плагіату, елементів фабрикації та фальсифікації. У дисертації не виявлено використання наукових результатів інших науковців без посилань на відповідні джерела.

Оцінка змісту дисертації. Дисертація оформлена згідно з вимогами МОН України, складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку використаних джерел зі 124 найменувань і 2-х додатків. Основну частину подано на 126 сторінках друкованого тексту, ілюстровано 24 рисунками та 5 таблицями. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає 152 сторінки.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено цілі, завдання, надано новизну і практичну значущість дисертаційного дослідження.

У першому розділі зроблено огляд сучасних методів та засобів передавання, збереження та обміну медичною інформацією, розглянуто вимоги до побудови медичних інформаційних технологій та систем для виконання завдань цифрової медицини.

У *другому* розділі розглянуто методичне забезпечення процесів зберігання та обмінювання медичною інформацією. Для подання інфологічної моделі бази даних використано UML, опис бізнес-процесів закладів охорони здоров'я (ЗОЗ) було зроблено за допомогою дескриптивної логіки. Для узгодження форматів цифрових медичних даних використано методи стандартизації DICOM (для цифрових медичних зображень) та HL7 FHIR (для цифрової медичної інформації), а також формалізований підхід для формування електронних медичних документів на основі HL7, CDA.

У *третьому* розділі описано концепцію збереження ЦМЗ в закладах охорони здоров'я, проведено їх класифікацію за об'ємом інформації кожного дослідження та визначено ємність дискового простору (ЄДП) для однієї інформаційно-діагностичної системи (ІДС) як добуток кількості досліджень

на рік, об'єму 1-го дослідження (Мб) та часу зберігання результатів конкретного дослідження. Проаналізовано та запропоновано розподіл закладів охорони здоров'я за кількістю виконаних досліджень.

Сформовано принцип трирівневого зберігання ЦМЗ з врахуванням життєвого циклу цифрових медичних даних від моменту їх створення і до видалення, згідно з яким розроблено метод збереження цифрових медичних зображень для подальшого використання в лікувально-діагностичному процесі. Цей метод базується на покрокових моделях опрацювання даних для їхнього збереження та охоплює такі етапи: I етап – створення та збереження файлу дослідження полягає в отриманні цифрового медичного зображення стандартного формату для подальшого використання в лікувально-діагностичному процесі; II етап – збереження файлу в системі зберігання та передачі цифрових медичних зображень (PACS), необхідний для формування електронної медичної карти пацієнта під час лікування в ЗОЗ для оперативного доступу до всіх необхідних медичних даних; III етап – перенесення даних до сховища тривалого зберігання, закінчується збереженням в сховищі цифрової копії дослідження для подальшого використання даних за вимогою від лікаря або пацієнта. На IV етапі застосовується анонімізація даних саме для обміну ЦМЗ між різними ЗОЗ.

Перевірка розробленого методу була проведена з використанням системи МедГРІД НАН України, яка забезпечила верхній рівень зберігання медичної інформації. За допомогою розроблених алгоритмів здійснено процес додання нового ЦМЗ до ГРІД-системи із застосуванням механізму визначення місця знаходження файлу. Всі дані, що потрапляють в ГРІД, є знеособленими.

У *четвертому* розділі надано результати створення та дослідження інтеграційного середовища (ІС) для обміну цифровими медичними даними між різними учасниками процесу надання-одержання медичної допомоги. Визначено складники інтегровального середовища обміну цифровими медичними даними, а саме: характеристики учасників (акторів)

досліджуваного процесу, формалізовані бізнес-процеси з визначенням інформаційних потоків, підсистеми зберігання цифрових медичних даних (ЦМД), функціонали (алгоритми) акумулювання та обміну цифровими медичними даними. Електронні медичні документи (ЕМД) як сукупність електронних медичних записів, які формують один або різні автори (лікарі, медичні сестри та інші), поділено на три категорії: електронні медичні записи (electronic medical record (EMR)), електронні медичні картки (electronic health record (EHR)) та персональні медичні картки (personal health record (PHR)).

За такого широкого спектру користувачів - учасників інтегровального середовища цифрової медицини підвищено вимоги щодо визначення рівнів доступу до медичної інформації та можливості її зміни. Користувачів розділено на дві умовні категорії (ролі): медичний працівник та пацієнт, кожна з яких може мати набір підкатегорій. Залежно від моделі взаємодії суб'єктів охорони здоров'я кількість підкатегорій може змінюватися.

Сформовано комплекс критеріїв доступу до опрацювання ЕМД, який базується на чотирьох базових функціях CRUD (Create-Read-Update- Delete): створення (C), зчитування (R), зміна (U) і видалення (D) з обмеженням терміну зміни запису. Згідно з рівнем доступу до медичної інформації для кожної групи учасників екосистеми цифрової медицини розроблено вирішувальні правила надання доступу.

У н'ятому розділі описано розроблення, обґрунтування та дослідження інформаційної технології акумулювання та обмінювання цифровою медичною інформацією, що складається з трьох етапів. Першим етапом відбувається процес отримання різноджерельних медичних даних про пацієнта, другим етапом є зберігання медичних даних в різних сховищах цифрової медицини, третій етап – обмін цифровими медичними даними між різними учасниками цифрової медицини.

Застосування запропонованої інформаційної технології, яка ґрунтується на принципі інтероперабельності та доступності даних за розробленими вирішувальними правилами, забезпечує акумулювання

медичних даних, необхідних для надання інформаційної підтримки процесів діагностування, лікування та реабілітації пацієнтів завдяки підвищенню якості та повноти даних.

Розроблено алгоритми акумулювання та обміну медичними даними між різними учасниками цифрової медицини, які включають процес автентифікації в системі, доступ до конкретного цифрового запису, створення нового медичного запису за необхідними атрибутами, додавання результатів досліджень з необхідною категоризацією (лабораторні, діагностичні дослідження тощо).

Для забезпечення контролю за станом здоров'я пацієнта та реалізації обміну медичними даними різного походження між учасниками цифрової медицини було розроблено мобільні застосунки «ExchangeDMD», «AssessmentHC» і «ClinAss».

Проведений практичний аналіз одержаних результатів дав змогу Романюк О.О. сформулювати логічні висновки та висунути цінні практичні рекомендації, що є достатньо аргументованими та впливають з результатів проведених досліджень. Зауважень щодо змісту роботи немає.

Зауваження до дисертації. Даючи загальну позитивну оцінку роботи Романюк О.О., хотілось би висловити деякі зауваження та побажання.

1. На наш погляд, в дисертаційній роботі недостатньо висвітлено поточний стан ЦБД ЕСОЗ в Україні, що включає наявні напрацювання eHealth щодо передачі діагностичних медичних даних (сутність «Diagnostic Report» в ЕСОЗ та її структура даних), аналіз переваг та недоліків/ обмежень МІС, підключених до ЕСОЗ тощо.

2. У розділі 2.1 «UML як метод подання інфологічної моделі бази даних» не надано пояснення щодо вибору саме UML-нотації для моделювання бізнес-процесів в ЗОЗ, адже окрім UML розповсюдженими нотаціями також є BPMN (Business Process Model and Notation) та EPC (Event-Driven Process Chain).

3. В роботі подекуди зустрічаються стилістичні помилки: на стор. 5 – замість «унікальним ідентифікаційним номер в системі» треба написати «унікальним ідентифікатором пацієнта в системі»; на стор. 2 – надано «персональними медичними даними пацієнта» замість «персональними та медичними даними пацієнта» або «медичними даними пацієнта», але на стор. 7 в описі розробленої інформаційної технології виділено як окремі блоки «складник «Медичні дані пацієнта» та «складник «Служба автентифікації», що свідчить про розмежування понять «персональні дані пацієнта» та «медичні дані пацієнта»; трапляються граматичні помилки у деяких реченнях, наприклад, замість «підчас» треба писати «під час» тощо.

Підкреслимо, що надані зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної дисертаційної роботи.

Висновок. Дисертація Оксани Романюк на тему «Інформаційна технологія акумулювання та обмінювання персональними цифровими медичними даними» є якісною та детально розробленою науковою працею, яка містить нові науково обґрунтовані результати. У дисертації вирішено актуальне наукове завдання інформаційної підтримки процесів обмінювання, зберігання та оброблення цифрових медичних даних. Тема і зміст відповідають спеціальності 122 – Комп’ютерні науки, а отримані результати є значущими для галузі 12 - Інформаційні технології.

Зважаючи на актуальність теми дисертації, обґрунтованість наукових результатів, висновків та рекомендацій, їхню наукову новизну та практичну цінність, повноту викладу матеріалу в наукових публікаціях, відсутність порушень академічної доброчесності, вважаю, що дисертаційна робота Оксани Олександрівни Романюк відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року №44 (зі змінами), а її авторка, Романюк Оксана Олександрівна, заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора

філософії за спеціальністю 122 – Комп’ютерні науки, галузі 12 -
Інформаційні технології.

Рецензент

старший науковий співробітник

відділу комплексних досліджень інформаційних технологій

Міжнародного науково-навчального центру

інформаційних технологій та систем НАН та МОН України,

кандидат технічних наук,

старший науковий співробітник

Юлія ТАДЕЄВА

Підпис Тадєєвої Ю.П. засвідчую

Учений секретар



Олександр РОДІОНОВ