

В І Д Г У К

офіційного опонента 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» та спеціальності 122 «Комп'ютерні науки

Актуальність теми. Підвищення ефективності функціонування системи охорони здоров'я в сучасних умовах, викликає необхідність розроблення дієвих методів інформаційної підтримки процесів надання медичної допомоги та керування ними. Дослідження у розв'язанні названих проблем, їхня актуальність зумовлені нагальною проблемою пошуку таких сучасних методів обмінювання та зберігання цифрових медичних даних, які б сприяли входженню України в загальний інформаційний простір Європейського Союзу на основі сучасних інформаційних стандартів. Такі інформаційні системи не тільки сприяють підвищенню якості надання медичної допомоги, але й дають можливість пацієнтам відстежувати всі процеси, пов'язані з його лікуванням. Отже, дисертаційну роботу О.О.Романюк можна вважати актуальною для розвитку цифрової медицини в Україні.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі забезпечується значним масивом проаналізованих джерел інформації, отриманих науковцями та практичними дослідниками, використанням ефективних сучасних методів та стандартів медичної інформатики для розроблення програмних застосунків та систем; висновки дисертаційної роботи адекватні отриманим результатам, логічні та достатньо обґрунтовані.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Дисертаційна робота виконувалась за державними бюджетними темами Міжнародного

науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН України 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 обміну 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, базується на моделях обміну та реалізована у алгоритмах та мобільних застосунках, що забезпечує оптимальне функціонування сховища медичних даних та безпечного обміну ними між пацієнтом та лікарями задля інформаційної підтримки процесів діагностування, лікування та реабілітації пацієнтів.

Наукові висновки дисертації мають завершений характер. Вони базуються на теорії розвитку інформаційних систем і доповнюються практичними пропозиціями. У дисертації використано сучасні методи дослідження, насамперед, метод дескриптивної логіки, метод побудови баз даних, метод побудови вирішувальних правил, метод підтримки інтероперабельності для обміну медичними даними.

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.

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 до дисертації автор обґрунтовує доцільність проведених досліджень, їх актуальність, формулює мету та завдання дослідження, що логічно пов'язані з темою роботи.

У першому розділі за результатами аналізу сучасних методів та засобів передавання, збереження та обмінювання медичною інформацією, вимог до побудови медичних інформаційних технологій та систем для виконання завдань цифрової медицини визначено принципи масштабованості, ієрархічності, інтероперабельності та орієнтованості на пацієнта та зазначено, що необхідно забезпечувати відповідність сучасним комунікаційним, інформаційним та програмним стандартам для підтримки процесів одержання, зберігання та обмінювання цифровими медичними даними.

У другому розділі розглянуто методичне забезпечення процесів зберігання та обмінювання медичною інформацією. Використано UML як метод подання інфологічної моделі бази даних, для опису бізнес-процесів закладів охорони здоров'я (ЗОЗ) застосовано методи дескриптивної логіки. Для узгодження форматів цифрових медичних даних використовували 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 3.0 CDA.

У третьому розділі описано концепцію збереження цифрових медичних зображень (ЦМЗ) в закладах охорони здоров'я, здійснено аналіз інформаційно-діагностичних систем (ІДС) та виділено типи одержуваних зображень за об'ємом інформації кожного дослідження. Визначено ємність дискового простору (ЄДП) для однієї ІДС як добуток кількості досліджень на рік, об'єму 1-го дослідження (Мб) та часу зберігання результатів конкретного дослідження та запропоновано розподіл закладів охорони здоров'я за цією характеристикою. Сформовано принцип трирівневого зберігання ЦМЗ з врахуванням життєвого циклу цифрових медичних даних від моменту їх створення і до видалення. Створено структурну схему трирівневого зберігання ЦМЗ за використанням фреймового підходу. Побудовано моделі процесу збереження ЦМД для забезпечення роботи лікаря з медичною інформацією на робочому місці.

Розроблено метод збереження цифрових медичних зображень для подальшого використання в лікувально-діагностичному процесі, який 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.

У разі обміну ЦМЗ між ЗОЗ залучують IV етап ІТ – анонімізацію даних для подальшого використання за межами ЗОЗ, в якому створено ці ЦМЗ.

Розроблений метод перевірено з використанням системи МедГРІД НАН України, яка забезпечила верхній рівень зберігання медичної інформації. Додання нового ЦМЗ до ГРІД-системи, а також визначення місця знаходження файлу здійснюються за допомогою розроблених алгоритмів. Всі дані, що попадають в ГРІД, є де персоніфікованими.

У четвертому розділі надано результати створення та дослідження інтеграційного середовища (ІС) для обміну цифровими медичними даними між різними учасниками процесу надання-одержання медичної допомоги. Запропоновано структурно-функційну модель ІС з основними функціональними складниками: формалізовані бізнес-процеси з визначенням інформаційних потоків та характеристик учасників (акторів) досліджуваного процесу, підсистеми зберігання цифрових медичних даних (ЦМД), функціонали (алгоритми) акумулювання та обміну цифровими медичними даними, що надає змогу здійснювати подальший аналіз цих у лікувально-діагностичних процесах. Більшість даних, які циркулюють між учасниками

інфраструктури цифрової медицини, є електронними медичними документами (ЕМД), тобто сукупністю електронних медичних записів, які формують один чи різні автори (лікарі, медичні сестри тощо). Для подальшого розмежування репрезентативних атрибутів ЕМД визначено три технології, пов'язані з картою пацієнтів: електронні медичні записи (electronic medical record (EMR)), електронна медична картка (electronic health record (EHR)) та персональна медична картка (personal health record (PHR)). Зазначено джерела медичної інформації про пацієнта і виділено три рівні доступу до персональної медичної інформації у інтегрованому середовищі: персональний, рівень лікаря первинної допомоги та спеціалістів вторинної допомоги, що зумовлено розподілом ролей у процесі наданні медичної допомоги. 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 змінення запису враховуючи його походження та можливих дій тільки з необхідною частиною збереженого обсягу ЕМД. Відповідно до рівня доступу до персональної медичної інформації для кожної групи учасників екосистеми цифрової медицини розроблено вирішувальні правила надання доступу.

Розроблено моделі інформаційної взаємодії між учасниками лікувально-діагностичних процесів за допомоги засобів дескриптивної логіки, що описує процедури генерації, акумулювання та збереження персональних даних про стан здоров'я пацієнтів у персональному мобільного сховищі.

П'ятий розділ присвячено розробленню, обґрунтуванню та дослідженню інформаційної технології акумулювання та обмінювання персональною цифровою медичною інформацією. Запропонована ІТ базується на розроблених моделях взаємодії учасників надання-отримання медичних послуг та вирішувальних правилах доступу до персональної медичної інформації, поєднує етапи отримання медичних даних про пацієнта

з різних джерел, зберігання медичних даних в різних сховищах цифрової медицини та обмінювання цифровими медичними даними між різними учасниками цифрової медицини. Розроблено алгоритм акумулювання персональних медичних даних, який є пацієнт-орієнтованим та забезпечує автентифікацію в системі, доступ до конкретного цифрового запису, створення нового медичного запису за необхідними атрибутами, долучення результатів досліджень з необхідною категоризацією (лабораторні чи діагностичні дослідження тощо).

За розробленою технологією, характеристиками показників діагностування досліджуваних систем організму людини та сформованими специфікаціями БД створено комплекс мобільних застосунків для обміну цифровими медичними даними між різними користувачами в процесі аналізу даних. Розроблено програмний модуль «ExchangeDMD», який об'єднує алгоритми акумулювання і обміну цифровими медичними даними, вже одержаними у результаті діагностування, корекції та профілактики захворювань. Для розширення функційних можливостей програмних модулів застосовано інформаційну технологію класифікування та прогнозування стану пацієнта у мобільних модулях «AssessmentHC» та «ClinAss».

Усі мобільні модулі є клієнт-серверним застосунком, який оперує даними у поєднанні з системою керування базами даних. Використано такі серверні технології: основна мова програмування: PHP 8.0; серверне ПЗ: Apache 2.4.23 або Nginx 1.5.13; система керування базами даних MySQL 8.0.17; додатковий пакет функцій NET_HL7 1.0.1. Клієнтські технології: основна мова програмування JavaScript React; основна мова розмітки проекту HTML 5; основна мова стилізації проекту CSS 3 або CSS 4; додаткові бібліотеки jQuery 3.3.1, Bootstrap 4.0.

Проведений практичний аналіз одержаних результатів дозволив 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 високу оцінку роботи Романюк О.О., хотілось би висловити деякі зауваження та побажання.

1. На наш погляд, в дисертаційній роботі мало уваги приділено міжнародним стандартам щодо формуванню електронних медичних документів.

2. Деякі рисунки потребують докладнішого опису. Зокрема, рисунок 5.13 - Схема роботи мобільного застосунку «ClinAss». Основні екранні форми введення та одержання для мобільного застосунку (рис. 5.7 – 5.10) надано без будь-якого пояснення.

3. В роботі подекуди зустрічаються стилістичні помилки: на стор. 57 – замість «переразованих» треба написати «перерахованих»; на стор. 65 – надано «медико-медичної інформації» замість «медичної інформації»; трапляються випадки пропущення коми у деяких реченнях тощо.

Підкреслимо, що надані зауваження не є принциповими і не знижують 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, що містить нові науково обґрунтовані результати. У дисертації вирішено актуальну наукову задачу 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, а її автор, Романюк Оксана Олександрівна заслуговує на присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки.

Офіційний опонент

Завідувач кафедри біомедичної
інженерії ДВНЗ «Приазовський державний
технічний університет
к.т.н, д.м.н, доцент



Олександр АЗАРХОВ

*Сірома д.м.н., доцент
Азархова О.Ю. засвідчую.*

*в.о. начальника
засадничого бюро*

30.01.2024



М.С.Кравченко