

УДК 004.932 + 616-073.7

РОЗРОБКА СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ SALESFORCE

Боженко Анастасія Юріївна¹
bs83-bay-fbmi22@iit.kpi.ua

Настенко Євген Арнольдович¹
nastenko.e@gmail.com

Корнієнко Галина Альбертівна¹
kornienko.galina@iit.kpi.ua

Дикан Ірина Миколаївна²
irinadykan@gmail.com

Павлов Володимир Анатолійович¹
pavlov.vladimir264@gmail.com

Тарасюк Борис Андрійович²
btarasyuk13@gmail.com

Городецька Олена Костянтинівна¹
o.nosovets@gmail.com

Авер'янова Ольга Анатоліївна¹
averianova.olga@iit.kpi.ua

¹Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна,
²ДУ «Інститут ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України»,
м. Київ, Україна

Анотація – У контексті охорони здоров'я існує нагальна потреба в оптимізації управління медичними даними, включаючи аспекти зберігання, обробки та обміну медичними зображеннями. Ця потреба стає все більш актуальною у зв'язку з підвищенням вимог до точності діагностів та ефективності лікувальних процедур, що зумовлює необхідність вдосконалення існуючих систем у цій галузі. Водночас критично важливим стає питання забезпечення безпеки та конфіденційності даних пацієнтів. Впровадження передових технологій, в тому числі штучного інтелекту, має потенціал для значного підвищення точності діагностичних процедур. Метою цього дослідження є створення інноваційної системи для зберігання, обробки та обміну медичними зображеннями з акцентом на підвищення ефективності діагностики та забезпечення належного рівня безпеки даних пацієнтів. Проект включає розробку системи, інтегрованої з різними компонентами CRM-систем, такими як відстеження пацієнтів, планування, медична документація та звітність. Це сприятиме ефективній організації системи охорони здоров'я. Основним функціоналом розробленої системи є галерея для перегляду завантажених медичних зображень. Система оснащена сімома фільтрами, які дозволяють враховувати такі параметри, як тип сканування (включаючи ультразвукові зображення, отримані різними типами датчиків), тип зображення та інші ключові характеристики для аналізу медичних зображень. Це дає можливість користувачам системи ефективно фільтрувати, виявляти та завантажувати необхідні зображення для подальшого використання в діагностиці та лікуванні. Застосування цієї системи до реальних медичних зображень з різних медичних установ може зробити значний внесок у цифрову трансформацію сектору охорони здоров'я в Україні, відкриваючи можливості для інтеграції штучного інтелекту. Розроблену систему зберігання та обробки медичних зображень планується впровадити в структуру державної установи – Інституту ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України.

Ключові слова: управління даними, медичні зображення, безпека даних, Salesforce, бази даних.

I. ВСТУП

Ефективне управління даними в галузі охорони здоров'я стає критично важливим аспектом надання якісної медичної допомоги пацієнтам. Оскільки потреба в точному діагнозі та ефективному лікуванні зростає, стає важливим і вдосконалення систем зберігання та аналізу подібних даних. Згідно з дослідженням [1], опублікованим на PubMed, належне управління медичними даними є запорукою своєчасного і точного медичного втручання, що покращує прийняття клінічних рішень.

Такі дані, як медичні зображення (ультразвукове дослідження, комп'ютерна томографія тощо), відіграють вирішальну роль у наданні медичної допомоги, дозволяючи збирати значущу інформацію для кращого прийняття рішень, що стало ще важливішим з початком пандемії COVID-19. Управління даними в радіології є важливим, оскільки без нього втрачається можливість отримати глибше клінічне розуміння. Слід також підкреслити, що організовані дані можуть мати велике значення для управління громадським здоров'ям.

Автори [2] зазначають, що медичні зображення зараз є невіддільною частиною всього континууму охорони здоров'я, від профілактики та скринінгу до ранньої діагностики, вибору лікування та подальшого спостереження.

Сучасні медичні дослідження активно розглядають використання штучного інтелекту (ШІ), особливо глибокого навчання, для аналізу медичних зображень. Даний напрямок досліджень зазнав значного зростання як у медичній галузі, так і в академічних колах [3]. У статті Хуанга та ін. [4] вказується на важливість інтеграції різних типів медичних зображень за допомогою глибокого навчання для досягнення більш комплексного та ефективного управління даними.

Крім того, наголошується на необхідності розробки ефективних стратегій управління медичними даними в контексті великих обсягів даних (Big Data) та штучного інтелекту. Це підтверджується оглядом наукових конкурсів з медичної інформатики

[5], який демонструє значний інтерес до дослідження медичних зображень, зібраних на основі даних про людину, та їх використання у різноманітних конкурсах, демонструючи потенціал інноваційних підходів у цій галузі.

Дана стаття присвячена невирішеним проблемам зберігання, обробки та обміну медичними зображеннями. Серед ключових питань – забезпечення безпеки та конфіденційності даних пацієнтів, а також ефективна інтеграція нових технологій, зокрема штучного інтелекту, в існуючі системи для підвищення точності діагностичних висновків. Стаття має на меті дослідити ці проблеми, запропонувати шляхи їх вирішення та оцінити потенційні переваги для охорони здоров'я.

II. МЕТА РОБОТИ

Основною метою даної роботи є розробка та аналіз інноваційної системи для зберігання, обробки та обміну медичними зображеннями, з акцентом на підвищення ефективності діагностики та безпеки даних пацієнтів.

III. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

Щоб вирішити проблеми, пов'язані з великими обсягами даних, і забезпечити кращий аналіз, деякі компанії впроваджують системи штучного інтелекту для аналізу опублікованих результатів, текстової інформації та зображень, щоб зробити значущі висновки. IBM є одним з найбільших і найдосвідченіших гравців у цьому сегменті, пропонуючи послуги аналітики в галузі охорони здоров'я на комерційній основі. Платформа IBM Watson Health [6] – це система штучного інтелекту, призначена для обміну та аналізу медичних даних між лікарями, постачальниками та дослідниками.

IBM Watson демонструє вражаючу обчислювальну потужність з безпечною високою швидкістю 500 гігабайт на секунду, що еквівалентно мільйону книг. Його 80 терафлопс апаратної продуктивності ставлять його в один ряд з найшвидшими суперкомп'ютерами. База знань Watson включає широкий спектр джерел інформації, таких як енциклопедії, словники, тезауруси, новини, літературні твори та бази даних, а

також використовує таксономії та онтології, зокрема DBPedia [7], WordNet [8] та Yago [9].

Watson аналізує запитання, розбиваючи їх на ключові слова та фрагменти речень, щоб виявити статистично пов'язані фрази. Для цього він використовує різноманітні алгоритми лінгвістичного аналізу. Остаточний висновок формується за допомогою декількох алгоритмів для визначення найбільш вірогідної відповіді.

У сфері охорони здоров'я Watson використовується в різних напрямках, включаючи співпрацю з Бостонською дитячою лікарнею для діагностики та лікування рідкісних захворювань, допомогу в лікуванні раку в країнах з дефіцитом лікарів, а також розробку персоналізованих планів лікування для онкохворих на основі генетичних профілів.

Аналогічно, Flatiron Health надає послуги з аналітики в галузі охорони здоров'я на основі технологій, зокрема, в контексті досліджень раку. Система Flatiron Health [10] орієнтована на лікування раку і призначена для перетворення великих обсягів реальних клінічних даних у значущі та дієві висновки.

Система Flatiron Health об'єднує дані з різних джерел, включаючи мережі онкологічних клінік та електронні медичні картки (ЕМК). Ці дані включають як структуровану, так і неструктуровану інформацію, наприклад, записи лікарів, результати лабораторних аналізів та звіти про візуалізацію. Після збору дані проходять процес обробки з метою їх стандартизації та гармонізації, щоб забезпечити їх придатність для подальшого аналізу. Цей процес включає етапи очищення, деідентифікації та перетворення даних у послідовний формат.

Flatiron Health використовує методи обробки природної мови для вилучення значущої інформації з неструктурованих даних. Проаналізовані дані використовуються для створення реальних доказів, які керують клінічними випробуваннями, підтримують рішення щодо лікування та сприяють розробці нових методів лікування та політики в галузі охорони здоров'я. Забезпечення безпеки даних і конфіденційності пацієнтів є критично важливим елементом системи, а дані

деідентифікуються і обробляються відповідно до регуляторних стандартів.

Система Flatiron часто взаємодіє з іншими системами охорони здоров'я і співпрацює з фармацевтичними компаніями, дослідниками та медичними працівниками. Ця інтеграція полегшує обмін інформацією та покращує загальну якість лікування раку. Крім того, система підтримує клінічні випробування, оптимізуючи збір даних у місцях надання медичної допомоги, що робить випробування більш ефективними та результативними.

Інші великі компанії, такі як Oracle Corporation та Google Inc. активно розробляють хмарні сховища даних та платформи розподілених обчислень.

Google пропонує програмний інтерфейс для обробки даних у сфері охорони здоров'я [11], який дозволяє медичним організаціям отримувати та управляти основними типами медичної інформації, включаючи HL7, FHIR та DICOM. Цей інтерфейс призначений для аналізу даних у режимі реального часу і може бути легко інтегрований з передовими інструментами аналітики та машинного навчання, що надаються Google Cloud. Проект Google Health [12] зосереджений на використанні досвіду Google у галузі штучного інтелекту для розробки інноваційних продуктів та обладнання для ефективного вирішення основних проблем охорони здоров'я, включаючи дослідження та розробку інструментів для прискорення та вдосконалення діагностики захворювань. Співпраця між Verily (дочірньою компанією Alphabet, материнської компанії Google), Медичною школою Університету Дьюка та Медичною школою Стенфордського університету спрямована на глибоке картографування здоров'я людини [13].

Oracle Health Sciences [14] пропонує широкий спектр програмних та апаратних рішень для підтримки галузей охорони здоров'я та наук про життя. Їхні пропозиції включають рішення для управління клінічними випробуваннями, зберігання даних та аналітики. Нещодавно Oracle придбала компанію Cerner [15], яка спеціалізується на електронних медичних картах та інформаційних технологіях у сфері

охорони здоров'я. Це придбання розширює можливості Oracle в управлінні медичними даними та аналітиці.

Цікаво відзначити, що в останні роки спостерігається зростання кількості компаній

і стартапів, що пропонують аналітичні рішення в галузі охорони здоров'я.

Після аналізу існуючих рішень було виявлено їхні потенційні недоліки та обмеження, які представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Потенційні обмеження існуючих систем накопичення та зберігання медичних даних

Система	Обмеження
IBM Watson	- розширені можливості штучного інтелекту та аналітики системи Watson можуть вимагати складної інтеграції з існуючими ІТ-системами охорони здоров'я; - висока вартість впровадження та обслуговування може викликати занепокоєння, особливо для систем охорони здоров'я в конкретних країнах, де бюджетні обмеження є загальнопоширеним явищем; - отримані за допомогою штучного інтелекту дані не завжди легко інтерпретуються медичним персоналом, що може потенційно призвести до розриву довіри.
Flatiron Health	- хоча система Flatiron є ефективною для онкологічних випадків, вона може виявитися менш універсальною для інших галузей медицини, що може бути обмеженням для загальних систем охорони здоров'я; - стандартизація різних видів даних з різних джерел може виявитися складною задачею, що впливає на якість даних та точність аналітики.
Google	- з урахуванням значного обсягу операцій Google із даними можуть виникати обґрунтовані стурбованості щодо конфіденційності та безпеки даних, особливо в такому чутливому секторі, як охорона здоров'я; - рішення Google у галузі охорони здоров'я часто мають широкий спектр застосування і можуть не відповідати специфічним потребам конкретних систем охорони здоров'я країн.
Oracle	- рішення Oracle є потужними, але можуть бути визнані за складні, що може потребувати тривалого навчання медичного персоналу; - інтеграція систем Oracle із місцевою інфраструктурою та нормативно-правовими актами в галузі охорони здоров'я може зустрічати певні труднощі.

Виходячи з таблиці вище, при розробці власної системи слід враховувати наступні ключові фактори:

1. Українська локалізація. Система повинна враховувати мовні, культурні та регуляторні вимоги, що є характерними для України.

2. Масштабованість та гнучкість. Система повинна мати можливість обробляти різноманітні типи медичних даних та інтегруватися з різними ІТ-екосистемами в сфері охорони здоров'я.

3. Зручний інтерфейс. Медичні працівники повинні знайти систему

інтуїтивно зрозумілою та простою у використанні, щоб сприяти широкому впровадженню.

4. Економічна ефективність. Система повинна бути фінансово життєздатною для українських закладів охорони здоров'я, багато з яких мають обмежені бюджети.

5. Конфіденційність та безпека даних. Враховуючи чутливий характер медичних даних, важливо, щоб система відповідала суворим стандартам безпеки та конфіденційності в галузі охорони здоров'я.

Ретельно оцінивши дані фактори, є можливість створити систему, яка ефективно

відповідатиме унікальним потребам та викликам українського сектору охорони здоров'я. Для цього було прийнято рішення використовувати хмарну платформу управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) від Salesforce [16]. Хоча ця платформа не була розроблена спеціально для збору та зберігання медичних даних, є кілька причин, чому Salesforce може бути хорошим вибором для розробки, беручи до уваги аспекти CRM, взаємодії з пацієнтами та управління охороною здоров'я.

IV. ТЕХНІЧНА АРХІТЕКТУРА SALESFORCE

Salesforce є легко налаштованою, що дозволяє адаптувати систему до унікальних потреб українського сектору охорони здоров'я, враховуючи специфіку робочого процесу, ведення пацієнтів та вимоги до звітності. Платформа пропонує надійні функції безпеки, включаючи локальну безпеку, автентифікацію користувачів та шифрування. З огляду на важливість медичної таємниці, ці заходи безпеки є критично важливими. Salesforce використовує комплексний набір протоколів безпеки, які відповідають міжнародним стандартам (ISO 27001 [17], SOC 1, SOC 2 і SOC 3 [18]) і галузевим нормам (HIPAA [19] і GDPR [20]).

Хмарна багатокористувацька архітектура Salesforce забезпечує масштабованість, а це означає, що система може ефективно рости та адаптуватися до потреб медичних організацій, особливо в динамічному медичному середовищі. Salesforce також легко інтегрується з різними додатками та системами завдяки широкій підтримці API. Це дуже важливо для системи медичних записів, якій може знадобитися взаємодіяти з існуючими IT-інфраструктурами охорони

здоров'я, електронними медичними картами та іншими інструментами.

Окрім зберігання медичних записів, Salesforce дозволяє покращити взаємодію та комунікацію з пацієнтами, що є критично важливим аспектом сучасної охорони здоров'я. Використання можливостей CRM може допомогти покращити якість обслуговування пацієнтів, планування та управління зворотним зв'язком.

V. РОЗРОБКА СИСТЕМИ

Для розробки власної системи захоплення та зберігання медичних зображень були використані наступні технологічні інструменти:

1. Мова програмування Apex, що була розроблена Salesforce, дозволяє розробникам вбудовувати бізнес-логіку в більшість системних подій, включаючи натискання кнопок, оновлення пов'язаних записів і сторінок Visualforce.

2. Фреймворки Visualforce (дозволяє створювати користувацькі інтерфейси за допомогою HTML-тегів) і **Lightning Components** (використовується для створення динамічних веб-додатків.).

3. Системи управління базами даних SOQL і SOSL – дозволяє виконувати структуровані запити до бази даних для ефективного доступу та обробки медичної інформації.

На рис. 1 показано діаграму «сутність-зв'язок» (ERD), яка відображає архітектуру запропонованої бази даних в Salesforce системі. Представлена ERD діаграма пропонує нормалізований дизайн, про що свідчать окремі сутності для користувачів, медичних записів, візитів і діагнозів. Це допомагає уникнути надмірності даних і забезпечити їхню цілісність.

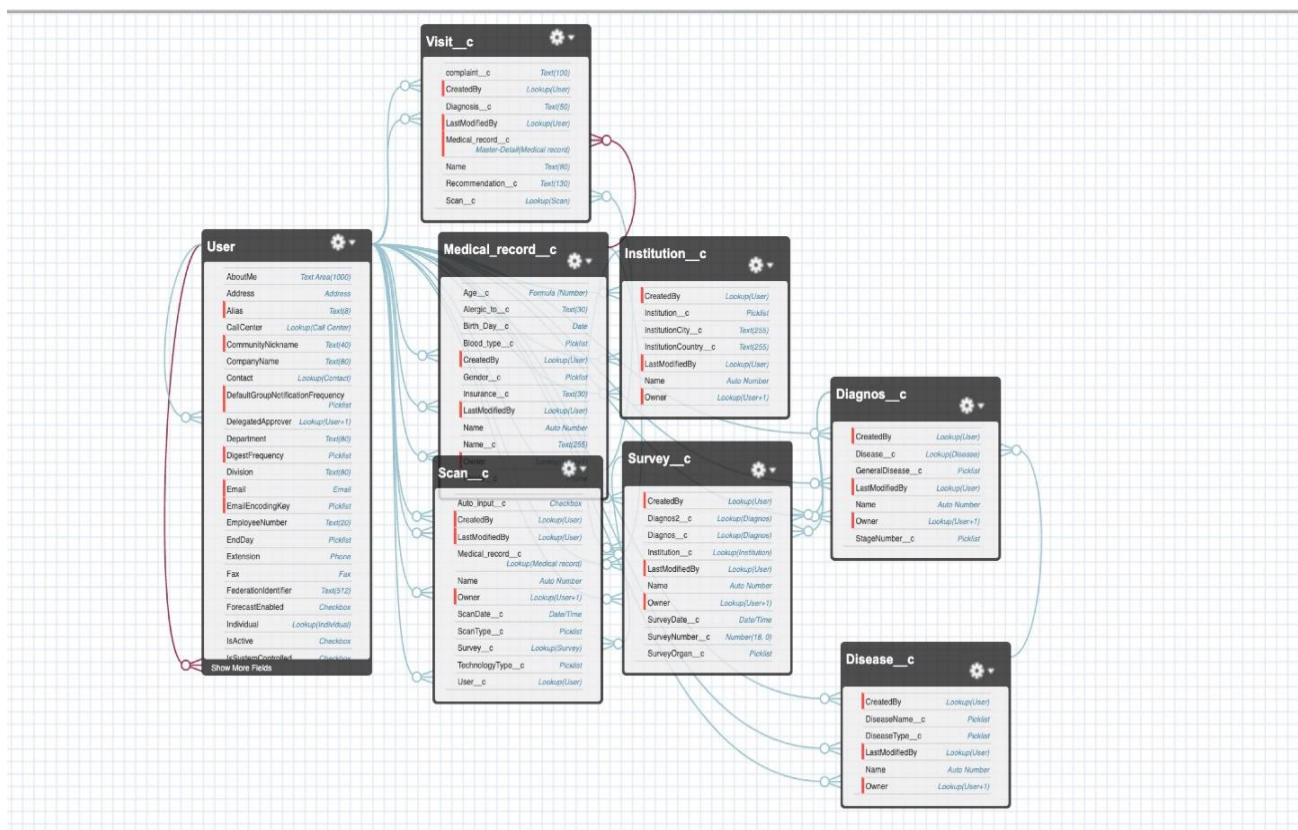


Рисунок 1 – Архітектура бази даних

Дана архітектура забезпечує надійність системи і ефективну обробку складних медичних даних із взаємодіючими об'єктами для комплексного управління пацієнтами, візитами та установами. Вона складається з наступних елементів:

1. Сутність «User»: зберігає особисту та контактну інформацію про користувачів, пацієнтів або медичних працівників; вона має зв'язки з такими сутностями, як «Visit_c», «Medical_record_c», «Institution_c», та «Diagnos_c», вказуючи на те, що користувачі мають ролі та взаємодіють з цими записами.

2. Сутність «Medical_record_c»: представляє детальну медичну документацію, включаючи демографічну інформацію, таку як вік і дата народження, страхування та інші унікальні ідентифікатори; пов'язана з сутностями «User» і «Scan_c», тобто медична картка пов'язана з пацієнтом і містить інформацію про всі виконані сканування.

3. Сутність «Visit_c»: містить інформацію про візити пацієнтів, таку як скарги, діагнози, рекомендації, а також пов'язані з ними медичні записи та знімки; є посередником між візитом пацієнта до

медичного закладу, його медичною документацією та будь-якими діагнозами або знінками, які є частиною цього візиту.

4. Сутність «Institution_c»: детально описує медичні заклади з полями для назви, країни та пов'язаних з ними користувачів; має зв'язок з сутністю «Survey_c», тобто медичні огляди реєструються в певних медичних закладах.

5. Сутність «Diagnos_c»: зберігає інформацію про діагнози, пов'язані з конкретними захворюваннями та загальними категоріями захворювань; має посилання на «Visit_c» та «Survey_c», тобто діагнози є результатом візитів пацієнтів і оцінюються або підтверджуються під час медичних обстежень.

6. Сутність «Scan_c»: містить детальну інформацію про сканування медичних зображень з полями для типу сканування, дати та посилання на відповідну медичну картку; вона пов'язана з «Medical_record_c», тобто кожне сканування є частиною медичної історії пацієнта.

7. Сутність «Survey_c»: зберігає записи про медичні обстеження пацієнтів, які можуть

включати рутинні огляди, виконані аналізи та загальні оцінки стану здоров'я; пов'язані з «Diagnos_c» та «Institution_c», тобто медичні обстеження пов'язані як з діагнозами, так і з закладами, де ці обстеження проводяться.

8. Сутність «Disease_c»: деталізує конкретні захворювання, включаючи інформацію про тип і категорію захворювання; пов'язана з «Diagnos_c», тобто кожен діагноз пов'язаний з конкретною сутністю захворювання.

Структура цієї бази даних спрощує процеси зберігання та пошуку детальної медичної інформації, яка може бути

використана як для індивідуального догляду за пацієнтом, так і для великих медичних досліджень або інституційного аналізу. Враховуючи різні функції медичної CRM-системи, такі як відстеження пацієнтів, планування зустрічей, ведення медичної документації та звітування про результати, ця структура полегшує реалізацію різних аспектів організації охорони здоров'я.

Основною функціональною можливістю реалізованої системи є галерея для перегляду завантажених медичних зображень. На рис. 2 подано ілюстрацію сторінки, що демонструє зазначений функціонал.

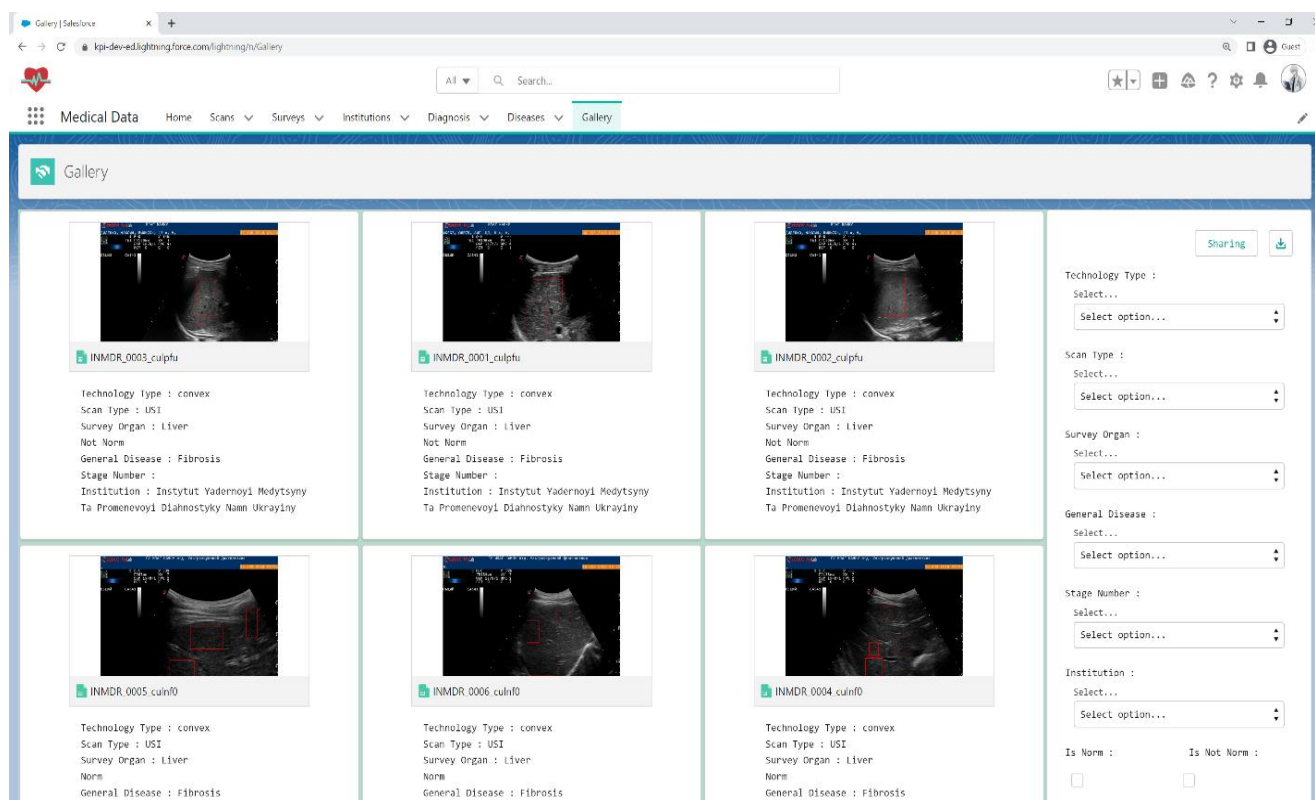


Рисунок 2 – Сторінка галереї зі завантаженими медичними зображеннями

У даному прикладі розглядаються ультразвукові зображення печінки, що були надані державною установою «Інститут ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України». Дані знімки є анонімізованими з метою забезпечення конфіденційності персоналізованих даних пацієнтів.

При використанні галереї користувачі системи мають можливість скористатися фільтрами, які дозволяють завантажити необхідні медичні зображення.

Загалом реалізовано сім фільтрів, які враховують різноманітні аспекти: тип сканування (наприклад, ультразвукові зображення можна виконати як конвексним, так і лінійним датчиком); тип знімку (ультразвук, томографія та ін.); орган, що досліджується (наприклад, печінка, серце); характер загальної хвороби; стадія захворювання; установа, де були проведені зображення; а також відзначення нормального або патологічного стану досліджуваного органу.

Крім того, для оптимізації комунікації, співпраці та управління медичними даними, система включає кілька додаткових функціональних можливостей:

- Чат, що дозволяє користувачам в режимі реального часу обмінюватись ідеями, думками та інформацією, пов'язаною з доглядом за пацієнтами та діагнозами.

- Коментування конкретних кейсів, що забезпечує структуровану та детальну дискусію, де думки та відгуки можна легко зафіксувати та посилатися на них, сприяючи створенню атмосфери співпраці при розгляді кейсів.

- Виділення критичних повідомлень для полегшення їх помітності та доступності.

- Автоматизація сповіщень для забезпечення тримання користувачів в курсі важливих подій, змін або оновлень.

- Розсилка оновлень на електронну пошту для передачі важливої інформації поза межами системи.

- Медична картка пацієнта, яка забезпечує комплексний перегляд історії хвороби, діагностики та іншої ключової інформації про пацієнта.

VI. ВИСНОВКИ

Ефективне управління медичними даними є ключовим аспектом надання якісної медичної допомоги, особливо в умовах зростання потреби в точному діагнозі та ефективному лікуванні. Медичні зображення відіграють важливу роль у прийнятті клінічних рішень, особливо після спалаху пандемії COVID-19, коли виникла потреба в систематизованих даних для охорони здоров'я.

Використання штучного інтелекту для аналізу медичних зображень привертає значну увагу медичної та наукової спільноти, розкриваючи потенціал для більш комплексних стратегій управління медичними даними. Як платформа, що легко налаштовується, Salesforce надає потужні інструменти для управління медичними зображеннями та інтеграції штучного інтелекту, які можуть підвищити точність діагностичних висновків. Salesforce допомагає забезпечити безпеку та конфіденційність

даних, що є критично важливим для систем охорони здоров'я.

Дослідження підтверджує, що інноваційна система зберігання, обробки та обміну медичними зображеннями допомагає підвищити ефективність діагностичних процесів і забезпечує високий рівень безпеки даних пацієнтів. Впроваджені фільтри дозволяють користувачам системи ефективно управляти обсягами зображень та оптимізувати час відбору релевантних даних для подальшої діагностики та лікування.

Реалізована система надає медичним працівникам гнучкі інструменти для роботи з медичними зображеннями, допомагає зменшити кількість помилок при інтерпретації даних та підвищити якість надання медичної допомоги. Використання такої системи може зробити значний внесок у цифрову трансформацію охорони здоров'я, надаючи можливість інтегрувати штучний інтелект та машинне навчання для аналізу медичних зображень у майбутньому. Створену систему накопичення та зберігання медичних зображень планується впровадити в державну установу «Інститут ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України».

Фінансування. Дане дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Згода на публікацію. Усі пацієнти, що мають відношення до рукопису дали згоду на публікацію даної роботи.

ORCID ID та внесок авторів.

1. Anastasiia Bozhenko (A, B, C, D) – [0009-0000-4830-3674](https://orcid.org/0009-0000-4830-3674)
2. Ievgen Nastenka (E, F) – [0000-0002-1076-9337](https://orcid.org/0000-0002-1076-9337)
3. Galyna Kornienko (G) – [0000-0003-2104-5745](https://orcid.org/0000-0003-2104-5745)
4. Iryna Dykan (E, H, I)
5. Volodymyr Pavlov (E, J, K) – [0000-0002-3293-5308](https://orcid.org/0000-0002-3293-5308)
6. Boris Tarasiuk (E, H, L)
7. Olena Horodetska (B, E, M) – [0000-0003-1288-3528](https://orcid.org/0000-0003-1288-3528)
8. Olha Averianova (N) – [0000-0002-4536-2174](https://orcid.org/0000-0002-4536-2174)

А – Огляд та аналіз пов'язаних робіт.
В – Проектування системи накопичення і зберігання медичних зображень.
С – Реалізація системи через написання програмного коду.
D – Написання статті.
Е – Критичний огляд статті.
F – Остаточне схвалення статті.
G – Консультації з використання Salesforce для медичних даних.
H – Забезпечення вхідних даних.

I – Залучення ресурсів для забезпечення вхідних даних.
J – Концепція роботи та дизайн.
K – Організаційна підтримка та технічна допомога.
L – Збір та аналіз первинних даних для проекту.
M – Технічні аспекти проектування та забезпечення ресурсів для розробки.
N – Консультація та підтримка у питаннях захисту даних.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Adane K, Gizachew M, Kendie S. The role of medical data in efficient patient care delivery: a review. *Risk Manag Healthc Policy*. 2019 Apr 24;12:67-73. doi: 10.2147/RMHP.S179259. PMID: 31114410; PMCID: PMC6486797.
- [2] Bercovich E, Javitt MC. Medical Imaging: From Roentgen to the Digital Revolution, and Beyond. *Rambam Maimonides Med J*. 2018 Oct 4;9(4):e0034. doi: 10.5041/RMMJ.10355. PMID: 30309440; PMCID: PMC6186003.
- [3] Xiaoqing Liu, Kunlun Gao, Bo Liu, Chengwei Pan, Kongming Liang, Lifeng Yan, Jiechao Ma, Fujin He, Shu Zhang, Siyuan Pan, et al. Advances in Deep Learning-Based Medical Image Analysis. *Health Data Sci*. 2021;2021:8786793. DOI:10.34133/2021/8786793
- [4] Huang, SC., Pareek, A., Seyyedi, S. et al. Fusion of medical imaging and electronic health records using deep learning: a systematic review and implementation guidelines. *npj Digit. Med*. 3, 136 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41746-020-00341-z>
- [5] Garin, S.P., Parekh, V.S., Sulam, J. et al. Medical imaging data science competitions should report dataset demographics and evaluate for bias. *Nat Med* 29, 1038–1039 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02264-0>
- [6] D. A. Ferrucci, "Introduction to "This is Watson"," in IBM Journal of Research and Development, vol. 56, no. 3.4, pp. 1:1-1:15, May-June 2012, doi: 10.1147/JRD.2012.2184356.
- [7] Auer, S., Bizer, C., Kobilarov, G., Lehmann, J., Cyganiak, R., Ives, Z. (2007). DBpedia: A Nucleus for a Web of Open Data. In: Aberer, K., et al. The Semantic Web. ISWC ASWC 2007 2007. Lecture Notes in Computer Science, vol 4825. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-76298-0_52
- [8] George A. Miller. 1995. WordNet: a lexical database for English. *Commun. ACM* 38, 11 (Nov. 1995), 39–41. <https://doi.org/10.1145/219717.219748>
- [9] Fabian M. Suchanek, Gjergji Kasneci, and Gerhard Weikum. 2007. Yago: a core of semantic knowledge. In Proceedings of the 16th international conference on World Wide Web (WWW '07). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 697–706. <https://doi.org/10.1145/1242572.1242667>
- [10] Ma X, Bellomo L, Magee K, Bennette CS, Tymejczyk O, Samant M, Tucker M, Nussbaum N, Bowser BE, Kraut JS, Bourla AB. Characterization of a Real-World Response Variable and Comparison with RECIST-Based Response Rates from Clinical Trials in Advanced NSCLC. *Adv Ther*. 2021 Apr;38(4):1843-1859. doi: 10.1007/s12325-021-01659-0. Epub 2021 Mar 5. PMID: 33674928; PMCID: PMC8004504.
- [11] Google. Cloud Healthcare API. URL: <https://cloud.google.com/healthcare-api>
- [12] Daniel McDuff and Andrew Barakat and Ari Winbush and Allen Jiang and Felicia Cordeiro and Ryann Crowley and Lauren E. Kahn and John Hernandez and Nicholas B. Allen. Research Protocol for the Google Health Digital Well-being Study, 2023, arXiv: 2307.05795
- [13] Arges, K., Assimes, T., Bajaj, V. et al. The Project Baseline Health Study: a step towards a broader mission to map human health. *npj Digit. Med*. 3, 84 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41746-020-0290-y>
- [14] Oracle. Oracle Health Sciences. URL: https://education.oracle.com/oracle-certification-path/pFamily_42_bs
- [15] Oracle Cerner. Driving the possibilities of digital in healthcare. URL: <https://www.cerner.com/ap/en/updates/digital-in-healthcare-white-paper>
- [16] Salesforce. CRM Platform. URL: <https://www.salesforce.com/>
- [17] ISO. ISO 27001. URL: <https://www.iso.org/standard/27001>
- [18] Dropbox. SOC reports are vital for trust and transparency. URL: <https://www.dropbox.com/en/business/trust/compliance/SOC>
- [19] Microsoft Learn. Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) & Health Information Technology for Economic and Clinical Health (HITECH) Act. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/compliance/regulatory/offering-hipaa-hitech>
- [20] GDPR. General Data Protection (EU GDPR). URL: <https://gdpr-text.com/>

UDC 004.932 + 616-073.7

DEVELOPING A SYSTEM FOR ACCUMULATING AND STORING MEDICAL IMAGES USING SALESFORCE

*Anastasiia Bozhenko*¹
bs83-bay-fbmi22@lil.kpi.ua

*Ievgen Nastenکو*¹

nastenکو.e@gmail.com

*Galyna Kornienکو*¹

kornienکو.galina@lil.kpi.ua

*Iryna Dykan*²

irinadykan@gmail.com

*Volodymyr Pavlov*¹

pavlov.vladimir264@gmail.com

*Boris Tarasiuk*²

btarasyuk13@gmail.com

*Olena Horodetska*¹

o.nosovets@gmail.com

*Olha Averianova*¹

averianova.olga@lil.kpi.ua

¹Department of Biomedical Cybernetics
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”,
Kyiv, Ukraine,

²SI “Institute of Nuclear Medicine Diagnostic Radiology
of National Academy of Medical Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine

Abstract – In the context of healthcare, there is an urgent need to optimize medical data management, including aspects of storage, processing, and exchange of medical images. This need is becoming more urgent because of increasing demands on the accuracy of diagnoses and the effectiveness of treatment procedures, which necessitates the improvement of existing systems in this area. At the same time, the issue of ensuring the security and confidentiality of patient data is becoming critical. The introduction of advanced technologies, including artificial intelligence, has the potential to significantly improve the accuracy of diagnostic procedures. The goal of this research is to create an innovative system for storing, processing, and exchanging medical images, with a focus on improving diagnostic efficiency and ensuring proper security of patient data. The project includes the development of a system integrated with various components of CRM systems, such as patient tracking, scheduling, medical documentation, and reporting. This will contribute to the efficient organization of the healthcare system. The main functionality of the developed system is a gallery for viewing uploaded medical images. The system is equipped with seven filters that allow considering such parameters as scan type (including ultrasound images obtained with different types of transducers), image type and other key characteristics for medical image analysis. This enables system users to efficiently filter, detect and download the necessary images for further use in diagnosis and treatment. The application of this system to real medical images from various medical institutions can make a significant contribution to the digital transformation of the healthcare sector in Ukraine, opening opportunities for the integration of artificial intelligence. The developed system for storing and processing medical images is planned to be implemented in the structure of the state institution - the Institute of Nuclear Medicine and Radiological Diagnostics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine.

Keywords – Data Management, Medical Images, Data Security, Salesforce, Databases.