

М. Гринченко, Д. Куценко

МОДЕЛІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ МЕДИЧНОГО ЦЕНТРУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Предметом дослідження є процес цифровізації результатів лабораторних досліджень і формалізація бізнес-процесів медичного центру для створення інформаційної системи, орієнтованої на інтелектуальний аналіз даних. **Мета статті** – розроблення моделей, які формалізують бізнес-процеси медичного центру у взаємодії з пацієнтом, що дасть змогу визначити напрями діяльності, які потребують автоматизації для підвищення ефективності надання медичних послуг. У роботі необхідно виконати такі **завдання**: проаналізувати сучасний стан цифровізації медичної інформації та проблеми уніфікації результатів лабораторних досліджень; визначити особливості організації бізнес-процесів медичного центру та взаємодії його ключових учасників; сформувати концептуальну й функціональну модель надання послуг; побудувати модель бізнес-процесів, що відтворює структуровану організацію діяльності закладу у взаємодії з пацієнтом. **Методи дослідження**: SWOT- і PEST-аналіз медичного центру; аналіз внутрішньої та зовнішньої документації, наявної бази даних і алгоритму надання медичних послуг; методологія функціонального моделювання IDEF0; методологія моделювання бізнес-процесів організації BPMN. **Досягнуті результати**: проаналізовано сучасні дослідження та наявні рішення; подано результати SWOT- і PEST-аналізу медичного центру; створено концептуальну модель організації надання медичних послуг; побудовано функціональну модель з огляду на нормативно-правові, організаційні та клінічні аспекти; розроблено модель ключових бізнес-процесів на основі BPMN; визначено бізнес-процеси, що підлягають автоматизації за допомогою інтелектуальних методів аналізу даних, які формують контур майбутньої інформаційної системи. **Висновки**. Запропоновані моделі створюють науково-методологічне підґрунтя для автоматизації збирання та оброблення результатів лабораторних досліджень, їх уніфікації та інтеграції в єдиний інформаційний контур медичного центру. Це сприятиме підвищенню ефективності бізнес-процесів медичного центру у взаємодії з пацієнтом, а також скоротить час оброблення результатів медичної діагностики, знизить ризик помилок і забезпечить якісну підтримку надання медичних послуг.

Ключові слова: функціональна модель; бізнес-процес; автоматизація бізнес-процесів; інтелектуальний аналіз даних.

Вступ і постановка проблеми

Сучасна трансформація системи охорони здоров'я нерозривно пов'язана з упровадженням інформаційних технологій, що забезпечують підвищення якості, доступності та безпеки медичних послуг. Одним із ключових напрямів цифровізації є автоматизація процесів збирання, оброблення та аналізу результатів лабораторних досліджень, що становлять основу для визначення діагнозу, вибору лікувальної тактики й здійснення профілактичних заходів. Швидке зростання обсягів медичних даних, зокрема внаслідок використання зовнішніх лабораторій, і різномірність форматів подання результатів актуалізує проблему їх уніфікації та інтеграції в єдиний інформаційний простір.

Важливою умовою успішного функціонування медичних центрів у цифрову епоху стає не лише технічна спроможність оброблення даних, а й організаційна готовність до перебудови бізнес-процесів і впровадження нових моделей взаємодії

з пацієнтом. Інтеграція інтелектуальних методів аналізу даних у клінічні інформаційні системи відкриває можливості для автоматизованого виявлення критичних відхилень, ретроспективного аналізу динаміки показників і формування персоналізованих рекомендацій для лікарів.

Однак існує низка нерозв'язаних питань, пов'язаних із семантичною неоднорідністю інформації, відсутністю єдиних стандартів її подання та недостатньою інтеграцією в робочі процеси медичних центрів. У цих умовах виникає потреба в розробленні інформаційних систем, що ґрунтуються на методах інтелектуального аналізу даних і здатні забезпечити автоматизоване оброблення результатів лабораторних досліджень. Водночас для створення таких систем необхідно попередньо вивчити й формально описати логіку функціонування медичного закладу, що стане підґрунтям для подальшої автоматизації, уніфікації та інтеграції даних у єдиний інформаційний контур охорони здоров'я.

Аналіз проблеми й наявних методів

Сучасні студії підтверджують, що цифровізація результатів лабораторних досліджень і впровадження електронних інформаційних систем стали ключовими чинниками підвищення ефективності медичної допомоги. Наукові роботи й практичні кейси свідчать, що використання електронних медичних записів не лише зменшує кількість помилок у клінічних процесах, але й створює умови для автоматизованого контролю показників, формування управлінської звітності та вдосконалення комунікації між різними рівнями системи охорони здоров'я [1]. Прикладом масштабного впровадження є система *eHealth* в Україні, яка вже охоплює понад 35 млн пацієнтів і надає доступ до електронних рецептів, направлень і лікарняних. Ця IT-система стала найбільшою у сфері охорони здоров'я в країні та підтвердила, що єдиний електронний простір підсилює соціальний захист і контроль якості медичної допомоги завдяки автоматизованій звітності та моніторингу [2]. Водночас міжнародні порівняльні дослідження юзабіліті показують, що навіть за наявності доступу пацієнтів до електронних записів користувацький досвід часто залишається "вузьким місцем", і для систем потрібні як кількісні, так і якісні метрики бенчмаркінгу зручності застосування [3, 4]. Політико-регуляторні порівняння між США та Великою Британією підтверджують: попри зростання прийняття EHR, ключем до безпечного масштабування залишаються стандарти інтероперабельності та належні правила безпеки / приватності інформації [5], а в Німеччині, де цифровізація підтримується на рівні телематичної інфраструктури (ePA, eRezept, KIM, TIM), збережено акцент на сумісності даних як обов'язковій передумові цифрової медицини [6]. Незважаючи на політичний прогрес, опитування лікарів університетських клінік у Німеччині демонструють низьку задоволеність юзабіліті EHR і запит на швидкодію, зменшення помилок і краще узгодження з реальними завданнями користувачів [4]. У Великій Британії великомасштабне дослідження в закладах невідкладної допомоги засвідчило, що жодна із широко використовуваних систем не досягла міжнародного порогу прийнятної зручності (SUS=68), що доводить критичну необхідність адаптувати цифрові інструменти до високонавантажених клінічних середовищ [7].

У педіатричній практиці Європи виявлено суттєву неоднорідність: рівень застосування EHR коливається від дуже низького до майже повного охоплення залежно від країни, але бракує базових педіатричних функцій – автоматичного відстеження росту та інтеграції з реєстрами імунізації, що вказує на потребу уніфікованих міжнародних стандартів для дитячої популяції [8]. У країнах, що розвиваються, локальні програми цифровізації підтверджують потенціал підвищення продуктивності, якості даних і координації догляду за умови належної організації процесів (зокрема навчання персоналу) і чіткого регламенту звітності. Водночас саме змішування ручних і електронних процедур і брак устаткування / каналів зв'язку часто нівелюють очікуваний ефект [9–11]. Показово, що у великих муніципальних мережах (на прикладі Мумбаї) "вузькими місцями" під час розгортання HMIS стають як технічні чинники (брак обладнання, низька пропускну здатність мережі), так і людські (спротив змінам, недостатній пост-тренінг), тож управління змінами потрібно планувати як невід'ємну частину технічного проєкту [11]. Загальні огляди HIS підтверджують, що ці системи здатні підвищувати ефективність, результативність і безпеку, але для стійкого ефекту необхідні стандартизовані процеси, релевантні модулі та поступова гармонізація звітності й контролю якості [12–14].

Дослідження критичних факторів успіху інформаційних систем ранжує надійність, зручність використання та "організаційну придатність" як найбільш впливові детермінанти результату, що безпосередньо пов'язує технологічні рішення з контекстом клінічної практики й структурою управління [15]. Технологічно обґрунтованим способом масштабування стають хмарні моделі: приватні хмари краще відповідають вимогам конфіденційності, однак потребують інтелектуального керування ресурсами для стабільного забезпечення якості сервісу під непередбачуваним навантаженням. Експериментальні підходи до адаптивного розподілу ресурсів у приватній хмарі демонструють ефективність у контексті HIS [16]. Паралельно розвиваються підходи до аналітики, що мінімізують переміщення медичної інформації: федеративне навчання дає змогу будувати прогностичні моделі поверх розподілених EHR-даних без передачі "сирих" записів, тобто знижуючи ризики приватності та регуляторні бар'єри під час збереження якості

аналітики [17, 18]. У підсумку навіть за різного рівня інфраструктури та управлінської зрілості узагальнений урок однаковий: цифровізація лабораторних і клінічних показників працює тоді, коли її впроваджують як реформу системи із стандартизованою семантикою та протоколами обміну [19], надійною інфраструктурою, орієнтацією на користувача й системним навчанням персоналу. У цьому різі вона приносить реальні клінічні, організаційні та суспільні вигоди [9, 12, 13].

У сучасних дослідженнях проблема вилучення клінічно значущих даних із неструктурованих джерел розв'язується за допомогою багатокомпонентних моделей, що інтегрують методи оптичного розпізнавання символів (OCR), оброблення природної мови (NLP) та алгоритми машинного навчання. Використання OCR на основі згорткових і рекурентних архітектур (CNN-LSTM, CNN-BiLSTM-CTC) забезпечує розпізнавання як друкованих, так і рукописних текстів у сканованих документах, а поєднання із методами аналізу макета сторінки дає змогу точно відновлювати структуру таблиць і форм, що є критичним для подальшої інтерпретації числових результатів лабораторних досліджень [20].

На наступному етапі ключову роль відіграють моделі NLP, орієнтовані на розпізнавання сутностей (*Named Entity Recognition*, NER) та вилучення відношень. Традиційні словникові й правило орієнтовані системи поступово витісняють глибокі контекстуальні моделі, зокрема трансформерні архітектури на кшталт BERT та його доменних адаптацій (BioBERT, ClinicalBERT, multilingual BERT). Вони демонструють високу ефективність у вилученні медичних понять, медикаментів, дозувань і результатів тестів, а також у їх нормалізації відповідно до міжнародних стандартів (SNOMED CT, LOINC, RxNorm) і структур медичної інформації (FHIR R4, OMOP CDM) [21, 25–27].

Окремий напрям пов'язаний з використанням великих мовних моделей (LLM), що допомагають реалізувати процеси екстракції даних у вигляді конвєсів "кінець у кінець". Такі моделі інтегрують етапи попереднього оброблення (OCR, сегментація тексту, вбудовування), розпізнавання іменованих сутностей, класифікацію та семантичне структурування, забезпечуючи водночас значне підвищення повноти клінічно значущої інформації порівняно зі стандартними структурованими полями EHR. Прикладом є LLM-схема вилучення медикаментів,

яка збільшила кількість виявлених онкологічних препаратів і пов'язаних з ними клінічних атрибутів на десятки відсотків, що безпосередньо підвищує якість формування планів лікування [21].

Для завдань, пов'язаних із великомасштабним архівним пошуком і ретроспективним аналізом, застосовуються системи *Retrieval-Augmented Generation* (RAG). Вони комбінують векторні вбудовування для семантичного пошуку релевантних фрагментів і генеративні моделі з метою їх подальшого структурування відповідно до задан их схем. Це дає змогу формувати узгоджені "карти пацієнтів", у яких результати численних аналізів інтегруються в єдину часову динаміку, що уможливорює автоматизовану стратифікацію ризику та оцінювання відповідності клінічним протоколам [28]. У разі, коли необхідне швидке й верифіковане формування списку пацієнтів для дослідження або оцінювання результатів терапії, ефективними виявилися класичні алгоритми машинного навчання, зокрема метод опорних векторів (SVM) [24]. На окрему увагу заслуговують мультимодальні підходи до аналізу "візуально багатих документів", які поєднують текстові, візуальні та просторові ознаки. Глибокі нейронні мережі з компонентами аналізу макета сторінки та злиттям ознак сприяють значному підвищенню точності вилучення числових показників, одиниць вимірювання та референсних значень, що є визначальним для коректного відтворення лабораторної динаміки й створення систем автоматизованого виявлення критичних тенденцій [29].

Отже, у сучасній практиці оброблення медичних аналізів формується ієрархія моделей: від базових OCR/HTR та макетних аналізаторів через контекстуальні NLP і трансформерні архітектури для вилучення сутностей та відношень до комплексних LLM- і RAG-підходів, здатних інтегрувати різноманітні показники в структуровані формати. Разом ці методи створюють підґрунтя для автоматизованого формування планів лікування, ретроспективного аналізу історій хвороби та побудови клінічних рекомендацій, що робить їх невід'ємним елементом сучасних систем підтримки медичних рішень [20–23].

Аналіз сучасних студій засвідчує, що значний прогрес у сфері оброблення результатів лабораторних досліджень пов'язаний із застосуванням методів оптичного розпізнавання символів, клінічного NLP та алгоритмів машинного навчання, зокрема великих мовних моделей, мультимодальних

нейронних мереж для роботи з візуально насиченими документами, а також федеративного навчання з метою збереження приватності [24–29]. Ці методи підтвердили свою ефективність у вилученні медичних показників із різномірних текстових і графічних джерел, їх нормалізації до міжнародних стандартів (FHIR, OMOP, SNOMED CT, LOINC) та інтеграції в клінічні системи підтримки рішень, що створює основу для розвитку сучасної цифрової медицини.

Однак, попри наявні досягнення, у практичному застосуванні залишаються нерозв'язані деякі питання. Результати аналізів, отримані з різних внутрішніх і зовнішніх лабораторій, суттєво різняться за структурою, найменуваннями показників і системами одиниць, що створює бар'єри для автоматизованої семантичної уніфікації та інтеграції в єдине клінічне середовище. Сучасні моделі здебільшого зосереджуються на завданні екстракції даних, тоді як їх інтерпретація та використання для формування рекомендацій, побудови планів лікування чи оцінювання ретроспективної динаміки показників залишаються фрагментарно виконаними. Важливою прогалиною також є відсутність гнучких рішень для інтеграції даних із різних форматів – від CSV та HL7 до сканованих PDF-документів, що ускладнює повномасштабне впровадження автоматизації. Крім того, сучасні підходи обмежено підтримують інтерактивну візуалізацію часових рядів і прогнозних трендів, а концептуальні моделі інтеграції зазвичай розробляються для великих національних чи корпоративних систем, тоді як для окремих медичних центрів бракує цілісних архітектур, здатних забезпечити всі етапи – від збору до практичної інтерпретації показників.

Необхідність створення інформаційних технологій, здатних подолати семантичну неоднорідність лабораторних показників, забезпечити їх інтеграцію та інтелектуальний аналіз, є одною з умов зниження ризику помилок, скорочення часу оброблення результатів і підвищення ефективності клінічних рішень. Саме цим зумовлена актуальність цього дослідження, що закладає підґрунтя для створення інформаційної системи з метою автоматизації збору та уніфікації лабораторної інформації в медичних центрах.

Метою статті є розроблення моделей, які формалізують бізнес-процеси медичного центру

у взаємодії з пацієнтом, що дасть змогу визначити напрями діяльності, які потребують автоматизації для підвищення ефективності надання медичних послуг. Запропоновані моделі стануть основою для створення інформаційної системи, що здатна забезпечити високу точність екстракції даних, відстеження динаміки лабораторних показників і формування рекомендацій лікарю. Це зі свого боку створить передумови для підвищення якості медичного обслуговування, скорочення часу оброблення результатів і підтримки прийняття обґрунтованих рішень.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан цифровізації медичних даних і визначити проблеми, пов'язані з уніфікацією результатів лабораторних досліджень і їх інтеграцією в інформаційні системи медичного центру;
- дослідити особливості організації бізнес-процесів у медичному центрі та взаємодії між основними учасниками (пацієнт, адміністративний персонал, лікарі, медичні працівники, зовнішні діагностичні центри);
- розробити концептуальну й функціональну моделі надання послуг у медичному центрі, які ідентифікують системні зв'язки між основними процесами діяльності медичного центру;
- створити модель бізнес-процесів організації діяльності медичного центру у взаємодії з пацієнтом із впровадженням BPMN-методології.

Використання концептуального моделювання для побудови інформаційної технології оброблення результатів лабораторних досліджень зумовлено необхідністю формалізованого підходу до автоматизації процесів збирання, уніфікації та аналізу медичних даних. У межах цієї роботи обґрунтовано вибір концептуального рівня розроблення, що дає змогу чітко визначити основні сутності ключових процесів діяльності медичного центру, потоки інформації та логіку взаємодії між підсистемами майбутньої інформаційної системи. Отже, моделі, що розробляються в цьому дослідженні, які зі свого боку ґрунтуються на принципах формалізованого моделювання інформаційних систем, спрямовані на виконання завдань збирання та оброблення лабораторних результатів у діяльності медичного закладу на основі методів інтелектуального аналізу даних.

Розроблення моделей формалізації бізнес-процесів медичного центру

У сучасних умовах функціонування медичних установ актуальним завданням є формалізація та стандартизація процесів обслуговування пацієнтів з огляду на вимоги чинного законодавства, медичних протоколів і внутрішніх регламентів організації. Для цього доцільним є побудова концептуальних моделей, що забезпечують системні погляди про сукупність вхідних ресурсів, процедур, механізмів регулювання та вихідних результатів медичної діяльності.

У дослідженні об'єктом обрано медичний центр "Еввіва". Для виявлення особливостей його організаційної структури й бізнес-процесів організовано консультації та обговорення

з керівництвом закладу, а також проаналізовано зовнішнє й внутрішнє середовище закладу, його документацію та алгоритм надання медичних послуг.

Для розроблення концептуальної моделі здійснено комплексне дослідження медичного центру, що передбачало PEST-, SWOT-аналіз та інтерв'ювання управлінського персоналу.

Результати PEST-аналізу подано в табл. 1. Фактори зовнішнього середовища створюють як можливості, так і виклики для "Еввіва". Ринок медицини в Україні швидко трансформується під впливом цифровізації, регуляторних змін і соціальних очікувань. Успішна адаптація до цих чинників вимагатиме від медичного центру гнучкості, впровадження інновацій та стратегічного планування, зокрема у сфері інтеграції новітніх технологій та зміцнення довіри пацієнтів.

Таблиця 1. PEST-аналіз медичного центру

Фактори	Опис
<i>P</i> – політичний (Political)	– регулювання діяльності приватних медичних закладів з боку МОЗ; – медична реформа й <i>eHealth</i>; – ліцензійні та акредитаційні вимоги; – законодавство щодо захисту персональної інформації; – воєнний стан у країні.
<i>E</i> – економічний (Economic)	– низький рівень доходів населення; – зростання темпів інфляції; – цінова чутливість пацієнтів до платних послуг; – зростання попиту на якісну медицину.
<i>S</i> – соціальний (Social)	– зростання попиту на профілактику й ранню діагностику; – підвищення очікувань щодо якості обслуговування; – старіння населення; – зростання попиту на медичний супровід; – популярність цифрових сервісів.
<i>T</i> – технологічний (Technological)	– інтеграція лабораторних систем і електронних медичних карт; – упровадження штучного інтелекту для аналізу медичних даних; – автоматизація процесів (запис, супровід, документообіг).

У роботі досліджено медичний центр за допомогою методу SWOT-аналізу. Унаслідок застосування цього методу визначено внутрішні та зовнішні фактори, що впливають на діяльність медичного закладу. Вхідними даними була внутрішня інформація (фінансові звіти, опитування персоналу, статистика прийомів) та зовнішня (ринкові дослідження, аналіз конкурентів, соціальні показники, нормативно-правова база, відгуки пацієнтів). Результати SWOT-аналізу подано в табл. 2.

Аналіз демонструє, що медичний центр "Еввіва" має міцну внутрішню структуру й репутацію, орієнтовану на якісне обслуговування пацієнтів.

Проте для зміцнення конкурентної позиції доцільно інтегрувати цифрові рішення. Особливо важливо зосередитися на мінімізації ризиків, пов'язаних із конкуренцією та нормативними змінами, а також активному реагуванні на технологічні можливості, що сприяють розвитку медичного бізнесу.

Унаслідок аналізу внутрішньої документації, наявної бази даних і технології надання медичних послуг сформовано концептуальну й функціональну моделі організації медичного обслуговування (рис. 1 та рис. 2), а також побудовано модель бізнес-процесів, що відтворює ключові процеси медичного центру (рис. 3).

На рис. 1 зображено концептуальну модель надання медичних послуг пацієнтам установи, що ґрунтується на ідеї подання цього процесу як інтегрованої системи, у межах якої здійснюється перетворення вхідних даних і регламентів у результативні медичні послуги. Центральним елементом є функціональний блок "Надання

медичних послуг пацієнтам медичного центру", що акумулює нормативно-правові, організаційні, кадрові та інформаційні складники. У функціонуванні системи надання медичних послуг вхідні дані цілеспрямовано перетворюються у вихідні результати за допомогою застосування відповідних правил, процедур і залучення персоналу установи.

Таблиця 2. SWOT-аналіз медичного центру

Категорія	Опис
<i>S</i> – переваги (<i>Strengths</i>)	– широкий спектр медичних послуг (терапія, діагностика тощо); – професійний медичний персонал; – високий рівень сервісу й організації супроводу пацієнтів; – наявність протоколів лікування та чітких процедур; – наявність власних онлайн-ресурсів.
<i>W</i> – недоліки (<i>Weaknesses</i>)	– обмежене географічне покриття (локальність діяльності); – потреба в більш глибокій цифровій трансформації; – висока залежність від персоналу в долученні даних; – відсутність інтеграції з єдиною електронною медкартою.
<i>O</i> – можливості (<i>Opportunities</i>)	– упровадження IT-рішень (застосування елементів штучного інтелекту, оновлення онлайн-кабінету); – масштабування мережі або запуск франчайзингу; – розширення партнерства із зовнішніми лабораторіями для обміну інформацією; – надання профілактичних послуг пацієнтам медичного центру; – вихід на корпоративний медичний ринок (страхові кампанії).
<i>T</i> – загрози (<i>Threats</i>)	– посилення конкуренції з боку великих приватних мереж; – зміни в державному регулюванні приватної медицини; – економічна нестабільність; – зменшення платоспроможності населення; – кіберзагрози й проблеми з безпекою медичної інформації; – загрози, пов'язані з воєнними діями.

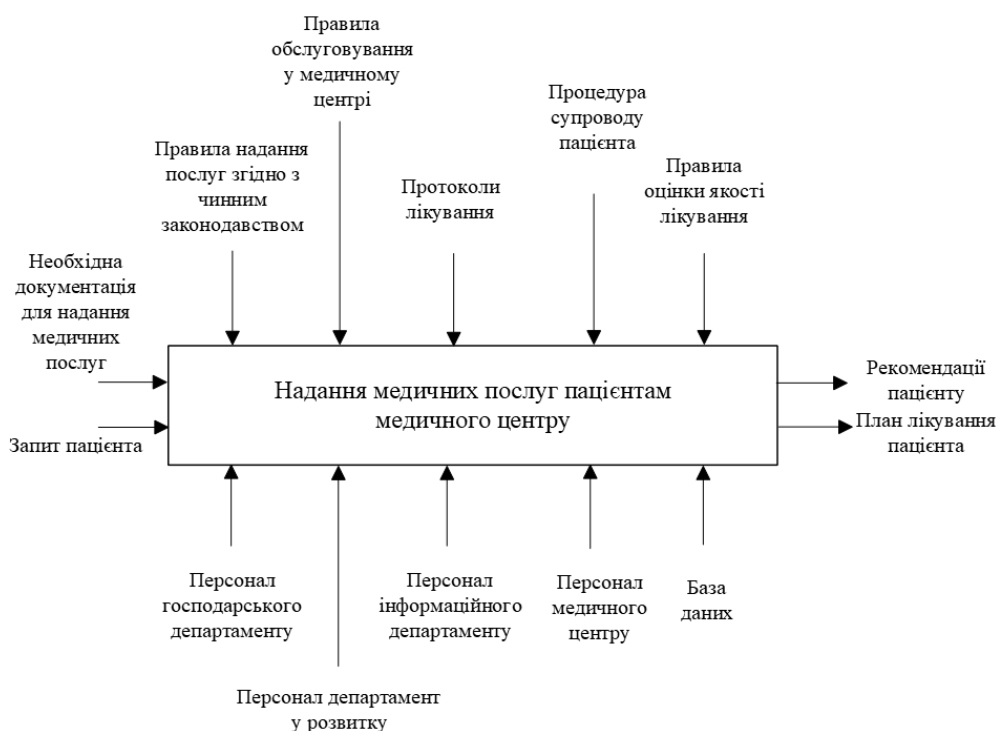


Рис. 1. Концептуальна модель надання медичних послуг у медичному центрі

На початковому етапі вхідні дані містять запит пацієнта на потребу в медичній допомозі та необхідну документацію, яка забезпечує юридичний і процедурне оформлення процесу. Ці елементи поєднуються з регламентуючими факторами – чинним законодавством, протоколами лікування, правилами обслуговування й процедурами супроводу пацієнта. Водночас застосовуються правила оцінювання якості лікування, які визначають стандарти ефективності та безпечності медичних послуг.

Перетворення вхідних даних у вихідні здійснюється за допомогою персоналу медичного центру та супровідних департаментів (господарського, інформаційного, розвитку). Господарський департамент забезпечує ресурсну підтримку процесу, інформаційний – надає доступ до даних і комунікаційних каналів, департамент розвитку формує стратегічні інноваційні рішення, а медичний персонал виконує безпосередні діагностичні, лікувальні та консультативні дії. Ключовим інформаційним ресурсом є база даних, що акумулює медичну інформацію про пацієнта та забезпечує її використання в ухваленні клінічних рішень.

Унаслідок функціонування цієї системи формується вихідна інформація, що має практичну значущість для пацієнта. Зокрема це індивідуальні рекомендації щодо збереження й відновлення здоров'я та персоналізований план лікування, який визначає подальшу послідовність медичних заходів.

Отже, надання медичних послуг можна розглядати як кероване інформаційно-ресурсне перетворення, у якому вхідні дані (запити, документи, регламенти) під впливом правил, процедур та дій персоналу трансформуються у вихідні результати, що мають безпосереднє прикладне значення для пацієнта.

Ретельний аналіз організаційної структури, внутрішньої документації та алгоритм надання послуг медичного центру "Еввіва" дав змогу комплексно оцінити взаємодію між пацієнтами, адміністративним персоналом, лікарями та зовнішніми діагностичними центрами. На основі отриманих результатів розроблено моделі, які відтворюють логіку функціонування організації та забезпечують формалізоване подання процесів у нотації BPMN, а також функціональну модель надання медичних послуг. Таке моделювання створює основу для подальшої оптимізації управлінських процедур, інтеграції результатів лабораторних досліджень

і побудови єдиного інформаційного контуру медичного центру [30].

Запропонована концептуальна модель дає змогу не лише описати логіку взаємодії елементів системи, а й забезпечує можливість формалізації процесу у вигляді діаграм IDEF0 наступного рівня чи BPMN. Це зі свого боку створює передумови для автоматизації надання медичних послуг для підвищення ефективності внутрішніх процесів і вдосконалення якості медобслуговування.

Наступним кроком було розроблено функціональну модель (рис. 2), що відтворює надання медичних послуг в установі та забезпечує системний підхід до взаємодії між пацієнтом і персоналом. Вона побудована на основі принципів нормативно-правового забезпечення, організаційної підтримки та управління якістю медичного обслуговування. Декомпозицію концептуальної моделі надання медичних послуг у медичному центрі продемонстровано з використанням методології функціонального моделювання IDEF0 [31].

На першому етапі здійснюється забезпечення життєдіяльності медичного центру, що передбачає ведення необхідної документації та дотримання правил надання послуг згідно з чинним законодавством. Цей етап формує організаційно-правові умови для функціонування закладу. Результатом виконання цього етапу є забезпечення надання якісних послуг відповідно до чинного законодавства, кваліфікований персонал, інформаційна та господарсько-технічна безпека.

Другий етап – запис пацієнта на прийом, який передбачає можливість обрання зручного часу й ознайомлення з правилами обслуговування в медичному центрі. Цю функцію виконує персонал адміністративних підрозділів, і вона спрямована на підвищення доступності послуг.

Третій етап – це зустріч пацієнта та його супровід до кабінету лікаря, що передбачає як інформаційну підтримку, так і оформлення супровідної документації. На цьому етапі відбувається інтеграція адміністративних і медичних процедур.

Ключовим є етап надання медичних послуг, який базується на протоколах лікування. Він передбачає консультацію лікаря, визначення діагностичних і терапевтичних заходів, а також формування листа призначень. У разі необхідності реалізується етап супроводу пацієнта на додаткові обстеження, до аптеки чи реєстратури, що забезпечує

розширення спектра послуг і комплексність медичного обслуговування.

Завершальний етап виконує функцію моніторингу якості наданих послуг і передбачає отримання

зворотного зв'язку від пацієнта. На основі відгуків здійснюється коригування лікувальних планів, формуються нагадування про наступні візити та беруться до уваги індивідуальні побажання пацієнтів.

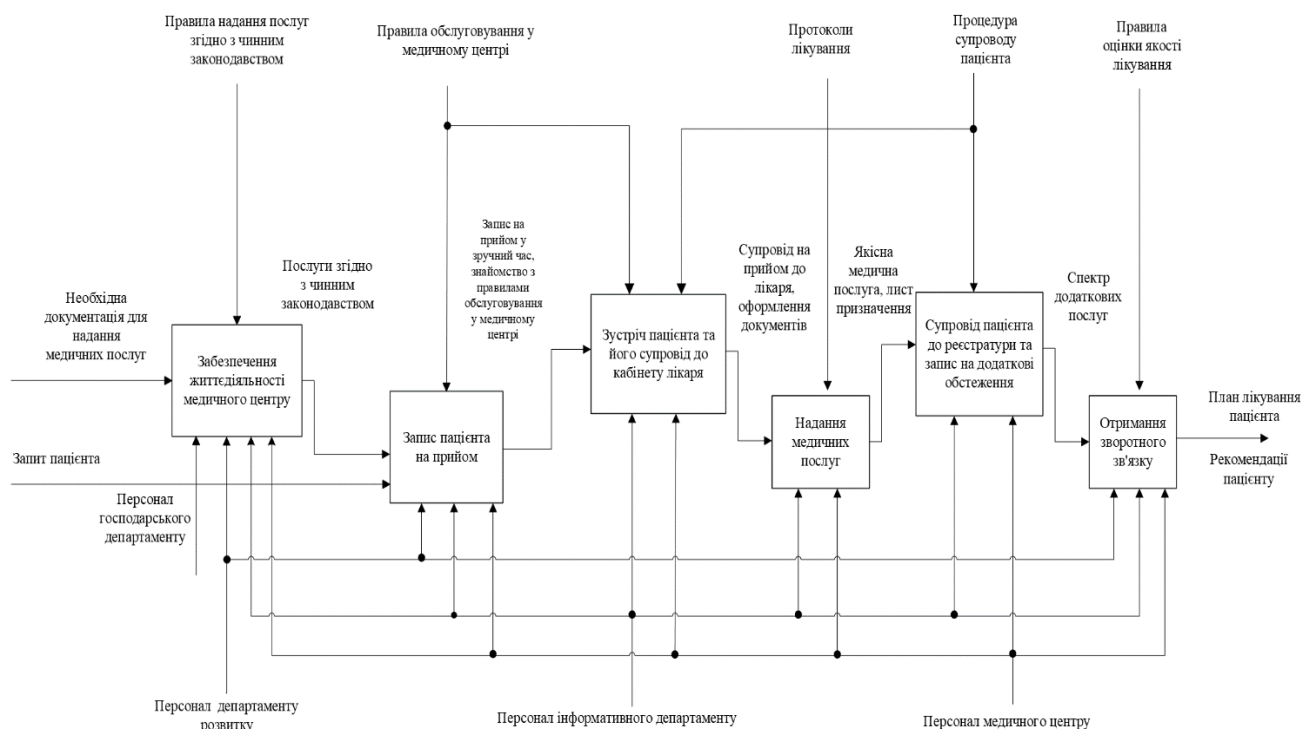


Рис. 2. Функціональна модель надання медичних послуг у медичному центрі

Отже, модель є інтегрованою системою організаційних і медичних процедур, спрямованою на підвищення ефективності функціонування медичного центру та покращення якості надання послуг. Її практичне застосування дає змогу оптимізувати процеси управління, забезпечити безперервність обслуговування та орієнтацію на потреби пацієнтів.

Запропонована модель бізнес-процесів (рис. 3) відтворює структуровану організацію діяльності медичного центру у взаємодії з пацієнтом.

Модель побудовано в нотації BPMN (*Business Process Model and Notation*) [32, 33], що забезпечує наочне подання логіки процесу, розподілу ролей та інформаційних потоків між учасниками.

Модель побудовано з огляду на багаторівневу взаємодію:

– **пацієнт** – ініціює процес, звертається до закладу, проходить етапи реєстрації, консультації, діагностики й лікування;

– **реєстратура** – відповідає за перевірку даних, оформлення медичної карти, запис на прийом та організаційний супровід пацієнта;

– **лікар** – консультує, призначає додаткові дослідження, аналізує результати та формує індивідуальний план лікування;

– **медичний працівник** – виконує лабораторні дослідження в межах закладу або формує запити до зовнішніх діагностичних центрів (ДЦ);

– **зовнішні діагностичні центри** – проводять дослідження в разі, якщо це неможливо виконати в медичному центрі;

– **база даних** – центральний вузол зберігання та передачі результатів досліджень і висновків.

Процес розпочинається зі звернення пацієнта до медичного центру (МЦ), після чого відбувається перевірка його персональної інформації та наявності медичної карти. За умови її відсутності створюється нова карта, що дає змогу інтегрувати пацієнта в систему медичного обслуговування. Наступним кроком є запис на прийом та супровід до кабінету лікаря. На етапі медичної консультації лікар збирає анамнез, формує первинний висновок і, якщо необхідно, призначає додаткові аналізи чи обстеження. Дослідження може здійснюватися як у межах

медичного центру, так і в зовнішніх діагностичних установах. У першому випадку медичний працівник безпосередньо виконує лабораторні дослідження, у другому – формується відповідний запит до зовнішніх установ. Усі результати інтегруються до централізованої бази даних, що забезпечує їх доступність для лікаря та гарантує цілісність інформаційного потоку. Подальший аналіз результатів

дає змогу лікарю сформулювати індивідуальний план лікування, який презентується пацієнтові у вигляді рекомендацій. Завершальний етап процесу передбачає отримання пацієнтом плану лікування, його оплати та закриття візиту. Отже, модель забезпечує повний цикл взаємодії від первинного звернення до фінального етапу лікування.

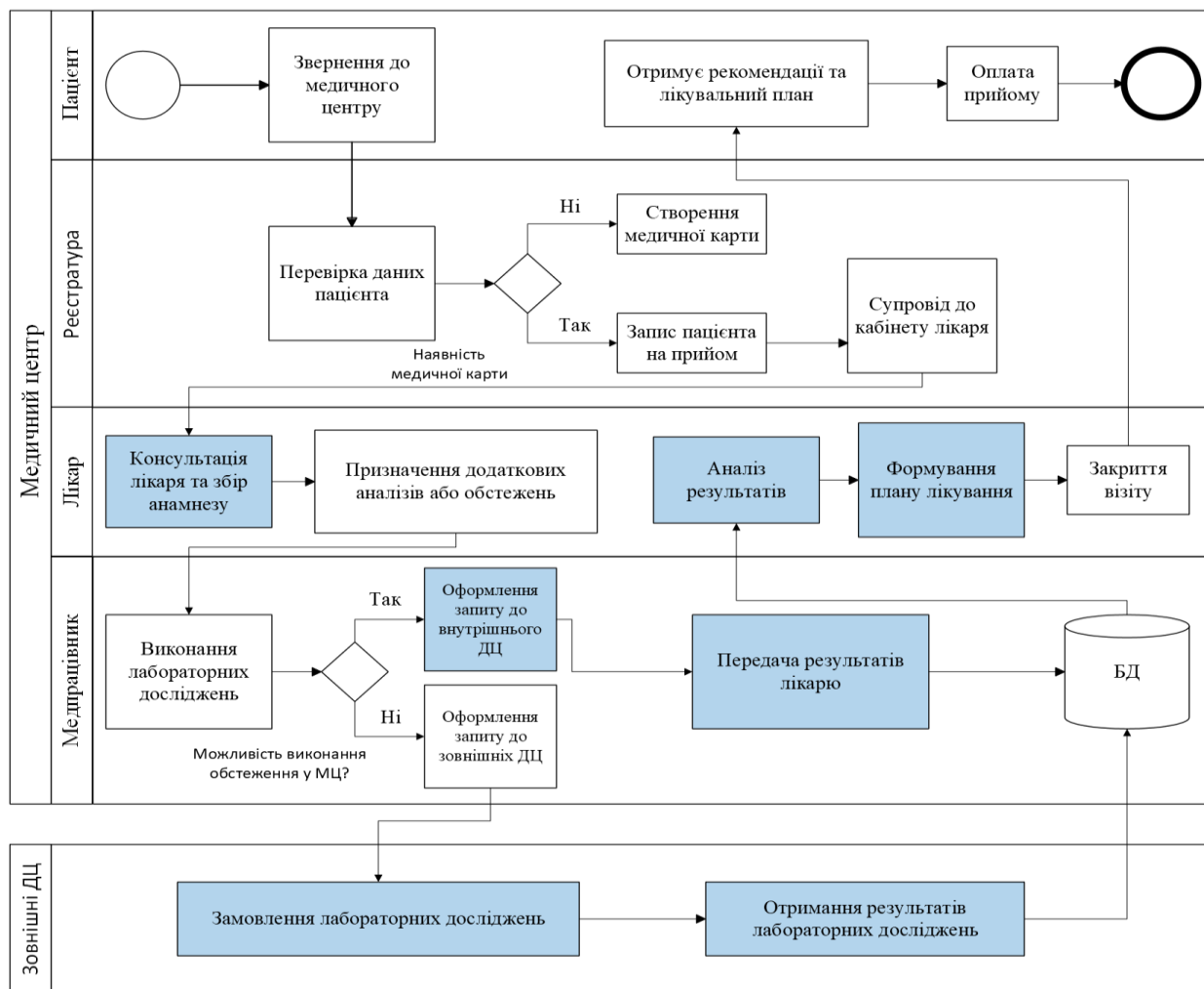


Рис. 3. Модель бізнес-процесів організації діяльності медичного центру у взаємодії з пацієнтом

Наукова цінність запропонованої моделі полягає в можливості її застосування для формалізації та оптимізації управлінських і медичних процесів, що відбуваються в медичних центрах. Використання BPMN допомагає не лише описати процеси на концептуальному рівні, а й забезпечує основу для їх подальшої автоматизації та інтеграції з інформаційними системами.

Важливо зауважити, що окремі бізнес-процеси, позначені на моделі синім кольором (рис. 3),

визначено як такі, що підлягають автоматизації інформаційної системи, що сприятиме підвищенню ефективності як управлінських, так і клінічних процесів. Саме ці процеси формують основу цифровізації ключових етапів взаємодії між пацієнтом, лікарем, медичним персоналом та зовнішніми діагностичними центрами. Їх ідентифікація здійснена на основі аналізу сучасних технологій у медичному центрі "Евіва" та з огляду на актуальні запити закладу.

Результати досліджень та їх обговорення

За результатами проведеного аналізу побудовано концептуальну та функціональну моделі надання медичних послуг, а також модель бізнес-процесів, що описує організацію діяльності медичного центру. Запропоновані функціональна модель та модель бізнес-процесів дають змогу формалізувати основні етапи взаємодії між пацієнтом і персоналом, починаючи від первинного звернення до завершення лікування. Використання методології BPMN забезпечує структуроване відтворення логіки бізнес-процесів, ролей та інформаційних потоків, що створює основу для подальшої автоматизації та інтеграції з інформаційними системами. Така автоматизація мінімізує ризики дублювання або втрати інформації та забезпечує контроль на кожному етапі медичного обслуговування.

Функціональна модель репрезентує системний підхід до управління якістю медичних послуг, поєднуючи нормативно-правові, організаційні та клінічні аспекти. Вона описує послідовність процедур, що охоплюють як адміністративні, так і лікувальні процеси, водночас з отриманням зворотного зв'язку від пацієнта. Отже, модель підсилює пацієнтоорієнтованість організації, забезпечує комплексність медичного супроводу та створює механізми покращення надання послуг.

Окремі бізнес-процеси, ідентифіковані в межах моделі бізнес-процесів, визначені як пріоритетні для подальшої автоматизації. Їх інтеграція в інформаційну систему медичного центру стане основою для впровадження методів інтелектуального аналізу даних і автоматизованого розпізнавання результатів лабораторних досліджень. Це дасть змогу підвищити точність екстракції медичної інформації, забезпечити відстеження динаміки лабораторних показників і формувати рекомендації для лікаря,

що сприятиме оптимізації клінічних рішень і підвищенню якості медобслуговування.

Висновки й перспективи подальшого розвитку

Огляд сучасних праць у сфері цифровізації медичної інформації та застосування методів інтелектуального аналізу продемонстрував, що основними проблемами залишаються семантична неоднорідність результатів лабораторних досліджень, обмежена інтеграція даних у клінічні бізнес-процеси та недостатня підтримка інструментів візуалізації для оцінювання ретроспективної динаміки показників.

Отже, проведений огляд і запропоновані моделі створюють науково-методологічне підґрунтя для автоматизації збирання та оброблення результатів лабораторних досліджень, їх уніфікації та інтеграції в єдиний інформаційний контур медичного центру. Це дасть змогу підвищити ефективність бізнес-процесів медичного закладу у взаємодії з пацієнтом, скоротити час опрацювання результатів діагностики, знизити ризик помилок і забезпечити якісну підтримку надання медичних послуг.

З метою реалізації методів інтелектуального аналізу та автоматизованого розпізнавання результатів клінічних досліджень заплановано провести порівняльний аналіз методів машинного навчання, оброблення природної мови (NLP), а також сучасних LLM- і RAG-підходів. Це допоможе визначити найбільш доцільні методи або їх комбінації для інтеграції в інформаційну систему, що забезпечить високу точність екстракції даних, формування динаміки лабораторних показників і автоматизоване надання рекомендацій лікарю. Отже, запропоновані моделі не лише відтворюють реальну логіку діяльності медичного центру, але й окреслює контур майбутньої інформаційної системи, спрямованої на практичне використання результатів методів інтелектуального аналізу медичних даних.

References

1. Pai, M., Ganiga, R., Pai, R., Sinha, R. (2021), "Standard electronic health record (EHR) framework for Indian healthcare system", *Health Services and Outcomes Research Methodology*, No. 21, P. 339–362. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10742-020-00238-0>
2. Tyrvaska, Yu., Borysyuk, I., Vasylyuk-Zaitseva, S. (2023), "Ehrsystems in Ukraine: enhancing patient care and data management", *Prospects and innovations of science*, No. 14(32), P. 879–889. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-14\(32\)-879-889](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-14(32)-879-889)

3. Kujala, S., Simola, S., Wang, B., Soone, H., Hagström, J., Bärkås, A., Hörhammer, I., Cajander, Å., Fagerlund, A.J., Kane, B., Kharko, A., Kristiansen, E., Moll, J., Rexphepi, H., Häggglund, M., Johansen, M.A. (2024), "Benchmarking usability of patient portals in Estonia, Finland, Norway and Sweden", *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 181, 105302 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2023.105302>
4. Stüer, T., Juhra, C. (2022), "Usability of Electronic Health Records in Germany – An Overview of Satisfaction of University Hospital Physicians", *Studies in Health Technology and Informatics*, No. 296, P. 90–97. DOI: <https://doi.org/10.3233/SHTI220808>
5. Wilson, K., Khansa, L. (2018), "Migrating to electronic health record systems: A comparative study between the United States and the United Kingdom", *Health Policy*, No. 122(11), P. 1232–1239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2018.08.013>
6. Stachwitz, P., Debatin, J.F. (2023), "Digitalisierung im Gesundheitswesen: heute und in Zukunft", *Bundesgesundheitsblatt*, No. 66, P. 105–113. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00103-022-03642-8>
7. Bloom, B., Pott, J., Thomas, S., Gaunt, D., Hughes, T. (2021), "Usability of electronic health record systems in UK emergency departments: a national survey", *Emergency Medicine Journal*, No. 38(6), P. 410–415. DOI: <https://doi.org/10.1136/emermed-2020-210401>
8. Grossman, Z., del Torso, S., van Esso, D., Ehrich, J.H.H., Altorjai, P., Mazur, A., Wyder, C., Neves, A.M., Dornbusch, H.J., Jaeger Roman, E., Santucci, A., Hadjipanayis, A. (2016), "Use of electronic health records by child primary healthcare providers in Europe", *Child: Care, Health and Development*, No. 42(6), P. 928–933. DOI: <https://doi.org/10.1111/cch.12374>
9. Febrita, H., Martunis, M., Syahrizal, D., Abdat, M., Bakhtiar, B. (2021), "Analysis of hospital information management system using human organization fit model", *Indonesian Journal of Health Administration (Jurnal Administrasi Kesehatan Indonesia)*, No. 9(1), P. 23–32. DOI: <https://doi.org/10.20473/jaki.v9i1.2021.23-32>
10. Hertin, R.D., Al-Sanjary, O.I. (2018), "Performance of hospital information system in Malaysian public hospital: a review", *International Journal of Engineering & Technology*, No. 7(4.11), P. 24–28. DOI: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.11.20682>
11. Arora, L., Ikbali, F. (2023), "Experiences of implementing hospital management information system (HMIS) at a tertiary care hospital, India", *VILAKSHAN - XIMB Journal of Management*, No. 20(1), P. 59–81. DOI: <https://doi.org/10.1108/XJM-09-2020-0111>
12. Darwis, M., Soraya, S., Nawangwulan, K., Ekawaty, D., Imran, A., Yusuf, Y. (2023), "Hospital management information system", *International Journal of Health Sciences*, No. 1(4), P. 485–492. DOI: <https://doi.org/10.59585/ijhs.v1i4.174>
13. Ashem, E.M., Shalaby, M.F.Y., Mabrouk, M.S., Marzouk, S.Y. (2023), "Integrative software design for hospital information systems", *Mansoura Engineering Journal*, No. 48(4), Article 7. DOI: <https://doi.org/10.58491/2735-4202.3057>
14. Narsale, S., Choramale, V., Kadam, P., Mishra, A. (2023), "Hospital management information system: an overview", *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, No. 11(5), P. 6948–6951. DOI: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.52562>
15. Arpaci, I., Ghazisaeedi, M., Esmaeilzadeh, F., Barzegari, R., Barzegari, S. (2023), "Ranking the critical success factors for hospital information systems using a fuzzy analytical hierarchy process", *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, No. 41(10), P. 765–770. DOI: <https://doi.org/10.1097/CIN.0000000000001042>
16. Gong, S., Zhu, X., Zhang, R., Zhao, H., Guo, C. (2023), "An intelligent resource management solution for hospital information system based on cloud computing platform", *IEEE Transactions on Reliability*, No. 72(1), P. 329–342. DOI: <https://doi.org/10.1109/TR.2022.3161359>
17. Antunes, R.S., da Costa, C.A., Küderle, A., Yari, I.A., Eskofier, B. (2022), "Federated learning for healthcare: systematic review and architecture proposal", *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)*, No. 13(4), Article 54, P. 1–23. DOI: <https://doi.org/10.1145/3501813>
18. Woldemariam, M.T., Jimma, W. (2023), "Adoption of electronic health record systems to enhance the quality of healthcare in low-income countries: a systematic review", *BMJ Health & Care Informatics*, No. 30, Articles e100704. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjhci-2022-100704>
19. Almowalad, M., Alanazi, W., Alharthi, S., Alsahli, B., Aldhmalay, A., Alrashdi, R., Huntul, A. (2022), "Electronic Health Records (EHR): The Impact and Challenges of Implementing and Utilizing EHR Systems in Healthcare Organizations", *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, No. 9(4), P. 96–98. DOI: <https://doi.org/10.53555/sfs.v9i4.2545>
20. Kostrinsky-Thomas, A., Hisama, F., Payne, T. (2021), "Searching the PDF haystack: automated knowledge discovery in scanned EHR documents", *Applied Clinical Informatics*, No. 12(2), P. 245–250. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0041-1726103>
21. Stuhlmiller, T., Rabe, A., Rapp, J., Manasco, P., Awawda, A., Kouser, H., Salamon, H., Chuyka, D., Mahoney, W., Wong, K., Kramer, G., Shapiro, M. (2025), "A scalable method for validated data extraction from electronic health records with large language models", *medRxiv*. DOI: <https://doi.org/10.1101/2025.02.25.25322898>

22. Wickramarathna, M., De Silva, K., Lekamalage, V., Senanayake, J., Perera, J., Ruggahakotuwa, L. (2022), "Oxygen: a distributed health care framework for patient health record management and pharmaceutical diagnosis", *Proceedings of the 2022 4th International Conference on Advancements in Computing (ICAC)*, P. 30–35. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICAC57685.2022.10025250>
23. El Azzouzi, M., Bellafqira, R., Coatrieux, G., Cuggia, M., Bouzille, G. (2024), "Secure extraction of personal information from EHR by federated machine learning", *Studies in Health Technology and Informatics*, No. 316, P. 611–615. DOI: <https://doi.org/10.3233/SHTI240488>
24. Maarseveen, T., Maurits, M., Niemantsverdriet, E. et al. (2021), "Handwork vs machine: a comparison of rheumatoid arthritis patient populations as identified from EHR free-text by diagnosis extraction through machine-learning or traditional criteria-based chart review", *Arthritis Research & Therapy*, No. 23, 174 p. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13075-021-02553-4>
25. Kundu, M. (2021), "Statistics and machine learning methods for EHR data – from data extraction to data analytics: by Hulin Wu et al." *Journal of Biopharmaceutical Statistics*, No. 31(4), P. 559–560. DOI: <https://doi.org/10.1080/10543406.2021.1928833>
26. Jasthi, V. (2021), "NLP-driven extraction of clinical insights from unstructured EHR data", *International Journal on Science and Technology (IJSAT)*, No. 12(3), P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.71097/IJSAT.v12.i3.7551>
27. Mukhopadhyay, A. (2024), "Electronic Health Records (EHR) Extraction Using Various NLP Models", *International Journal of Advanced Management, Science and Technology (IJAMST)*, No. 5(1), P. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.54105/ijamst.C3008.05011224>
28. Joshi, R., Bubna, Y., Sahana, M., Shruthiba, A. (2024), "An approach to intelligent information extraction and utilization from diverse documents", *Proceedings of the 2024 8th International Conference on Computational System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)*, P. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1109/CSITSS64042.2024.10816908>
29. Gbada, H., Kalti, K., Mahjoub, M.A. (2025), "Deep learning approaches for information extraction from visually rich documents: datasets, challenges and methods", *International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR)*, No. 28, P. 121–142. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10032-024-00493-8>
30. Kutsenko, D., Grinchenko, M. (2025), "Formulation of a conceptual model of information technology for intelligent patient data analysis", *International Scientific and Practical Conference "Information Systems and Innovative Technologies for Project and Program Management"* P. 38-40. available at: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/94105>
31. "ISO/IEC/IEEE 31320-1:2012. Information technology. Modeling languages. Part 1. Syntax and semantics for IDEF0".
32. "BPMN for research", available at: <https://github.com/camunda/bpmn-for-research> (last accessed 23.08.2025)
33. Kopp, A., Orlovskiy, D. (2023), "Towards intelligent technology for error detection and quality evaluation of business process models", In: *IntelITSIS'2023: 4th International Workshop on Intelligent Information Technologies and Systems of Information Security*, P. 1–14. available at: <https://ceur-ws.org/Vol-3373/keynote1.pdf>

Received (Надійшло) 31.08.2025

Accepted for publication (Прийнята до друку) 30.11.2025

Publication date (Дата публікації) 28.12.2025

Відомості про авторів / About the Authors

Гринченко Марина Анатоліївна – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", завідувачка кафедри управління проєктами в інформаційних технологіях, Харків, Україна; e-mail: marinagrunchenko@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-8383-2675; Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195064619>

Куценко Дмитро Олександрович – Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", аспірант кафедри управління проєктами в інформаційних технологіях, Харків, Україна; e-mail: cureghost17@gmail.com; ORCID ID: 0009-0005-6359-3143

Grinchenko Marina – PhD (Engineering Sciences), Associate Professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Head of the Department of Project Management in Information Technologies, Kharkiv, Ukraine.

Kutsenko Dmytro – National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", PhD Student at the Department of Project Management in Information Technologies, Kharkiv, Ukraine.

MODELS OF MEDICAL CENTER BUSINESS PROCESSES TO IMPROVE DECISION-MAKING EFFICIENCY

The **subject** of the article is the process of digitizing laboratory test results and formalizing the business processes of a medical center in order to develop an information system focused on intelligent data analysis. The **goal** of this work is to design models that formalize the business processes of a medical center in interaction with patients, enabling the identification of areas that require automation to improve the efficiency of medical services. The following **tasks** were solved: analyzing the current state of medical data digitalization and the issues related to the unification of laboratory test results; examining the organization of business processes in a medical center and the interaction of its key participants; developing a conceptual and functional model of service delivery; and constructing a business process model that reflects the structured organization of the institution's activities in interaction with patients. The following **methods** include SWOT and PEST analyses of the medical center, examination of internal and external documentation, analysis of the existing database and algorithms for providing medical services, the IDEF0 functional modeling methodology, and the BPMN business process modeling approach. The obtained **results**: an analysis of existing solutions and studies was conducted; the results of SWOT and PEST analyses of the medical center were presented; a conceptual model of medical service organization was created; a functional model was built considering regulatory, organizational, and clinical aspects; and a BPMN-based model of key business processes was developed. Business processes requiring automation using intelligent data analysis methods were identified, forming the framework of the future information system. **Conclusions**: the proposed models provide a scientific and methodological foundation for automating the collection and processing of laboratory test results, their standardization, and integration into a unified information framework of the medical center. This will enhance the efficiency of the medical center's business processes in interaction with patients, reduce the time required for processing diagnostic results, minimize the risk of errors, and ensure high-quality support for the provision of medical services.

Keywords: functional model; business process; business process automation; data analysis.

Бібліографічні описи / Bibliographic descriptions

Гринченко М. А., Кущенко Д. О. Моделі бізнес-процесів медичного центру для підвищення ефективності прийняття рішень. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2025. № 4 (34). С. 5–17. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2025.4.005>

Grinchenko, M., Kutsenko, D. (2025), "Models of medical center business processes to improve decision-making efficiency", *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, No. 4 (34), P. 5–17. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2025.4.005>
