

Н. М. КАЛИНЮК, В. М. ШЕВЧУК

СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ХВОРОБ НА РАННІЙ СТАДІЇ НА ОСНОВІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ – MISU

Тернопільський національний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України, м. Тернопіль, Україна

Мета: розробити та обґрунтувати підходи до впровадження цифрових інструментів моніторингу стану здоров'я на основі кейсу MISU – з акцентом на використання AI, інтеграцію даних із носимих пристроїв, аналіз сімейного анамнезу (FHH) та створення єдиної екосистеми запобігання, прогнозування й реагування на зміни стану здоров'я населення.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети використано загальнонаукові та математичні методи дослідження. Матеріалами дослідження стали вітчизняні й зарубіжні IT-рішення, ШІ, Математичні моделі. Також у статті використано матеріали з Кваліфікаційної роботи.

Результати. Аналіз проблем первинної медицини та можливостей ШІ, наявних рішень у світі та функціоналу ШІ, дозволили виявити спільні риси та відмінності в їх можливому спільному функціонуванні в різних країнах, напрямках, рішеннях. Уже є спільні моделі застосування в українських цифрових медичних рішеннях, і ось опис, як це може працювати:

CheckEye – AI для раннього виявлення офтальмологічних ускладнень.

CheckEye – українська AI-платформа для діагностики діабетичної ретинопатії за допомогою аналізу зображень очного дна. Система здатна виявляти патології на ранніх стадіях з точністю понад 90%, що дає змогу уникнути втрати зору в пацієнтів із цукровим діабетом.

Інтеграційний потенціал з MISU: Платформа MISU може використовувати API CheckEye для автоматичного перенаправлення пацієнтів у групу ризику для подальшого офтальмологічного обстеження або добору реабілітаційної підтримки.

Mark – AI для аналізу медичних зображень.

Mark – український стартап, що створює сервіси для аналізу рентгенівських, КТ- та МРТ-знімків. Платформа використовує глибоке навчання для автоматичного виявлення патологій, як-от пневмонія, туберкульоз, онкопроцеси.

Інтеграційний потенціал з MISU: Додавання Mark до MISU дасть змогу миттєво аналізувати зображення з польових умов, зокрема в межах військової медицини, реабілітації або мобільних діагностичних пунктів.

Висновки. Впровадження платформи MISU в українських медичних закладах демонструє високий потенціал для трансформації системи охорони здоров'я. Завдяки її здатності автоматизувати численні процеси, зокрема виявлення стресу, моніторинг стану здоров'я військовослужбовців, підтримку реабілітації пацієнтів, прогнозування хвороб та зниження навантаження на лікарів, MISU може стати важливим інструментом для забезпечення ефективного і своєчасного медичного обслуговування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: громадське здоров'я; охорона здоров'я; MISU; FHH; AI; API.

Вступ. Штучний інтелект – один з найбільш революційних винаходів XXI століття. Штучний інтелект – це набір технологій і методів, які дають змогу машинам імітувати людські когнітивні здібності. Системи штучного інтелекту можуть навчатися й вирішувати проблеми в спосіб, який стає дедалі більш схожим на людський. Ключову роль відіграє машинне та глибоке навчання, яке дає змогу алгоритмам оптимізувати себе на основі даних. Застосування штучного інтелекту майже безмежне: від генерації контенту – текстів, як це роблять ChatGPT і Bard, або зображень у Midjourney і DALL-E-3 до перекладу – дуже корисного для міжнародного

бізнесу, розпізнавання зображень і звуків – використовується, наприклад, для контролю робочого середовища за допомогою камер або записів розмов у колцентрі, до розширеного аналізу даних з різних джерел – від соціальних мереж до промислових датчиків.

Мета: розробити та обґрунтувати підходи до впровадження цифрових інструментів моніторингу стану здоров'я на основі кейсу MISU – з акцентом на використання AI, інтеграцію даних із носимих пристроїв, аналіз сімейного анамнезу (FHH) та створення єдиної екосистеми запобігання, прогнозування й реагування на зміни стану здоров'я населення.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети використано загальнонаукові та математичні методи дослідження. Матеріалами дослідження стали вітчизняні й зарубіжні ІТ-рішення, ШІ, Математичні моделі. Також у статті використано матеріали з Кваліфікаційної роботи.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз проблем первинної медицини та можливостей ШІ, наявних рішень у світі й функціоналу ШІ, дали змогу виявити спільні риси та відмінності в їх можливому спільному функціонуванні в різних країнах, напрямках, рішеннях. Уже є спільні моделі застосування в українських цифрових медичних рішеннях, і ось опис, як це може працювати:

CheckEye – AI для раннього виявлення офтальмологічних ускладнень.

CheckEye – українська AI-платформа для діагностики діабетичної ретинопатії за допомогою аналізу зображень очного дна. Система здатна виявляти патології на ранніх стадіях з точністю понад 90%, що дає змогу уникнути втрати зору в пацієнтів із цукровим діабетом.

Інтеграційний потенціал з MISU: Платформа MISU може використовувати API CheckEye для автоматичного перенаправлення пацієнтів у групу ризику для подальшого офтальмологічного обстеження або добору реабілітаційної підтримки.

Mark – AI для аналізу медичних зображень.

Mark – український стартап, що створює сервіси для аналізу рентгенівських, КТ- та МРТ-знімків. Платформа використовує глибоке навчання для автоматичного виявлення патологій, як-от пневмонія, туберкульоз, онкопроцеси.

Інтеграційний потенціал з MISU: Додавання Mark до MISU дасть змогу миттєво аналізувати зображення з польових умов, зокрема в межах військової медицини, реабілітації або мобільних діагностичних пунктів.

Результати дослідження та їх обговорення. Останні кілька років, застосування ШІ в галузі медицини, мається на увазі як первинна медицина, так і вторинна, щороку зростає найбільшими темпами, порівняно з еволюцією інших інструментів. Це відбувається насамперед тому, що за допомогою ШІ вирішують основні проблеми, які неможливо було вирішити так швидко й ефективно до ШІ:

1. Аналіз хвороб, чинників їх появи.
2. Моніторинг стану здоров'я в LIVE режимі.
3. Аналіз спадковості та визначення взаємозв'язків.
4. Рекомендації щодо застосування тих чи інших ліків залежно від перебігу хвороби.
5. Зменшення навантаженості на лікарів.
6. Аналіз отриманих результатів.
7. Автоматизація первинної медицини та синхронізація різнотипних даних.

Описані вище проблеми є основними рушіями розвитку та застосування ШІ і, відповідно, тими

таргетами, на які спирається сучасна МІС з ШІ і які вирішуються з різних рішень та застосовуються в подальшому як лікарями, так і пацієнтами.

MISU (Medical Information Systems Ukraine) є інноваційною платформою, яка інтегрує сучасні цифрові технології для покращення якості медичних послуг. Основна мета MISU – забезпечити ефективний моніторинг здоров'я пацієнтів, автоматизувати процеси діагностики та лікування, а також надавати персоналізовані рекомендації на основі аналізу великих обсягів медичних даних. Нижче детально розглянуті ключові функціональні можливості платформи з використанням медичних термінів, формул та наукового підходу.

Моніторинг здоров'я в реальному часі.

Моніторинг здоров'я в реальному часі є однією з ключових функцій MISU. Ця функція базується на інтеграції платформи з wearable-пристроями, як-от смартгодинники та фітнес-трекери, які збирають фізіологічні дані.

- Збір та аналіз фізіологічних показників:

MISU збирає такі дані, як:

о Серцевий ритм (HR, Heart Rate): нормальний діапазон для дорослих – 60–100 уд./хв.

о Рівень кисню в крові (SpO₂): норма – 95–100%.

о Артеріальний тиск (BP, Blood Pressure): норма – 120/80 мм рт. ст.

о Кількість пройдених кроків (Step Count): рекомендована норма – 8 000–10 000 кроків на день [1].

Дані аналізують за допомогою AI-алгоритмів, які використовують методи машинного навчання, зокрема лінійну регресію для прогнозування стану здоров'я:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n \quad y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$$

де y – прогнозований стан здоров'я, β – коефіцієнти, x – вхідні дані (наприклад, серцевий ритм, рівень кисню).

- Виявлення аномалій:

Якщо дані виходять за межі норми, система використовує алгоритми кластеризації (наприклад, k-means) для виявлення аномалій:

$$\arg \min_i \sum_{j=1}^k \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2 \quad \arg \min_i \sum_{j=1}^k \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2$$

де SS – кластери даних, μ_i – центроїди кластерів.

Наприклад, якщо серцевий ритм пацієнта перевищує 120 уд./хв. в стані спокою, система класифікує це як тахікардію та надсилає сповіщення лікарю [2].

Аналіз сімейного анамнезу (FHH).

Сімейний анамнез (FHH) є критичним фактором для оцінки ризиків захворювань. MISU використовує AI для автоматизації аналізу FHH, що дозволяє виявляти спадкові захворювання на ранніх стадіях.

- Збір та структурування даних:

Пацієнт вводить дані про захворювання, які були діагностовані у його родичів. Наприклад:

- серцево-судинні захворювання (ССЗ): ішемічна хвороба серця, гіпертонія;
- онкологічні захворювання: рак молочної залози, колоректальний рак;
- ендокринні захворювання: діабет, гіпотиреоз [3].

- Оцінка ризиків:

Для оцінки ризиків використовується баєсівський підхід:

$$P(A|B) = P(B|A) \cdot P(A) / P(B)$$

де $P(A|B)$ – імовірність захворювання за наявності сімейного анамнезу, $P(B|A)$ – імовірність сімейного анамнезу за наявності захворювання, $P(A)$ – загальна ймовірність захворювання.

Наприклад, якщо в пацієнта є сімейний анамнез діабету 2 типу, система розраховує імовірність

розвитку захворювання та рекомендує проходити регулярні обстеження.

Висновки. Функціональні можливості MISU свідчать про її високу інноваційність і здатність революціонізувати підходи до моніторингу та управління здоров'ям. Інтеграція передових технологій, як-от штучний інтелект, аналіз великих даних та wearable-пристрої, дає змогу системі здійснювати постійний моніторинг фізіологічних параметрів пацієнтів у реальному часі, що є надзвичайно важливим для раннього виявлення аномалій та швидкої реакції на потенційні загрози для здоров'я. Використання алгоритмів машинного навчання для обробки й аналізу даних, як-от серцевий ритм, артеріальний тиск, рівень кисню в крові та кількість кроків, дає змогу системі не тільки виявляти відхилення від норми, а й прогнозувати можливі захворювання на основі аналізу цих даних.

Список літератури

1. Глоба К., Вахліс І. Закон України «Про штучний інтелект»: він є? *Юридична газета*. 2023. URL: <https://yur-gazeta.com/publications/practice/informaciye-pravo-telekomunikaciyi/-zakon--ukrayini-proshtuchniy-intelekt-vin-e.html>
2. Діордіца І.В. Адміністративно-правове регулювання кібербезпеки України : автореф. дис. ... докт. юрид. наук. Запорозький національний університет. 2018. 38 с. URL: http://phd.znu.edu.ua/page/aref/07_2018/Diorditsa_aref.pdf
3. До правового регулювання штучного інтелекту. URL: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-21472021000200035
4. Зачек О. І., Дмитрик Ю. І., Сенік В. В. Роль штучного інтелекту в підвищенні ефективності правоохоронної діяльності. *Науковий вісник Львівського державного університету внутрішніх справ*. 2023. № 3. С. 148–156.
5. Клян А. Правове регулювання штучного інтелекту в Україні та світі. *Golaw*. 2022. 3 лютого. URL: <https://golaw.ua/ua/insights/publication/pravove-regulyuvannya-shtuchnogo-intelektu-v-ukrayini-ta-sviti/>
6. Кодекс суддівської етики. Рішення XX чергового з'їзду суддів України 18 вересня 2024 року. URL: <https://rsu.gov.ua/ua/news/kodeks-suddivskoi-etiki>
7. Конституція України : Закон України від 28 червня 1996 р. № 256к/96-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 30. Ст. 141 (в чинній редакції від 01.01.2020 р.).
8. Муравська Ю., Сліпченко Т. Правове регулювання штучного інтелекту в Україні та світі. *Актуальні проблеми правознавства*. 2024. Випуск 1 (37). С.188–195.
9. Негребецький В. Використання систем штучного інтелекту у боротьбі зі злочинністю: огляд та перспективи. *Українська поліцейстика: теорія, законодавство, практика*. 2024. № 1 (9). С. 66–70.
10. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні : Розпорядження Кабінету міністрів України від 2 грудня 2020 р. № 1556-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text>
11. Професійний стандарт «Суддя». URL: <https://uba.ua/documents>

References

1. Hloba, K., & Vakhlis, I. (2023). Zakon Ukrainy "Pro shtuchnyi intelekt": vin ye? [Law of Ukraine "On Artificial Intelligence": Does it Exist?]. *Yurydychna hazeta – Legal Newspaper*. Retrieved from: <https://yur-gazeta.com/publications/practice/informaciye-pravo-telekomunikaciyi/-zakon--ukrayini-proshtuchniy-intelekt-vin-e.html> [in Ukrainian].
2. Diorditsa, I.V. (2018). Administratyvno-pravove rehulivannia kiberbezpeky Ukrainy [Administrative and Legal Regulation of Ukraine's Cybersecurity] (Doctoral dissertation abstract). Zaporizkyi natsionalnyi universytet. Retrieved from: http://phd.znu.edu.ua/page/aref/07_2018/Diorditsa_aref.pdf [in Ukrainian].
3. Do pravovoho rehulivannia shtuchnogo intelektu [On the Legal Regulation of Artificial Intelligence]. (n.d.). Retrieved from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-21472021000200035 [in Ukrainian].
4. Zachek, O.I., Dmytryk, Yu.I., & Senyk, V.V. (2023). Rol shtuchnogo intelektu v pidvyshchenni efektyvnosti pravoohoronnoi diialnosti [The Role of Artificial Intelligence in Enhancing Law Enforcement Efficiency]. *Naukovyi visnyk Lvivskoho derzhavnogo universytetu vnutrishnikh sprav – Scientific Bulletin of Lviv State University of Internal Affairs*, 3, 148–156. [in Ukrainian].
5. Klian, A. (2022, February 3). Pravove rehulivannia shtuchnogo intelektu v Ukraini ta sviti [Legal Regulation of Artificial Intelligence in Ukraine and the World]. *Golaw*. Retrieved from: <https://golaw.ua/ua/insights/publication/pravove-regulyuvannya-shtuchnogo-intelektu-v-ukrayini-ta-sviti/> [in Ukrainian].

6. Kodeks suddivskoi etyky: Rishennia XX chergovoho z'izdu suddiv Ukrainy 18 veresnia 2024 roku [Code of Judicial Ethics: Decision of the 20th Regular Congress of Judges of Ukraine on September 18, 2024]. Retrieved from: <https://rsu.gov.ua/ua/news/kodeks-suddivskoi-etiki> [in Ukrainian].
7. Konstytutsiia Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 28 chervnia 1996 r. № 256k/96-VR [Constitution of Ukraine: Law of Ukraine from June 28, 1996, No. 256k/96-VR]. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy – Official Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine, 1996, No. 30, St. 141 (as amended on 01.01.2020). [in Ukrainian].
8. Muravska, Yu., & Slipchenko, T. (2024). Pravove rehuliuвання shtuchnoho intelektu v Ukraini ta sviti [Legal Regulation of Artificial Intelligence in Ukraine and the World]. Aktualni problemy pravo navstva – Current Issues of Law, 1(37), 188–195. [in Ukrainian].
9. Nehrebetskyi, V. (2024). Vykorystannia system shtuchnoho intelektu u borotbi zi zlochynnistiu: ohliad ta perspektyvy [Use of Artificial Intelligence Systems in Crime Prevention: Review and Prospects]. Ukrainska politseistyka: teoriia, zakonodavstvo, praktyka – Ukrainian Police Science: Theory, Legislation, Practice, 1(9), 66–70. [in Ukrainian].
10. Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku shtuchnoho intelektu v Ukraini: Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 2 hrudnia 2020 r. № 1556-r [On Approval of the Concept of Artificial Intelligence Development in Ukraine: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine from December 2, 2020, No. 1556-r]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-p#Text> [in Ukrainian].
11. Profesiinyi standart "Suddia" [Professional Standard "Judge"]. Retrieved from: <https://uba.ua/documents> [in Ukrainian].

EARLY-STAGE DISEASE DETECTION SYSTEM BASED ON AI – MISU

N. M. Kalyniuk, V. M. Shevchuk

Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

Research Objective. The development and justification of approaches for implementing digital health monitoring tools based on the MISU case – with an emphasis on the use of AI, integration of data from wearable devices, analysis of family health history (FHH), and the creation of a unified ecosystem for prevention, prediction, and response to changes in population health.

Materials and Methods. To achieve the stated objective, general scientific and mathematical research methods were used. The research materials included domestic and international IT solutions, AI technologies, and mathematical models. The article also incorporates materials from the Qualification Project.

Results. An analysis of primary healthcare challenges, AI capabilities, existing global solutions, and AI functionalities revealed commonalities and differences in their potential for combined use across various countries, fields, and solutions. Joint application models already exist within Ukrainian digital healthcare solutions, and here is a description of how they can function:

- CheckEye – AI for Early Detection of Ophthalmic Complications CheckEye is a Ukrainian AI platform for diagnosing diabetic retinopathy through retinal image analysis. The system can detect pathologies at early stages with over 90% accuracy, helping to prevent vision loss in diabetic patients.
- Integration potential with MISU: The MISU platform can utilize the CheckEye API for automatic referral of patients in risk groups for further ophthalmologic examination or rehabilitation support.
- Mark – AI for Medical Image Analysis Mark is a Ukrainian startup creating services for analyzing X-rays, CT scans, and MRI images. The platform uses deep learning to automatically detect pathologies such as pneumonia, tuberculosis, and oncological processes.
- Integration potential with MISU: Adding Mark to MISU would allow for instant analysis of images from field conditions, particularly within military medicine, rehabilitation, or mobile diagnostic units.

Conclusions: The implementation of the MISU platform in Ukrainian medical institutions demonstrates a strong potential for transforming the healthcare system. Thanks to its ability to automate numerous processes – including stress detection, health monitoring of military personnel, patient rehabilitation support, disease prediction, and workload reduction for physicians – MISU can become a vital tool for ensuring efficient and timely healthcare delivery.

KEY WORDS: public health; healthcare; MISU; FHH; AI; API.

Рукопис надійшов до редакції 30.04.2025

Відомості про авторів:

Калинюк Наталя Миколаївна – кандидатка юридичних наук, доцентка, доцентка кафедри педагогіки вищої школи та суспільних дисциплін Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України.

Шевчук Володимир Миколайович – здобувач вищої освіти спеціальності 229 «Громадське здоров'я», Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України.

Електронна адреса для листування: kalunyknm@tdmu.edu.ua