

**СЕРГІЙ ЛЕГЕНЧУК**

Державний університет «Житомирська політехніка»

<https://orcid.org/0000-0002-3975-1210>e-mail: [lsf@ztu.edu.ua](mailto:lsf@ztu.edu.ua)**СЕРГІЙ КОВБАСЮК**

Державний університет «Житомирська політехніка»

<https://orcid.org/0000-0002-6003-7660>e-mail: [kkik\\_ksv@ztu.edu.ua](mailto:kkik_ksv@ztu.edu.ua)**АНАСТАСІЯ МОРГУН**

Державний університет «Житомирська політехніка»

<https://orcid.org/0000-0001-6046-5238>e-mail: [yabara209@gmail.com](mailto:yabara209@gmail.com)

## ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

Сучасні системи, призначені для моніторингу стану різних аспектів здоров'я людини, надають цінні дані та інформацію як для окремих осіб, так і для медичних працівників. Серед їх важливих цілей – відстеження особистого здоров'я, керування процесом лікування, історією розвитку захворювань, дистанційний моніторинг пацієнтів, раннє виявлення та профілактика тощо. Системи моніторингу здоров'я дозволяють людям відстежувати та контролювати параметри свого здоров'я, такі як частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, режим сну, рівень фізичної активності тощо, що допоможе краще зрозуміти свій загальний добробут і приймати обґрунтовані рішення щодо способу життя та звичок. Але кожна з існуючих систем має свої переваги та недоліки. Оскільки не було знайдено підходящого додатку, було прийнято рішення спроектувати та розробити власну інформаційну технологію діагностування стану серцево-судинної системи людини. В роботі було визначено основні завдання на розробку веб-додатку, проаналізовано аналоги розробленої системи, визначено основний функціонал та вимоги до системи. Підбрано методіку визначення оцінки стану серцево-судинної системи людини, також було обрано технології розробки веб-додатку, спроектовано та реалізовано алгоритми роботи системи та об'єктно-орієнтовану структуру. Програмний продукт був перевірений на працездатність. При розробці ставились вимоги до простоти і зручності у використанні. Веб-додаток призначений для контролю стану серцево-судинної системи, для запобігання ризику захворювань, адже якщо вчасно розпізнати проблеми, можна обійтися медикаментозною терапією. Додатки для самодіагностики – перший крок на шляху до встановлення захворювання або первинної оцінки свого здоров'я, куди кращий варіант ніж пошук інформації в інтернеті. Хоч на цей час вони не в змозі замінити професійний лікарський огляд, але можуть бути відмінними порадиниками.

Ключові слова: інформаційна технологія, серцево-судинна система, діагностування, SCORE, Systematic Coronary Risk Evaluation, артеріальний тиск, захворювання, медичні інформаційні системи.

SERHII LEHENCHUK

Zhytomyr Polytechnic State University

SERHII KOVBASIUK

Zhytomyr Polytechnic State University

ANASTASIIA MORGUN

Zhytomyr Polytechnic State University

## INFORMATION TECHNOLOGY FOR DIAGNOSING THE STATE OF THE HUMAN CARDIOVASCULAR SYSTEM

Modern systems designed for monitoring various aspects of human health provide valuable data and information for both individuals and medical professionals. Among their important objectives are monitoring personal health, managing the treatment process, tracking the history of disease development, remote patient monitoring, early detection, and prevention, among others. Health monitoring systems allow individuals to track and control their health parameters, such as heart rate, blood pressure, sleep patterns, level of physical activity, etc. This helps in better understanding one's overall well-being and making informed decisions about lifestyle and habits. However, each existing system has its advantages and disadvantages. Since a suitable application was not found, a decision was made to design and develop my own information technology for diagnosing the state of the human cardiovascular system. This paper established the main tasks for the development of a web application, analyzed analogs of the developed system, determined the main functionality and requirements for the system. A methodology for assessing the state of the human cardiovascular system was selected, technologies for developing the web application were chosen, and the system's working algorithms and object-oriented structure were designed and implemented. The software product was tested for functionality. Simplicity and ease of use were requirements during the development. The web application is intended for controlling the state of the cardiovascular system and for preventing the risk of diseases, as timely identification of problems can allow for treatment with medication therapy. Self-diagnosis applications are the first step towards diagnosing a disease or making an initial health assessment, a much better option than searching for information on the internet. While they are not yet able to replace a professional medical examination, they can be excellent advisors.

Keywords: information technology, cardiovascular system, diagnostics, SCORE, Systematic Coronary Risk Evaluation, blood pressure, diseases, medical information systems.

### Постановка проблеми

За даними медичної статистики, захворювання - головна безпосередня причина інвалідності та смертності населення в усіх країнах світу. Виявлення випадків серцево-судинних захворювань майже

подвоїлося з 271 мільйона в 1990 році до 523 мільйонів у 2019 році, а кількість смертей від серцево-судинних захворювань неухильно збільшувалася з 12,1 мільйона в 1990 році до 18,6 мільйона у 2019 році [1]. Це пов'язано із впливом на стан серцево-судинної системи людини внутрішніх (стрес, розумове перенапруження, тощо) та зовнішніх (несприятлива екологія, суцільна комп'ютеризація, фізичне навантаження) факторів. Тому, важливим завданням сучасної кардіології в Україні та у світі є своєчасне виявлення і запобігання серцево-судинних патологій [1].

Серцево-судинні захворювання (ССЗ) є групою хвороб серця і кровоносних судин, до якої входять: ішемічна хвороба серця – хвороба кровоносних судин, що забезпечують кров'ю серцевий м'яз; хвороба судин головного мозку – хвороба кровоносних судин, які постачають кров'ю мозок; хвороба периферичних артерій – хвороба кровоносних судин, що забезпечують кров'ю руки та ноги. Інфаркти та інсульти зазвичай є гострими захворюваннями і відбуваються, головним чином, внаслідок закупорювання судин, що перешкоджає току крові до серця чи мозку [2]. Основними факторами розвитку хвороб серця та інсульту є неправильне харчування, фізична інертність, вживання тютюну та шкідливе вживання алкоголю. З цієї причини приділяється особлива увага диспансеризації пацієнтів із групи ризику, які ще не мають клінічних проявів ССЗ. Чоловікам старше 40 років та жінкам за 50 необхідно регулярно обстежувати серцево-судинну систему навіть без явних показань. Тільки 40% випадків хвороби серцево-судинної системи були зумовлені віком, тобто у 60% випадків вмирали ті, у кого судини та серце не подавали ознак порушень [2]. Припинення вживання тютюну, зменшення споживання солі, знижують ризик розвитку серцево-судинних захворювань.

Захворювання серцево-судинної системи дуже поширені та небезпечні своїми ускладненнями. Уберегтись від усіх факторів ризику неможливо, але знизити ймовірність появи захворювань під силу кожному. Ці ризики можна значно зменшити, якщо регулярно спостерігатися у лікаря, дотримуватися його рекомендації з лікування та періодично контролювати стан серця та судин. Зважаючи на статистичні дані вважаємо що проблема діагностування стану серцево-судинної системи людини на сьогодні є актуальною.

#### Аналіз останніх джерел

Медичні інформаційні системи в Україні лише на етапі розвитку, все ж вони є наявні. Проведемо аналіз деяких систем самодіагностики. Першим розглянемо Framingham Calc [3] - калькулятор серцево-судинного ризику, заснований на когортному дослідженні Фрамінгема. Ця програма робить розрахунки на основі введених даних і дає відповідний результат. Результат полягає у відсотку ризику розвитку серцево-судинних захворювань у наступні 10 років і приблизний вік серця. В додатку відсутні функції авторизації та перегляду даних за певний проміжок часу, необхідно кожного разу вводити дані, що не є зручним. Далі розглянемо калькулятор «WHO/ISH Risk prediction Calc» для розрахунку серцево-судинного ризику за шкалою SCORE (Systematic Coronary Risk Evaluation) - дозволяє оцінити ризик смерті людини від серцево-судинних захворювань протягом найближчих 10 років [4]. Це мобільний додаток, що має приємний інтерфейс та зручний у використанні, працює використовуючи шкалу SCORE. Проте, теж не можна вести спостереження за показниками впродовж часу. Наступним прикладом є не зовсім діагностичний, більш превентивний додаток, що допомагає планувати свій день алергікам. Zyrtec AllergyCast [5] вимірює вміст алергенного пилку (різних видів) в повітрі, надсилає тривожні повідомлення, коли рівень стає небезпечно високим, і дозволяє відзначати симптоми та оцінювати свій стан за день. Поки що ознак всього три: свербіж, нежить і чхання. Гарний інтерфейс та можливість вигравати сертифікати на препарати Zyrtec. Zyrtec AllergyCast має функції авторизації та реєстрації, проводить аналіз за показниками впродовж п'яти днів, для більш детальних рекомендацій. Можна переглядати статистику, зручно налаштовувати під себе. Додаток «LoveMySkin» становить практично повну карту людського тіла, на якій потрібно відзначати родимки, що з'являються або зникають. У додаток вбудована зрозуміла та коротка ABCD-таблиця (A – асиметричність, B – межі, C – колір, D – діаметр), яка допоможе відрізнити небезпечні родимки від безпечних. Крім цих чотирьох характеристик відзначаються також дата появи та зміни родимки; якщо є якісь підозри, можна маркувати пункт "mark as a concern" для певної родимки, щоб не забути при нагоді показати її лікарю [6]. Даний програмний продукт надає певний діагноз маючи деяку інформацію. В програмі немає функції авторизації та реєстрації. Програма «ESC CVD Risk Calculation» розроблена для медичних працівників [7]. Вона надає калькулятори оцінки індивідуального серцево-судинного ризику. Вона містить калькулятори первинної та вторинної профілактики в різних групах населення. Додаток «ESC CVD Risk Calculation» доступний англійською мовою. В додатку відсутні функції авторизації та перегляду даних за певний проміжок часу. Оновлений Оцінювач ризику «ASCVD Plus» використовує сучасну наукову інформацію та відгуки користувачів, щоб допомогти лікарю та пацієнтові створити індивідуальний план зниження ризику шляхом оцінки та моніторингу змін у 10-річному ризику ASCVD [8]. Відсутні функції авторизації та реєстрації, перегляду даних та статистики за минулі рази. Розглянувши існуючі додатки самодіагностики ми познайомилися та проаналізували їх функціонал. Було виявлено, що основним недоліком в цих додатках, на нашу думку, є відсутність можливості мати власний кабінет для кожного користувача зі збереженням показників артеріального тиску та інших показників, необхідних для роботи додатку, за довгий проміжок часу з можливістю їх аналізу.

**Метою роботи є:** проектування та реалізація інформаційної технології діагностування стану серцево-судинної системи людини та прогнозування ймовірного ризику розвитку захворювання. Встановлена мета передбачає наступні завдання:

- аналіз предметної області;
- вибір методики та засобів реалізації;
- проектування алгоритмів роботи системи;
- тестування роботи додатку.

Додаток повинен бути зручним у використанні, виконувати всі поставлені до нього вимоги.

**Виклад основного матеріалу**

**Методика визначення оцінки стану серцево-судинної системи людини.** Для прогнозування ризику захворювання буде використано шкалу SCORE. Оцінка серцево-судинного ризику рекомендована як практичний інструмент визначення оптимального ступеня втручання для корекції ризику конкретної людини. Під час розробки систематичної оцінки коронарного ризику (SCORE) використовувалися об'єднані дані понад 250 000 осіб із 12 європейських досліджень. Алгоритм, вперше опублікований 2003 р., розраховував 10-річний ризик смерті від ССЗ з окремими балами для смертності від ішемічної хвороби серця та інсульту. У наступних версіях також розраховувався загальний ризик серцево-судинних захворювань. Калібрування для регіонів Європи з високим та низьким рівнем ризику було розроблено на основі статистики смертності в кожній країні. Крім того, у редакції 2012 р., опублікованій у рекомендаціях щодо ССЗ, випущених п'ятою спільною цільовою групою Європейського товариства кардіологів, було додано розрахунок віку серцево-судинного ризику. Розрахунок призначений для використання як засіб комунікації, особливо з молодшими людьми з низькими оцінками ризику [9].

Шкала SCORE [10] проста і зрозуміла у застосуванні, необхідно вибрати ту частину шкали, яка відповідає статі, віку та статусу куріння пацієнта. Далі всередині таблиці слід знайти клітину, що найбільше відповідає індивідуальному рівню виміряного САТ (АТ мм рт. ст.) і загального холестерину (ммоль/л). Цифра в знайденій клітині показує 10-річний сумарний серцево-судинний ризик цього пацієнта (рис. 1).

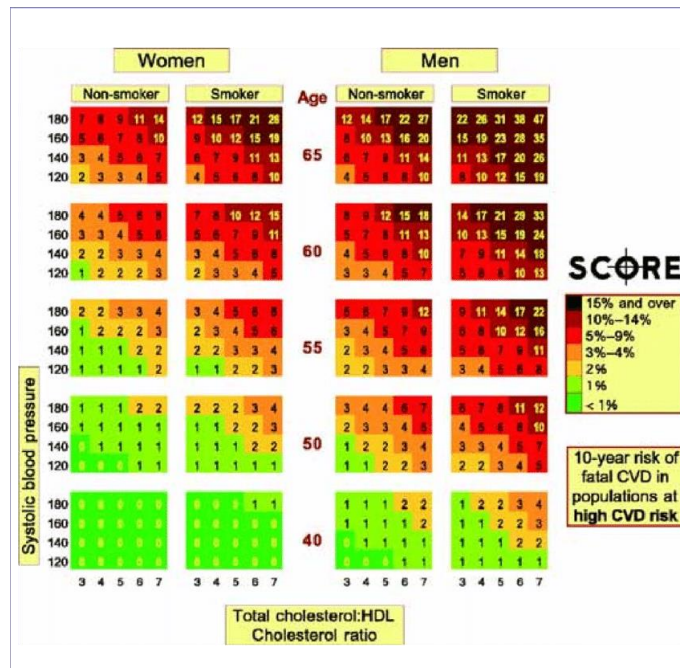


Рис. 1. Шкала SCORE

Наприклад, якщо пацієнт 60 років, що палить в даний час, має систолічний АТ 160 мм рт. ст і рівень загального холестерину (ХС) 5 ммоль/л, його ризик дорівнює 14% (рис. 1). Для осіб молодого віку (молодші за 40 років) визначається не абсолютний, а відносний сумарний ризик з використанням шкали. Ця інформація може бути корисною при профілактичному консультуванні людей з низьким абсолютним, але високим відносним сумарним ризиком, як мотивуючий фактор до ведення здорового способу життя.

**Реалізація додатку.** Для реалізації додатку було вирішено використати такі інструментні засоби: Node.js, VueJS, Express.js, CSS, MongoDB. Основні функції системи реалізовано модульним підходом. Модульний підхід був обраний через те, що даний підхід дозволить надалі систему простіше підтримувати та розширювати.

Програмний код додатку побудовано відповідно принципів об'єктно-орієнтованого програмування. Діаграма класів додатку, зображена на рисунку 2, надає статичне представлення про структуру програми – з яких класів вона складається, які зв'язки між цими класами, з чого складається кожний клас. Модель кожного класу є шаблоном майбутнього об'єкту, який створюється на основі цього класу. Програма може містити чисельну кількість різних об'єктів. Як відомо, об'єкти мають стан та поведінку. На рівні класу стан описується полями даних, а поведінка – методами.

Додаток складається з таких класів, як «Реєстрація» – відповідає за процес реєстрації в програмі, «Профіль» – робота з персональними даними користувача, «Авторизація» – відповідає за процес авторизації

в програмі, «Показники» – описує і опрацьовує основні показники для діагностування, «Головне вікно» – відображення календаря та іншої інформації для користувача (рис. 2).

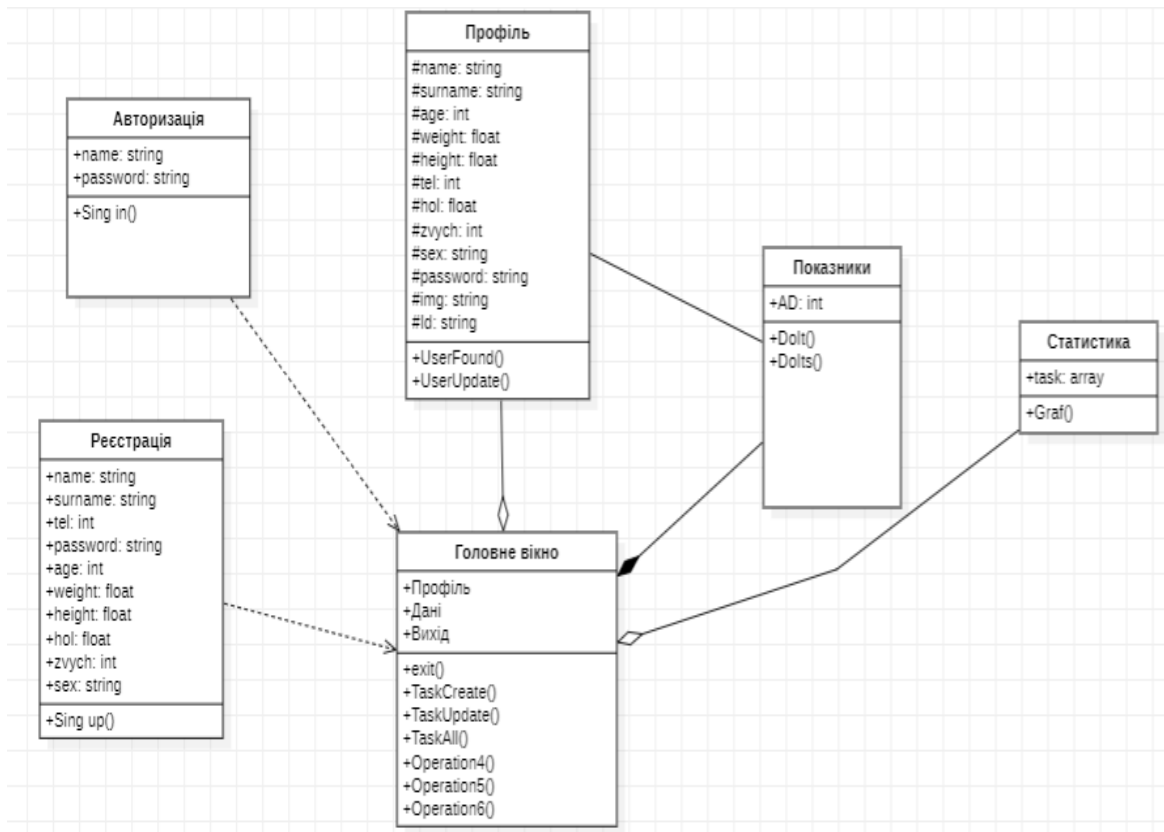


Рис. 2. Діаграма класів

Всі користувачі в системі мають бути зареєстровані, це необхідно в першу чергу для зберігання статистики за користувачем і для захисту даних користувача. Реєстрація складається з двох етапів – введення прізвища, ім'я, номеру телефону та паролю; і на другому етапі – основні фізичні характеристики – вік, зріст, вага, стать, показник холестерину та паління. При введенні даних наявна перевірка правильності введення, за потреби також можна повернутися до попереднього кроку. При вході в систему користувач має авторизуватися за допомогою номера телефону та паролю.

Рис. 3. Форма реєстрації

Після успішного входу в систему завантажується головна сторінка додатку з календарем. Обравши день можна побачити показники артеріального тиску за обрану дату (рис. 4).

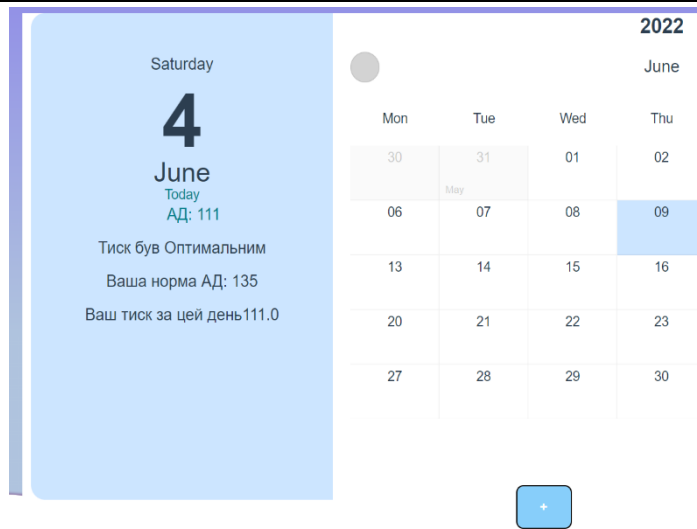


Рис. 4. Перегляд показників по обраній даті

Далі натиснувши на «+» можливо додати показники. З’явиться додаткова форма для додавання даних (рис. 5). Після додавання можна побачити, що певні параметри змінилися. Також при помилковому введенні є можливість відредагувати дані, для цього необхідно обрати дату та необхідний параметр, після цього з’явиться додаткова форма для редагування.

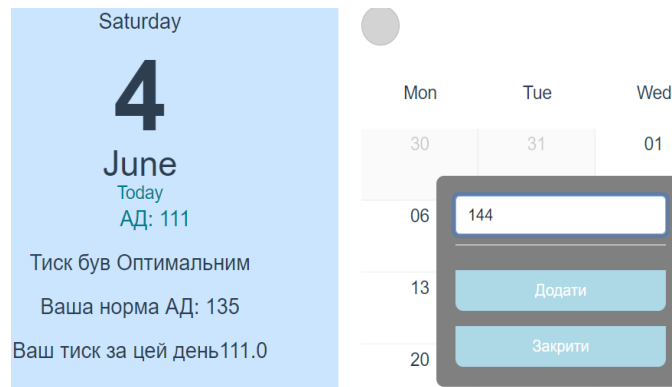


Рис. 5. Додавання даних

В додатку наявна статистика показників за місяць. Якщо користувач буде вносити в додаток регулярно показники артеріального тиску, то буде можливість діагностування стану серцево-судинної системи. Обравши місяць, можна отримати статистику за місяць та ймовірний ризик захворювання за шкалою SCORE (рис. 6).

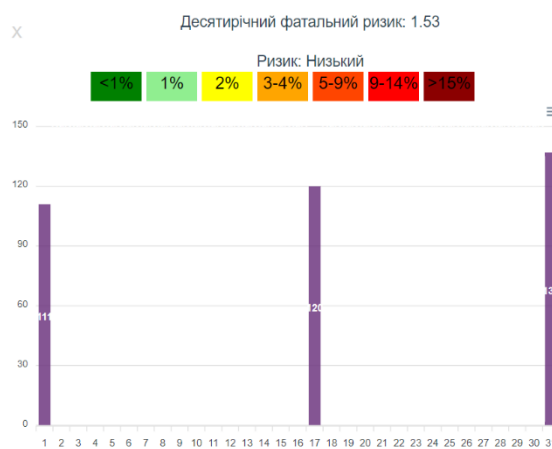


Рис. 6. Статистика і ризик захворювання за шкалою SCORE

В додатку наявне меню, де є можливість переходу на сторінку профілю користувача. В профілі можна переглянути персональні дані та змінити їх, за необхідності, натиснувши на кнопку «Редагування», тоді поля стануть активними до зміни.

### Висновки

В результаті проведеної роботи було вирішено основні завдання та реалізовано базовий функціонал для інформаційної технології діагностування стану серцево-судинної системи людини. Додаток реалізовано з використанням засобів веб-технологій, у вигляді послідовності веб-сторінок. У додатку передбачено захист даних методами реєстрації та авторизації, та їх зберігання у зашифрованому вигляді. Основним завданням додатку є діагностування стану серцево-судинної системи людини за введеними регулярними показниками та прогнозування ймовірного ризику захворювання за шкалою SCORE.

В роботі проведено аналіз предметної області та існуючих методів прогнозування розвитку захворювань. Реалізовано проектування алгоритмів роботи додатку та об'єктно-орієнтованої структури. Здійснено підбір засобів створення веб-додатку. Проведено тестування роботи, що підкреслює працездатність додатку.

### Література

1. Центр громадського здоров'я МОЗ України. Серцево-судинні захворювання — головна причина смерті українців. висновки з дослідження глобального тягаря хвороб у 2019 році. 2023. URL: <https://phc.org.ua/news/sercevo-sudinni-zakhvoryuvannya-golovna-prichina-smerti-ukrainciv-visnovki-z-doslidzhennya>
2. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). 2023. URL: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
3. Framingham Calc. 2023. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.danproductions.medical.cardiocalc&hl=uk&gl=US>
4. WHO/ISH Risk prediction Calc. 2023. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=b4a.whoish>
5. Discover Your Allergy Forecast with ZYRTEC. 2023. URL: <https://www.zyrtec.com/allergy-forecast>
6. LoveMySkin marketplace coming soon. 2023. URL: <https://lovemyskin.app/>
7. ESC CVD Risk Calculation. 2023. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.escardio.escvdriskcalculation>
8. ASCVD Risk Estimator. 2023. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.acc.cvrisk>
9. Lipid Management Guidelines. 2023. URL: <https://emedicine.medscape.com/article/2500032-overview#a1>
10. Garcia-Diaz, Silvia & Corominas, Héctor. (2013). Nurse management of cardiovascular risk factors in rheumatoid arthritis. Br J Nurs. 22. 813-7. DOI: 10.12968/bjon.2013.22.14.813.

### References

1. Tsentr hromadskoho zdorovia MOZ Ukrainy. Sercevo-sudynni zakhvoryuvannya — holovna prychna smerti ukraintsiv. vysnovky z doslidzhennia hlobalnoho tiaharia khvorob u 2019 rotsi. 2023. URL: <https://phc.org.ua/news/sercevo-sudinni-zakhvoryuvannya-golovna-prichina-smerti-ukrainciv-visnovki-z-doslidzhennya>
2. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs). 2023. URL: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
3. Framingham Calc. 2023. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.danproductions.medical.cardiocalc&hl=uk&gl=US>
4. WHO/ISH Risk prediction Calc. 2023. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=b4a.whoish>
5. Discover Your Allergy Forecast with ZYRTEC. 2023. URL: <https://www.zyrtec.com/allergy-forecast>
6. LoveMySkin marketplace coming soon. 2023. URL: <https://lovemyskin.app/>
7. ESC CVD Risk Calculation. 2023. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.escardio.escvdriskcalculation>
8. ASCVD Risk Estimator. 2023. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.acc.cvrisk>
9. Lipid Management Guidelines. 2023. URL: <https://emedicine.medscape.com/article/2500032-overview#a1>
10. Garcia-Diaz, Silvia & Corominas, Héctor. (2013). Nurse management of cardiovascular risk factors in rheumatoid arthritis. Br J Nurs. 22. 813-7. DOI: 10.12968/bjon.2013.22.14.813.