

Н.М. ЗАЩЕПКИНА, К. О. МЕШКОВА
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ МОНІТОРИНГУ ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ

Розроблено електронний щоденник для прогнозування гіперглікемії в якості мобільного додатку «DiaHelper». В якості хмарової платформи було обрано Firebase, що дає можливість передачі, зберігання та видачі даних у режимі реального часу. В дану систему було імплементовано рівняння лінійної регресії для надання порад користувачу стосовно зміни стадії лікування та рівня глюкози. Математична модель була підрахована за допомогою програмного продукту IBM SPSS Statistics Version 23 з використанням бази даних 398 пацієнтів з цукровим діабетом. Розроблений електронний щоденник зможе допомогти хворим на цукровий діабет не лише контролювати процес перебігу захворювання, а й допоможе запобігти виникненню тяжких ускладнень за рахунок попередження настання гіперглікемії. А передача даних в режимі онлайн допоможе швидше та якісніше аналізувати перебіг моніторингу лікування.

Ключові слова: моніторинг, телемедицина, поліпшення лікування, цукровий діабет, прогнозування, мобільний додаток.

N/N/ZASHCHEPKINA, K.O. MESHKOVA
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute

USING OF TELEMEDICINE TO IMPROVE THE MONITORING OF PATIENTS WITH DIABETES

An electronic diary for predicting hyperglycemia as a mobile application "DiaHelper" has been developed. Firebase was chosen as the cloud platform, which allows the transfer, storage and output of real-time data. A linear regression equation was implemented in this system to advise the user on changing the treatment stage and glucose level. The mathematical model was calculated using the IBM SPSS Statistics Version 23 software product using a database of 398 patients with diabetes. The developed electronic diary can help diabetics not only to control the course of the disease, but also help prevent serious complications by preventing the onset of hyperglycemia. And online data transfer will help to analyze the course of treatment monitoring faster and better.

Key words: monitoring, telemedicine, treatment improvement, diabetes mellitus, forecasting, mobile application.

Вступ

Основним напрямком в лікуванні цукрового діабету, як прогресуючого захворювання, є зниження ризику хронічних та гострих захворювань, за рахунок своєчасного управління та контролю. На даний момент розроблені різноманітні програми моніторингу, що визначаються лікарем після аналізів та планування процесу самолікування, залежно від типу захворювання. Постійний моніторинг з боку лікаря допомагає запобігти виникненню ускладнень, а для пацієнта самоконтроль є головним у передбаченні критичної зміни стану. Мобільний додаток зможе в такому разі виконувати не лише функцію щоденнику самоконтролю, а й зможе передавати дані лікарю-ендокринологу у режимі онлайн.

За допомогою математичної моделі було реалізовано прогнозування зміни виду лікування для пацієнтів та рівня глюкози зранку для жінок з гестаційним діабетом.

Експериментальна частина

Дані моніторингу пацієнтів

Лікарями-ендокринологами для зручності було розроблено три основні програми. Програма № 1 призначена для вагітних жінок, яким встановлено діагноз гестаційний діабет, Програма № 2 – для осіб, яким встановлено діагноз цукровий діабет другого типу, Програма № 3 – для осіб, яким встановлено діагноз цукровий діабет першого типу.

До програм № 1–3 вносяться наступні параметри: рівень глюкози, ЧСС, артеріальний тиск, хлібні одиниці.

Дані для контролю пацієнта у Програмі № 1 вносяться в систему щодня. Показники рівня глюкози, ЧСС та артеріального тиску заносяться пацієнтом двічі на день: натщесерце та через дві години після вечері. Рівень вжитих хлібних одиниць записується в програму п'ять разів на день: на сніданок, після першого перекусу, на обід, після другого перекусу, на вечерю.

Дані для контролю пацієнта у Програмі № 2 вносяться в систему мінімум один раз на тиждень. Показники рівня глюкози, ЧСС, артеріального тиску заносяться шість разів на день: натщесерце, через дві години після сніданку, перед обідом, через дві години після обіду, перед вечерею, через дві години після вечері. Рівень вжитих хлібних одиниць записується в програму п'ять разів на день: на сніданок, після першого перекусу, на обід, після другого перекусу, на вечерю.

Дані для контролю пацієнта у Програмі № 3 вносяться в систему мінімум один раз на тиждень. Показники рівня глюкози, ЧСС, артеріального тиску заносяться чотири рази на день: натщесерце, перед обідом, перед вечерею, через дві години після вечері. Рівень вжитих хлібних одиниць записується в програму п'ять разів на день: на сніданок, після першого перекусу, на обід, після другого перекусу, на

вечерю.

Математична модель для прогнозування перебігу захворювання.

Для прогнозування зручно використовувати лінійну регресію. Лінійна регресія – це метод математичного моделювання, що допомагає встановити взаємозв'язок між даними, що описується рівнянням, яке визначає значення залежного коефіцієнта по внеску кожної незалежної змінної. В формулі 1 наведено загальний вигляд лінійного рівняння:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n \quad (1)$$

де Y – залежна змінна, X_n – незалежні змінні, β_0 – коефіцієнт впливу змінної.

Математичні моделі допомагають розуміти динаміку перебігу цукрового діабету. Існують різноманітні моделі, що ґрунтуються на розподілі глюкози та інсуліну, що пояснюють їх взаємодію. Усі розроблені моделі працюють при певних умовах та припущеннях та є досить корисними для проведення досліджень. Всі вони мають обмеження в прогнозуванні рівня глюкози в крові в клінічній ситуації в реальному часі через потребу в постійній інформації, що оновлюється та таких параметрах, як навантаження глюкозою та доступність інсуліну. Вищезгадані показники можуть бути різними для різних пацієнтів.

Реалізація мобільного додатку «DiaHelper».

Спочатку було реалізовано авторизацію користувача у мобільному додатку «DiaHelper». Під час реєстрації користувача у системі необхідно заповнити незмінні поля, що ідентифікують пацієнта для лікаря-ендокринолога. Параметри, що вводяться при першому вході до системи: ім'я, прізвище, дата народження, стать, вага та тип програми моніторингу, що була визначена лікарем. В залежності від обраного типу лікування головне вікно містить різні поля для вводу даних. Реалізація створення персонального паролю, що відповідає імені користувача, розроблена за допомогою наступного алгоритму. Створений пароль програмно зашифровується та зберігається в пам'яті телефону. Під час входу зареєстрованого користувача до системи, надсилається запит про звіряння ключів. Якщо, введений користувачем пароль та розшифрований код, що зберігався в пам'яті, збігаються – пацієнту надається доступ до його щоденнику, якщо ні – доступ блокується пристроєм.

Наступним кроком було реалізовано вікно головного меню програми «DiaHelper». В цьому вікні містяться три основні блоки для введення даних: основні показники, хлібні одиниці, екстремальні показники, реалізація вікна представлена на рисунку 1 (а). Також в правому верхньому кутку міститься кнопка «Налаштування», натиснувши на яку користувач зможе отримати детальну інформацію стосовно свого виду моніторингу та змінити такі параметри, як вага та тип програми, якщо це є необхідним.

Параметри, що вносяться під час поганого самопочуття або через різке погіршення здоров'я було названо екстремальними показниками. Вони можуть бути внесені пацієнтом в блок головного меню мобільного додатку під назвою «Екстремальні показники». Користувачу надається можливість ввести рівень глюкози, ЧСС, артеріальний тиск та ХО, всі дані будуть надіслані на комп'ютер лікарю-ендокринологу окремим полем разом із датою заповнення відповідних параметрів. Реалізація вікна вводу екстремальних показників представлена на рисунку 1 (б).

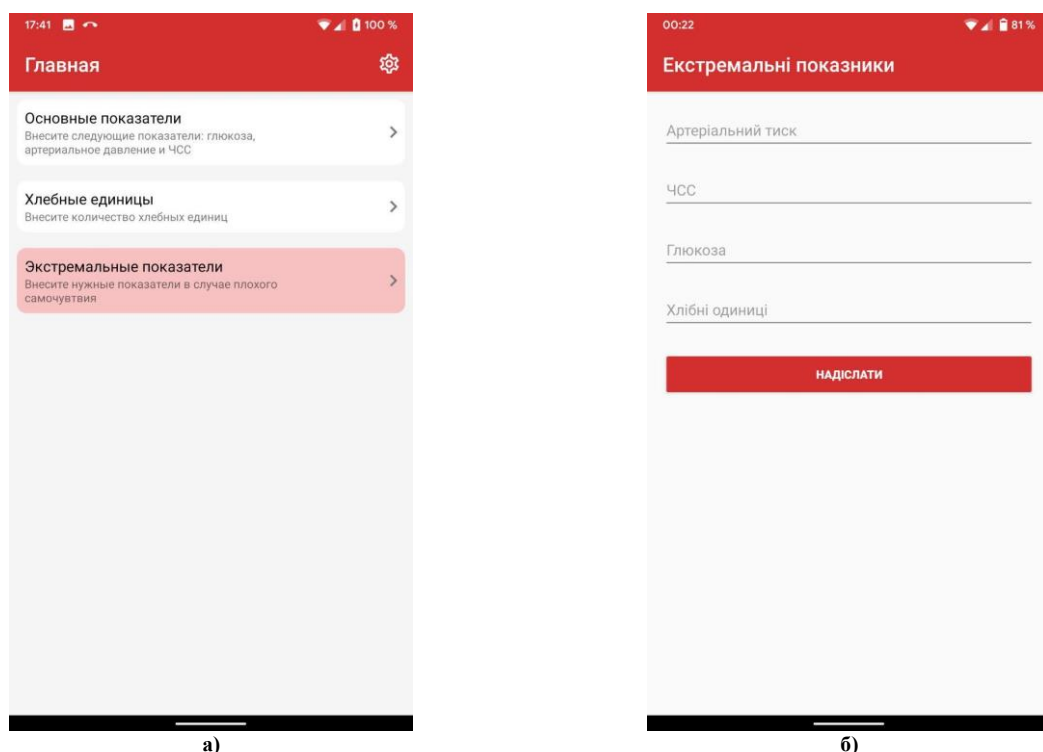


Рис. 1. а) вікно головного меню; б) вікно вводу екстремальних показників

Через різну частоту внесення параметрів їх було розділено на дві групи: основні показники та хлібні одиниці. До основних параметрів відносяться: рівень глюкози, ЧСС, артеріальний тиск. Реалізація вікон для введення даних пацієнтом залежно від типу показників представлена на рисунку 2.

Унікальним функціоналом програми можна вважати застосування математичної моделі для прогнозування настання гіперглікемії та зміни типу програми моніторингу. Дана функція реалізована в якості спливаючого блоку на головному меню. Він з'являється ввечері, після введення всіх основних показників та ХО протягом дня. Після підрахунків за формулами математичної регресії, програма зможе видати пораду, що буде інформативна не лише лікарю, а й пацієнту. Дані з цього блоку, разом з часом появи прогнозу, будуть передані лікарю окремим полем. Реалізацію вікна «Порада» разом із можливими варіантами прогнозування наведено на рисунку 3.

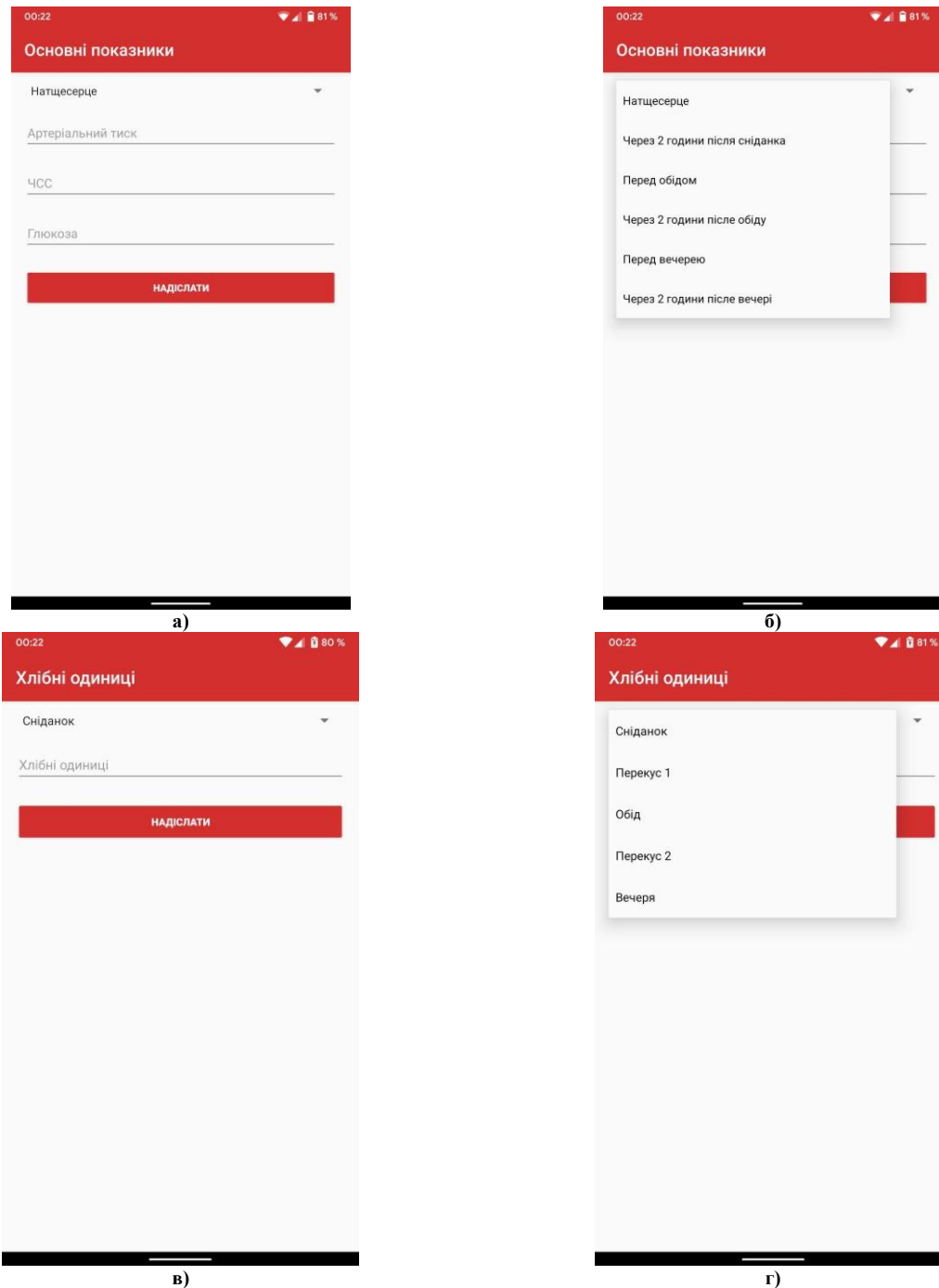


Рис. 2. Вікна вводу даних моніторингу в залежності від показників (а – основні показники; б – вибір проміжку часу для основних показників; в – ХО; г – вибір проміжку часу для ХО)

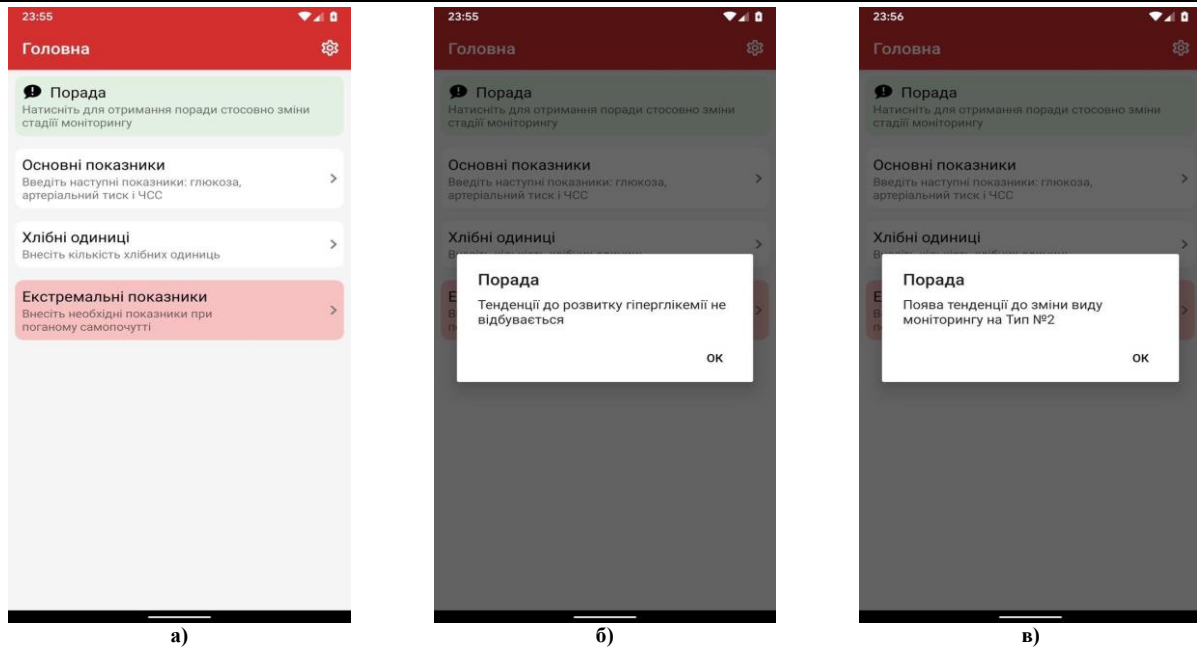


Рис. 3. Вікно з спливаючим блоком «Порада» (а – порада про відсутність зміни в моніторингу; б – порада про наявність зміни)

Увійшовши за допомогою пошти до Firebase, лікар зможе бачити дані, що були введені пацієнтом у структурованому варіанті. Дана реалізація є найбільш доцільною в даному випадку. Дані відображуються у деревовидному форматі. Першим параметром в такому разі для лікаря виступає вибір імені пацієнта. При натисканні на це поле йому надається інформація про пацієнта за основними полями, а саме: дата народження, логін користувача, тип програми, стать, вага та інші параметри. Реалізація загального вигляду онлайн бази наведена на рисунку 4.

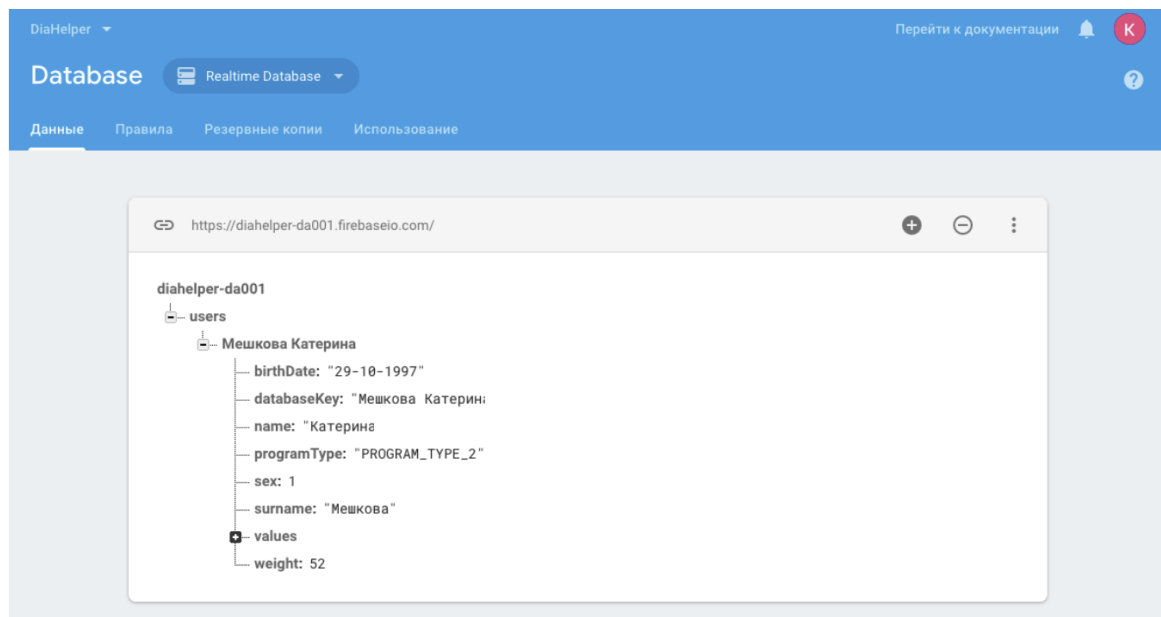


Рис. 4. Загальний вигляд онлайн бази

Висновки

Розроблений мобільний додаток «DiaHelper» виконує функцію щоденника самоконтролю для пацієнта та зможе передавати актуальні дані лікарю в режимі онлайн. Після вводу показників (наприкінці дня) пацієнту буде виводитися прогноз стосовно настання ризику гіперглікемії. Дана функція була реалізована за допомогою рівняння лінійної регресії, що розраховується всередині мобільного додатку.

Безкоштовна база даних в реальному часі – дуже гарна альтернатива серверу при створенні мобільних додатків в навчальних цілях. В ній містяться все необхідне для зберігання та передачі невеликої кількості параметрів.

Було розроблено спосіб передачі даних в режимі реального часу від користувача мобільним додатком до лікаря-ендокринолога. Дана онлайн база може не лише надавати актуальні значення лікарю, а й за допомогою системи callback сповіщати про введення даних пацієнтом. Реалізовану базу Firebase легко підлаштовувати під актуальні потреби лікаря.

Література

1. Амосова К.М. Внутрішня медицина : в 3 т. : [підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації] / К.М. Амосова. – Київ, 2008. – 1056 с.
2. Chomutare T. Features of mobile diabetes applications: review of the literature and analysis of current applications compared against evidence-based guidelines / T. Chomutare, L. Fernandez-Luque, E. Arsand, G. Hartvigsen // *Journal of Medical Internet Research*. – 2011. – Vol. 13. – Issue 3. – P. 65.
3. Free C. The Effectiveness of Mobile-Health Technologies to Improve Health Care Service Delivery Processes: A Systematic Review and Meta- Analysis / C. Free, G. Phillips, L. Watson, et al. // *PLoS Medicine*. – 2013. – Vol. 10. – Issue 1.
4. Костюкевич В.М. Основні поняття математичної статистики / В.М. Костюкевич, О.А. Шинкарук // *Статистичні методи опрацювання результатів досліджень*. – 2017.
5. Axelsson O., Carlström F. Evaluation Targeting React Native in Comparison to Native Mobile Development. 2016.
6. Mobile application usability: conceptualization and instrument development. *MIS Quarterly*. P. 51.
7. Pfalzer S. Hello, Android: Introducing Google's Mobile Development Platform. 2017.
8. Обзор моделей прогнозирования временных рядов: проба пера [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/180409/>.
9. Защепкіна Н.М. Ідентифікація особливостей вихрострумowego методу при реалізації алгоритмів комп'ютерного моделювання для управління характеристиками деталей обладнання для виробництва харчових продуктів / Н.М. Защепкіна, В.Г. Здоренко, В. Себко, О.М. Маркіна // *Архіви матеріалознавства та технічні питання*. – 2019. – № 1 (97). – DOI: 10.5604 / 01.3001.0013.7947.
10. Защепкіна Н.М. Визначення особливостей вихрострумowego методу при реалізації алгоритмів комп'ютерного моделювання для управління характеристиками деталей обладнання для виробництва харчових продуктів / Н.М. Защепкіна, В.Г. Здоренко, В.М. Себко, О.М. Маркіна // *Журнал досягнень у галузі матеріалів та виробничого машинобудування*. – 2019. – Вип. 97, Іс. 1. – ПП. 31–40.

References

1. Amosova K.M. Vnutrishnia medytsyna : v 3 t. : [pidruchnyk dlia studentiv vyshchykh medychnykh navchalnykh zakladiv III-IV rivniv akredytatsii] / K.M. Amosova. – Kyiv, 2008. – 1056 s.
2. Chomutare T. Features of mobile diabetes applications: review of the literature and analysis of current applications compared against evidence-based guidelines / T. Chomutare, L. Fernandez-Luque, E. Arsand, G. Hartvigsen // *Journal of Medical Internet Research*. – 2011. – Vol. 13. – Issue 3. – P. 65.
3. Free C. The Effectiveness of Mobile-Health Technologies to Improve Health Care Service Delivery Processes: A Systematic Review and Meta- Analysis / C. Free, G. Phillips, L. Watson, et al. // *PLoS Medicine*. – 2013. – Vol. 10. – Issue 1.
4. Kostiukevych V.M. Osnovni poniattia matematychnoi statystryky / V.M. Kostiukevych, O.A. Shynkaruk // *Statystrychni metody opratsiuvannia rezul'tatuv dosidzhen*. – 2017.
5. Axelsson O., Carlström F. Evaluation Targeting React Native in Comparison to Native Mobile Development. 2016.
6. Mobile application usability: conceptualization and instrument development. *MIS Quarterly*. R. 51.
7. Pfalzer S. Hello, Android: Introducing Googles Mobile Development Platform. 2017.
8. Obzor modelej prognozirovaniya vremennykh ryadov: proba pera [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://habr.com/ru/post/180409/>.
9. Zashchepkina N.M. Identyfikatsiia osoblyvostei vykhrostrumovoho metodu pry realizatsii alhorytmiv kompiuternoho modeliuвання dlia upravlinnia kharakterystykamy detalei obladnannia dlia vyrobnytstva kharchovykh produktiv / N.M. Zashchepkina, V.H. Zdorenko, V. Sebko, O.M. Markina // *Arkhivy materialoznavstva ta tekhnichni pytannia*. – 2019. – № 1 (97). – DOI: 10.5604 / 01.3001.0013.7947.
10. Zashchepkina N.M. Vyznachennia osoblyvostei vykhrostrumovoho metodu pry realizatsii alhorytmiv kompiuternoho modeliuвання dlia upravlinnia kharakterystykamy detalei obladnannia dlia vyrobnytstva kharchovykh produktiv / N.M. Zashchepkina, V.H. Zdorenko, V.M. Sebko, O.M. Markina // *Zhurnal dosiahnen u haluzi materialiv ta vyrobnychoho mashynobuduvannia*. – 2019. – Vyp. 97, Is. 1. – PP. 31–40.

Рецензія/Peer review : 12.09.2020 р.

Надрукована/Printed : 02.11.2020 р.