

В.Л. Левківський, аспірант, ст. викладач  
Державний університет «Житомирська політехніка»

## Функціональні алгоритми роботи віддаленої системи діагностування стану пацієнтів

(Представлено: к.т.н., доц., Лобанчикова Н.М.)

*Розвиток науки та техніки призвів до диджиталізації суспільства та всіх сфер діяльності людства. Події сьогодення вимагають все нових рішень у сфері диджиталізації суспільства. особливе місце займає надання медичних послуг. Пандемія, війна вимагають пошуку нових інформаційних технологій для отримання якісної медичної допомоги. Особливо актуальним є розвиток віддаленого діагностування стану пацієнтів для надання консультативної допомоги з покращення стану здоров'я, мінімізації часу на отримання кваліфікованої допомоги та підвищення якісних показників надання медичних послуг. У роботі проведено аналіз предметної області та існуючих рішень. Реалізовано проектування алгоритмів роботи віддаленої системи діагностування стану пацієнтів за допомогою UML-діаграм. Наведено сценарії роботи основних ролей програмного продукту. Наведено можливі варіанти опитових аркушів. Основна роль і акцент у розробці функціональних можливостей належить віддаленому консультуванню пацієнтів. Якщо є необхідність відвідування медзакладу – описано алгоритм прийому пацієнта. Результатом роботи є моделювання віддаленої системи діагностування стану пацієнтів та розробки функціональних алгоритмів її роботи.*

**Ключові слова:** алгоритм; лікар; пацієнт; медична інформаційна система; МІС; діагностування стану пацієнтів; рекомендаційна система.

**Актуальність теми.** Останнім часом наша країна проходить низку випробувань. Кілька років боротьби з пандемією далі змінилися війною. І пандемія, і війна впливають на всі сфери нашого життя. А якщо ще і захворіти, чи мати хронічне захворювання, то відразу виникає проблема в отриманні кваліфікованої медичної допомоги. Згадати тільки перший час початку пандемії, коли всі були ізольовані. Потрапити у медичний заклад було проблемно. В таких ситуаціях люди починають відчувати брак використання інформаційних технологій у медичній сфері. Але це і дає поштовх до розвитку в цьому напрямі.

Використання сучасних інформаційних технологій в медицині дає можливість отримувати кваліфіковану допомогу, менше наражаючи на небезпеку лікарів та пацієнтів чи то під час пандемії, чи війни. Програмних засобів, які дозволяють централізовано зберігати медичну інформацію, використовувати та обробляти її на сьогодні є мало, і не всі вони є ефективними.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спирається автор.** Проаналізуємо декілька вітчизняних та закордонних додатків, що містять подібний функціонал до тематики нашого дослідження, для роботи з пацієнтами в медичних закладах. Розпочнемо з однієї з американських систем - системи штату Техас – UtHealth[1]. Американська система за своїм основним функціоналом є подібною до індійської, однак реалізація система набагато якісніша. В цій системі пацієнт може зручно записатися на прийом до лікаря. Перевагою даної системи, порівняно з індійською, – кращий дизайн та можливість більш детально обирати необхідного лікаря. Система дозволяє проаналізувати розклад лікарів, обрати зручний час для запису пацієнта та переглянути розклад прийомів лікарів. Зареєструватися на прийом можна без реєстрації в системі – після реєстрації дані направляються в потрібну лікарню для обробки. Для пацієнта процес реєстрації простіший, однак для медичних працівників додається функція підтвердження прийому. Після реєстрації користувач зможе роздрукувати форму, або ж додати запис в календар, що буде нагадувати про дату походу до лікаря.

Проведемо аналіз функціональності системи електронної медицини в Індії – з веб-ресурсом «Online registration system» [2]. Система дозволяє зареєструватися до потрібної лікарні та оплатити прийом. Під час реєстрації можна обрати потрібний штат, лікарню. Для ідентифікації користувача, використовуються спеціальні ідентифікатори, що вводяться під час реєстрації до лікарні, або ж номер мобільного телефону. Також користувач має можливість відмінити зустріч. Для відміни зустрічі використовується досить довгий процес, що не є зручно.

Якщо проаналізувати стан інформатизації медичної системи Чеської Республіки, то вона також розвивається. В цілому цим займаються медичні страхові компанії, яких в країні є досить багато. Більшість медичних страхових компаній у Чеській Республіці вже дозволяє своїм страхувальникам переглядати свої медичні записи. Загальна медична страхова компанія (Všeobecná zdravotní pojistovna – VZP) пропонує ці

послуги в межах порталу «Moje VZP» [3], медична страхова компанія Міністерства внутрішніх справ Чеської Республіки (Zdravotní pojistovna Ministerstva vnitra CR) в Elektronické komunikaci a Kartě života (електронний зв'язок та карта життя) [4], спеціалізована медична страхова компанія (Oborova zdravotní pojistovna – OZP) через VITAKARTA [5].

Кожна застрахована особа отримує дані для входу від своєї страхової компанії, за допомогою яких вона може увійти на портал медичного страхування та таким чином керувати своїм профілем здоров'я. Портал надає можливість запису до лікаря. Тут можна побачити інформацію, пов'язану з охороною здоров'я, зокрема суму коштів, використаних лікарем. Дізнатися, наприклад, скільки медична страхова компанія заплатила за стоматологічний огляд, забір крові та аналіз у лабораторії або за призначені ліки. Клієнт отримує вичерпний огляд візитів до лікаря та інших медичних закладів, можна перевірити кількість та вид наданої медичної допомоги та, у разі розбіжностей, повідомити про проблему безпосередньо в вашу медичну страхову компанію, яка перевірить ситуацію.

Нідерландська платформа «Vlaams patientenplatform» [6] орієнтована на роботу з пацієнтами. Система надає можливість зберігати та працювати з такими даними, як діагнози, історія хвороби, щеплення, графік прийому ліків, алергії, результати медичних обстежень тощо. Платформа орієнтована на покращення якості життя людей із хронічними захворюваннями.

Наступною проаналізуємо українську систему Medcard24 [7]. MedCard24 дозволяє як і зареєструватися на прийом до лікаря, так і вести електронну медичну карту. Користувач має можливість шукати необхідну клініку та обирати лікаря цієї клініки. Такий функціонал дозволяє зручно здійснювати пошуки лікаря. Картка пацієнта в системі розділена на групи записів – це дозволяє краще орієнтуватися і фільтрувати записи в картці.

У [8] представлено розробку інформаційної системи для віддаленого діагностування стану пацієнтів. Описано основні концептуальні положення, модулі для програмної реалізації, структуру бази даних системи, особливості реалізації базового функціоналу інформаційної системи. Панасюк О.І [9] та інші описують особливості розробки медичної інформаційної системи для медичних закладів первинної ланки. Автори будують систему, використовуючи клієнт-серверну архітектуру. Приділяють увагу тому, щоб їх продукт був досить простим і зрозумілим у використанні. Але продукт охоплює вузьку сферу – лише заклади первинної ланки. Авторами роботи [10] спроектовано та реалізовано систему автоматизованого контролю цукрового діабету. Використані математичні моделі для розрахунку балансу «глюкоза-інсулін». Запропонований додаток значною мірою може покращити рівень життя людей з цим захворюванням.

У результаті було проаналізовано функції медичних інформаційних систем України та світу. Деякі системи є «вузьконаправленими». Деякі закордонні системи пішли в розвитку вперед. В українських системах бракує можливості віддаленого діагностування стану пацієнта.

**Метою статті** є представлення дослідження щодо моделювання віддаленої системи діагностування стану пацієнтів та розробки функціональних алгоритмів її роботи.

**Викладення основного матеріалу.** Основні дійові ролі віддаленої системи діагностування стану пацієнтів – це пацієнт та лікар. У кожній системі важливо ефективно побудувати алгоритм роботи. Розглянемо основні алгоритми системи, які реалізують взаємодію лікаря з пацієнтом.

Від того, наскільки лікар буде володіти інформацією про проблему, залежить швидкість та якість встановлення діагнозу. Тому вважаємо, що реалізація можливості внесення даних про самопочуття пацієнта при зверненні до лікаря є ефективним кроком до покращення якості надання медичних послуг. У медичній інформаційній системі рекомендується створення опитового аркушу, який пацієнт може заповнити при виникненні проблем зі здоров'ям. Опитовий аркуш має мати основну інформацію про пацієнта, таку як прізвище, ім'я, дата народження, стать. Залежно від спеціалізації лікаря до аркушу будуть внесені питання відповідного напрямлення. Якщо звернення до лікаря загальної практики, то це такі показники, як:

- температура тіла;
- кров'яний тиск;
- скарги, симптоми;
- тривалість симптомів;
- зміна симптомів від початку хвороби;
- періодичність проявів (в який час доби і за яких обставин симптоми посилюються);
- прийом ліків та ін.

Опитовий аркуш являє собою множину параметрів, що використовуються для оцінки поточного стану пацієнта та контролю за перебігом хвороби. Він може бути адаптований під медичний заклад, спеціалізацію лікаря. Якщо пацієнт потребує звернення до лікаря вузької спеціалізації, наприклад, лікаря-ендокринолога, який спеціалізується з питань патологій ендокринної системи, то опитовий аркуш має бути адаптований під спеціалізацію цього лікаря, тобто містити певний набір параметрів, які допоможуть в оцінці стану пацієнта. Для пацієнта це будуть певні питання, на які він повинен дати правдиві відповіді.

Саме він призначить лікування і буде спостерігати за пацієнтами з цукровим діабетом. Опитовий аркуш пацієнтами з цукровим діабетом буде містити такі параметри:

- скарги, симптоми;
- останнє довгострокове значення рівня глюкози в крові (HbA1c);
- загострення / поява вторинних захворювань, пов'язаних з діабетом;
- паління, вживання алкоголю;
- зміна ваги / поточна вага;
- поточний прийом препаратів для зниження рівня цукру у крові;
- потреба у ліках.

Під час первинної консультації кожен лікар аналізує всі скарги пацієнта. За необхідності лікар призначає додаткові методи діагностики. Часто буває так, що, маючи історію хвороби пацієнта в електронній медичній картці і отримавши звернення у вигляді заповненого опитового аркуша, лікар може встановити діагноз і надати рекомендації без візиту до нього. А, за необхідності, спланує подальший прийом пацієнта.

На рисунку 1 представлено алгоритм роботи блоку опису самопочуття пацієнта – опитовий аркуш, з подальшим занесенням даних в електронну медичну картку.



Рис. 1. Алгоритм роботи блоку опису самопочуття пацієнта (опитовий аркуш)

Цей алгоритм належить до роботи пацієнта в системі. В будь-який час пацієнт може залишити свій запис про своє самопочуття. Для того, щоб пацієнт краще орієнтувався і міг описати свій стан, створено можливість обрати початкові симптоми його скарги в додатку і на основі цих симптомів поставити пацієнту уточнюючі запитання.

Відповідно до обраних симптомів система відобразить запитання, що дозволять пацієнту краще описати свій стан, що надалі зможе проаналізувати лікар. Система додавання записів про самопочуття не залежить від реєстрації на похід до лікаря. Це реалізовано спеціально для тих пацієнтів, хвороба яких змушує вести облік свого самопочуття та показників стану здоров'я для отримання подальших рекомендацій лікаря.

На рисунку 2 зображено алгоритм віддаленого прийому лікаря - надання рекомендацій за результатами аналізу опитового аркуша. Такий алгоритм зображує роботу лікаря поза прийомом. Лікар у своєму кабінеті отримує звернення пацієнтів, які, заповнивши опитовий аркуш, потребують консультації.

Переглянувши коротку інформацію про попередні скарги та стан пацієнта, проаналізувавши інформацію в опитовому аркуші, лікар визначає, чи можливо встановити діагноз та надати рекомендації по лікуванню і, за необхідності, виписати рецепт або відкоригувати прийом ліків. Якщо так, то дані вносяться до медичної картки, і пацієнт отримує рекомендації по лікуванню віддалено і не потребує візиту до медичного закладу. Якщо діагноз встановити неможливо або пацієнта потрібно оглянути, то лікар

запише пацієнта на прийом, а за необхідності надасть направлення на додаткові обстеження для уточнення стану пацієнта.

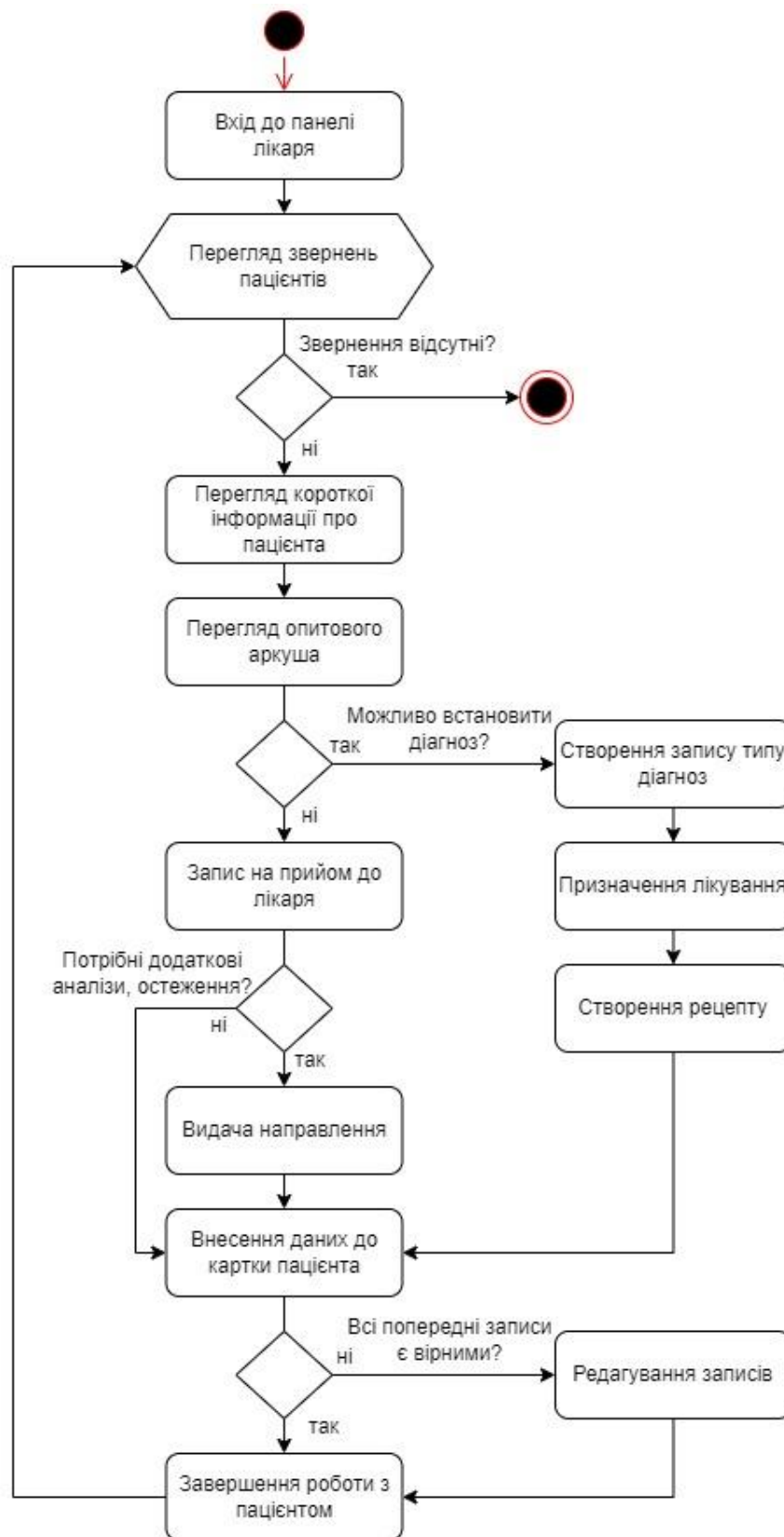


Рис. 2. Алгоритм віддаленого прийому лікаря – надання рекомендацій за аналізом опитового аркуша

На рисунку 3 показано алгоритм реєстрації пацієнта на прийом до лікаря. Робота алгоритму розпочинається з входу в систему. Користувач потрапляє до панелі реєстрації на прийом. У цій панелі він може знайти необхідну амбулаторію, обрати спеціалізацію лікаря та обрати лікаря.

Система контролює графік лікарів і під час реєстрації на прийом до лікаря пацієнт може бачити графік лікаря на наступні три дні. Якщо в графіку є вільні місця, то пацієнт може назначити на вільний час прийом. На кожного пацієнта розраховано 30 хвилин робочого часу лікаря. Якщо ж лікар не має вільного часу, то пацієнт може повернутися до попереднього етапу і обрати іншого лікаря.

Незалежно від реєстрації пацієнт має можливість описати своє самопочуття, скарги та додати до електронної карти пацієнта.

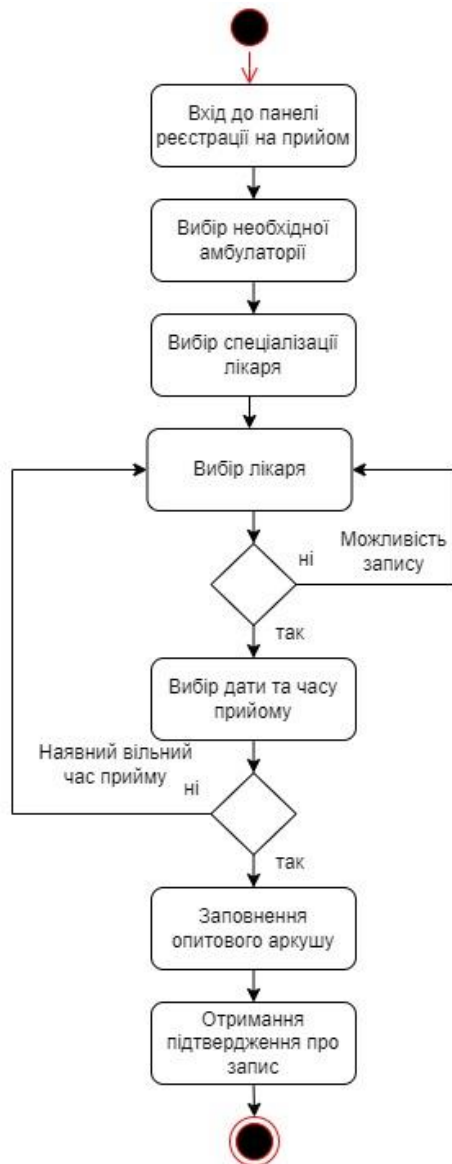


Рис. 3. Алгоритм реєстрації пацієнта на прийом до лікаря



Рис. 4. Алгоритм прийому лікаря

На рисунку 4 показано алгоритм роботи лікаря. Алгоритм розпочинається з входу до робочої панелі. Лікар обирає пацієнта відповідно до розкладу і може переглянути коротку інформацію про пацієнта, перейти до електронної карти пацієнта, переглянути попередні записи, діагнози. Далі можна зробити аналіз опитового аркуша та зробити попередні професійні висновки. Після обстеження та встановлення діагнозу лікар вносить дані до електронної карти пацієнта та створює рецепт. Якщо діагноз встановити не вдалося, то за необхідності, лікар може дати направлення на додаткові обстеження або дослідження. Під час завершення прийому є можливість перевірити внесені записи, якщо десь є помилки, то виправити їх і завершити прийом пацієнта. Далі лікар може розпочати прийом нового пацієнта і провести аналогічні дії уже з наступним пацієнтом. Алгоритм роботи циклічний і залежить від кількості пацієнтів на день до лікаря.

Алгоритм побудований таким чином, щоб лікар міг працювати лише з пацієнтами, які зареєструвалися на вказаний день. Кожного дня лікар зможе бачити список пацієнтів на день і з ними працювати. Це реалізовано для зручності роботи лікаря.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Медичні інформаційні системи в Україні лише набирають оберти у своєму розвитку. Програмні рішення існують, але не задовольняють потреб кожної сфери медичної галузі та не є досконалими.

У цій роботі пропонується одне з рішень щодо моделювання віддаленої системи діагностування стану пацієнтів та розробки функціональних алгоритмів її роботи. Перед початком розробки функціоналу системи було проаналізовано можливості основних ролей у системі, описано можливі дії в системі для кожної ролі. Розробку системи розпочали з проектування основних компонентів системи та реалізації основних алгоритмів.

Особливістю алгоритмів цієї системи є забезпечення саме можливості віддаленої консультації та отримання рекомендацій для лікування. Було продемонстровано опитові аркуші лікаря терапевта та ендокринолога. Більшу увагу звернено на пацієнтів з цукровим діабетом.

Напрямами подальших досліджень є створення спеціалізованих опитових аркушів для прийому спеціалістами. Ці опитові аркуші мають бути адаптовані під специфіку спеціаліста та допомогти в оцінці стану пацієнта віддалено.

Ще одним напрямом дослідження може бути використання телемедицини для консультації та оцінки стану пацієнта. Це проміжний / допоміжний етап між заповненням опитового аркуша та безпосереднім прийомом у лікаря. Доволі актуальним це питання є для пацієнтів, що мають вади рухового апарату, проживають у віддалених населених пунктах, мають «особливий» стан. Розвиток сучасних інформаційних технологій створює передумови широкого використання засобів та технологій телемедицини у сучасному цифровому суспільстві. Враховуючи практику використання віддаленого діагностування стану пацієнта з використанням телемедицини для консультації вузькоспеціалізованими лікарями створено передумови їх широкого використання у медицині.

Наступним напрямом подальших досліджень є оптимізація прийняття рішень лікарем, використання інтелектуальних систем аналізу даних для оцінки поточного стану пацієнтів та прогнозування розвитку хронічних захворювань. Створення таких модулів для існуючих медичних інформаційних систем дозволить проводити аналіз показників стану пацієнта та оптимізує процес прийняття рішень лікарем. Важливою під час створення такого роду систем є тісна співпраця з лікарями, які практикують для навчання інтелектуальної системи та створення спеціалізованих опитових аркушів.

#### Список використаної літератури:

1. UtHealth. – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://uthealtheastexas.com>.
2. Online registration system. – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://ors.gov.in>
3. Portal «Моје VZP». – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.vzp.cz/e-vzp/moje-vzp>
4. Elektronické komunikaci a Kartě života. – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://eforms.zpmvcr.cz/eforms/ekomunikace?cmp=38FAFF>
5. VITAKARTA. – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.ozp.cz/elektronicka-komunikace/informace/vitakarta-online-informace>
6. Vlaams patientenplatform. – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://vlaampatientenplatform.be/nl>
7. Medcard24. – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://medcard24.net/>
8. Левківський В.Л. Концептуальні положення та технології побудови інформаційної системи віддаленого діагностування стану пацієнтів / В.Л. Левківський // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського Серія: Технічні науки. – Том 31 (70). – № 6. – 2020. – Ч. 1. – С. 105–112. DOI: 10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-1/18
9. Панасюк О.І. Розробка медичної інформаційної системи для медичних закладів первинної ланки / О.І. Панасюк, В.Л. Плескач, В.В. Стаценко, В.А. Хомазюк // Технології та інжиніринг. – 2021. – С. 10–16. DOI:10.30857/2786-5371.2021.6.1

10. Levkivskiy V. The System of Automated Diabetes Control / V.Levkivskiy, G.Marchuk, O.Kuzmenko, A.Levchenko // Proceedings of the 5th Workshop for Young Scientists in Computer Science and Software Engineering – CS&SE@SW. SciTePress. – 2023. – pp. 41–49. DOI: 10.5220/0012009500003561

**References:**

1. UtHealth (2023), [Online], available at: <https://uthealtheasttexas.com>.
2. Online registration system (2023), [Online], available at: <https://ors.gov.in>
3. Portal «Moje VZP» (2023), [Online], available at: <https://www.vzp.cz/e-vzp/moje-vzp>
4. Elektronické komunikaci a Kartě života, (2023), [Online], available at: <https://eforms.zpmvcr.cz/eforms/ekomunikace?cmp=38FAFF>
5. VITAKARTA, (2023), [Online], available at: <https://www.ozp.cz/elektronicka-komunikace/informace/vitakarta-online-informace>
6. Vlaams patientenplatform, (2023), [Online], available at: <https://vlaampatientenplatform.be/nl>
7. Medcard24, (2023), [Online], available at: <https://medcard24.net/>
8. Levkivskiy, V.L. (2020). «Kontseptualni polozhennia ta tekhnolohii pobudovy informatsiinoi systemy viddalenooho diahnostuvannia stanu patsientiv», *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V.I. Vernadskoho Seriia: Tekhnichni nauky*, Vol. 31 (70), No 6, Part 1, pp. 105–112, doi: 10.32838/TNU-2663-5941/2020.6-1/18 [in Ukr.]
9. Panasiuk, O.I., Pleskach, V.L., Statsenko, V.V. & Khomaziuk, V.A. (2021), «Rozrobka medychnoi informatsiinoi systemy dlia medychnykh zakladiv pervynnoi lanky», *Tekhnolohii ta inzhynirynh*, pp. 10–16, doi:10.30857/2786-5371.2021.6.1[in Ukr.]
10. Levkivskiy, V., Marchuk, G., Kuzmenko, O. & Levchenko, A. (2023), «The System of Automated Diabetes Control», *Proceedings of the 5th Workshop for Young Scientists in Computer Science and Software Engineering – CS&SE@SW*, SciTePress, pp. 41–49, doi: 10.5220/0012009500003561

**Левківський Віталій Леонідович** – аспірант, старший викладач кафедри комп'ютерних наук, Державний університет «Житомирська політехніка».

<https://orcid.org/0000-0002-1643-0895>

Наукові інтереси:

– аналіз даних;

– розробка програмних продуктів спеціального призначення.

**Levkivskiy V.L.**

**Functional algorithms of the remote system for diagnosing patients' condition**

The development of science and technology has led to the digitalization of society and all spheres of human activity. Today's events require new solutions in the field of digitalization of society. a special place is occupied by the providing of medical services. Pandemics and war require the search for new information technologies to provide quality medical care. The development of remote diagnostics of patients' condition is especially relevant for providing advice on improving health, minimizing the time to receive qualified care and improving the quality of medical services. The work analyzes the subject area and existing solutions. The design of algorithms for a remote system for diagnosing the condition of patients using UML diagrams is implemented. The scenarios of the main roles of the software product are presented. Possible variants of questionnaires are presented. The main role and emphasis in the development of functionality was given to remote patient counseling. If there is a need to visit a medical facility, the algorithm for patient admission is described. The result of the work is the modeling of a remote system for diagnosing patients' condition and the development of functional algorithms for its operation.

**Keywords:** algorithm; doctor; patient; medical information system; MIS; diagnosing the condition patients; recommender system.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2023.