

<sup>1</sup>Ніжинська-Астапенко Зоріна  
<sup>1</sup>Власенко Марина  
<sup>1</sup>Чайковська Ольга  
<sup>2</sup>Павлов Володимир  
<sup>2</sup>Шевчук Катерина

## ІНФОРМАЦІЙНА МЕДИЧНА ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВАЖКОСТІ ДІАБЕТИЧНОГО КЕТОАЦИДОЗУ НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ ГАЗІВ КРОВІ

<sup>1</sup>Вінницький національний медичний університет ім. М.Пирогова

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

***Анотація.** Проаналізовано основні напрями застосування математичних методів в медичній діагностиці, оцінити їх недоліки, сформулювати принципи діагностики на нечіткій логіці. Розроблено математичні моделі і алгоритми, що формалізують процес прийняття діагностичних рішень на базі нечіткої логіки при кількісних і якісних параметрах стану хворого; розроблено математичні моделі функцій приналежності, формалізуючих представлення кількісних і якісних параметрів стану хворого у вигляді нечітких множин, використовуваних в моделях і алгоритмах діагностики та знаходження діагнозу при діабетичному кетоацидозу. Метою дослідження є реалізація автоматизованої експертної системи для вирішення задач медичної діагностики на базі нечіткої логіки при Diabetic Ketoacidosis.*

***Ключові слова:** інформаційна експертна система, контроль, метод нечітких множин, сенсори, медична діагностика, діабетичний кето ацидоз.*

### ВСТУП

Діабет - одна з найбільш швидко зростаючих в масштабі проблем охорони здоров'я в ХХІ столітті. Число дорослих, що живуть з діабетом, зросла в три рази за останні 20 років. За даними дев'ятого випуску атласу цукрового діабету IDF (The International Diabetes Federation) на 2019 рік кількість хворих ЦД серед дорослого населення в середньому у світі складає 9,3 % (від 6 до 11 % у різних регіонах). В абсолютних цифрах це приблизно 463 мільйонів осіб, з них більше 1,1 мільйона ЦД 1 типу в дітей [11].

Діабетичний кетоацидоз (ДКА) – гостра декомпенсація ЦД, внаслідок поганого контролю глікемії, що характеризується різким підвищенням рівня глюкози та кетонових тіл в крові, появою кетонових тіл в сечі та метаболічним ацидозом, яка може призвести до смерті внаслідок набряку мозку [1, 2]. Гостре ускладнення ЦД несе велике фінансове навантаження, як на систему охорони здоров'я, так і на пацієнта. За даними [3] сума витрат становить загалом 26566 USD на одного пацієнта за період госпіталізації для США. Основним стандартизованим підходом стратифікації хворих по ступеню важкості ДКА є оцінка і розділення відповідно до рівня рН крові (для артеріальної крові ДКА I 7.21 - 7.34, ДКА II 7.10 - 7.20, ДКА III <7.1) [4,5]. Додатковими критеріями оцінки важкості в деяких країнах виступають рівень бікарбонатів крові та бета-оксибутирату.

До недавнього часу при збільшенні частоти госпіталізацій з приводу ДКА, коефіцієнт летальності в останні роки знизився (Benoit SR, Zhang Y, Geiss LS, Gregg EW, Albright A., 2018). Проте з появою коронавірусної хвороби 2019 (COVID-19) було зафіксовано значний приріст смертності у різних вікових групах у порівнянні з пацієнтами з ДКА, але без COVID-19 (Pasquel FJ, Messler J, Booth R, et al., 2021).

Підходи до лікування поступово еволюціонували, що дало змогу значно зменшити смертність внаслідок діабетичного кетоацидозу у різних регіонах світу у доковідний період, а показник смертності в більшості країн вдалось знизити до позначки менше 1 % [6, 7].

Основні підходи до лікування ДКА прописані в рекомендаціях ADA 2019 та ISPAD 2018 [8, 9, 10]. Але залишається актуальним їх перегляд та доповнення з метою покращення ефективності лікування на основі отриманого нового досвіду.

**Метод.** Для вирішення задач медичної діагностики найбільше поширення набули математичні методи, засновані на байєсовському підході, теорії планування експерименту, розпізнаванні образів і логічному програмуванні. Основні труднощі застосування цих методів при створенні і практичному використуванні автоматизованих систем медичної діагностики пов'язані з необхідністю збору великих масивів експериментальної інформації, складністю її статистичної обробки і інтерпретації в термінах прийняття рішення про конкретний діагноз [1]. Крім того, відомі методи не дозволяють описувати причинно-наслідкові зв'язки між параметрами стану пацієнта і його діагнозом при оцінюванні стадії важкості при Diabetic Ketoacidosis (Діабетичний кетоацидоз) на природній мові, моделюючи логіку міркувань лікаря-діагноста із залученням нечислової (нечіткої) інформації про такі параметри як рН, парціальний тиск вуглекислого газу  $p\text{CO}_2$ , загальний вміст вуглекислого газу крові-  $t\text{CO}_2$  та парціальний тиск кисню -  $p\text{O}_2$ .

**Висновок.** В даній роботі пропонуємо розширити спектр показників для діагностики ДКА, включивши як додаткові критерії – рівні газів артеріальної крові, такі як парціальний тиск вуглекислого газу -  $p\text{CO}_2$ , загальний вміст вуглекислого газу крові- $t\text{CO}_2$  та парціальний тиск кисню -  $p\text{O}_2$  і використати моделювання на основі теорії нечітких множин для створення автоматизованої експертної системи для визначення ступеня важкості ДКА. Наводяться результати щодо подальшого розвитку методу на основі нечітких множин і автоматизованої експертної системи для вирішення задач медичної діагностики на базі нечіткої логіки. Цей метод є взаємозв'язаною сукупністю математичних моделей, алгоритмів і програмного забезпечення для знаходження діагнозу при Diabetic Ketoacidosis хворого при заданих значеннях параметрів його стану.

### Література

1. Khan, Vinshi, et al. "Incidence, Predictors and Outcomes of Cerebral Edema Among Patients With Diabetic Ketoacidosis (DKA) From Nationwide Inpatient Sample (NIS) 2002-2015: 2725." *American Journal of Gastroenterology* 113 (2018): S1519.
2. Rotshtein A. Design and Tuning of Fussy IF – THEN Vuly for Medical Didicol Diagnosis. In *Fuzzy and Neuro-Fuzzy Systems in Medicine* (Eds: N. Teodorescu, A. Kandel, I. Lain.). – USA. CRC-Press, 1998, pp. 235–295.
3. Valentina K. Serkova, Sergey V. Pavlov, Valentina A. Romanava, et al. Medical expert system for assessment of coronary heart disease destabilization based on the analysis of the level of soluble vascular adhesion molecules // *Proc. SPIE 10445, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017*, 104453O; doi: 10.1117/12.2280984.

**Ніжинська-Астапенко Зоріна, к.м.н., доцент**, Вінницький національний медичний університет ім. М.Пирогова, e-mail: [zorinanezinska@gmail.com](mailto:zorinanezinska@gmail.com).

**Власенко Марина, д.м.н., професор**, Вінницький національний медичний університет ім. М.Пирогова, e-mail: [vlasenkoendocrin@gmail.com](mailto:vlasenkoendocrin@gmail.com),

**Чайковська Ольга**, магістр, асистент, Вінницький національний медичний університет ім. М.Пирогова E-mail: [chaikovska.olga@vntmu.edu.ua](mailto:chaikovska.olga@vntmu.edu.ua)

**Павлов Володимир**, аспірант, кафедра лазерної та оптоелектронної техніки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [machinehead6926@gmail.com](mailto:machinehead6926@gmail.com),

**Шевчук Катерина**, студентка, кафедра біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [katenka.shevchuk@gmail.com](mailto:katenka.shevchuk@gmail.com)

## MEDICAL EXPERT INFORMATION SYSTEM FOR EVALUATION OF THE SEVERE OF DIABETIC KETOACIDOSIS ON THE BASIS OF BLOOD GAS INDICATORS

**Abstract.** Analyzed the main directly storing mathematical methods in medical diagnostics, assessment of shortcomings, formulate the principle of diagnostics on unclear logic. The mathematical models and algorithms have been broken down to formalize the process of accepting diagnostics solutions on the basis of unclear logic in case of certain and certain parameters I will become ill; The mathematical models of the functions of belonging have been broken down,

*formalizing the presentation of certain and certain parameters in the sickness of the unclear multitudes, which are victorious in models and algorithms for diagnostics and for diagnosing diagnoses. Methods of advancing the implementation of an automated expert system for the translation of medical diagnostics tasks on the basis of unclear logic in Diabetic Ketoacidosis.*

**Keywords:** *information expert system, control, method of unclear multipliers, sensori, medical diagnostics, diabetic ketoacidosis*

**Nizhynska-Astapenko Zorina**, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Medical University named after M. Pirogova, *e-mail: zorinanezinska@gmail.com*.

**Vlasenko Maryna**, MD, Professor, Vinnytsia National Medical University. M. Pirogov, *e-mail: vlasenkoendocrin@gmail.com*,

**Tchaikovsky Olga**, master, assistant, Vinnytsia National Medical University. M. Pirogova *E-mail: chaikovska.olga@vnmu.edu.ua*

**Pavlov Volodymyr**, Master, Postgraduate Student, Department of Laser and Optoelectronic Engineering, Vinnytsia National Technical University, *e-mail: machinehead6926@gmail.com*,

**Shevchuk Kateryna**, student, Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, *e-mail: katenka.shevchuk@gmail.com*