Конференція молодих учених «Підстригачівські читання – 2026», 27–29 травня 2026 р., Львів

УДК 531.768

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗА ПОКАЗНИКАМИ ГЛЮКОЗИ ТА ЛАКТАТУ

Микола Шевцов

Львівський національний університет імені Івана Франка, mykola.shevtsov@lnu.edu.ua

Фізичні та психологічні навантаження військовослужбовців часто зумовлюють розвиток станів, які потребують оперативного медичного втручання. Своєчасне виявлення фізіологічних відхилень в осіб, що перебувають у польових умовах потребує якомога інформативних даних стан життєдіяльності людини. Концентрації глюкози та лактату в крові є інформативними біомаркерами енергетичного метаболізму, рівня стресу та фізичної втоми, що дозволяє об'єктивно оцінити функціональний стан організму. Розвиток носимих біосенсорних технологій уможливлює створення компактних систем неінвазивного або мінімально інвазивного моніторингу зазначених показників у режимі реального часу.

Запропоновано розробку апаратно-програмного комплексу для автоматизованого моніторингу рівня глюкози та лактату у військовослужбовців з можливістю бездротової передачі даних на пункт медичного контролю та формуванням системи попереджень про критичні стани.

Для реалізації системи контролю біомедичних параметрів проаналізовано можливі зміни показників глюкози та лактату для можливих критичних станів організму. Концентрація глюкози в капілярній крові в нормі становить 3,9–6,1 ммоль/л. Зниження рівня глюкози (гіпоглікемія) спричиняє погіршення когнітивних функцій, зниження координації рухів та ризик втрати свідомості, що в умовах бойового завдання є критичним. Лактат є індикатором інтенсивності фізичних навантажень і гіпоксичних станів. Концентрація лактату у стані спокою становить 0,5–2,2 ммоль/л; зростання цього показника понад 4 ммоль/л свідчить про значне фізичне навантаження або порушення тканинного дихання, що є важливим для діагностики шокових станів.

Робота системи побудована за принципом неперервного зчитування та порогового аналізу даних. Біосенсор, інтегрований у носимий модуль, вимірює концентрації глюкози та лактату й передає отримані значення на мікроконтролер. Мікроконтролер, у свою чергу, порівнює виміряні значення

із заздалегідь заданими критичними порогами, які зберігаються у його пам'яті. У разі, коли поточне значення хоча б одного з показників виходить за межі допустимого діапазону, мікроконтролер формує та надсилає повідомлення про критичний стан військовослужбовця на пункт медичного реагування. За умови, що значення перебувають у межах норми, система продовжує моніторинг без надсилання додаткових повідомлень, що дозволяє економити ресурс джерела живлення та канал зв'язку.

Проведено тестування системи для об'єктів дослідження, які мають різні показники життєдіяльності в залежності від стану здоров'я, віку та шкідливих звичок людини.

Перспективи подальших досліджень визначені у валідації точності біосенсорів за умов реального застосування, оптимізації енергоспоживання носимого модуля та інтеграції додаткових біомаркерів.

1. *Heikenfeld J., Jajack A., Feldman B. et al.* Accessing analytes in biofluids for peripheral biochemical monitoring // Nature Biotechnology. – 2019. – Vol. 37. – P. 407–419.
2. *Bandodkar A. J., Wang J.* Non-invasive wearable electrochemical sensors: a review // Trends in Biotechnology. – 2014. – Vol. 32, № 7. – P. 363–371.
3. *Friedl K. E.* Military applications of soldier physiological monitoring // Journal of Science and Medicine in Sport. – 2018. – Vol. 21, № 11. – P. 1147–1153.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED MONITORING SYSTEM FOR THE CONDITION OF MILITARY PERSONNEL BASED ON GLUCOSE AND LACTATE INDICATORS

The paper presents the concept of a hardware-software system for continuous monitoring of glucose and lactate concentrations in military personnel under field conditions. The system is based on a wearable biosensor that transmits measurement data to a microcontroller, which compares the received values with predefined critical thresholds and sends an alert message to the medical control point in case of deviations. The proposed solution enables real-time assessment of metabolic status and timely notification of medical services about critical conditions of soldiers.