

УДК 615.841:621.317

*Ю.Р. Пацина, студентка гр. ПБ-32, к.т.н., доц. Терещенко М.Ф.
КПІ ім. Ігоря Сікорського*

СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ КОМП'ЮТЕРНО - ІНТЕГРОВАНОГО КОМБІНОВАНОГО МАГНІТОТЕРАПЕВТИЧНОГО АПАРАТУ

Анотація. У статті досліджено проблему ефективної медичної допомоги під час воєнного стану та потребу у швидкій реабілітації. Запропонований комп'ютерно-інтегрований комбінований магнітотерапевтичний апарат (КІКМА), що поєднує комбіновану дію магніто- та лазеротерапії. Досліджено багаторівневу систему контролю на мікропроцесорній основі, що гарантує точність, безпеку й адаптивність лікування. Розглянуто алгоритм роботи, ручний та автоматизований режими, а також контроль параметрів і стану пацієнта. Наголошено, що система керування підвищує ефективність і безпечність процедур, зменшує вплив людського фактора та враховує індивідуальні потреби. Зроблено висновок про перспективність КІКМА для оптимізації лікування та покращення якості медичної допомоги.

Ключові слова: магнітотерапевтичний апарат, лазерна терапія, реабілітація, автоматизація, фізіотерапія.

ВСТУП

У сучасних умовах військового часу гостро постає питання забезпечення ефективної медичної допомоги як військовим, так і цивільному населенню. Особливої уваги набувають технології, що сприяють пришвидшенню процесів відновлення та реабілітації. Одним із перспективних засобів у цьому напрямі є комп'ютерно-інтегрований комбінований магнітотерапевтичний апарат (КІКМА) — комплекс комбінованого впливу, що поєднує магнітотерапію та лазерне випромінювання [1].

Зважаючи на зростаючу потребу в інноваційних медичних засобах, важливим є створення таких комплексів, що поєднують багатofункціональність, адаптивність і простоту в експлуатації [2]. Саме тому інтеграція системи контролю з програмно-керованими модулями у складі КІКМА забезпечує високу точність, безпеку та ефективність під час проведення лікувальних процедур [3].

АРХІТЕКТУРА ТА РУЧНЕ КЕРУВАННЯ КІКМА

Для забезпечення надійної та адаптивної роботи в апараті реалізована багаторівнева система контролю на базі мікропроцесорної архітектури. Вона включає модулі керування, блоки індикації, сенсорні вузли та модуль зворотного зв'язку, що аналізує стан пацієнта в режимі реального часу [4]. У ручному режимі оператор може послідовно налаштовувати ключові параметри: значення індукції магнітного поля, тривалість впливу, допустимі межі фізіологічних показників [5]. Всі контрольовані значення КІКМА виводяться на панель керування, що дозволяє оперативна реагувати на зміну стану пацієнта (рис.1).

АЛГОРИТМИ РОБОТИ ТА КОНТРОЛЮ

Робота апарату здійснюється згідно з послідовно-паралельним алгоритмом, який починається з тестування основних блоків апарату КІКМА та його підключення до мережі живлення [6]. Після цього активується вбудована система контролю для перевірки стану готовності всіх індукторів та випромінювачів. Далі оператор обирає відповідний індуктор або комбінацію індукторів і задає параметри магнітного поля: діапазон значень магнітної індукції, частоту, режим функціонування та тривалість процедури. Кожен із

параметрів перевіряється на відповідність встановленим безпечним межам та нормам [7]. Після встановлення всіх необхідних тестових показників запускається генерація заданих нормованих значень магнітного поля.

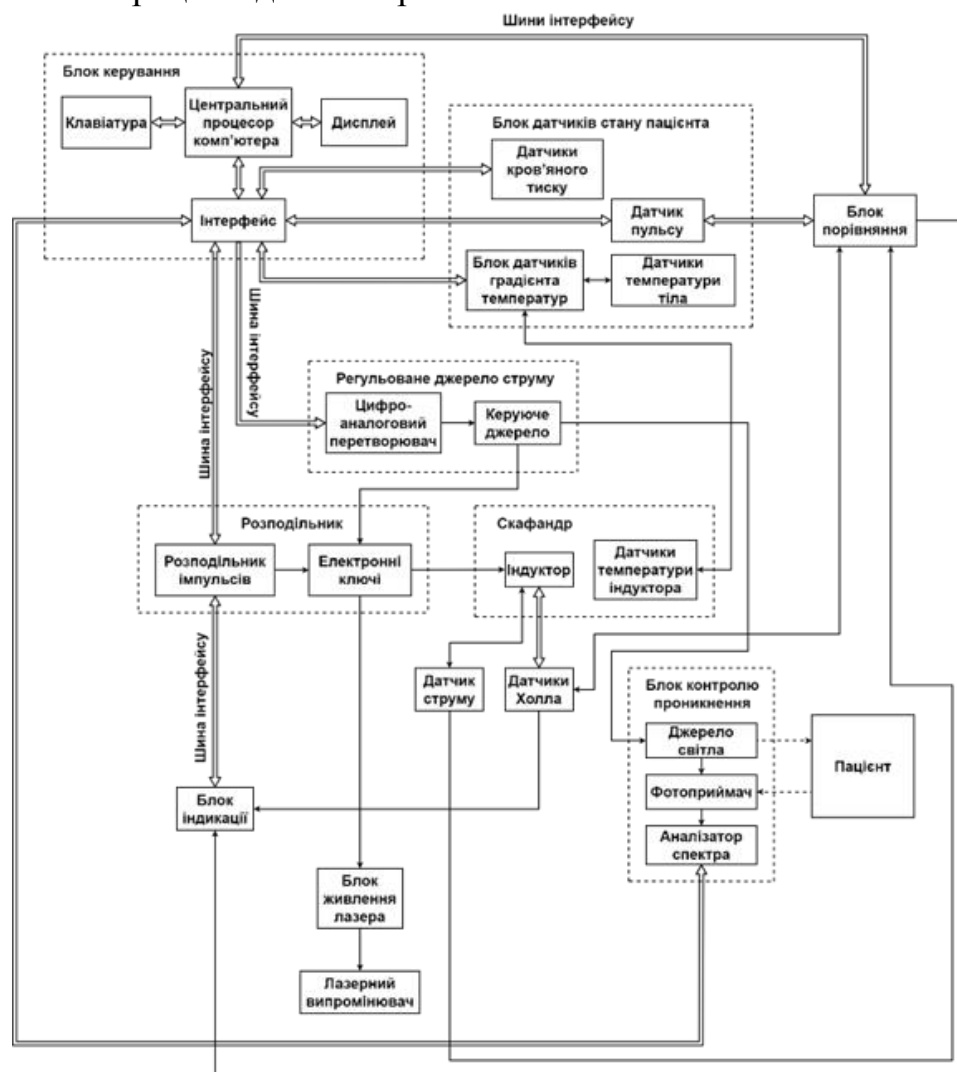


Рис. 1. Структурна схема комп'ютерно-інтегрованого комбінованого магнітотерапевтичного апарату

Упродовж фізіотерапевтичної процедури КІКМА безперервно контролює нормовані значення магнітної індукції поля та фізіологічний стан пацієнта, автоматично вживаючи необхідних безпекових заходів у разі виявлення відхилень або переходячи у початковий режим очікування. Після завершення встановленого часу генерація магнітної індукції припиняється, індуктор відключається, а апарат переходить у режим очікування. Потім система виконує аналіз отриманих даних, зберігає їх для подальшого використання та завершує робочий цикл шляхом відключення апарату від мережі живлення. При переході в режим лазерної терапії струм з регульованого джерела струму через систему електронних ключів поступає на блок живлення лазерного випромінювача, який і формує задане значення щільності потоку випромінювання. Ретельний контроль струму, що подається на лазерний випромінювач, гарантує точне відтворення заданих параметрів випромінювання протягом усього сеансу терапії.

На рис.2 приведений послідовно - паралельні алгоритми контролю і роботи комп'ютерно-інтегрованого комбінованого магнітотерапевтичного апарату з системою лазерної терапії.

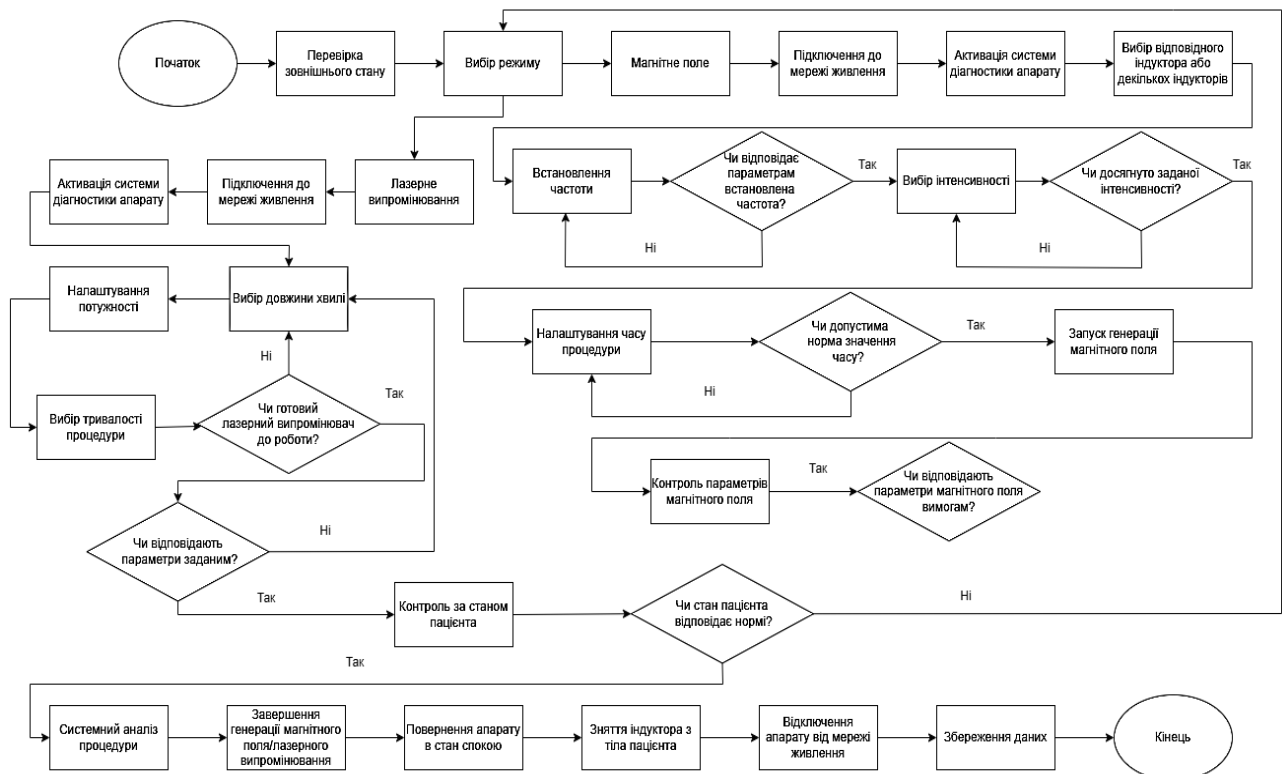


Рис. 2. Блок-схема алгоритмів контролю і роботи комп'ютерно-інтегрованого комбінованого магнітотерапевтичного апарату з системою лазерної терапії

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

Автоматизований режим забезпечує самостійну роботу апарату завдяки алгоритмам, які обробляють сигнали з датчиків і коригують параметри процедур. Реалізовані варіанти синхронного та асинхронного реагування на біологічний зворотний зв'язок, а також комбіновані сценарії терапії. У разі виявлення відхилень система переходить у безпечний режим з подальшим коригуванням налаштувань.

Таким чином, запропоновані системи керування суттєво підвищує ефективність та безпечність процедур, мінімізуючи вплив людського фактору та адаптуючись до індивідуальних особливостей кожного пацієнта.

ВИСНОВОК

Системи контролю, що реалізується у КІКМА, дозволяють забезпечити гнучке налаштування, автоматичне реагування на зміни стану пацієнта та інтеграцію кількох фізіотерапевтичних методів в одному комплексі. Це робить такий апарат ефективним інструментом у сучасній медичній практиці, особливо в умовах підвищеного навантаження на систему охорони здоров'я. Завдяки цим можливостям, КІКМА сприяє оптимізації лікувального процесу, підвищенню його персоналізації та покращенню якості медичної допомоги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Tereshchenko, M. (2025). Automated Complex for Reproducing Alternating Magnetic Fields. In: Bezuglyi, M., Bouraou, N., Mykytenko, V., Tymchyk, G., Zaporozhets, A. (eds) Advanced System Development Technologies II. Studies in Systems, Decision and Control, vol 581. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82035-9_6
- [2] Poonam J. A comprehensive guide to the principles of Magnet Therapy / J. Poonam. - New Delhi, 2004. - 97 p
- [3] Терещенко М. Ф., Тимчик Г. С., Рудик В. Ю., Чухраєв М. В., Рудик Т. О. // Автоматизовані магнітотерапевтичні апарати: монографія. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Політехніка, 2020. 274 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37587>
- [4] Bansal. H. L. Magneto Therapy Self - Help book / H. L. Bansal. - New Delhi, 2005 - 291 p.
- [5] Матвієнко С. М. Вплив процесів конвекції в рідині на похибку вимірювання теплопровідності методом прямого підігріву термістора / С. М. Матвієнко, Г. С. Тимчик, М. Ф. Терещенко, А. М. Матвієнко // Наукові вісті НТУУ —КПІ. – 2017. – № 4. – С. 121–13
- [6] Klotchko, T.R.: Coherent electromagnetic fields having therapeutic influence on biological structures. In: IEEE 2009 19th International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology (2009). ISBN: 978-1-4244-4796-1
- [7] Bengali N. S. Magnet Therapy: Theory and Practice / N. S. Bengali. - New Delhi, 2001. - 249 p.

Наук. керівник – к.т.н. , доцент, Терещенко М.Ф.