

УДК 579.2:573.3:577

Г.І. БАРИЛО, канд. техн. наук, доц., НУ "ЛП", Львів,
В.В. ВІРТ, студент, НУ"ЛП", Львів,
З.Ю. ГОТРА, д-р техн. наук, проф., НУ "ЛП", Львів,
М.С. ІВАХ, канд. техн. наук, ас., НУ "ЛП", Львів,
О.Т. КОЖУХАР, д-р техн. наук, проф., НУ "ЛП", Львів

СХЕМОТЕХНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ДІАГНОСТИЧНО-ЛІКУВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ PSoC

Проведено огляд засобів та електронних систем активного контролю лікувальних процедур під час їх проведення. Використовуючи спеціалізоване програмне забезпечення, а також сучасний тип мікроконтролерів PSoC розроблено дослідний взірць приладу, який дозволяє проводити неперервний контроль та корекцію лікувальної процедури. Л.: 3. Бібліогр.: 10 назв.

Ключевые слова: схемотехнічні особливості, діагностично-лікувальні прилади, мікроконтролер, контроль та корекція лікувальних процедур.

Постановка проблеми та аналіз літератури. З розвитком нових медичних технологій та розширення використання в них інтерактивних режимів роботи, виникає нагальна необхідність застосування сучасних підходів при створенні діагностично-лікувальних приладів нового класу, здатних здійснювати впродовж лікувальної процедури неперервне автоматичне оцінювання її дієвості на пацієнта для оперативного прийняття лікарського рішення [1 – 3].

Одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є реалізація нового погляду на можливості сучасних високопродуктивних мікроконтролерів та спеціалізованих програмних засобів [4 – 7].

Проектування діагностично-лікувальних приладів зазначеного типу вимагає вирішення завдань, пов'язаних з аналізом значної кількості контрольованих параметрів [8 – 10], а це викликає проблему вибору таких схемотехнічних рішень, які дозволили б оптимально розподілити апаратні та програмні ресурси приладу в цілому.

Вибір нових схемотехнічних рішень повинно значно скоротити тривалість процесу розроблення приладів та досягнути їх високих технічних показників у відповідності до сучасних медичних вимог і потреб лікарської практики [2].

Аналізом новітніх фотомедичних технологій, тобто медичних технологій, що є безконтактними щодо пацієнта, оскільки ґрунтуються на оптичних принципах, встановлено, що в процесі проектування

відповідних лікувально-діагностичних приладів не в повній мірі реалізується функція неперервного спостереження лікувально-діагностичного втручання та контролю за його впливом на пацієнта.

Відсутність такого контролю не дає можливості оперативного прийняття об'єктивного лікарського рішення та подальшої стратегії лікування обраною технологією. Підвищення інформативності про перебіг лікування через неперервне тестування пацієнта впродовж процедури дало б можливість прискорення, автоматизації та об'єктивності прийняття лікарського рішення, створення можливості роботи лікаря в інтерактивному форматі.

У відомих розглянутих рішеннях алгоритми їх функціонування не є достатньо гнучкими. Передусім це стосується необхідності в оптимізації вибору сигналів сенсорів контрольного засобу за пріоритетом вагомості. Відповідно до ситуації, що склалась у сфері медичних технологій, особливостям побудови лікувально-діагностичним приладів, які реалізують вказані функції, приділяється недостатньо уваги.

Мета статті – розроблення схемотехнічних рішень для вдосконалення процесу побудови та створення нових діагностично-лікувальних приладів на основі мікроконтролерів сімейства PSoC, з функцією неперервного оцінювання дієвості на пацієнта лікувально-діагностичного втручання (процедури).

Особливості побудови систем контролю лікувально-діагностичних приладів.

На даний час контроль за ефективністю лікувально-діагностичного втручання (процедури або сеансу), в основному, здійснюється на основі результатів: лабораторних аналізів тканин, досліджень крові пацієнта, терапевтичних досліджень.

Перспективним напрямком контролю за ефективністю лікувально-діагностичного втручання є створення апаратури, в основу якої покладено нові досягнення досліджень у напрямку оптоелектроніки та конструювання оптикоелектронних систем. Такі системи з напівпровідниковими джерелами та приймачами оптичного випромінювання, дозволяють створювати стимуляційне опромінення біомедичного об'єкта у відповідності до його просторово-часових характеристик з можливістю неперервного оперативного тестування опромінюваного пацієнта за змінами його оптичних характеристик. Структура одної з систем такого контролю на основі мікроконтролера PsoC наведено на рис. 1 [2].

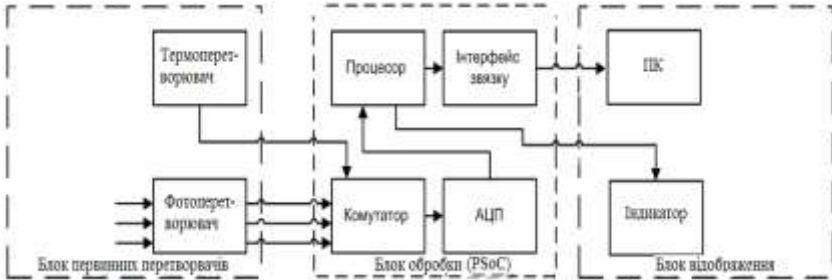


Рис. 1. Структура системи контролю

Представлена система складається з блоку первинних фото- та термоперетворювачів, блоку оброблення, побудованого на основі мікроконтролера PSoC і блоку відображення та індикації.

Робота системи полягає у неперервному аналізі сигналів блоку первинних перетворювачів, закладеного в алгоритм роботи мікроконтролера. Отримані результати опрацювання передаються до блоку відображення та в персональний комп'ютер для подальшого програмного аналізу.

Особлива увага в процесі оброблення приділяється алгоритму аналізу вхідних даних, які формуються первинними перетворювачами. Основу таких алгоритмів складають методи ймовірнісного підходу (метод Байєса) та послідовного статистичного аналізу (метод Вальда) [1, 2].

Перспективними для систем, які використовують гнучкі алгоритми можна вважати мікроконтролери сімейства PSoC (програмовані системи на кристалі) з гнучкою архітектурою. Особливої уваги заслугове продукція фірми Cypress, яка є лідером у виробництві таких мікроконтролерів.

Для налаштування конфігурації мікроконтролера та відлагодження алгоритму його роботи виробник надає спеціалізоване програмне забезпечення PSoC Designer та PSoC Programmer, яке в поєднанні із програмним середовищем проектування електронних пристроїв, наприклад, Proteus забезпечить високу ефективність всього процесу розробки. На основі цього підходу запропоновано одну з можливих схем реалізації алгоритму проектування (рис. 2).

Для моделювання роботи окремих функціональних вузлів, та розроблення пристрою в цілому, перспективним є використання програмного середовища Proteus. Воно об'єднує в собі дві основні програми: ISIS – засіб розроблення і налагодження в режимі реального

часу електронних схем [4, 5]; ARES – засіб розроблення друкованих плат [3].

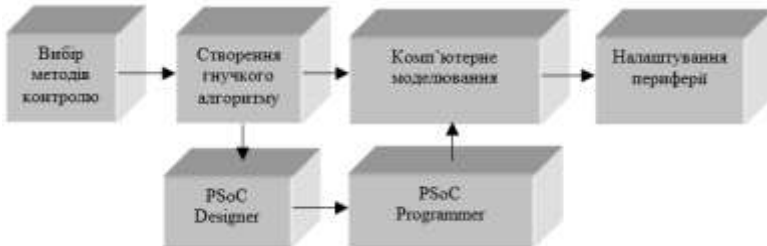


Рис. 2. Алгоритм проектування

Використання вбудованих редакторів Proteus дозволяє проводити моделювання електричної принципової схеми у відповідності до структури пристрою та, на основі отриманих результатів, виготовити друковану плату. На рис. 3 зображено електричну принципову схему (а) та вигляд друкованої плати (б) приладу неперервного контролю.

Для практичної реалізації запропонованого приладу з системою неперервного контролю використано мікроконтролер PSoC CY8C247143. Налаштування внутрішньої конфігурації мікроконтролера та зовнішніх портів, а також налаштування алгоритму роботи проведено з використанням програмного забезпечення PSoC Designer. Вказана програма дозволяє користувачу будувати довільні функції перетворення вхідних даних із використанням наявних внутрішніх логічних блоків, що є оптимальним для реалізації гнучких алгоритмів.

Внутрішня архітектура мікроконтролера дає можливість також використовувати наявні функціональні вузли: цифро-аналогові та аналогово-цифрові перетворювачі (DAC, ADC), програмовані операційні підсилювачі (PGA), інтерфейс для роботи з дисплеєм (LCD) та інші.

Результати налаштування, отримані в процесі роботи програмного забезпечення, PSoC Designer формуються у відповідний файл, дані з якого за допомогою програми PSoC Programmer записуються у мікроконтролер. Виробником передбачено багаторазове (до 1000 разів) перепрограмування конфігурації, що є особливо актуальним в процесі використання функціональних можливостей.

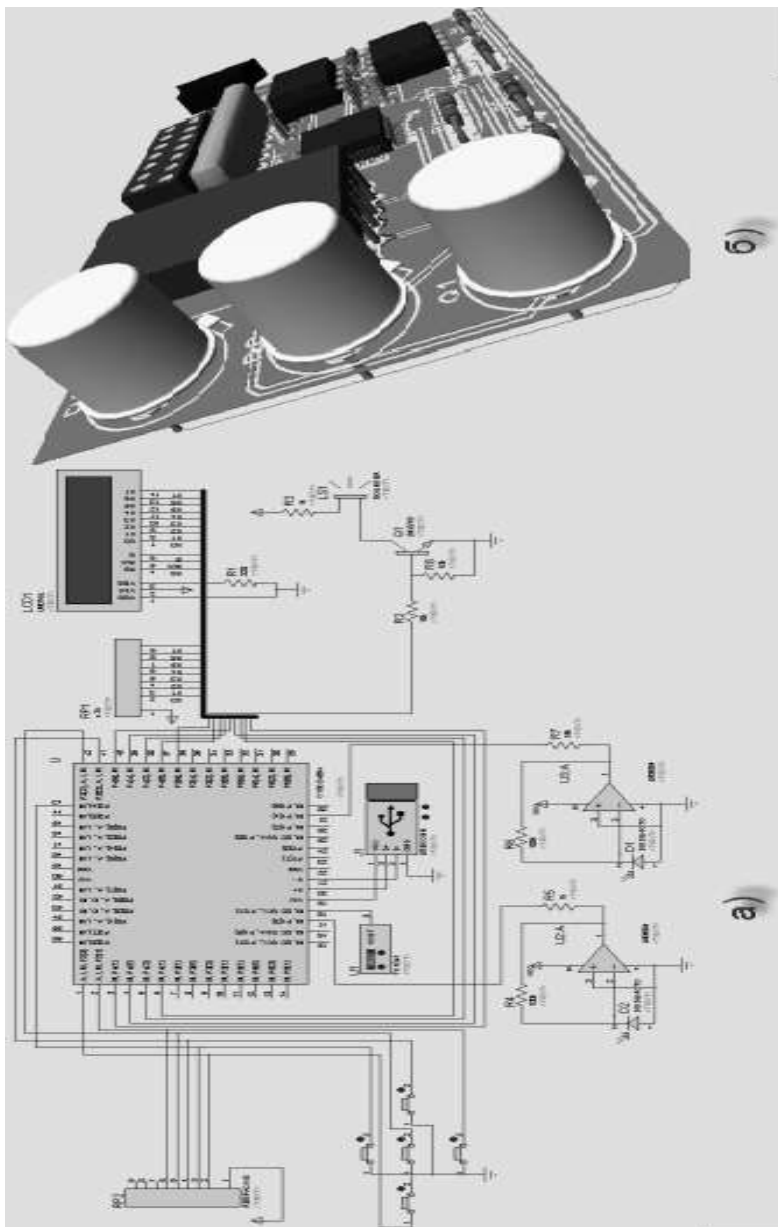


Рис. 3. Електрична схема (а) та розроблена друкована плата (б) запропонованого приладу

Висновки. За аналізом сучасних фотомедичних технологій встановлено необхідність створення діагностично-лікувальних приладів з інтерактивним режимом роботи на основі неперервного автоматичного оцінювання дії технології на пацієнта. Наведено особливості побудови та основні алгоритми роботи систем контролю діагностично-лікувальних приладів на основі мікроконтролерів PSoC.

Розроблено структуру процесу проектування з використанням запропонованих схемотехнічних рішень, які передбачають рівномірний розподіл використання апаратних та програмних ресурсів. Налаштування внутрішньої архітектури та гнучкого алгоритму обробки даних проведено за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Показано ефективність моделювання роботи пристрою, та створено друковану плату в прикладному програмному середовищі Proteus.

Запропонована структура може бути використана в розробленні структур проектування інших електронних пристроїв, які використовують складні алгоритми аналізу вхідних сигналів різноманітних первинних перетворювачів.

Список літератури: 1. *Готра З.* Використання елементів штучного інтелекту в оптичних діагностично-лікувальних приладах / *З. Готра, О. Кожухар, Г. Барило* // Технічні вісті. – 2013. – № 1 (37), 2 (38). – С. 27-29. 2. *Барило Г.І.* Апаратурно-програмне забезпечення лікувального процесу в оториноларингології з неперервним оптико-електронним тестуванням біоб'єкта / *Г.І. Барило, З.Ю. Готра, О.Т. Кожухар* // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2012. – № 2 (24). – С. 81-85. 3. *Sanjeetha Sara John Pulse Oximeter using PSoC / Sanjeetha Sara John, P. Anatha Christhu Raj* // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJTEEE). – 2013.– Vol. 2. – Issue 4. – P. 223-225. 4. *Килочек Д.* Проектирование на программируемых системах на кристалле PSoC Cypress / *Д. Килочек* // Компоненты и технологии. 2009. – № 4. – С. 56-60. 5. *Гонкало В.Н.* Проектирование радиоэлектронных устройств в программной среде "Proteus": Методические указания / *В.Н. Гонкало, А.И. Блох.* – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2010. – 20 с. 6. *Ляшенко О.І.* Моделювання та дослідження електронних пристроїв: навч. посіб. / *О.І. Ляшенко, О.С. Мартинюк.* – Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2013.– 217 с. 7. *Павлов С.В.* Оптоелектронні медичні системи: навч. посібник / *С.В. Павлов, Г.С. Тимчик, В.П. Кожем'яко та ін.* – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 156 с. 8. *Абакумов В.Г.* Реєстрація, обробка та контроль біомедичних сигналів: навч. посібник / *В.Г. Абакумов, З.Ю. Готра, С.М. Зелко та ін.* – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 352 с. 9 *Handbook of Photonics for Biomedical Science, Valery V. Tuchin* (ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, London, 2010. 10. *Sriraam N.* Development of a secure body area network for a wearable physiological monitoring system using a PSoC processor / *N. Sriraam, S. Swathy, S. Vijayalakshmi* // Journal of Medical Engineering & Technology.– 2010. – Vol. 36. – Issue.1. – P. 26.

Bibliography (transliterated): 1. *Hotra Z.* Vykorystannya elementiv shtuchnoho intelektu v optychnykh diahnostychno-likuval'nykh prykladakh / *Z. Hotra, O. Kozhukhar, H. Barylo* // Tekhnichni visti. – 2013. – № 1 (37), 2 (38). – S. 27-29. 2. *Barylo H.I.* Aparaturno-prohrammne zabezpechennya lykuval'noho protsesu v otorynolarynhoholohiyi z neperervnym optyko-elektronnym testuvannym bioob'yekta / *H.I. Barylo, Z.Yu. Hotra, O.T. Kozhukhar* // Optyko-elektronni informatsiyno-enerhetychni tekhnolohiyi. – 2012. – № 2 (24). – S. 81-85. 3. *Sanjeetha Sara John Pulse Oximeter using PSoC / Sanjeetha Sara John, P. Anatha Christhu Raj* // International Journal

of Innovative Technology and Exploring Engineering (IITEE). – 2013.– Vol. 2. – Issue 4. – P. 223-225. **4.** *Kylochek D.* Proektyrovanye na prohrammyruemukh systemakh na krystalle PSoC Cypress / *D. Kylochek* // Komponentu y tekhnolohyy. – 2009. – № 4. – S. 56-60. **5.** *Hopkalo V.N.* Proektyrovanye radyoelektronnykh ustroystv v prohrammnoy srede "Proteus": Metodycheskiye ukazaniya / *V.N. Hopkalo, A.Y. Blokh.* – Khabarovsk: Yzd-vo DVHUPS, 2010. – 20 s. **6.** *Lyashenko O.I.* Modelyuvannya ta doslidzhennya elektronnykh prystroyiv: navch. posib. / *O.I. Lyashenko, O.S. Martynyuk.* – Luts'k: Skhidnoyevrop. nats. un-t im. Lesi Ukrayinky, 2013. – 217 s. **7.** *Pavlov S.V.* Optoelektronni medychni systemy: navch. posibnyk / *S.V. Pavlov, H.S. Tymchuk, V.P. Kozhem'yako ma in..* – Vinnytsya: VNTU, 2011. – 156 s. **8.** *Abakumov V.H.* Reyestratsiya, obrobka ta kontrol' biomedychnykh syhnaliv: navch. posibnyk / *V.H. Abakumov, Z.Yu. Hotra, S.M. Zlepko.* – Vinnytsya: VNTU, 2011. – 352 s. **9.** Handbook of Photonics for Biomedical Science, *Valery V. Tuchin* (ed.), CRC Press, Taylor & Francis Group, London, 2010. **10.** *Sriraam N.* Development of a secure body area network for a wearable physiological monitoring system using a PSoC processor / *N. Sriraam, S. Swathy, S. Vijayalakshmi* // Journal of Medical Engineering & Technology. – 2010. – Vol. 36. – Issue. 1. – P. 26.

Надійшла (received) 11.05.2014

Статтю представив д-р техн. наук, проф. НУ "Львівська політехніка" Голяка Р.Л.

Barylo Gryhoriy, PhD Tech.
Lviv Polytechnic National University
Str. S.Bandery, 12, Lviv, Ukraine, 79013
tel./phone: (032) 258-21-73, e-mail: skb_mp@ukr.net
ORCID ID:0000-0001-5749-9242

Virt Volodymyr, master
Lviv Polytechnic National University
Str. S.Bandery, 12, Lviv, Ukraine, 79013
tel./phone: (032) 258-21-73, e-mail: ep@lp.edu.ua
ORCID ID:0000-0001-6537-3172

Hotra Zenon, Dr.Sci.Tech, Professor
Lviv Polytechnic National University
Str. S.Bandery, 12, Lviv, Ukraine, 79013
tel./phone: (032) 258-21-57, e-mail: ep@lp.edu.ua
ORCID ID:0000-0002-6566-6706

Ivakh Mariya, PhD Tech.,
Lviv Polytechnic National University
Str. S.Bandery, 12, Lviv, Ukraine, 79013
tel./phone: (032) 258-21-73, e-mail: ivah_m@ukr.net
ORCID ID:0000-0002-6735-5426

Kozhukhar Oleksandr, Dr.Sci.Tech, Professor,
Lviv Polytechnic National University
Str. S.Bandery, 12, Lviv, Ukraine, 79013
tel./phone: (032) 258-21-73, e-mail: akozhukha@rambler.ru
ORCID ID: 0000-0002-7432-2526