

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

**МАТЕРІАЛИ  
XXX МІЖНАРОДНОГО  
МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ**

**РАДІОЕЛЕКТРОНІКА  
ТА МОЛОДЬ  
У ХХІ СТОЛІТТІ**



**Том 1**

**Харків 2026**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ 30-го МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ  
У ХХІ СТОЛІТТІ»**

22–24 квітня 2026 р.

Том 1

**КОНФЕРЕНЦІЯ  
«ЛАЗЕРНА ТА БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ»**

Електронне видання

Харків 2026

УДК 621.375.826+57.089:616.053]:004.9(06)

30-й Міжнародний молодіжний форум «Радіoeлектроніка та молодь у ХХІ столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 1. / [Електронний ресурс] – Харків: ХНУРЕ. 2026. – 66 с. – pdf 8,54 Mb

ISBN 978-966-659-386-6

В збірник включені матеріали 30-го Міжнародного молодіжного форуму  
«Радіoeлектроніка та молодь у ХХІ столітті».

Збірник тез конференції «Лазерна та біомедична інженерія» представляє дослідження та розробки у сферах біомедичної інженерії та фотоніки. Він включає роботи, що охоплюють широкий спектр тем: від перспективних досліджень та інноваційних методів у галузі біомедичної інженерії до прогресивних підходів у фотоніці. Автори діляться своїми знаннями про біомедичні електронні пристрої, прилади та системи, які відіграють важливу роль у моделюванні, обробці і аналізі медико-біологічної інформації. Розглядаються також новітні досягнення у фотоніці, включаючи фізичні принципи фотоніки та застосування лазерів та лазерних систем, оптоелектронних пристроїв на базі фотонних кристалів.

Матеріали конференції є цінним ресурсом для дослідників, інженерів, та студентів, які прагнуть розширити свої знання та внести вклад у розвиток цих динамічних галузей науки та техніки.

Матеріали в збірнику друкуються мовою оригіналу.

Матеріали, що включені до збірника тез конференції, пройшли рецензування.

Електронне видання

Видання підготовлено навчально-науковим інститутом лазерної та  
біомедичної інженерії Харківського національного університету  
радіoeлектроніки

61166 Україна, Харків, просп. Науки, 14  
тел./факс: (057) 7021397

E-mail: mref21@nure.ua

ISBN 978-966-659-386-6

© Харківський  
національний університет  
радіoeлектроніки (ХНУРЕ), 2026

## БАГАТОКАНАЛЬНИЙ СТИМУЛЯТОР М'ЯЗІВ

Лозовий В.О.

e-mail: [vitalii.lozovyi@nure.ua](mailto:vitalii.lozovyi@nure.ua)

Науковий керівник — к.т.н. доцент Селіванова К.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра БМІ  
м. Харків, Україна

**Abstract.** This paper presents a multichannel STM32-based muscle stimulator for enhanced physiotherapy and rehabilitation. The device provides precise spatial impact on muscle groups through a specialized multi-channel architecture. Key features include an integrated feedback system for monitoring electrode-skin impedance, ensuring treatment safety and efficiency. The hardware utilizes a transconductance amplifier and KR293KP1B solid-state relays for reliable signal switching. Experimental results indicate that uniform stimulation reduces rehabilitation periods by 10-15%. The system is highly effective for clinical treatment of myopathies and muscle atrophy.

**Актуальність дослідження.** Електростимуляція м'язів є ефективним методом фізіотерапевтичного впливу для відновлення функцій тканин після травм. Сучасні одноканальні пристрої не завжди забезпечують повний просторовий вплив на великі групи м'язів. В умовах сьогодення, через значне збільшення кількості пацієнтів з атрофією м'язів внаслідок бойових дій, розробка багатоканальних апаратів є надзвичайно актуальним завданням біомедицинської інженерії [1-3].

**Мета досліджень.** Розробити багатоканальний мікроконтролерний стимулятор м'язів із можливістю гнучкого регулювання параметрів імпульсів та системою зворотного зв'язку для контролю контакту електрод-шкіра [4].

**Основні матеріали досліджень.** У роботі проведено аналіз медико-технічних вимог до міостимуляції та особливостей контакту електрод-шкіра. На основі аналізу існуючих рішень (Ампліпульс-5, Денас-Вертебра) розроблено структурну схему пристрою [3].

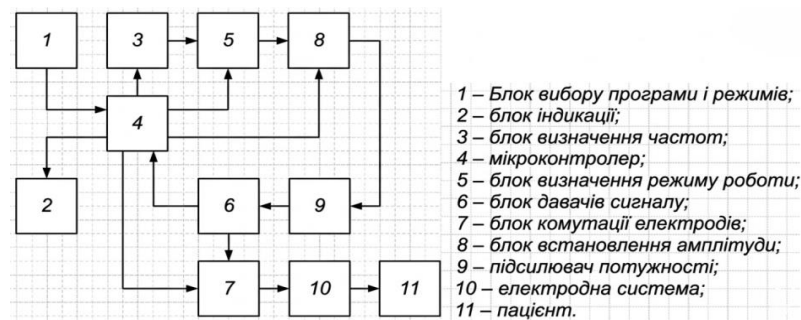


Рисунок 1.1 – Структурна схема багатоканального стимулятора м'язів

Центральним елементом системи є мікроконтролер STM32 (блок 4), який керує блоком вибору програм (1), блоком визначення частот (3) та

встановлення амплітуди (8). Особливу увагу приділено блоку визначення режиму роботи (5), який дозволяє формувати однополярні (додатні або від'ємні) та двополярні імпульси [5].

Для комутації сигналів обрано твердотільні МОП-реле КР293КПБ через їх малі розміри, низьке енергоспоживання та високу надійність гальванічної розв'язки. Опір відкритого каналу таких реле становить лише 25 Ом, що є критичним для точності стимуляції [6].



Рисунок 1.2 – Структурну схему блоку

Віртуальне моделювання розробленої схеми проводилося у програмі Multisim. Параметри вхідного сигналу були встановлені на рівні 5 В та 1000 Гц. Результати моделювання (Рис. 1.3) підтвердили стабільність формування імпульсів у всіх заданих режимах (безперервний біполярний, імпульсний біполярний та однополярні режими) [7].

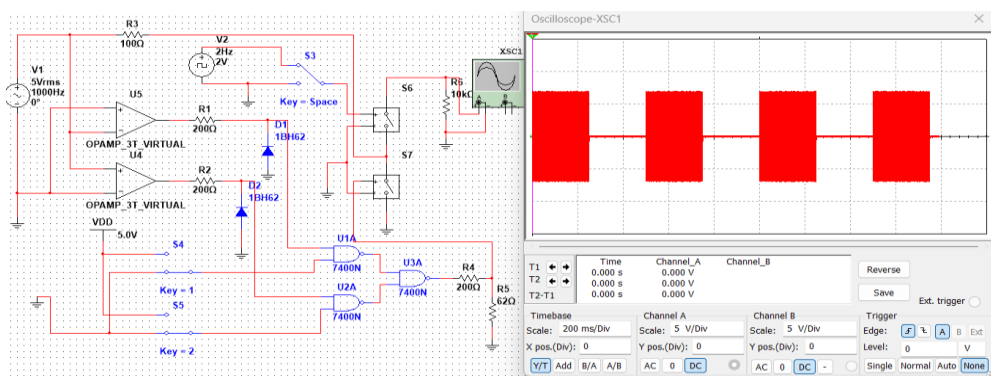


Рисунок 1.3 – Робота схеми при комбінації «001»

Наявність модуля зворотного зв'язку (блок 6) дозволяє вимірювати імпеданс контакту шкіра-електрод, що запобігає ризику електроопіків та забезпечує автоматичне коригування параметрів стимулів залежно від стану шкіри пацієнта.

**Висновки.** Розроблений багатоканальний стимулятор м'язів відзначається підвищеною функціональністю та безпекою завдяки наявності мікроконтролерного управління, зворотного зв'язку та

можливості регулювання параметрів для кожного каналу. Пристрій може використовуватись у реабілітаційних та фізіотерапевтичних центрах для лікування міопатій та атрофій м'язів, а також у наукових дослідженнях у галузі біомедичної електроніки [8-9].

Список використаних джерел:

1. М'язова система людини / Офіційний центр Євмінова в Одесі. URL: <https://evminov-kudryashova.od.ua/ua/blog/muscles/>.

2. М'язова система / Енциклопедія сучасної України. URL: <https://esu.com.ua/article-70436>.

3. Селіванова К. Г. Використання можливостей інтелектуального робота для прискорення процесу фізичної реабілітації рук / К. Г. Селіванова, О. Г. Аврунін // Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії : матеріали Міжнар. наук.-прак. конф., присвяченої 125-річному ювілею Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 13-14 грудня 2023 р. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – С. 196-198.

4. Лозовий В. О. Багатоканальний стимулятор м'язів: кваліфікаційна робота / ХНУРЕ, 2025 – 58 с.

5. Селіванова К. Г. Оцінка ступеню рухових порушень кистей рук під час проведення заходів фізичної реабілітації / К. Г. Селіванова // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. VIII Міжнар. наук.-техн. конф. (16-20 травня 2023, м. Харків) / редкол.: І. Б. Чеботарьова, О. В. Вовк, Ж. В. Дейнеко. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2023. Т1. 270 с. – С. 114-115.

6. Біценко К. Р. Розробка апаратного модуля електростимуляції м'язів нижніх кінцівок спортсменів / К. Р. Біценко, К. Г. Селіванова // 25-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 1. – Харків: ХНУРЕ. 2021. – 192 с. – С. 131-132.

7. Андрущенко М.А., Селіванова К.Г. Перспективи діагностики рухових розладів за допомогою методів комп'ютерного зору на базі мобільного пристрою / М.А.Андрущенко, К.Г. Селіванова // Опт-ел. інф-енерг. техн., вип. 48, вип. 2, с. 96–103, Лис 2024.

8. O. Korolovych, K. Selivanova, Y. Nosova and M. Tymkovych, "Physical Rehabilitation System of the Upper Extremities Muscle Dysfunction," *2024 IEEE 17th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, Lviv, Ukraine, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/TCSET64720.2024.10755903.

9. Королович О. С. Основні вимоги до процесу фізичної реабілітації м'язової дисфункції верхніх кінцівок / О. С. Королович, К. Г. Селіванова // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доповідей XXXII міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2024, 22-25 травня 2024 р. – Харків : НТУ «ХПІ». – С. 1342.