

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЛАДУ ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЇ БІОЛОГІЧНО-АКТИВНИХ ТОЧОК ДЛЯ АДАПТИВНОЇ КОРЕКЦІЇ ІМУННОЇ СИСТЕМИ

Потапський П. В., к.т.н., доц., e-mail: p.v.potap@meta.ua

Вусатий М. В., асистент, e-mail: 0611142015vys@gmail.com

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Актуальність дослідження. Розглядається актуальність використання сучасного методу подолання «сліпоти» Т-лімфоцитів при лікуванні онкологічних захворювань. На базі цього методу запропонована схема портативного імпульсного електростимулятора біологічно-активних точок, що дозволяє комбінувати сигнали різної форми і складності, та запобігає звиканню точок до тривалої стимуляції. Представлений опис та розрахунки елементів схеми. Підібраний оптимальний тип та матеріал електродів. Схема протестована у програмному пакеті ElectronicsWorkbench. 3D модель корпусу приладу представлена у середовищі SolidWorks з усіма відповідними розмірами та компонентами.

Метою роботи є принципна та структурна схема приладу для корекції імунної системи електростимуляцією біологічно-активних точок при терапії онкологічних захворювань.

Основні матеріали досліджень. Існує багато методів терапії злоякісних пухлин. Однак ці методи не є достатньо ефективними. Тільки на заключних стадіях хвороби помирає більше сімдесяти відсотків хворих при застосуванні традиційних способів лікування. Тому із розвитком технологій постійно досліджуються нові сучасні методи терапії, які повинні бути більш результативними та мали б менше негативних побічних ефектів. Одним з таких методів є відкриття в імунології, що дає змогу подолати «сліпоту» клітин імунної системи (Т-лімфоцитів).

Запропонований прилад має назву «БІОСТИМУЛ – 01». Ця робота є експериментальним макетом професійного медичного стимулятора. Пристрій використовується тільки як додатковий засіб при терапії онкологічних захворювань імунологічним методом. Детермінація та встановлення усіх параметрів проводиться виключно за згодою лікаря. Усі регулятори підібрані таким чином, щоб були присутні максимальні діапазони змінюваних параметрів. Налаштування параметрів відбувається виключно згідно з рекомендаціями лікаря. Пристрій є портативним та зручним у використанні як для лікаря, так і для пацієнта. Для його реалізації було задіяно дев'ять функціональних блоків. Функціональну блок-схему представлено на рис. 1.

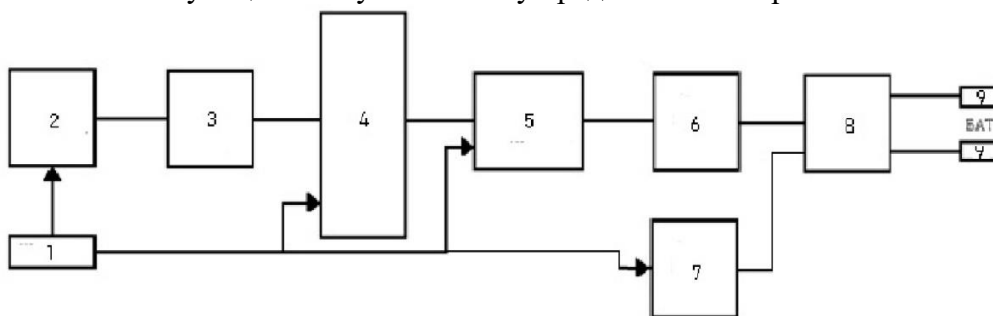


Рис. 1 – Функціональна блок-схема «БІОСТИМУЛ – 01»

Розшифровка елементів: 1 – блок живлення, що являє собою дві батареї Li-ion; 2 – основний тактовий генератор змінної частоти; 3 – лічильник із заданим коефіцієнтом рахунку; 4 – плата пам'яті паралельного запису та зчитування типу M27C512; 5 – шестирозрядний цифро-аналоговий перетворювач двійково-зваженого типу; 6 – пасивний фільтр низьких частот; 7 – додатковий високочастотний генератор імпульсів, 8 – блок підсилення та регулювання вихідною напругою, 9 – контактні електроди.

Стрілками на схемі показане живлення окремих елементів. Одиначними лініями показані послідовні електричні зв'язки.

Номинальна напруга даного джерела живлення дозволяє жити усі необхідні елементи без застосування дільників напруги.

При максимальній навантаженні на ЦАП, максимальна потужність схеми складає:

- Потужність основного генератора імпульсів до 0.15 Вт;
- Потужність додаткового генератора імпульсів до 0.22 Вт;
- Максимальна потужність ЦАП дорівнює 0.37 Вт;
- Потужність плати пам'яті до 0.2 Вт.

За таких показників була розрахована тривалість роботи схеми з використанням Li-ion елементів живлення. За теоретичних розрахунків він склав 10.23 години. Перевірка даних реалізовувалася в калькуляторі часу роботи акумулятора. Вихідні дані програми скореговані згідно з похибками і допусками, враховуючи коефіцієнт допустимої глибини розряду та ємність джерела живлення. Мінімальний час роботи однієї батареї згідно з розрахованими даними за допомогою програми склав 8.53 години.

Очевидно, що при використанні двох Li-ion акумуляторів типу 18-650 мінімальний час безперервної роботи схеми приладу складатиме не менше 17 годин.

Тактовий генератор було обрано як мультівібратор на основі операційного підсилювача. Такий вибір було зроблено за наступними вимогами [2]:

- відносно невеликий час «розгону»;
- помірний ціна;
- можливість змінювати шпаруватість імпульсів.

Для цього використовується операційний підсилювач з коефіцієнтом підсилення напруги 100 Дб [3].

Для схеми приладу було обрано плату пам'яті 512 Kbit (64К x8) UV EPROM типу M27C512. Серія є сучасною та володіє хорошою швидкістю.

Об'єм пам'яті достатньо великий для того, щоб записати складний сигнал і зчитати його. Час доступу (час, за який відбувається запит та вивід даних з комірок пам'яті) складає 120 нс, що дозволяє майже моментально отримувати на виході сигнал потрібної форми.

Висновок. У даному дослідженні була розроблена блок-схема імпульсного електростимулятора біологічно-активних точок «БІОСТИМУЛ – 01», яка складається з дев'яти основних компонентів. Недоліки, які були присутні у попередніх приладах-аналогах були усунені конструктивними особливостями пристрою. Кожен елемент схеми підібраний та розрахований для забезпечення максимальної ефективності роботи приладу. Компоненти схеми протестовані та випробувані у програмному пакеті ElectronicsWorkbench. У роботі показані та описана робота регуляторів основних параметрів «БІОСТИМУЛ-01», що дає змогу пристосувати прилад під особливості кожного пацієнта.

Після того як дані були зчитані з пам'яті, вони відправляються на цифро-аналоговий перетворювач. Так як код, який зчитується з комірок пам'яті відображається у двійковій системі лічування, його необхідно перетворити на аналоговий сигнал, а саме в напругу. У роботі використовується модель двійково-зваженого приближення. Двійково зважена модель цифро-аналогового перетворювача дозволяє досить простим способом перетворити шестирозрядний вихідний код з плати пам'яті на корисний імпульс.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Онкологія в Україні: рівень захворюваності та смертності в 2019-2020 роках. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2021/05/14/infografika/suspilstvo/onkoloziya-ukrayini-riven-zahvoryuvanosti-ta-smertnosti-2019-2020-rokax>. Дата звернення: 19.11.2022.

2. Зубчук В. І. Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник / В. І. Зубчук, Н. В. Захарчук. – Київ: НТУУ «КПІ», 2017. - 180 с.

3. Операційний підсилювач [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stud.com.ua/28264/tovarovnavstvo/operatsiyni_pidsilyuvachi. Дата звернення: 09.05.2019.