

УДК 543.422.7:[621.38:004.93

## **ЕЛЕКТРОННА КОЛОРИМЕТРІЯ – СУЧАСНИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РЕЧОВИН**

Білецький П.М.

e-mail: pavlo.biletskyi@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП  
м. Харків, Україна

This work is aimed at researching and improving colorimetric analysis tools for liquids and gases, in particular in medical laboratories. A device has been developed, the advantage of which is to expand the functionality of a digital sensor by adding the function of measuring the degree of light permeability of optical media. The proposed device includes several LEDs emitting in different spectral ranges, as well as a white LED. Three photodiodes with light filters and one more that perceives white light are used as receivers. The output signal of the photodiodes is amplified and converted into digital form.

Метою роботи є розробка цифрового пристрою на основі застосування електронної колориметрії в медичній діагностиці для вимірювання концентрації різних речовин у розчинах.

Історія колориметрії бере початок з хімічних дослідів, у яких вчені помітили зв'язок між кольором розчину та концентрацією. Закон Бугера-Ламберта-Бера (XVIII-XIX ст.) описав залежність поглинання світла від концентрації та став основою для кількісного аналізу за допомогою колориметрії.

Закон Бугера-Ламберта-Бера є фундаментальним принципом, який широко застосовується в колориметрії та спектрофотометрії. Він використовується для визначення концентрації речовин у розчинах, наприклад, рівня глюкози, холестерину, білка у біологічних рідинах в медичних лабораторіях [1-3]. Знання молярного коефіцієнта поглинання дозволяє на основі результатів вимірювання поглинання випромінювання відповідної довжини хвилі перевіряти чистоту речовин. Закон також знаходить застосування в аналізі концентрації шкідливих речовин у воді, повітрі та інших зразках доквілля, в дослідженнях щодо поглинання випромінювання твердими речовинами, зокрема напівпровідниковими [4,5].

Закон Бугера-Ламберта-Бера математично описує зв'язок між абсорбцією світла, концентрацією речовини та довжиною оптичного шляху та може бути представлений співвідношенням:

$$A = \alpha \cdot c \cdot l,$$

де  $A$  - оптична густина (або поглинання) розчину, що є логарифмічною мірою зменшення інтенсивності світла після проходження через розчин;

$\alpha$  - молярний коефіцієнт поглинання (також відомий як молярна абсорбційна здатність), що залежить від природи речовини та довжини хвилі світла, яке використовується в аналізі;

$c$  - концентрація речовини в розчині (зазвичай вимірюється в молях на літр, або моль/л);

$l$  - довжина шляху, яку проходить світло через розчин (виражається в сантиметрах).

Цей закон є основою для кількісного визначення концентрації речовин у розчині.

Одним з варіантів реалізації колориметричного методу контролю біологічних речовин [4] представляє собою прилад, основною частиною якого є цифровий датчик (рис.1).

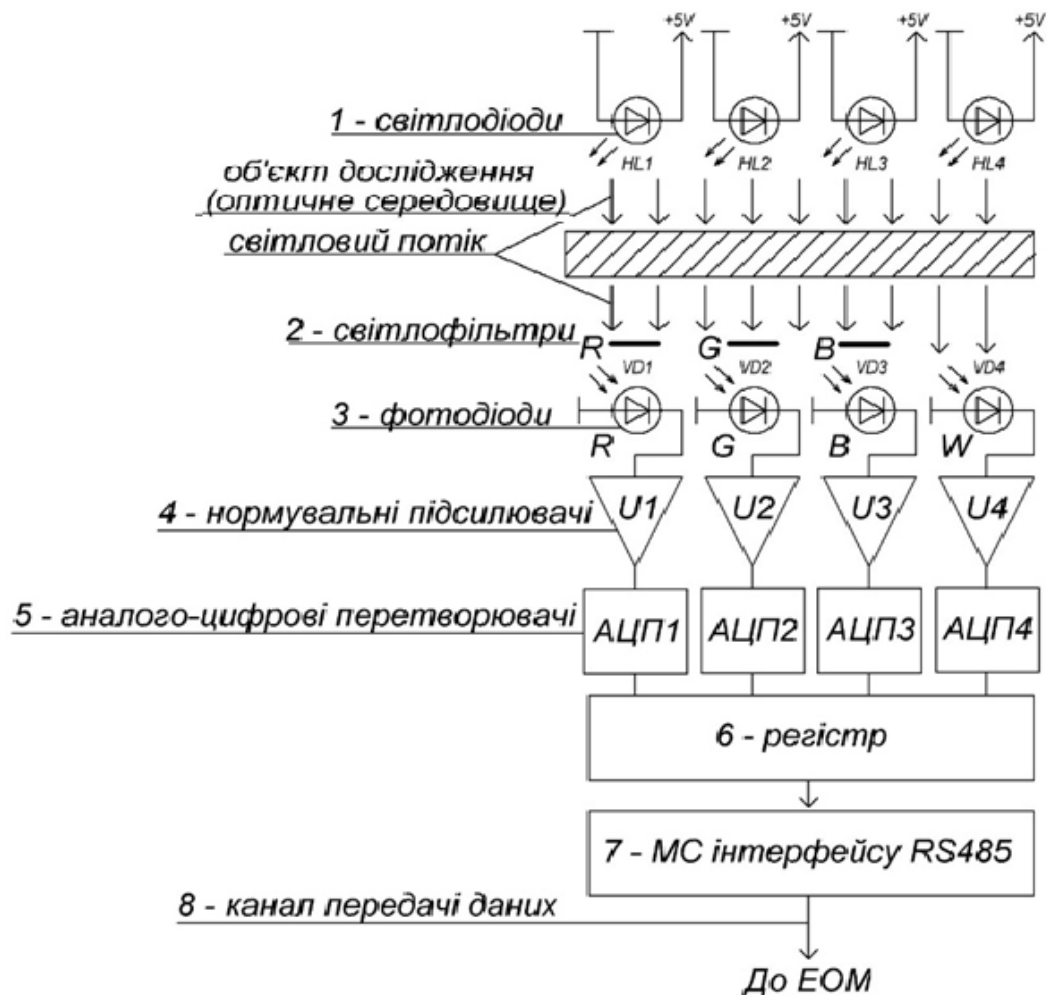


Рис. 1 Схема цифрового датчика вимірювання параметрів біологічних речовин

Схема цифрового датчика вимірювання параметрів біологічних речовин (наприклад крові) складається з світлодіодів HL1 – HL4 (рис.1 – 1), трьох світлофільтрів (R, G, B) (рис.1 – 2), фотодіодів VD1 – VD4 (рис.1 – 3), нормувальних підсилювачів (рис.1 – 4), АЦП (рис.1 – 5), регістра стану (рис.1 – 6), мікросхеми інтерфейсу RS-485 (рис.1 – 7), каналу передачі даних до ЕОМ (персональний комп'ютер, мікроконтролерний пристрій тощо) (рис.1 – 8). Світлодіоди HL1 – HL4, фотодіоди VD1 – VD4 та оптичне середовище, що вимірюється, повинні розташовуватися в площинах, строго паралельних одна `повинні перекривати світловий потік, що падає на фотодіоди для запобігання неточності в роботі датчика. Рекомендується використовувати світлодіоди HL1 – HL4 білого кольору з температурою 5600 К.

Перевага запропонованого пристрою у порівнянні з існуючими полягає в розширенні функціональних можливостей цифрового датчика за рахунок додавання функції вимірювання ступеня проникності оптичних середовищ (матеріалів) світлом.

Враховуючи наведене вище, можемо зробити висновок, що колориметрія на сьогодні відіграє одну з ключових ролей у медичній діагностиці, дозволяючи оперативно, з високою точністю та за помірну ціну вимірювати концентрацію біологічних маркерів у зразках рідин організму. Її основними плюсами є висока чутливість, легкість у використанні, швидкість отримання результатів та економічна вигідність. Завдяки цим якостям, колориметричні методи стали стандартною практикою в сучасних лабораторіях.

#### Список використаних джерел:

1. Дослідження можливостей використання колориметрії в медицині: *Метрологія та прилади / Метрологія, прилади, управління якістю*. 2024. № 2. С. 10–13.
2. Астахова, А. А. Колориметричні методи аналізу в медичних дослідженнях. Київ: Медицина, 2019. 156 с.
3. Шевченко, Т. О. Основи біохімічної колориметрії. Львів: Наукова думка, 2021. 212 с.
4. Мельничук, С. В. Колориметрія в клінічній лабораторній практиці. Харків: Здоров'я, 2020. 280 с.
5. Galat A.B. Calculation of the absorbing capacity of a solar  $\text{CuIn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{Se}_2$  photovoltaic converter. *Telecommunications and Radio Engineering*. 2018. Vol. 77, No 1. P. 61–67.