

Запропонована корисна модель належить до вимірювальної техніки, а саме стосується пристроїв для проведення колориметричного аналізу біомедичних рідин, і може бути використана в лабораторній діагностиці, біотехнологічних дослідженнях та контролі якості біологічних препаратів.

Відомим аналогом є цифровий колориметр (патент України № UA 112299 U, МПК G01J 3/46, опублікований 12.12.2016 р.), який містить об'єktiv з діафрагмою, світлоподільну призму, три світлофільтри, три фоторезистори, світловий потік, що проходить через об'єktiv з діафрагмою, фокусується на світлоподільній призмі, розділяється нею на складові та через червоний, зелений і синій світлофільтри надходить на фоторезистори, чутливі до видимого спектру випромінювання. Додатково в його конструкцію введені нормувальний підсилювач, мікроконтролер, інтерфейс, ЕОМ і аналоговий мультиплексор.

Недоліками даного аналога є те, що даний пристрій визначає кольорові характеристики зразка за одним вимірювальним каналом, що знижує точність при аналізі складних або каламутних рідин. Також даний аналог використовує застарілий інтерфейс для обміну даними, має обмежену швидкість та дальність передавання сигналів, унеможливорює підключення додаткових вимірювальних каналів, знижує оперативність і точність вимірювань.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованої корисної моделі є цифровий портативний пристрій вимірювання кольору (патент України № UA 123485, МПК G01J 3/46, опублікований 26.02.2018 р.). Відомий пристрій містить світлодіоди еталонного освітлення, три світлофільтри, фотодіоди, нормувальні підсилювачі, мікроконтролер, кнопки керування, рідкокристалічний індикатор та карту пам'яті, причому фотодіоди з'єднані з входами нормувальних підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів мікроконтролера, а світлодіоди еталонного освітлення, кнопки керування, індикатор та карта пам'яті підключені до відповідних входів та виходів мікроконтролера.

Недоліком відомого пристрою, вибраного як найближчий аналог, є те, що він оцінює колір зразка, використовуючи лише один вимірювальний канал. Це обмежує точність і відтворюваність результатів при аналізі біомедичних рідин, для яких характерні зміни оптичної густини, мутності або неоднорідності.

Крім цього, в найближчого аналога не передбачено порівняльного каналу для одночасного контролю стабільності джерела випромінювання та фонових змін, що призводить до зростання похибок при багаторазових вимірюваннях. Також у відомому пристрої не передбачено засобів порівняльної цифрової нормалізації сигналів та компенсації міжканальних відмінностей фотодіодів, що додатково знижує точність аналізу.

Технічна задача, на розв'язання якої спрямована корисна модель, полягає в підвищенні точності та стабільності результатів колориметричного аналізу біомедичних рідин шляхом зменшення впливу зовнішніх і внутрішніх похибок вимірювального процесу, зокрема нестабільності інтенсивності джерела випромінювання, коливань температури та оптичної неоднорідності зразка.

Поставлена задача вирішена тим, що у пристрій для колориметричного аналізу біомедичних рідин, що містить світлодіоди еталонного освітлення, світлофільтри, фотодіоди, нормувальні підсилювачі, мікроконтролер, рідкокристалічний індикатор та карту пам'яті, згідно з корисною моделлю, додатково введено комірку для розміщення досліджуваного зразка, два вимірювальні канали та аналогово-цифровий перетворювач, причому комірка для розміщення досліджуваного зразка оптично з'єднана зі світлодіодами еталонного освітлення та вимірювальними каналами, кожен з яких містить окремі світлофільтри та фотодіоди, виходи яких через нормувальні підсилювачі підключені до входів аналогово-цифрового перетворювача, вихід якого з'єднаний з мікроконтролером.

На кресленні зображена структурна схема запропонованого пристрою для колориметричного аналізу біомедичних рідин з двома вимірювальними каналами. Схема складається з комірки 3 для розміщення досліджуваного зразка рідини, світлодіодів еталонного освітлення 4а, 4б, світлофільтрів 11а та 11б, двох вимірювальних каналів X(1) та Y(2), кожен з яких містить фотодіоди червоного (R), зеленого (G) та синього (B) діапазонів: каналу 1 (VD1, VD2, VD3) 12а та каналу 2 (VD1, VD2, VD3) 12б. Електричні сигнали з фотодіодів кожного каналу подаються на нормувальні підсилювачі 10а (U1, U2, U3) та 10б (U1, U2, U3), виходи яких з'єднані з входами аналогово-цифрового перетворювача 6. Цифрові сигнали надходять до мікроконтролера 7, який виконує обробку вимірювальної інформації, порівняльний аналіз сигналів двох вимірювальних каналів X та Y та забезпечує передачу результатів на рідкокристалічний індикатор 8 для відображення або збереження на карті пам'яті 9. Світловий потік 5 від світлодіодів еталонного освітлення 4а, 4б послідовно проходить крізь комірку зі зразком і світлофільтри, після чого надходить на фотодіоди вимірювальних каналів X та Y. Таким чином, схема ілюструє взаємозв'язок основних вузлів пристрою, шлях проходження світлового потоку та послідовність обробки сигналів від фотодіодів до мікроконтролера і системи відображення результатів.

Розглянемо більш докладніше роботу пристрою. Пристрій для колориметричного аналізу біомедичних рідин з двома вимірювальними каналами працює таким чином. Досліджуваний зразок біомедичної рідини поміщають у комірку 3, яка встановлена на оптичній осі пристрою.

Випромінювання від світлодіодів еталонного освітлення 4а, 4б, керованих мікроконтролером 7, спрямовується на комірку зі зразком, проходить крізь неї та світлофільтри 11а, 11б, після чого потрапляє на фотодіоди червоного (R), зеленого (G) та синього (B) діапазонів каналів 1 (VD1, VD2, VD3) та 2 (VD1, VD2, VD3), які формують електричні сигнали, пропорційні інтенсивності світлового потоку в кожному спектральному діапазоні. Сигнали з фотодіодів надходять на нормувальні підсилювачі 10а (U1, U2, U3), 10б (U1, U2, U3), де виконуються їх попередня обробка та нормалізація. Далі сигнали з підсилювачів подаються на входи аналогово-цифрового перетворювача 6, який перетворює їх у цифрову форму. Оцифровані дані передаються до мікроконтролера 7, який виконує алгоритмічну обробку виміряних сигналів, порівняльний аналіз сигналів двох вимірювальних каналів X та Y, розрахунок нормованих колориметричних показників та компенсацію нестабільності джерела випромінювання і зовнішніх дестабілізуючих факторів. Результати вимірювань і обчислень відображаються на рідкокристалічному індикаторі 8, а також можуть бути збережені на карті пам'яті 9 для подальшого збереження, статистичного аналізу чи передавання до комп'ютера. Використання двох вимірювальних каналів забезпечує можливість одночасного вимірювання контрольного та досліджуваного сигналів, що дозволяє підвищити точність і стабільність результатів колориметричного аналізу біомедичних зразків.

Запропонований пристрій для колориметричного аналізу біомедичних рідин із двома вимірювальними каналами має низку суттєвих переваг порівняно з відомими аналогами:

- підвищена точність і стабільність вимірювань завдяки використанню двох вимірювальних каналів, що дозволяє проводити одночасне вимірювання контрольного та досліджуваного сигналів і компенсувати вплив зовнішніх збурень, таких як зміна інтенсивності джерела випромінювання або оптична неоднорідність зразка;
- можливість цифрової обробки даних у мікроконтролері забезпечує автоматичну нормалізацію сигналів, усереднення результатів і корекцію похибок у реальному часі;
- компактність та універсальність конструкції дозволяють використовувати пристрій як у лабораторних, так і в польових умовах для оперативного колориметричного аналізу різних типів біомедичних рідин;
- зручність експлуатації завдяки наявності рідкокристалічного індикатора для відображення результатів та можливості збереження даних на карту пам'яті для подальшої обробки.

Таким чином, реалізація двоканальної вимірювальної структури в поєднанні з цифровою обробкою сигналів забезпечує підвищення точності, надійності та функціональної гнучкості пристрою при проведенні колориметричного аналізу біомедичних зразків.

Джерела інформації:

1. Патент України № UA 112299 U, МПК G01J 3/46, опублікований 12.12.2016 р.
2. Патент України № UA 123485 U, МПК G01J 3/46, опублікований 25.03.2018 р.

