

ОПТИКОЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ СЛАБКОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Калмиков О. С.

Науковий керівник – д.т.н., проф. Стрілкова Т. О.

Харківський національний університет радіоелектроніки

(61166, Харків, просп. Науки, 14,

кафедра мікроелектроніки, електронних приладів та пристроїв)

e-mail: a1s1kalmykov@gmail.com

A review of the processes occurring in biological tissues and materials, which are accompanied by a weak glow. Methods based on the registration of chemiluminescences and fluorescence taking into account the intensity and spectrum of radiation are considered. Temporal and space-time signal filtering methods at low signal-to-noise ratios are presented. Additional statistical characteristics of the signal components are determined.

Метою роботи є аналіз процесів, які виникають в біологічних об'єктах та супроводжуються надслабким випромінюванням, проведення порівняльного аналізу існуючих оптико-електронних методів та систем реєстрації випромінювання з урахуванням інтенсивності та спектру. Останнім часом поширились досліді біологічних матеріалів основою яких є реєстрація власного в процесі хемілюмінесценції та вимушеного в процесах флюоресценції випромінювання. Об'єктами таких дослідів можуть бути однорідні суспензії, такі як кров так і неоднорідні, з довільним групуванням клітинних ліній, тканини внутрішніх органів. Наприклад у хворих на інфаркт міокарда в сечі можуть з'явитися невеликі кількості міоглобіну. Такі з'єднання, до яких відноситься міоглобін, дають яскраве світіння в присутності перекису водню і люмінола в сильно лужному середовищі. Світіння сечі в цих умовах може служити одним з показників інфаркту у хворого. Власне випромінювання клітин та тканин обумовлено наступним: реакціями активних форм кисню (довжина хвилі 1270 нм), реакції ланцюгового окислення ліпідів (420-520 нм), реакцій за участю окису азоту (640 нм). При реєстрації таких процесів за допомогою оптико-електронних систем маються особливості – рівень корисного сигналу можна порівняти з рівнем шуму. Таким чином необхідно вирішувати задачу виявлення сигналу на тлі завад при низьких величинах відношення сигнал/шум.

Реакції хемілюмінесценції на даний момент реєструюся хемілюмінометами, в основі яких знаходиться фотоелектронний перетворювач. Флуктуації внутрішнього шуму сучасних фотоелектронних перетворювачів дозволяють реєструвати випромінювання інтенсивністю 200 фотонів/сек. Для аналізу в таких приладах використовується величина повного квантового

виходу зареєстрованого випромінювання, максимальна його інтенсивність та залежність інтенсивності від часу реакції. Часові характеристики випромінювання: основним агентом, який світиться під час власного випромінювання клітин є синглетний кисень, який утворюється в кислому середовищі за участю гідроксильних радикалів а потім розпадається з висвячуванням кванта енергії. Таким чином інтенсивність і час випромінювання залежать від початкової концентрації гідроксильних радикалів. Інтенсивність зростає зі збільшенням концентрації, однак при цьому зменшується тривалість спалаху випромінювання. Наприклад, відомо що при $[H_2O_2]=10^{-2}$ моль/л час реакції 6 секунд, а при 10^{-1} моль / л основна частка випромінювання висвічується за час, менше 0,1 секунди. Для аналізу концентрацій органічних речовин, характерних для крові, використовується концентрації перекису водню $[H_2O_2]=10^{-3}$ моль/ л і час випромінювання 30 секунд. Використання ПЗС матриць. Застосування фотоелектронних перетворювачів надає задовільні результати для оцінки концентрацій досліджуваних речовин а також для оцінки тимчасових характеристик течії реакції, проте, якщо завдання стоїть в дослідженні неоднорідної суспензії, наприклад, фрагмента біологічної тканини важливим параметром виступають просторові характеристики випромінювання. Даний параметр можна зареєструвати чутливими ПЗС матрицями. Спираючись на мереживі можливості чутливості ПЗС матриць їх використання ґрунтується на реєстрації флуоресценції і фосфоресценції, яке обумовлене поглинанням фотонів світла маркером з подальшим їх повторним випромінюванням на більшій довжині хвилі досить перспективно. Шлях ефективної реєстрації таких процесів з урахуванням просторових та часово-просторових характеристик полягає в створення необхідних концентрацій речовин що мають флюоресценцію і фото сенсibiliзаторів в живих тканинах, а також в застосуванні алгоритмів реєстрації випромінювання в низькому співвідношенні сигнал/шум [1], [2]. В докладі обговорюються питання часових та просторово-часових методів фільтрації сигнальних складових на тлі завад при малих величинах відношеннях сигнал/шум. Методи засновані на попередньому статистичному аналізу сигнальної та фонові складових. Визначенні додаткові статистичні характеристики сигнальної складової.

Посилання: 1. Т. Стрелкова, «Розвиток стохастико-детермінованої теорії прийому та обробки сигналів в оптико-електронних системах», дис. доктор., наук, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, 2017. 2. Т. А. Стрелкова, и А. С. Калмыков, «Оптико-электронная система для изучения собственного оптического излучения живых систем», на *II-ой Междунар. науч.-практ. конф. «Качество технологий – качество жизни»*, Судак 15-19 сент. 2010, с. 113.