

УДК 621.384.4:612.117.5

Зубрик Л. – ст.гр. РМм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЗАСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ УЛЬТРАФІОЛЕТОМ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОГО ЛІКУВАННЯ ПСОРИАЗУ

Науковий керівник: д.т.н., проф. Р.А. Ткачук

Zubryk L.

Ternopil State Technical University named after Ivan Pul'uj

MATHEMATICAL DESIGN AND ADJUSTING FACILITIES DYNAMIC IRRADIATION BY AN ULTRAVIOLET FOR COMPLEX TREATMENT TO PSORIASIS IRRITATION

Supervisor: prof. R.A. Tkachuk

Ключові слова: ультрафіолет опромінення, енергія, псоріаз, шкіра.

Keywords: ultraviolet of irradiation, energy, psoriasis, skin.

На сьогоднішній день зростає кількість людей із захворюваннями шкіри (екзема, псоріаз, дерматоз), що характеризуються запальним процесом і важко піддаються лікуванню. У всьому світі декілька десятків мільйонів людей страждають на такі захворювання. Необхідно звернути увагу, що за останні роки спостерігається зростання кількості хворих, ураження з'являється вже в молодому віці [1]. Існують різні методи терапії: геліотерапія, фотоферез, фотонна терапія, комбінований метод лікування. Кожен з цих методів мають недоліки. Спільним недоліком методів є відсутність оптимального керування джерелом опромінення.

Комбінований метод передбачає медикаментозне лікування, яке підсилюється ультрафіолетовим опроміненням в області А (довжина хвилі 320-400 нм). Відома ПУФА-терапія (PUVA = Psoralens + UltraViolet A) – це лікувальна дія на шкіру людини ультрафіолетового випромінювання з поєднанням лікувальної суспензії. При місцевому нанесенні на уражену поверхню, наприклад, псоралену (крему, мазі, суспензії), опромінення УФ-А проводять відразу після того, як закінчено нанесення ліків. Комбіноване медикаментозне лікування ПУФА рекомендується хворим на псоріаз, що покриває більше 30% поверхні тіла, або тим, кому не допомагають інші відомі способи лікування. Тому крім комбінованого методу ультрафіолетова терапія набуває широкого застосування у випадках, коли існують проблеми індивідуальної непереносимості ліків та алергії на їх застосування. Перспективним напрямом лікування псоріазу є метод, який передбачає дозування і контрольований вплив на окремі ділянки біооб'єкту з використанням потоку в діапазоні А УФ-А [2].

Для оцінювання поглинання УФ-А та визначення діапазону зміни параметрів процесу із врахуванням глибини проникнення й поглинання багаточислової структури (суспензія, епідерміс, дерма, гіподерма), необхідно знайти початкову інтенсивність потоку вибраної довжини падаючої хвилі для окремого шару із врахуванням розсіювання та її поглинання, що здійснюється за законом Бугера – Ламберта – Бера [3].

$$I_{\lambda,x} = I_{\lambda,x=0} e^{-k\lambda x}, \quad (1)$$

де $I_{\lambda,x=0}$ – інтенсивність потоку, що випромінюється оптико-електронними пристроями на поверхні шкіри при $x=0$; $k\lambda$ – коефіцієнт, що враховує ослаблення інтенсивності потоку в біологічному середовищі кожного шару.

Але при цьому потрібно враховувати непостійність поглинання окремим шаром та часткове їх нагрівання при включенні джерела випромінювання. Для визначення зміни значення інтенсивності поглинутого потоку, який залежить не тільки від величини енергії випромінювання джерела, яка досягає поверхні шкіри, а також від непостійності властивостей цього шару з врахуванням поглинання на глибину x та проникнення енергії випромінювання:

$$\Delta I_{\lambda} = I_{\lambda, x=0} (1 - e^{-k\lambda x}) \quad (2)$$

Оскільки величина енергії, яка відбивається від поверхні шкіри залежить від її стану і характеризується функцією відбивання, яка залежить від параметрів стану здорової і поверхні ушкодженої шкіри, довжини хвилі потоку та просторового поля у випадку застосування декількох джерел випромінювання, наприклад, у виді матриці. Відомі до застосування пристрої при опроміненні шкіри (на базі ртутних ламп) не передбачають керування та регулювання потоку ультрафіолету, тому не враховуються індивідуальні особливості пацієнта із-за відсутності зворотнього зв'язку, де дія УФ контролюється практично тривалістю процесу. Виникає необхідність враховувати зміну оптичних характеристик біооб'єкта в процесі дії опромінення для забезпечення контролю і регулювання інтенсивності опромінення [4].

Отже, можна розглянути процес опромінення біооб'єкта із регулюванням енергії в імпульсному режимі з допомогою СВД-матриці, що розташована в площині випромінювання із заданими координатами коли на шкіру нанесено суспензію для проведення процедури. Схема опромінення шкіри на основі СВД-матриці з контролем відбитої енергії від епідермісу, що знаходиться на віддалі h від елементів матриці, наведена на рисунку 1.

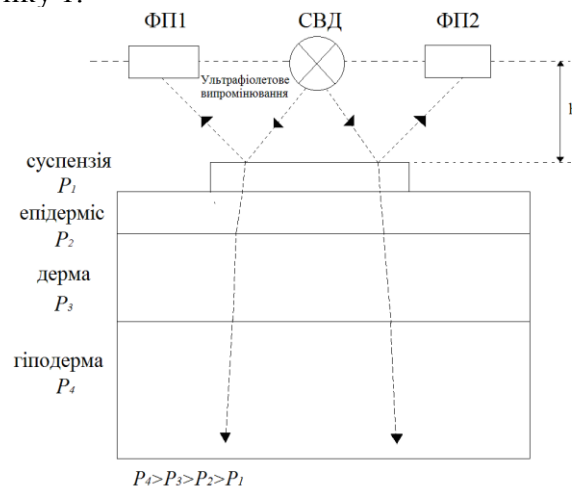


Рис. 1. Схема контролюваного процесу опромінення ультрафіолетом шкіри вкритої суспензією

Висновок: Удосконалення математичної моделі поширення УФ-А в неоднорідному біологічному середовищі дає можливість врахувати зміну параметрів шарів та поглинання багат шарової структури, де змінюються коефіцієнти поглинання опроміненої поверхні, поглинутої та відбитої енергії. Відбита енергія потрапляє на розташовані в площині матриці фотоприймачі ФП1 та ФП2, що дає можливість забезпечити регулювання енергії випромінювання СВД.

Література:

1. http://www.psoriasis.in.ua/psor_data.php
2. Круковская Л.П. Ультрафиолетовое излучение: - его биологическое воздействие, приемники: Методическое пособие. - СПб.:СПбГПУ, 2009. -26 с.
3. http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/51113/2/ProcNTShTB_2014v9_Roman_Tkachuk-Modeling_of_dynamic_176-184.
4. Ткачук Р.А. Моделювання динамічного опромінення для фотомедичних технологій при неперервності контролю параметрів процесу / Ткачук Р.А., Івах М.С., Кузь В.І. // Вісник СумДУ. – 2013. – №2. – С.98-105.