

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОХОДЖЕННЯ СВІТЛА ЧЕРЕЗ БІОТКАНИНУ

Яненко О. П., д.т.н., проф., Михайленко С. В., Кальнюк В. О.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Завданням сучасної науки є створення більш дешевих, економних і ефективніших пристроїв для лікування організму людини. Такими пристроями можуть бути оптичні прилади, які випромінюють світло у видимому діапазоні. Використання в якості джерел випромінювання світлодіодів, робить апаратуру значно дешевшою, зменшує енергоспоживання, збільшує термін служби.

В проведеному експерименті досліджувалось проходження світла через біотканину при контактному вимірюванні та в ближній зоні. При цьому вимірювались глибина та розподілення інтенсивності світла в матеріалі біооб'єкта [1]. Вимірювальна установка для проведення експерименту зображена на рис.1. В якості точкового (концентрованого) джерела світла використовувався пристрій для світлотерапії на двох світлодіодах, описаний в роботі [2]. При цьому світлодіоди вибрані з рознесеним діапазоном хвиль — синього кольору ( $\lambda=470$  нм) та червоного ( $\lambda=660$  нм).

Високочутливий фотоприймач побудований на основі технічних рішень, наведених в роботах [3, 4].

В якості біотканини був вибраний зразок шкіри з жировою тканиною білого кольору, як один із основних складових тіла теплокровних тварин та людини. Розміщення досліджуваного зразка 3 приведено на рис.1.

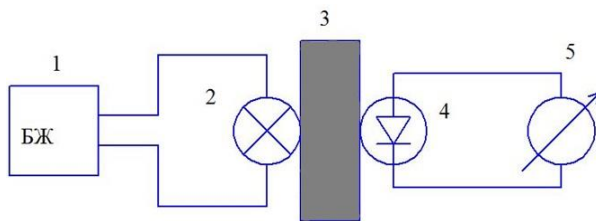


Рисунок 1. Схема експериментальної установки для дослідження розповсюдженого світла через зразок шкіри з жировою тканиною: 1 — блок живлення; 2 — джерело світла (світло діод); 3 — зразок; 4 — фотодіод; 5 — вольтметр

Найбільша ефективність світлотерапії проявляється при опроміненні м'язової тканини та судин і капілярів судинної системи. Жирова тканина менше реагує на дію світла і може створювати ефект екранування. Тому дослідження проходження світла через таку тканину є актуальною задачею.

Товщина зразка в експерименті змінювалась від 0 до 25 мм. Зразок складався із шкіри товщиною 2 мм, а все інше жирова тканина. Під час проходження через біотканину, світло багаторазово відбивається, розсіюється, поглинається, а тому і падає інтенсивність світла на виході зразка. Вплив цих ефектів знижувався за рахунок концентрованого формування променя світла.

Із графіка рис.2 видно, що із збільшенням товщини зразка значно падає інтенсивність, як синього, так і червоного світла. Причому, червоне світло проникає набагато глибше в зразок, ніж синє.

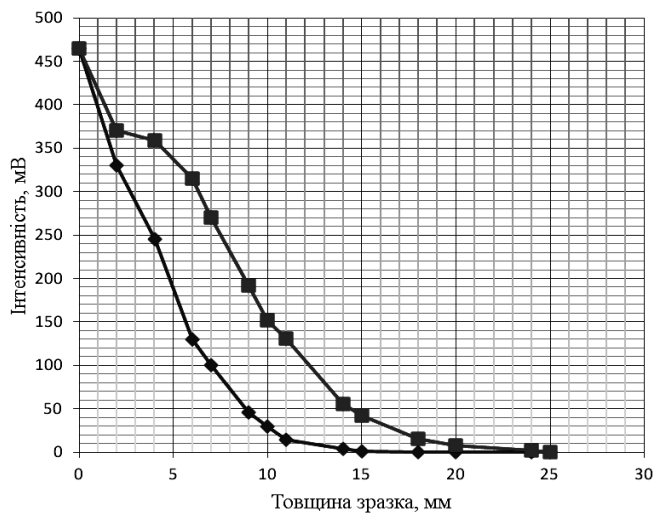


Рисунок 2. Інтенсивність пройденного світла через зразок; ■ — червоний колір, ◆ — синій колір

ву світла при опроміненні біооб'єкта безконтактним методом з різної відстані, результати якого наведені на рис.3. Такий метод впливу використовується при

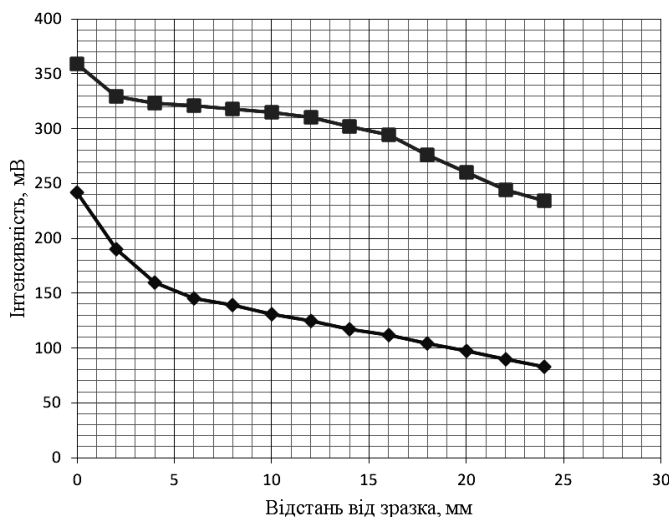


Рисунок 3. Інтенсивність пройденного світла через зразок (4 мм) на різних відстанях джерела світла; ■ — червоний колір, ◆ — синій колір

зразка змінювалась в межах від 0 до 24 мм.

Проведений експеримент по вивченню проходження світла через жирову тканину дозволяє оцінити глибину проникнення світла різної довжини хвиль, при наявності жирового прошарку, та відповідно прогнозувати

З експериментальних результатів видно, що червоне світло проникає до глибин 24 мм, а синє до 15 мм.

Розподіл інтенсивності світла, що проходить через зразок має експоненційну залежність. Це підтверджується графічним зображенням результатів експерименту для синього та червоного кольору відповідно в залежності від товщини біотканини.

Авторами також були проведені дослідження впливу

опроміненні більших ділянок шкіри, наприклад, при опіках. Окрім того, в експерименті було обрано зразок біотканини товщиною 4 мм, і при цьому вже не змінювалась товщина зразка, а змінювалась відстань від джерела світла до зразка. Цей експеримент проводився з метою визначити інтенсивності проходження світла через біотканину з віддаленням від неї джерела світла. В цьому експерименті використовувалась установка рис.1. Відстань від джерела до

ефективність світло терапії за концентрованого впливу на акупунктурні точки, або відповідні ділянки тіла людини.

**Перелік посилань**

1. Пушкарева А.Е. Моделирование воздействия низкоинтенсивного излучения He-Ne лазера на кожу и жировую ткань / А.Е. Пушкарева // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – СПбГУ: ИТМО, 2006. - №3 (26). – с. 3-9.
2. Яненко О.П. Прилад для світло терапії та опромінення акупунктурних точок / О.П. Яненко, С.В. Михайленко // Вісник Національного технічного університету «КПІ» Серія Приладобудування 2014, вип..47, с.169-174
3. Пат. 90426 Україна, МПК G01J 1/00. Фотометричний вимірювач / Яненко О.П.; заявники і патентовласники Яненко О.П., Михайленко С.В., Лісничук А.С., Горшков А.В. – №201315268; заявл. 26.12.2013; опубл. 26.05.2014, Бюл. №10.
4. Михайленко С.В. Радіометричний модуляційний вимірювач інтенсивності оптичного випромінювання / С.В. Михайленко, О.П. Яненко, А.С. Лісничук // Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія – Радіотехніка. Радіапаратобудування. – 2014. – №56. – с.96-101.

**Анотація**

Авторами досліджені методи проникнення світла до організму людини через шкіру та жировий шар світловими потоками різної довжини хвилі синього ( $\lambda=470$  нм) і червоного ( $\lambda=660$  нм). В експерименті досліджувалась взаємодія світла з біотканиною при контактному впливі, а також на відстані. При цьому вимірювались глибина і розподілення інтенсивності світла в матеріалі біооб'єкта. Показано, що червоне світло проникає в жирову тканину на глибину до 24 мм, а синє – 15 мм. Наведені результати вимірювання при дистанційному впливі, що може використовуватися для лікування опіків.

Ключові слова: світлодіод, опромінення, біотканина, експеримент

**Аннотация**

Авторами исследованы методы проникновения света в организм человека через кожу и жировой слой световыми потоками разной длины волны синего ( $\lambda=470$  нм) и красного ( $\lambda=660$  нм). В эксперименте исследовалось взаимодействие света с биотканью при контактном воздействии, также на расстоянии. При этом измерялась глубина и распределение интенсивности света в материале биобъекта. Показано, что красный цвет проникает в жировую ткань на глубину до 24 мм, а синий – 15 мм. Приведены результаты измерения при дистанционном воздействии, которое может использоваться для лечения ожогов.

Ключевые слова: светодиод, облучения, биоткань, эксперимент

**Abstract**

The authors investigated methods of light penetration into the human body through the skin and fat layer light fluxes of different wavelengths of blue ( $\lambda = 470$  nm) and red ( $\lambda = 660$  nm). The experiment studied the interaction of light with biotissue at the contact exposure, and at a distance. This measured the depth and intensity distribution of light in the material of biological objects. The red light penetrates into the adipose tissue to a depth of 24 mm, and blue - 15 mm. These results are in distance-measurement effects. This results can be used to treat burns.

Keywords: LED exposure, biological tissues, experiment