

УДК 535.2:616-71

Д.В. Горбань

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## БИОМЕТРИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ФОТОМЕТРІВ З ЕЛІПСОЇДАЛЬНИМИ РЕФЛЕКТОРАМИ

D.V. Horban

### BIOMETRIC PREREQUISITES FOR THE DESIGN OF PHOTOMETERS WITH ELLIPSOIDAL REFLECTORS

Фотометри з еліпсоїдальними рефлекторами доволі широко використовуються для оптичної діагностики світлорозсіювальних середовищ, у тому числі зразків біологічних тканин [1,2], а також для дослідження профілю непрозорої поверхні [3]. З точки зору оптимізації параметрів вимірювального ядра фотометричної системи, яким є еліпсоїдальні рефлектори, важливо здійснити їх адаптацію до параметрів об'єкту дослідження.

У даній роботі розглянуто обґрунтування вибору граничних товщин біологічного середовища (БС), при яких буде спостерігатись найбільш яскравий розподіл по полю у фотометричних зображеннях при еліпсоїдальній фотометрії. Зазначені результати є одними з передумов, що вважаються ключовими при виборі основних параметрів еліпсоїдальних рефлекторів біомедичних фотометрів, а саме ексцентриситету та фокального параметру [1,2].

Дослідження проведені на підставі модельного експерименту поширення оптичного випромінювання в БС методом Монте-Карло [1,2] на прикладі білої речовини людського мозку для трьох довжин хвиль: 405 нм, 532 нм та 650 нм. Оптичні властивості БС, а саме коефіцієнти поглинання  $\mu_a$  та розсіяння  $\mu_s$ , а також фактор анізотропії розсіяння  $g$  наведені в табл.1. Показник заломлення складав 1.467, а товщини при моделюванні змінювались в діапазоні 0.00001 – 5.00 см.

Таблиця 1. Оптичні властивості білої речовини мозку людини

405нм			532нм			650нм		
$\mu_a$	$\mu_s$	$g$	$\mu_a$	$\mu_s$	$g$	$\mu_a$	$\mu_s$	$g$
0.31	40.2	0.76	0.1	41	0.82	0.08	40.1	0.85

Результатами моделювання є коефіцієнти дифузного відбиття ( $R_d$ ), повного пропускання ( $T$ ) та поглинання ( $A$ ), характеристична зміна розподілу яких для трьох зазначених довжин хвиль показана на рис.1. З графіків видно, що на обраних довжинах хвиль зберігається відносна сталість оптичних коефіцієнтів до товщини тканини яка дорівнює 0,001 см. Порівняємо результати для довжин хвиль 405 нм та 532 нм. На графіках помітно, що для 405 нм частка розсіяного назад випромінювання зростає аж до товщини тканини приблизно 0.9 см, і надалі зі збільшенням товщини практично не змінюється. При цьому коефіцієнт поглинання продовжує зростати і є більшим за абсолютною величиною за коефіцієнт  $R_d$  для товщин порядку 0.9-1.3 см. Збільшення товщини зразка надалі не призводить до суттєвих змін коефіцієнта поглинання. Інша ситуація спостерігається для довжин хвиль 532 нм та 650 нм. На проміжку товщин в діапазоні 0.01-3 см дифузне відбиття переважає поглинання, а надалі обидва коефіцієнти стали. Частка світла, що розсіялась в напрямку вперед природньо зменшується зі збільшенням

товщини тканини від 0.01 см. При цьому коефіцієнт  $T$  зменшується до нуля для довжини хвилі 405 нм при товщині зразка приблизно 2 см, для 532 нм – 4 см, а для 650 нм – 5 см.

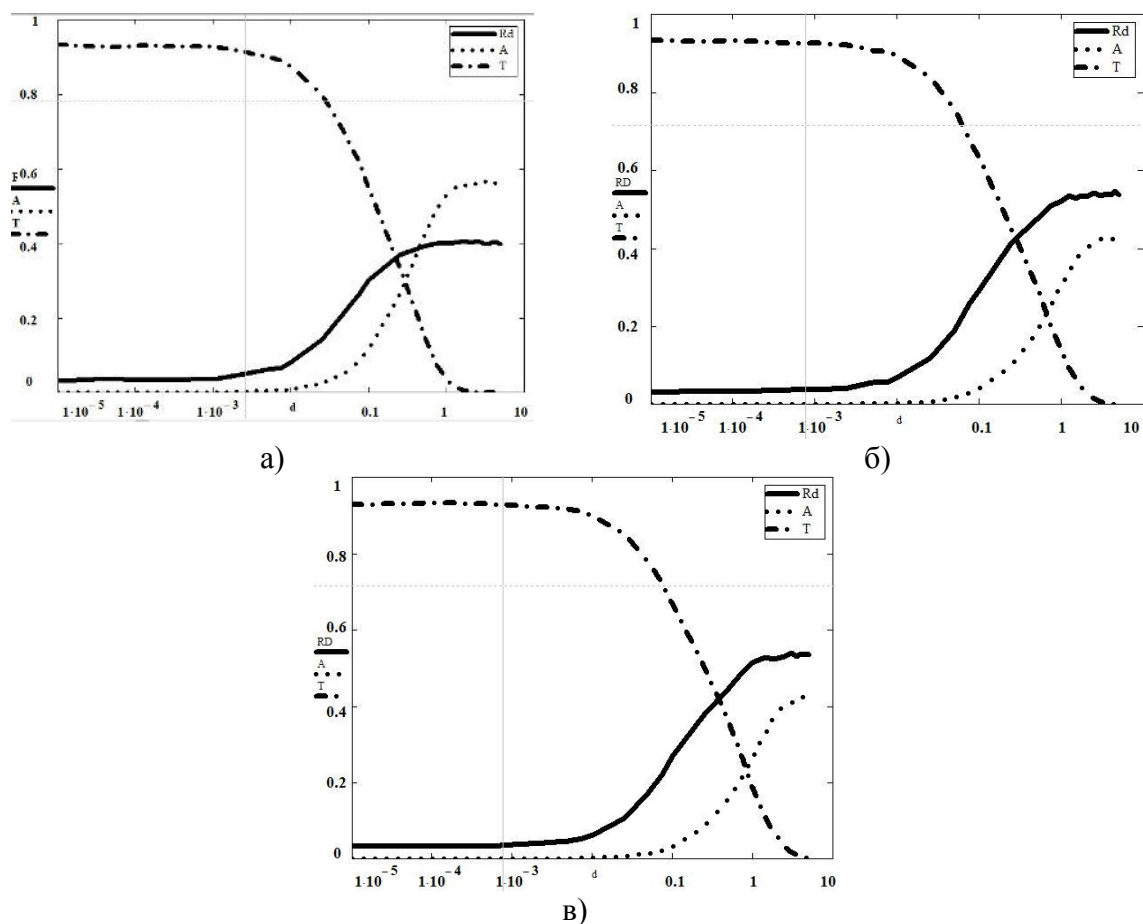


Рисунок 1. Оптичні коефіцієнти для білої речовини мозку людини на довжинах хвиль 405 нм (а), 532 нм (б) та 650 нм (в) в залежності від товщини зразка БС

Аналогічно принципам, викладеним у роботах [1,2], на підставі аналізу отриманих графіків (рис.1) можна визначити найбільш придатні товщини БС для дослідження методами фотометрії з використанням еліпсоїдальних рефлекторів та приготування зразків простими способами. Ці результати можуть бути використані при оптичній діагностиці неврологічних захворювань.

### Література

1. М. А. Bezuglyi, N. V. Bezuglaya, and I. V. Helich, "Ray tracing in ellipsoidal reflectors for optical biometry of media," *Appl. Opt.* 56, 8520-8526 (2017).
2. Безуглий М. А. Обработка изображений при эллипсоидальной фотометрии / М. А. Безуглый, Н. В. Безуглая, А. Б. Самияк // *Приборы и методы измерений*. – 2016. – Т. 7, № 1. – С. 67 – 76.
3. Безуглий М. О. Метод фотометричного дзеркального еліпсоїда обертання для дослідження шорсткості поверхні / М. О. Безуглий, Д. В. Ботвиновський, В. В. Зубарев, Я. О. Коцур // *Методи та прилади контролю якості*. – 2011. – №27. – С. 77 – 83.