

МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ І ОБРОБКИ ОПТИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ОЧНОГО ДНА

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Розглянуто і проаналізовано основні фотонні методи формування і обробки зображень очного дна, їх переваги та обмеження в контексті діагностики та моніторингу офтальмологічних захворювань.

Ключові слова: формування зображень, фундус фотографія, оптична когерентна томографія, лазерна скануюча офтальмоскопія, адаптивна оптика, очне дно.

Abstract. The main photonics methods of fundus image formation and processing, their advantages and limitations in the context of diagnostics and monitoring of ophthalmic diseases are considered and analysed.

Keywords: imaging, fundus photography, optical coherence tomography, laser scanning ophthalmoscopy, adaptive optics, fundus.

Вступ

Вивчення та аналіз оптичних зображень очного дна є фундаментальним аспектом офтальмологічних досліджень і діагностики. Сучасні фотонні методи, такі як фундус фотографія та сканування з використанням оптичної когерентної томографії (ОКТ), забезпечують високоякісне візуалізування структур внутрішньої частини ока. Ці методи дозволяють лікарям детально розглядати сітківку, зоровий нерв та інші важливі компоненти очного дна, що є ключовим для ранньої діагностики та моніторингу захворювань. Точність та якість зображень, отриманих за допомогою фотонних методів, безпосередньо впливають на ефективність діагностичного процесу та вибір лікування[1]. В цій роботі ми розглянемо основні фотонні техніки, їх застосування та вплив на дослідження стану очного дна.

Аналіз методів формування та обробки оптичних зображень очного дна

Формування та обробка зображень очного дна виконується за допомогою декількох ключових фотонних методів. Цей процес є критично важливим у офтальмології, оскільки він допомагає у діагностиці ряду захворювань, плануванні хірургічних втручань, а також у наукових дослідженнях. Нижче описано основні методи, їхні особливості та застосування.

Основні методи формування та обробки зображень очного дна:

- Фундус фотографія - дозволяє отримувати кольорові зображення внутрішніх структур ока, включно із сітківкою, диском зорового нерва та судинами сітківки[1]. Цей метод використовується для виділення та аналізу структур очного дна, виявлення захворювань, таких як діабетична ретинопатія та глаукома;
- Оптична когерентна томографія (ОКТ) - використовує світлові хвилі для створення детальних поперечних зображень сітківки, забезпечуючи мікроскопічну точність візуалізації її шарів. ОКТ застосовується для діагностики станів, які впливають на структуру сітківки, зокрема макулярного набряку та макулярної дегенерації[2];
- Сканування лазерною скануючою офтальмоскопією (SLO) - використовує лазерне світло для отримання висококонтрастних зображень, забезпечуючи вищу якість зображень в порівнянні з традиційною фундус фотографією[3]. Метод застосовується для детального аналізу судинних структур та інших деталей сітківки;

- Адаптивна оптика – коригує оптичні відхилення в оці, що дозволяє отримувати зображення сітківки з надзвичайною деталізацією. Цей метод використовується для виявлення мікроскопічних змін у структурах сітківки, які можуть вказувати на ранні стадії захворювань[4].

На рисунку 1 зображено приклади зображень отриманих за допомогою перерахованих вище методів.

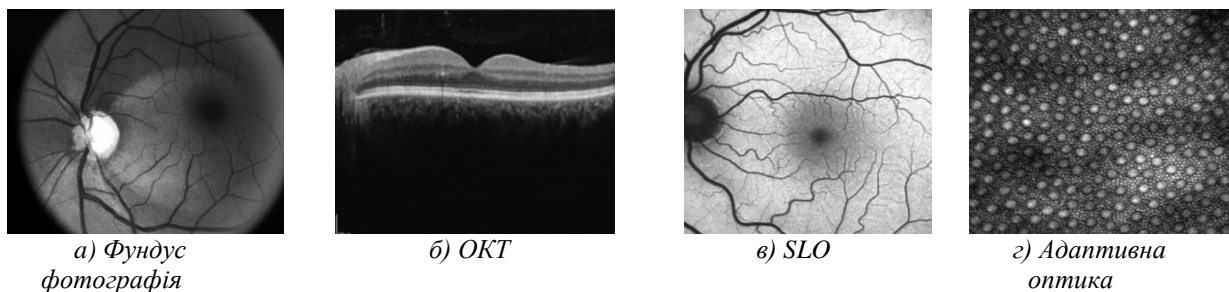


Рисунок 1 – Приклади зображень

Фундус фотографія є одним з найбільш традиційних методів для візуалізації внутрішніх структур ока і часто використовується через свою доступність та здатність надавати якісні кольорові зображення. Однак вона має обмеження, такі як недостатня деталізація глибинних структур і вплив руху ока на якість зображення. Натомість, Оптична когерентна томографія (ОКТ) надає високу роздільну здатність і детальність поперечних зображень сітківки, але вимагає значних інвестицій у високотехнологічне обладнання і спеціалізоване навчання для інтерпретації зображень. Сканування лазерною скануючою офтальмоскопією (SLO) забезпечує високу контрастність і точність, мінімізуючи вплив руху ока, але має вищу вартість і обмежену область сканування. Адаптивна оптика, найсучасніший метод, дозволяє отримати надзвичайно деталізовані зображення за рахунок корекції оптичних відхилень, але її складність і висока вартість обмежують широке використання. Таким чином, вибір методу залежить від конкретних клінічних потреб, доступності ресурсів і потрібного рівня деталізації зображень.

Висновок

Фотонні методи формування та обробки оптичних зображень очного дна є важливими інструментами в офтальмології, що дозволяють лікарям виявляти та моніторити захворювання очей з високою точністю. Кожен метод, від фундус фотографії до адаптивної оптики, має свої унікальні переваги та обмеження, що визначають його найкраще використання в клінічній практиці. Правильний вибір методу забезпечує оптимальне виявлення структурних і функціональних змін в очному дні, сприяючи точній діагностиці та ефективному лікуванню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Fenner BJ, Wong RLM, Lam WC, Tan GSW, Cheung GCM. Advances in Retinal Imaging and Applications in Diabetic Retinopathy Screening: A Review. *Ophthalmol Ther.* 2018;7(2):333-346. <https://doi.org/10.1007/s40123-018-0153-7>
2. Wolfgang Drexler, James G. Fujimoto, "Optical Coherence Tomography in Ophthalmology," *J. Biomed. Opt.* 12(4) 041201 (1 July 2007) <https://doi.org/10.1117/1.2773734>.
3. Mainster, M.A., Desmettre, T., Querques, G. et al. Scanning laser ophthalmoscopy retroillumination: applications and illusions. *Int J Retin Vitre* 8, 71 (2022). <https://doi.org/10.1186/s40942-022-00421-0>
4. Merino D, Loza-Alvarez P. Adaptive optics scanning laser ophthalmoscope imaging: technology update. *Clin Ophthalmol.* 2016;10:743-755. <https://doi.org/10.2147/OPHT.S64458>

Андрікевич Сергій Анатолійович - аспірант кафедри біомедичної інженерії, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, andrikevuch.serhii@gmail.com.

Тужанський Станіслав Євгенович – к.т.н, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, slavat@vntu.edu.ua.

Andrikevych Serhii Anatoliiovych - Postgraduate student, Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, andrikevuch.serhii@gmail.com.

Tuzhanskyi Stanislav Yevhenovych - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, slavat@vntu.edu.ua.