

## АНАЛІЗ ОПТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ХВОРИХ НА ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Ця робота зосереджена на аналізі оптичних методів для оцінювання стану хворих на цукровий діабет. Вона охоплює використання таких технологій, як оптична когерентна томографія (ОКТ) та ОКТ ангіографія (ОКТА), які забезпечують детальні зображення сітківки і використовуються для виявлення та моніторингу ускладнень діабету, особливо діабетичного макулярного набряку та діабетичної ретинопатії. Також розглядається розробка неінвазивних методів моніторингу рівня глюкози у крові, що може значно полегшити повсякденне керування діабетом для пацієнтів.

**Ключові слова:** цукровий діабет, оптична когерентна томографія, ОКТ, ОКТ ангіографія, ОКТА, діабетичний макулярний набряк, діабетична ретинопатія, неінвазивний моніторинг глюкози, медичні оптичні технології.

Оптичні методи стають все більш важливими для оцінювання стану пацієнтів із цукровим діабетом, пропонуючи неінвазивні та інноваційні підходи для моніторингу різних аспектів захворювання. Ось синтез сучасних оптичних методів, які використовуються для оцінки діабету:

- Оптична когерентна томографія (ОКТ): ОКТ є значним інструментом у керуванні діабетом, особливо для ускладнень, пов'язаних з очима. Її широко використовують для виявлення діабетичного макулярного набряку (ДМН) і мають різні класифікаційні системи на основі спектрально-доменної ОКТ, які допомагають у стадіюванні та управлінні ДМН [1].

- Оцінка шкіри: ОКТ використовувалася для отримання зображень шкіри у пацієнтів із діабетом. Це допомагає вивчати властивості нормальної та пошкодженої шкіри, хоча повна корисність у специфічній оцінці діабету все ще вивчається. Зображення можна отримати на довжині хвилі 1305 нм, що пропонує неінвазивний аналіз у реальному часі [2].

- Виявлення діабетичної макулярної ішемії (ДМІ): Була протестована система глибокого навчання для оцінки якості зображень та наявності ДМІ, використовуючи зображення оптичної когерентної томографії ангіографії. Ця система може допомогти у виявленні та оцінці ступеня ішемії у діабетичній ретинопатії (ДР), аналізуючи тисячі зображень ОКТА [3].

- Неінвазивний моніторинг глюкози: Розробляються та оцінюються неінвазивні оптичні методи для мобільного моніторингу рівня глюкози у крові. Ці методи включають оцінку жовтизни шкіри, яка може бути індикатором рівня глюкози у крові без необхідності взяття проб крові [4].

- Оптична Когерентна Томографія Ангіографія (ОСТА): ОСТА - це новий, невтручальний трирозмірний метод зображення, який використовується для візуалізації капілярів у всіх шарах сітківки. Він особливо корисний для оцінки ранніх змін ретинального мікросудинності та функціональних змін у пацієнтів з діабетом, навіть у тих, у кого немає клінічних ознак діабетичної ретинопатії. Це робить ОСТА важливим інструментом у діагностиці та контролі пацієнтів з діабетом, з ДР або без нього, дозволяючи детально візуалізувати ретинальну та хоріоїдальну мікроваскулятуру та забезпечувати якісну та кількісну інформацію [5-7].

- Стереоскопічна Кольорова Фотографія Фундуса: Цей метод вважається золотим стандартом для виявлення діабетичної ретинопатії (ДР). Він передбачає отримання детальних зображень сітківки за допомогою стереоскопічної кольорової фотографії фундуса у семи стандартних полях, як це визначено групою Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS). Ця техніка корисна не тільки для виявлення ДР, але й для ідентифікації діабетичного макулярного набряку (DME) та тонкої ретинальної неоваскуляризації [8].

Оптичні методи для оцінювання стану хворих на цукровий діабет пропонують нові та неінвазивні підходи, які можуть радикально змінити догляд за діабетом, зменшуючи інвазивність

поточних методів моніторингу та покращуючи легкість та частоту вимірювань. Це область активних досліджень та розробок з потенційними наслідками для кращого управління та результатів для пацієнтів з діабетом.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Vivian W K Hui, Simon K H Szeto, Fangyao Tang, Dawei Yang, Haoyu Chen, Timothy Y Y Lai, Ao Rong, Shaochong Zhang, Peiquan Zhao, Paisan Ruamviboonsuk, Chi-Chun Lai, Andrew Chang, Taraprasad Das, Masahito Ohji, Suber S Huang, Sobha Sivaprasad, Tien Yin Wong, Dennis S C Lam, Carol Y Cheung. Optical Coherence Tomography Classification Systems for Diabetic Macular Edema and Their Associations With Visual Outcome and Treatment Responses - An Updated Review. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. December 2021. 1 – 11p.
2. Shyon Parsa, Christine Wamsley, Paul Kim, Jeffrey Kenkel, Yucel Akgul. Use of Optical Coherence Tomography (OCT) in Assessment of Diabetic Skin Wound Characteristics and Blood Flow. *American College of Foot and Ankle Surgeons*. October 2022. 3-5p.
3. Dawei Yang, Zihan Sun, Jian Shi, Anran Ran, Fangyao Tang, Ziqi Tang, Jerry Lok, Simon Szeto, Jason Chan, Fanny Yip, Liang Zhang, Qianli Meng, Martin Rasmussen, Jakob Grauslund, Carol Y Cheung. A multi-task deep-learning system for assessment of diabetic macular ischemia on optical coherence tomography angiography images. *Wolters Kluwer Health, Inc. on behalf of the Ophthalmic Communications Society*. August 2021. 29 pages.
4. Bahareh Javid, Faranak Fotouhi-Ghazvini, Fahime Sadat Zakeri. Noninvasive Optical Diagnostic Techniques for Mobile Blood Glucose and Bilirubin Monitoring. *J Med Signals Sens*. September 2018. 15 pages.
5. Amit Meshi, Kevin C Chen, Qi Sheng You, Kunny Dans, Tiezhu Lin, Dirk-Uwe Bartsch, Lingyun Cheng, Manuel J Amador-Patarroyo, Ilkay Kilic Muftuoglu, Maria L Gomez, Eric Nudleman, William R Freeman. Anatomical and functional testing in diabetic patients without retinopathy: results of optical coherence tomography angiography and visual acuity under varying contrast and luminance conditions. *Retina*. 2019 October. 20 pages.
6. Nadia K Waheed, Richard B Rosen, Yali Jia, Marion R Munk, David Huang, Amani Fawzi, Victor Chong, Quan Dong Nguyen, Yasir Sepah, Elizabeth Pearce. Optical coherence tomography angiography in diabetic retinopathy. *Elsevier Ltd*. November 2023. 17pages.
7. Ana Boned-Murillo, Henar Albertos-Arranz, María Dolores Diaz-Barreda, Elvira Orduna-Hospital, Ana Sánchez-Cano, Antonio Ferreras, Nicolás Cuenca, Isabel Pinilla. Optical Coherence Tomography Angiography in Diabetic Patients: A Systematic Review. December 2021. 25 pages.
8. James Kang Hao Goh, Carol Y Cheung, Shaun Sebastian Sim, Pok Chien Tan, Gavin Siew Wei Tan, Tien Yin Wong. Retinal Imaging Techniques for Diabetic Retinopathy Screening. *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2016. 13 pages.

**Павлов Сергій Володимирович** – д.т.н., професор кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [psv@vntu.edu.ua](mailto:psv@vntu.edu.ua).

**Корніленко Олександр Сергійович** – аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптикоелектронних систем, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: [sanya.kornilenko13@gmail.com](mailto:sanya.kornilenko13@gmail.com)

## **ANALYSIS OF OPTICAL METHODS FOR ASSESSING THE CONDITION OF PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS**

### **Abstract.**

This paper focuses on the analysis of optical methods for assessing the condition of patients with diabetes mellitus. It covers the use of technologies such as optical coherence tomography (OCT) and optical coherence tomography angiography (OCTA), which provide detailed images of the retina and are used to detect and monitor diabetes complications, especially diabetic macular edema and diabetic retinopathy. The article also discusses the development of non-invasive methods for monitoring blood glucose levels, which can greatly facilitate the daily management of diabetes for patients.

**Key words:** diabetes mellitus, optical coherence tomography, OCT, OCT angiography, OCTA, diabetic macular edema, diabetic retinopathy, non-invasive glucose monitoring, medical optical technologies.

**Pavlov Sergii Volodymyrovych** – Doctor Tech. Sc., Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optical-Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [psv@vntu.edu.ua](mailto:psv@vntu.edu.ua).

**Kornilenko Oleksandr Serhiyovych**- is a graduate student of the Department of Biomedical Engineering and Opto-Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [sanya.kornilenko13@gmail.com](mailto:sanya.kornilenko13@gmail.com).