

# СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ЗЧИТУВАННЯ МОРГАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МАГНІТНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФЕРОФЛЮЇДУ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

У роботі описано систему моніторингу моргання, що використовує постійний магніт, ферофлюїд та датчики в окулярах для безконтактного зчитування сигналів. Вона є носимою, непомітною та адаптується до анатомії користувача, забезпечуючи комфорт і безпеку.

**Ключові слова:** моніторинг, ферофлюїд, окуляри, магнітне поле, моргання.

## Abstract

The paper describes a blink monitoring system that uses a permanent magnet, ferrofluid, and sensors in glasses to non-contact read signals. It is wearable, inconspicuous, and adapts to the user's anatomy, ensuring comfort and safety.

**Keywords:** monitoring, ferrofluid, glasses, magnetic field, blinking.

## Вступ

В останні роки технології безконтактного моніторингу рухів очей набули популярності завдяки своїй здатності забезпечувати високий рівень комфорту та точності. У даній роботі розглянуто систему моніторингу, що поєднує магнітні властивості ферофлюїду і окуляри з вбудованими датчиками. Система розроблена для безконтактного зчитування моргання, з мінімальним дискомфортом для користувача та високою чутливістю до рухів очей. Окуляри з вбудованими котушками можуть стати ефективним інструментом для подібних застосувань, включаючи медичні й наукові дослідження.

## Результати дослідження

Система моніторингу працює на основі комбінації постійного магніту, ферофлюїду та окулярів, оснащених вбудованими датчиками. Під час моргання магніт переміщається вертикально, змінюючи магнітне поле в області очей, що фіксується котушками, які генерують індукований сигнал, як показано на рисунку 1.

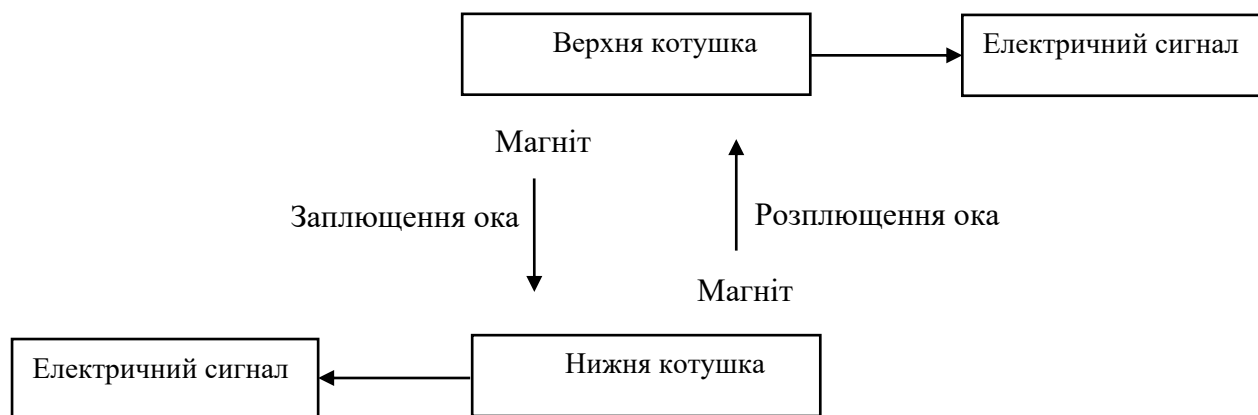


Рисунок 1. Схема генерації сигналу в системі зчитування моргання

Ферофлюїд[1] — це суперпарамагнітний матеріал, що складається з наночастинок  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ [2] у воді і є безпечним для організму людини. Завдяки своїм магнітним властивостям, ферофлюїд легко прикріплюється до накладних віій, не змінюючи їх зовнішній вигляд завдяки темно-чорному кольору.

Окуляри мають порожнисті канали у верхній та нижній частинах оправы для вбудованих датчиків у вигляді котушок. Це дозволяє зробити систему моніторингу непомітною, зберігаючи природний вигляд користувача. Котушки, що розміщені з обох боків оправы, з'єднані в одному напрямку для посилення індукованого сигналу, що підвищує чутливість до рухів моргання та полегшує їх виявлення. Система використовує безконтактний метод зчитування, мінімізуючи дискомфорт і дозволяючи адаптуватися до індивідуальних анатомічних особливостей користувачів.

Система моніторингу є носимою, непомітною та може адаптуватися до різних форм обличчя й очей, забезпечуючи комфорт і безпеку завдяки відсутності безпосереднього контакту з оком.

Електронна система побудована на платформі Arduino Mega[3] і має потенціал для повної інтеграції в оправу окулярів, що підвищить її зручність і автономність. Для створення форми оправы окулярів використано тривимірне моделювання за допомогою програмного забезпечення Blender[4].

### Висновки

Описана система моніторингу на базі постійного магніту, ферофлюїду та вбудованих датчиків є високоефективним і комфортним рішенням для зчитування рухів очей. Відсутність прямого контакту з оком підвищує безпеку та адаптацію системи до різних анатомічних особливостей користувачів. Потенціал інтеграції цієї технології в оправу окулярів робить її зручною та автономною, що значно спрощує використання в реальних умовах.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bamuqaddam, A.M.; Aladeemy, S.A.; Ghanem, M.A.; Al-Mayouf, A.M.; Alotaibi, N.H.; Marken, F. Foam Synthesis of Nickel/Nickel (II) Hydroxide Nanoflakes Using Double Templates of Surfactant Liquid Crystal and Hydrogen Bubbles: A High-Performance Catalyst for Methanol Electrooxidation in Alkaline Solution. *Nanomaterials* 2022, 12, 879. <https://doi.org/10.3390/nano12050879>.
2. Zhang, Y., Wang, Y., & Li, X. (2015). All-fiber magnetic field sensor with ferrofluid-filled tapered photonic crystal fiber. *Optics Express*, 23(16), 20668–20674. <https://doi.org/10.1364/OE.23.020668>.
3. Homa, D.; Pickrell, G. Magnetic Sensing with Ferrofluid and Fiber Optic Connectors. *Sensors* 2014, 14, 3891–3896. <https://doi.org/10.3390/s140303891>.
4. Cong Wang, Yongquan Guo, Tai Wang, Magnetic and transport properties of orthorhombic rare-earth aluminum germanide  $\text{GdAlGe}$ , *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Volume 526, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2021.167739>.

**Мормітко Олексій Михайлович** — аспірант кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, факультет інформаційних електронних систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Тимчик Сергій Васильович** — канд. техн. наук, доцент кафедри біомедичної інженерії та оптико-електронних систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [tymchyksv@ukr.net](mailto:tymchyksv@ukr.net).

**Oleksiy Mykhailovych Mormitko** — postgraduate student of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Faculty of Information Electronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Tymchyk Serhiy Vasyliovych** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Biomedical Engineering and Optoelectronic Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [tymchyksv@ukr.net](mailto:tymchyksv@ukr.net).