

ОПТИЧНІ ТА ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННІ СЕНСОРИ У МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця

Анотація

У межах дослідження здійснено комплексний аналіз поєднання нанотехнологій з оптичними та оптико-електронними сенсорними системами в медичній діагностиці. Запропоновано концепцію міждисциплінарної інтеграції, яка дозволяє реалізовувати високоточні неінвазивні методи контролю фізіологічних показників людини. Обґрунтовано перспективи застосування наночастинок-наногільз, модифікованих антитілами, для адресного знищення пухлинних клітин, що створює передумови для розвитку персоналізованої онкотерапії. Окрему увагу приділено інноваційній сфері нанохірургії, що базується на використанні мікролазерів та запрограмованих нанопристроїв для виконання мікроманіпуляцій високої точності.

Ключові слова: нанотехнології, медицина, наноматеріали, мікролазери, нанохірургія, оптичні сенсори.

Нанотехнології являють собою інноваційний напрям міждисциплінарної науки, який вивчає закономірності взаємодії та методи контролю над речовиною на рівні атомів і молекул з метою створення наноматеріалів із заданими фізико-хімічними властивостями. Зазначені матеріали, завдяки своїм унікальним характеристикам, знаходять широке застосування в різних галузях, зокрема в медицині. У медичній сфері нанотехнології насамперед дозволяють модифікувати хімічний склад сполук, забезпечуючи точкову дію на патологічні процеси. Прикладами практичного застосування є лазерна хірургія, антивікові технології, а також терапія серцево-судинних захворювань, цукрового діабету, епілепсії тощо. На сучасному етапі розвитку інтеграція наноматеріалів із біологічними системами сприяла появі новітніх методик діагностики та медичної візуалізації, високоточних аналітичних інструментів, ефективних систем доставки лікарських препаратів. Крім того, нанотехнології активно впроваджуються в біомедичну інженерію, молекулярну медицину (зокрема в генотерапію та редагування геному) і регенеративну медицину, відкриваючи нові перспективи для персоналізованого лікування та відновлення функцій організму [1].

Таким чином, з появою нанотехнологій почали стрімко розвиватися й мікролазерні технології – це технології, що базуються на використанні лазерів з щільним когерентним випромінюванням.

В сучасності широкого використання набувають хірурги-роботи та з їх появою пов'язана новітня галузь медицини, а саме нанохірургія – це сфера, яка використовує мікролазери та нанопристрої, які спеціально програмують для виконання та для більш точного та безпечного проведення, в основному надзвичайно дрібних, операцій та інших маніпуляцій [2].

Одним з найрозповсюдженіших прикладів застосування мікролазерів – це лазерна епіляція. На перший погляд процедура може здатися небезпечною, однак на сьогоднішній день вона вважається абсолютно безпечною (адже промінь лазера заглиблюється у шкіру лиш на 4 мм, щоб видалити волоссяні цибулини), але має протипоказання для людей з надчутливою шкірою, хворим на декомпенсований цукровий діабет та на онкологічні захворювання, аутоімунні захворювання та ін.

Оптичні та оптико-електронні сенсори. Це технології, які за допомогою оптичного аналізу та передавання й обробки інформації дозволяють вимірювати різні показники (температуру тіла, серцевий ритм, рівень насичення киснем тощо) без прямого контакту зі шкірою. Завдяки властивостям світла та датчикам, які зчитують відповідні сигнали – оптичні та оптико-

електронні сенсори не мають протипоказань, адже вони ніяк не впливають на зовнішні чи внутрішні ознаки організму.

Роботу даних пристроїв у спрощеному форматі можна зобразити так [3]:

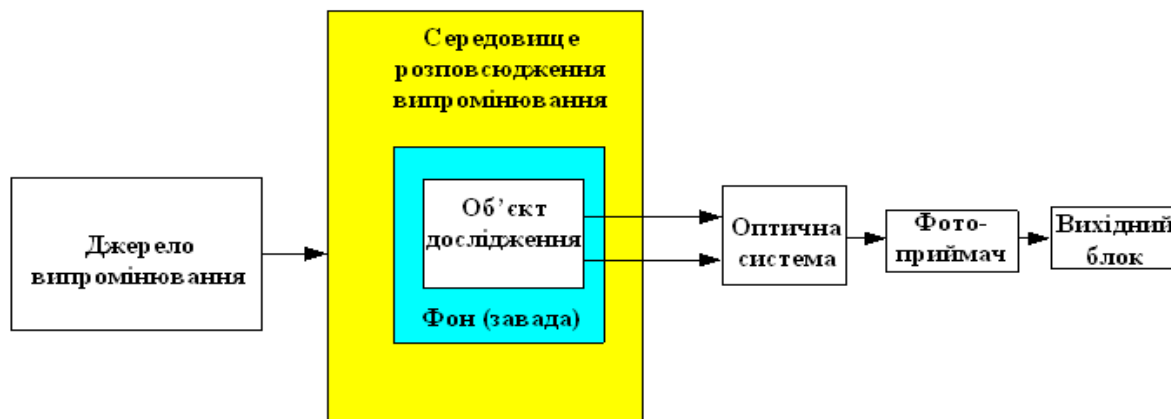


Рис.1 Узагальнена структурна схема ВК оптико-електронної системи

Сучасні методи в медицині навіть включають поєднання нанотехнологій та оптичних систем. Так, вчені створили новий клас частинок. Наночастки-наногільзи наділені унікальними властивостями оптичного характеру. Ці елементи, володіючи мікроскопічним діаметром (в двадцять разів меншим, ніж у еритроцитів), здатні вільно переміщатися по кровоносній системі. До поверхні гільз прикріплюються антитіла. Мета застосування цієї нанотехнології в медицині - знищення ракових клітин [4].

Результати дослідження мають практичне значення для подальшого вдосконалення методів діагностики, лікування та моніторингу в сучасній медицині. Зокрема, обґрунтовано доцільність застосування оптичних та оптико-електронних сенсорів для безконтактного вимірювання життєво важливих параметрів організму, що є особливо актуальним у контексті розвитку телемедицини та інтенсивної терапії. Запропоновано використання мікролазерних технологій і нанохірургії як способів мінімально інвазивного втручання з високим рівнем точності та безпеки. Представлена модель використання наногільз з антитілами створює підґрунтя для розробки новітніх методів таргетної терапії онкозахворювань.

Отже, нанотехнології відкривають нову епоху в медицині, забезпечуючи революційні підходи до діагностики, лікування та профілактики захворювань. Завдяки впровадженню наноматеріалів, мікролазерів, оптичних сенсорів та нанохірургії стало можливим виконання надточних маніпуляцій, які ще донедавна здавалися фантастикою. Такі технології підвищують ефективність медичних процедур, знижують ризики для пацієнтів і відкривають нові горизонти для персоналізованої медицини. Разом із тим, подальший розвиток нанотехнологій вимагає ретельного вивчення їхнього впливу на організм людини та етичного осмислення нових методів лікування. Проте вже сьогодні очевидно, що нанотехнології стають невід'ємною частиною медичної науки, визначаючи її вектор на майбутнє.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гринчук О. М. Нанотехнології в медицині: сучасний стан та перспективи розвитку // Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2019. – № 1. – С. 56–61.
2. Абідова Т.С. Фаховий коледж НФаУ. *Нанотехнології в медицині та фармації*, С. 17, №8, URL: <https://college.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/.pdf>
3. Й.Й. Білинський, К.В. Огородник, М.Й. Юкиш. Електронні системи // 1.3 Оптико-електронні системи, основні тенденції розвитку, URL: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/6bilynskij_elektronni_systemy/13.htm
4. Абідова Т.С. Фаховий коледж НФаУ. *Нанотехнології в медицині та фармації*, С. 8, URL: <https://college.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2022/11/.pdf>

¹Десятнюк Лілія Борисівна, викладач кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики; Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, liliiia_31@nmu.ua

² **Мирончук Анна Юрівна**, студентка 1-го курсу, медичного факультету №1, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ, franceanna27@gmail.com

OPTICAL AND OPTOELECTRONIC SENSORS IN MEDICAL DIAGNOSTICS

Abstract

The study provides a comprehensive analysis of the combination of nanotechnology with optical and optoelectronic sensor systems in medical diagnostics. The concept of interdisciplinary integration is proposed, which allows the implementation of high-precision non-invasive methods for monitoring human physiological parameters. The prospects for the use of antibody-modified nanoparticles-nanoshells for targeted destruction of tumor cells are substantiated, which creates prerequisites for the development of personalized oncotherapy. Particular attention is paid to the innovative field of nanosurgery, which is based on the use of microlasers and programmed nanodevices to perform high-precision micromanipulations.

Keywords: nanotechnology, medicine, nanomaterials, microlasers, nanosurgery, optical sensors.

Liliia Desiatniuk, teacher at the Department of Medical and Biological Physics and Informatics
Bogomolets National Medical University, Kyiv, liliia_31@nmu.ua

Myronchuk Anna, 1st year student, Medical Faculty №1, Bogomolets National Medical University, Kyiv,
franceanna27@gmail.com