

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# МАТЕРІАЛИ

III науково-практичної інтернет-конференції



**РОЗВИТОК  
ПРИРОДНИЧИХ НАУК  
ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ  
ДОСЯГНЕНЬ У  
МЕДИЦИНІ**

*м. Чернівці  
21 червня 2023 року*

енергетичних станів на межі гетеропереходу при формуванні контактної різниці потенціалів. Досліджено та визначено величину послідовного опору а також вплив опору на енергетичні параметри. Визначені механізми формування прямого та зворотного струмів крізь енергетичний бар'єр  $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$ . Аналіз прямих гілок ВАХ гетероструктур  $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$ , побудованих в напівлогарифмічному масштабі, показав, що залежність  $\ln I = f(V)$  складається із двох прямолінійних ділянок, що свідчить про експоненційну залежність струму від напруги і наявність двох домінуючих механізмів переносу заряду в досліджуваному інтервалі напруг.

Досліджена спектральна залежність квантової ефективності опроміненої зі сторони плівки  $\text{CuFeO}_2$  гетероструктури  $\text{Mn}_2\text{O}_3/n\text{-InSe}$  в інтервалі енергій фотонів  $1.2\div 3.2$  eV з максимумом при 2.3 eV. Встановлено що довгохвильовий край фоточутливості при  $h\nu = 1.2$  eV обумовлений краєм фундаментального поглинання в  $n\text{-InSe}$ . Тонкі плівки  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  є полікристалічними, внаслідок чого край власного поглинання розмитий через часткове поглинання на границях зерен порівняно з монокристалічними матеріалами.

### Список літератури

1. I.G. Tkachuk, I.G. Orletsky, Z.D. Kovalyuk, P.D. Marianchuk, *Funct. Mater.*, **25**, 463 (2018).
2. I.G. Orletskii, I.G. Tkachuk, Z.D. Kovalyuk, P.D. Maryanchuk, V.I. Ivanov, *Funct. Mater.*, **28**, 245 (2021).
3. Z.R. Kudrynskyi, I.G. Tkachuk, V.I. Ivanov, V.V. Khomyak, *J. Nanoelectron. Optoe.*, **13**, 05002 (2021).
4. I.G. Tkachuk1, I.G. Orletskii, V.I. Ivanov, A.V. Zaslonskiy, *J. Nanoelectron. Optoe.*, **14**, 04016 (2022)

УДК 616-006.620.3:61

Ференчук Є.О.

## НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ ТА ПРАКТИЧНІЙ МЕДИЦИНІ

*Буковинський державний медичний університет, м. Чернівці*

*ferenchuck.elena@bsmu.edu.ua*

*Анотація.* Нанотехнології є найперспективнішою галуззю, яка започаткувала нову еру медицини – наномедицину. Сучасні нанотехнології дозволяють мати вплив на уражені органи без негативної дії на інші органи і системи органів, що підвищує якість лікування. Вивчення механізмів дії нанопрепаратів, розробка фармацевтичних нанотехнологій сприяють ефективному лікуванню та діагностиці багатьох захворювань, зокрема й онкологічних. Для написання статті були використані сучасні наукові публікації, що індексуються у наукометричних базах Scopus, Google Scholar, ResearchGate, щодо досягнень нанонауки у медичній сфері.

**Ключові слова:** нанотехнології, наноліки, наночастинки.

Історія нанотехнологій починається з другої половини ХХ ст. Або у грудні 1959 р. під час засідання американського фізичного товариства із запрошення американського фізика, лауреата Нобелівської премії, Річарда Фейнмана «увійти в новий розділ фізики». Згодом термін «нанотехнологія» було у 1974 запропоновано японським вченим Норіо Танігучі. За результатами вивчення сучасних наукових досліджень зі створення та використання наноматеріалів видно, що практичні здобутки з нанотехнологій реалізувалися у наноплівки, нанокристали, нанороботи, наноліки, нанобіосенсори та нанобіоматеріали, що має суттєве значення для науки, фармацевтики, медицини, промисловості та інших сфер людської діяльності [1-4].

Наномедицина вивчає доцільність використання нанотехнологій для профілактики, діагностики і лікування захворювань із контролем біологічної активності, фармакологічної та токсикологічної дії ліків, а стрімкий розвиток нанотехнологій має перспективу створення нових протипухлинних засобів, якісної візуалізації пухлин та нової терапії онкохворих.

Наноліки працюють на рівні окремих наночастинок, і складаються з двох компонентів: діючої фармречовини і матриці (носії), на яку вона наноситься та на яку доставляється до хворих клітин. Як матрицю лікарської речовини використовують полімерні матеріали або ліпосоми. Багатошаровість поверхні наночастинок або нанокапсул надає їм стійкість перед дією захисних механізмів організму, що дозволяє зберігати структуру і активність лікарського препарату на тривалий час. Медицина уже використовує нанотехнологічний досвід для запобігання та лікування важких станів серцево-судинних та онкологічних захворювань.

Дендромери та ліпосоми є одними із найбільш вивчених нанооб'єктів. Дендромери – молекули зі здатністю послідовно розгалужуватися зсередини назовні. Ліпосоми – це сферичні штучні везикули, які можуть продукуватися з природних нетоксичних фосфоліпідів і холестеролу. Для стабільності або корекції термочутливості ліпосоми можуть модифікуватись додатковими полікатіонними амфифільними та ліпофільними молекулами. Обидва типи сполук підходять для включення в них лікарських агентів [5, 6].

Ефективною є технологія переведення наночастинок у колоїдний стан, який дозволяє використовувати феромагнетик для подальшого створення нанокompозиту в комплексі з протипухлинним агентом та ліпосомами. Нанокompозит завдяки своєму складові дозволить концентрувати та пролонгувати протипухлинний ефект, але наявність магнітного поля для концентрації композиту в заданих параметрах є обов'язковою умовою.

Керамічні наночастинки – це неорганічні неметалеві тверді речовини, синтезовані шляхом послідовного нагрівання та охолодження. Можуть бути використані як інструменти для медичної візуалізації [7].

На сьогодні впроваджено у медичну практику такі ліпосомальні протипухлинні препарати як доксорубіцин (CueLux, Schering-Plough, Бельгія та Doxil, Alza Pharmaceuticals, США), амфотерицин В (Abelcet, Liposome Company, США), вертепорфірин (Visudyn, Novartis Pharma, Франція). Є й ліпосоми, які розроблено для візуалізації результатів при обстеженні методом магнітної резонансної томографії.

Унікальними властивостями наділено металеві наночастинки й утворені ними нанокластери. У фотодинамічній терапії раку використовуються наночастинки діоксиду титану ( $\text{TiO}_2$ ). Вважають, що метод належить японському вченому А. Fujishima. Наночастинки  $\text{ZnO}$  мають антибактеріальні властивості та здатність поглинати широкий спектр електромагнітного випромінювання, тому їх використовують для розробки засобів захисту від ультрафіолету. Наночастинки міді мають антибактеріальні властивості та кардіопротекторну дію [5, 8].

Каталітичну активність наночастинок та властивість інактивувати активні форми кисню можна використовувати для імітації каталітичної активності природних ензимів. Уже виявлено супероксиддисмутазаподібну та оксидазаподібну активність наночастинок. Однією із важливих особливостей наноензимів, порівняно із природними, є те, що їхню активність можна регулювати зміною розмірів, структури, модифікаціями поверхні, створенням різних захисних шарів [9, 10].

Окремі наноматеріали потенційно можуть виступати інгібіторами активних форм кисню, проте також було доведено, що є наноматеріали із прооксидантними властивостями.

Основними вимогами до наночастинок у галузі медицини є: низька або відсутня токсичність, висока біосумісність, можливість природнього виведення з організму. Побічна дія медичного застосування багатьох наночастинок є маловивченою. Суперечливими є й дані щодо складу та токсичності і ефективності наночастинок, оскільки недостатньо досліджень із впливу наночастинок на організм людини та тварин, є необхідність детального вивчення біохімічних та фізико-хімічних механізмів дії наночастинок з метою запобігання їх токсичному впливу та вдосконалення лікувального ефекту [2, 6]. Наприклад, вчені Інституту охорони здоров'я США попереджають, що колоїдне срібло може викликати важкі побічні ефекти, наприклад, аргірію. Досягнення в галузі нанотехнологій дозволили отримувати чисте срібло у вигляді наночастинок, які є безпечнішими, ніж іони срібла, і ефективнішими проти широкого спектра мультирезистентних патогенів.

Також для біомедичних застосувань розроблено широкий спектр нанороботів і наноманіпуляторів, які можуть працювати з нанооб'єктами. У таких сферах як цільова терапія, точна хірургія, клінічна діагностика та візуалізація роботизовані пристрої можуть працювати за допомогою біогібридної системи, хімічних реакцій, фізичних та біологічних явищ [11].

Враховуючи різноманітність методів одержання наночастинок, є можливість використання природних, напівсинтетичних або синтетичних речовини для їх структуроутворення та формування різних фармако-технологічних та лікарських засобів. Існує чимало наукових шкіл та установ, які спеціалізуються на розвитку та перспективах практичного використання нанотехнологій у медицині. До прикладу, Nanobiotix – біотехнологічна компанія, заснована в 2003 році в Нью-Йорку, використовує наномедицину для розробки нових методів променевої терапії онкохворих. Британська спільнота наномедицини (British Society for Nanomedicine (BSNM)), створена у 2012 році, активно бере участь в організації міждисциплінарних наукових зустрічей з метою поширення досягнень в сфері нанотехнологій в інші галузі. Україна є однією з країн, де вчені приділяють увагу вирішенню прикладних проблем в сфері нанотехнологій. Наприклад, ліпін (Харків, «Біолік») – перший український препарат із ліпосом для відновлення сурфактанту легень [12-14].

Отже, нанотехнології допомагають вирішувати проблему цілеспрямованого призначення лікування і максимізують терапевтичну ефективність, є перспективними для створення вакцин, доставки ліків, створення медичного обладнання для діагностики та візуалізації. Наномедицина сьогодні є найбільш перспективною сферою для розробки та використання робототехніки.

### Список використаної літератури

1. Malik, S.; Muhammad, K.; Waheed, Y. Nanotechnology: A Revolution in Modern Industry. *Molecules*, 2023, 28, 661. doi:10.3390/molecules28020661
2. Abid H., Javaid M., et al. Applications of nanotechnology in medical field: a brief review, *Global Health Journal*, 2023. doi:10.1016/j.glohj.2023.02.008.
3. Chekhun VF, Kulik GI, Todor IN, et al. The influence of ferromagnetic nanoparticles on antitumor effect of doxorubicin in Ehrlich ascetic carcinoma-bearing mice. *German-Ukrainian Symp Nanosci Nanotechnol. Essen*, 2008, 72.
4. Чекман І.С. Нанонаука в Україні: до проблеми дослідження (історичний аспект і сучасність). *Сучасні проблеми токсикології*, 2011, 1, 16–21.
5. Zhao S., Yu X., Qian Y., Chen W., Shen J. Multifunctional magnetic iron oxide nanoparticles: an advanced platform for cancer theranostics. *Theranostics*. 2020, 10, 14, 6278-6309.
6. Joseph, T.M.; Kar Mahapatra, D.; Esmaeili, A., et al. Nanoparticles: Taking a Unique Position in Medicine. *Nanomaterials*, 2023, 13, 574. doi: 10.3390/nano13030574
7. Thomas S.C., Harshita, Mishra P.K., Talegaonkar S. Ceramic Nanoparticles: Fabrication Methods and Applications in Drug Delivery. *Current Pharmaceutical Design*, 2015, 21, 42, 6165-6188.
8. Urmila C, Gaurav B, et al. Design and testing of nanobiomaterials for orthopedic implants, *Engineered Nanostructures for Therapeutics and Biomedical Applications*, Woodhead Publishing, 2023, 227-271. doi: 10.1016/B978-0-12-821240-0.00007-X

9. Cormode D.P., Gao L., Koo H. Emerging Biomedical Applications of Enzyme-Like Catalytic Nanomaterials. Trends in biotechnology, 2018, 36, 15–29.
10. Ramburrun, P, Khan, R, A, Choonara, Y. E. Design, preparation, and functionalization of nanobiomaterials for enhanced efficacy in current and future biomedical applications, Nanotechnology Reviews, 11, 1, 2022, 1802-1826. doi:10.1515/ntrev-2022-0106
11. Pandiaraj M, Arti Va, , et al. Mobile nanorobotics for biomedical applications, Engineered Nanostructures for Therapeutics and Biomedical Applications, Woodhead Publishing, 2023, doi: 10.1016/B978-0-12-821240-0.00003-2.
12. Samer Bayda The History of Nanoscience and Nanotechnology: From Chemical - Physical Applications to Nanomedicine. Molecules 2020, 25, 112
13. Cheng X, Xu HD, Ran HH, Liang G, Wu FG. (2021). Glutathione-Depleting Nanomedicines for Synergistic Cancer Therapy. ACS Nano, 25, 15(5), 8039-8068. doi: 10.1021/acsnano.1c00498.
14. Shen, J., Wang, Q., Fang, J., Shen, W., Wu, D., Tang, G., & Yang, J. (2019). Therapeutic polymeric nanomedicine: GSH-responsive release promotes drug release for cancer synergistic chemotherapy. RSC Advances, 9, 37232-37240. doi: 10.1039/C9RA07051F

Bokotey O.O., Bokotey O.V., Chavarha M.I.

Medical devices based on  $\alpha$ -Hg<sub>3</sub>S<sub>2</sub>Br<sub>2</sub> nanomaterials

*Uzhhorod National University, Uzhhorod*

*obokotei@gmail.com*

The recent advances in optical devices have opened up new opportunities for sensing and biomedical imaging techniques. It is interesting to note that the main advantage of optical devices is to obtain more detailed information about the subject of the study. This paper introduces potential applications of optical parameters of  $\alpha$ -Hg<sub>3</sub>S<sub>2</sub>Br<sub>2</sub> in the creation of optical transducers for medical devices, demonstrates proof of principle, and discusses potential clinical applications.  $\alpha$ -Hg<sub>3</sub>S<sub>2</sub>Br<sub>2</sub> polymorph is a potential nanomaterial for the design of optical transducers, multifunctional elements, and imaging systems operating in optical spectra.

Nanomaterials based on  $\alpha$ -Hg<sub>3</sub>S<sub>2</sub>Br<sub>2</sub> crystals have tremendous potential in addressing the two major issues faced by our society: the search for new energy sources and improving healthcare. These crystals can be efficiently used for enhancement of the optical processes in biomolecules by nanostructured surfaces on their basis. The optical rotation primary application of biological molecules involves the determination of secondary structures of proteins and nucleic acids. Obtained data suggest that the optical properties of the titled crystals should be taken into account in the studies concerning optical diagnostic methods in medicine [1-3]. At the same time, the transparency of corderoite family compounds in the wide region of the visible and IR range (from 0.3 to 40  $\mu$ m) creates new opportunities for materials design. They have great potential for a wide range of possible applications in optical devices: elements for dynamic holography, recording and information storage, modulators, deflectors, and other devices based on the phenomenon of the interaction of light beams.