

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

# МАТЕРІАЛИ

II науково-практичної інтернет-конференції  
**РОЗВИТОК ПРИРОДНИЧИХ НАУК  
ЯК ОСНОВА НОВІТНІХ  
ДОСЯГНЕНЬ У МЕДИЦИНІ**



*м. Чернівці*  
*22 червня 2022 року*

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
MINISTRY OF HEALTH OF UKRAINE  
BUKOVINIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY

# CONFERENCE PROCEEDINGS

## II Scientific and Practical Internet Conference **DEVELOPMENT OF NATURAL SCIENCES AS A BASIS OF NEW ACHIEVEMENTS IN MEDICINE**



*Chernivtsi, Ukraine*  
*June 22, 2022*

УДК 5-027.1:61(063)

Р 64

Медицина є прикладом інтеграції багатьох наук. Наукові дослідження у сучасній медицині на основі досягнень фізики, хімії, біології, інформатики та інших наук відкривають нові можливості для вивчення процесів, які відбуваються в живих організмах, та вимагають якісних змін у підготовці медиків. Науково-практична інтернет-конференція «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині» покликана змінювати свідомість людей, характер їхньої діяльності та стимулювати зміни у підготовці медичних кадрів. Вміле застосування сучасних природничо-наукових досягнень є запорукою подальшого розвитку медицини як галузі знань.

Конференція присвячена висвітленню нових теоретичних і прикладних результатів у галузі природничих наук та інформаційних технологій, що є важливими для розвитку медицини та стимулювання взаємодії між науковцями природничих та медичних наук.

#### Голова науково-організаційного комітету

**Володимир ФЕДІВ** професор, д.фіз.-мат.н., завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

#### Члени науково-організаційного комітету

**Тетяна БІРЮКОВА** к.тех.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Оксана ГУЦУЛ** к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Марія ІВАНЧУК** к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

**Олена ОЛАР** к.фіз.мат.н., доцент кафедри біологічної фізики та медичної інформатики Буковинського державного медичного університету

#### Почесний гість

**Prof. Dr. Anton FOJTIK** Факультет біомедичної інженерії, Чеський технічний університет, м.Прага, Чеська республіка

#### Комп'ютерна верстка:

**Марія ІВАНЧУК**

**Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині:** матеріали II науково-практичної інтернет-конференції, м. Чернівці, 22 червня 2022 р. / за ред. В. І. Федіва – Чернівці: БДМУ, 2022. – 489 с.

У збірнику подані матеріали науково-практичної інтернет-конференції «Розвиток природничих наук як основа новітніх досягнень у медицині». У статтях та тезах представлені результати теоретичних і експериментальних досліджень.

Матеріали подаються в авторській редакції. Відповідальність за достовірність інформації, правильність фактів, цитат та посилань несуть автори.

Для наукових та науково-педагогічних співробітників, викладачів закладів вищої освіти, аспірантів та студентів.

*Рекомендовано до друку Вченою Радою Буковинського державного медичного університету (Протокол №11 від 22.06.2022 р.)*

ISBN 978-966-697-983-7

Встановлено, що при оптимальному виборі довжини хвилі передавача його випромінювання покращуватиме стан здоров'я людини.

### **Список використаних джерел**

1. J.M. Kahn, and J.R. Barry. Wireless Infrared Communications // Proceedings of the IEEE, Vol. 85, No. 2, February 1997.
2. В.А. Серебряков. Лазерные технологии в медицине // ИТМО Санкт–Петербург. 2009.
3. Т. Г. Гришачева. Сравнительный анализ эффектов фотосенсибилизаторов на сосуды микроциркуляторного русла // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Санкт-Петербург. 2019.
4. M.R. Kulish, M.I. Malysh. Optical space communication. Review // SPQEO, 25 (1), P. 068-075 (2022).
5. Е.А.Шахно. Физические основы применения лазеров в медицине. // СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 129с. <https://studfile.net> › preview.
6. W.L. Yu, Z. Wang and L. Jin. "The experiment study on infrared radiation spectrum of human body". Proceedings of 2012 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics, 2012, pp. 752-754.

**УДК: 620.3:613/.614:504**

**Олар О.І.**

**Нанотехнології: ризики для здоров'я людини та довкілля**

*Буковинський державний медичний університет, м.Чернівці, Україна*

*olena.olar@bsmu.edu.ua*

**Анотація.** Розглянуто основні напрямки використання нанотехнологій та потенційний вплив синтезованих наноматеріалів на здоров'я людини та забруднення довкілля.

**Ключові слова:** нанотехнології, наноматеріали, ризик для здоров'я, забруднення довкілля, нанозабруднення.

Сьогодні нанонауки зазнають величезних інвестицій у всьому світі, зростає кількість споживчих товарів, які спираються на нанотехнології. Нові властивості звичайних матеріалів, які спостерігаються лише в нанорозмірах знайшли своє комерційне застосування. Ідентифікація та уніфікація властивостей більшості наноматеріалів (НМ) чітко окреслила сфери їх застосування: матеріалознавство, інженерія, енергетика, електроніка, автомобілебудування, будівництво, сільське господарство, інформаційні та комунікаційні технології, легка та косметична промисловість, охорона довкілля, охорона здоров'я та ін.

Унікальні властивості наночастинок (НЧ) стали рушійною силою їх широкого використання в біомедичній галузі. Висока фотостабільність, значні квантовий вихід та коефіцієнт поглинання в широкому спектральному діапазоні дозволили отримати молекулярну візуалізацію. Наприклад, *in vivo* НЧ можна використовувати як зонди, приєднуючи їх до молекул білків, антитіл та нуклеїнових кислот; НЧ можна використовувати як засіб для відображення та кількісної оцінки молекулярних реакцій в організмі та ін.) [1-3].

Окремим і перспективним також виявився напрям спрямованої доставки і покращеної біодоступності лікарських препаратів. Цікавим потенційним використанням НЧ при лікуванні раку є дослідження специфічних для пухлини термічних скальпелів для нагрівання та спалення пухлин. Недавні дослідження показали, що наночастинок золота, які використовуються як фототермічні агенти в фототермічній терапії, можуть стати альтернативою традиційному лікуванню. Цей великий потенціал пояснюється їх здатністю селективно накопичуватися в раковій тканині, ефективно поглинати ближнє інфрачервоне світло і вбивати ракову тканину, не завдаючи шкоди навколишнім клітинам [4].

Окремої уваги також заслуговують косметологічні засоби. Наносистеми забезпечують вигідне проникнення в шкіру та ефективний профіль вивільнення інгредієнтів, що сприяє чудовим технологічним та косметичним ефектам. Наприклад, НЧ золота та срібла, оксиду цинку та оксиду титану мають суттєві протигрибкові, антибактеріальні та протизапальні властивості і використовуються в сонцезахисних та антивікових кремах та засобах догляду за волоссям, дезодорантах, ліках від опіків, зубних пастах, безрецептурних продуктах місцевого застосування та ін. [5-6].

Хоча переваги нанотехнологій безсумнівні, обговорення потенційних наслідків їх широкого використання тільки почало набирати обертів.

Сьогодні, із розвитком і комерціалізацією програм нанотехнологій, потенціал впливу НЧ та необроблених НМ на людину буде тільки зростати. Шкода здоров'ю та забруднення навколишнього природного середовища – основні напрямки вивчення та наукового обґрунтування оцінки ризиків. Для оцінки ризику важливо враховувати як частоту події, так і ступінь небезпеки. Зазвичай виділяють дві категорії ризиків: відомі та потенційні. І якщо для відомих, для яких встановлені причинно-наслідкові зв'язки, можлива профілактика або усунення негативних наслідків, для потенційних – не завжди зрозумілий ступінь небезпеки і об'єм запобіжних заходів, які потрібно вжити.

Більшість досліджень, які проводяться сьогодні зі штучно синтезованими НМ зосереджені на ідентифікації їх властивостей та пов'язаних з цим методів вимірювання,

оскільки розуміння фізичних та хімічних властивостей НЧ можливе лише за умови надійної методології вимірювання. Але велика різноманітність НМ, численні варіації в межах конкретних типів НЧ (наприклад, існує багато різних нанорозмірних форм вуглецю: частинки сажі, фулерени, одностінні вуглецеві нанотрубки, багатостінні вуглецеві нанотрубки, вуглецеві нановолокна, тощо) та складності, які виникають для забезпечення адекватного тестування кожного окремого типу НЧ значно ускладнює можливість їх стандартизації. А це в свою чергу ускладнює підбір адекватних *in vitro* методик для стандартизованого тестування *in vivo* та достатність репрезентативного дослідного матеріалу для систематизації ризиків для здоров'я людей і небезпеки для довкілля. Комплексних досліджень у цьому напрямку небагато [7-8].

Для людини рівень небезпеки та токсичність НМ, що синтезуються, залежить від цілого ряду умов як у професійному (окремої уваги заслуговують умови функціонування науково-дослідних лабораторій, виробничих приміщень, в яких синтезуються, обробляються, використовуються, утилізуються або переробляються НМ), так і споживчому середовищі: з одного боку - фізико-хімічні властивості НМ (хімічний склад, поверхневі властивості, покриття, структура, розмір, здатність до агрегації, тощо), з іншого – ступінь та тривалість взаємодії, шляхи потрапляння, сукупність додаткових чинників, ін.

НМ можуть потрапляти в організм різними шляхами: інгаляцією, трансдермально, ін'єкцією або імплантацією в залежності від виду діяльності людини та продукту, який містить НЧ, відповідно різнитимуться й ефекти, які вони спричиняють та відповідь на їх присутність структур організму.

Наприклад, вдихання наддрібних частинок (не поєднане з біомедичним застосуванням) ініціює безпосереднє пошкодження легеневої тканини і викликає запалення легенів. На ступінь цитотоксичності впливають форма і розмір частинок, а також їх концентрація. Виявлено, наприклад, що пластинчасті та голчасті НЧ викликають загибель більшої частини клітин, ніж сферичні та паличкоподібні НЧ [9], запалення та апоптоз клітин викликаний наностержнями більш виражений ніж для нанопластин [10], в залежності від концентрації Zn в металевих або оксидних НЧ після інгаляції спостерігаються біль у горлі, стиснення в грудях, головний біль, лихоманка та озноб [11].

Також на ступінь токсичності впливають ступінь розчинності НМ: наноматеріали з низькою розчинністю або деградацією можуть легко накопичуватися в біологічних системах і зберігатися там впродовж тривалого часу [12].

Структура легенів також впливає на ступінь токсичності НЧ через відмінності будови клітинних шарів і механізмів очищення різних ділянок легенів. Накопичені НЧ у легеневиx альвеолах можуть згодом проникати в кровоносні судини, що призводить до розвитку серцево-судинних та інших захворювань пов'язаних з можливістю досягнення інших органів [13]. Дослідження *in vivo* на мишах продемонстрували накопичення в крові та печінці широкого діапазону розмірів НЧ золота (діаметр 2–200 нм), які потрапили інгаляційно, причому локація була помітно більшою для частинок діаметром менше 10 нм. Очевидно, що потрапляння вдихуваних НЧ у системний кровообіг і накопичення в місцях запалення судин забезпечує прямий механізм, який може пояснити зв'язок між НЧ, що перебувають у довкіллі та серцево-судинними захворюваннями. Дослідження також показали, що розмір НЧ особливо впливає на секвестрацію імунними клітинами та швидкість елімінації з кровотоку [14].

Небезпека трансдермального потрапляння, особливо характерного при використанні косметичних засобів криється в тому, що не всі косметичні продукти потребують клінічних випробувань, але містять максимальну кількість компонент з НЧ, які можуть викликати еритему; НЧ кобальту та хрому, наприклад, перетинають шкірний бар'єр та пошкоджують фібробласти.

Навколишнє природне середовище може піддаватися впливу синтезованих НМ на всіх етапах їх життєвого циклу: виробництво сировини, транспортування та зберігання, промислове використання (включаючи переробку та/або торгівлю), споживче використання, утилізація відходів (включаючи обробку відходів, захоронення та відновлення). Щоб визначити ступінь впливу на довкілля, необхідно зрозуміти їх поведінку в ньому. Але до цього часу кількість досліджень обмежена, а фундаментальні механізми впливу все ще не зрозумілі.

Тривалість перебування НМ у повітрі може підпорядковуватися законам дифузії в газах. Зазвичай вважається, що частинки в нанорозмірі ( $d < 100$  нм) мають менший час перебування в повітрі, порівняно з частинками середнього розміру ( $100 \text{ нм} < d < 2000$  нм), оскільки вони швидко агломерують у набагато більші частинки та осідають на землю), але для НМ з антиагломератним покриттям час їх перебування в повітрі неможливо передбачити.

Багато частинок нанорозміру є фотоактивними, але досі невідомо, чи сприйнятливі вони до фотодеградації в атмосфері. НМ також демонструють високі коефіцієнти поглинання і багато з них можуть діяти як каталізатори. Однак, наразі немає інформації про взаємодію між НМ і хімічними речовинами, які вони поглинають, і про те, як ця взаємодія може вплинути на хімію атмосфери.

У воді НМ меншої маси зазвичай осідають на дно повільніше, ніж більші частинки того ж матеріалу. Однак, завдяки своєму високому відношенню площі поверхні до маси вони легко сорбуються на частинках ґрунту та осаду і, отже, більш схильні до видалення з товщі води. Але питання дослідження їх подальшого впливу залишається відкритим. Деякі НМ можуть бути схильні до біотичної та абіотичної деградації, що також може видалити їх із товщі води. Проте є НМ, які можуть стабілізуватися у водних розчинах. Було виявлено, що фулерени спонтанно утворюють нерозчинні, щільні водні колоїди нанокристалічних агрегатів і залишаються у водній фазі протягом тривалого часу. Інша відома взаємодія, яка може уповільнити видалення наночастинок із товщі води, — це поглинання гумінової кислоти. Мікрошари морської поверхні, що складаються з компонентів, багатих ліпідами, вуглеводами та білками, разом із колоїдами, які є в природі, що складаються з гумінової кислоти, можуть прикріплювати НМ до своїх поверхонь і транспортувати їх на великі відстані.

Поведінка НМ в ґрунтових середовищах може сильно відрізнятись в залежності від фізико-хімічних характеристик останніх. Деякі НМ можуть сильно сорбуватися на частинках ґрунту та ставати повністю інертними та нерухомими. З іншого боку, якщо НМ не сорбуються в матриці ґрунту, вони можуть показати навіть більшу рухливість, ніж більші за розміром частинки, оскільки їхній малий розмір може дозволити їм легко рухатися через пори між частинками ґрунту. Після геотрансформації НМ поглинатися рослинами, створюючи потенційну загрозу для здоров'я людини шляхом передачі в харчовому ланцюгу [15].

ВООЗ вже визначила низку наслідків для здоров'я від впливу НЧ, але ступені ризику і положення та політика, ще не сформульовані. На рівні з тепловим, шумовим, радіаційним, електромагнітним та ін., з'явився новий вид забруднення довкілля – нанозабруднення. Ще не запроваджені норми щодо використання нанопродуктів (косметика, ліки, імпланти, упаковка харчових продуктів, різні покриття, нанодобрива та ін.), але нанотехнологічне співтовариство потребує нових способів оцінки небезпек і факторів ризику, правил захисту при роботі з НМ і правил утилізації цих матеріалів після завершення експериментів, як важливої складової у попередженні нанозабруднення, а відповідно ризиків для здоров'я людини та екосистеми.

Впродовж останніх років було запропоновано кілька дослідницьких стратегій, які сприяли розробці комплексу заходів, щодо безпечного поводження з окремими НМ і нанотехнологіями загалом і деякі підходи для боротьби з потенційними ризиками внаслідок використання синтезованих НМ [16].



## Список використаних джерел

1. Kokkinos C. Electrochemical DNA Biosensors Based on Labeling with Nanoparticles *Nanomaterials*. 2019. 9. 1361. <https://doi.org/10.3390/nano9101361>.
2. Kadkhoda J., Akrami-Hasan-Kohal M., Reza Tohidkia M., Khaledi S., Davaran S., Aghanejad A. Advances in antibody nanoconjugates for diagnosis and therapy: A review of recent studies and trends. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021.185. 664-678. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.191>.
3. Lores-Padin A., Menero-Valdes P., Fernandez B., Pereiro R., Nanoparticles as labels of specific-recognition reactions for the determination of biomolecules by inductively coupled plasma-mass spectrometry, *Analytica Chimica Acta*. 2020. 1128. 251-268. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.07.008>.
4. Sabrina N. Saiphoo, Cassidy M. Rose, Alexander T. Dunn, Dwji J. Padia and Muhammad H. Hasan Comparison of Four Common Gold Nanoparticles for Photothermal Cancer Therapy: A Review *International Journal of Engineering Materials and Manufacture*. 2020. 5(4). 116-129. <https://doi.org/10.26776/ijemm.05.04.2020.02>.
5. Santos A.C., Morais F., Simões A. et al. Nanotechnology for the development of new cosmetic formulations. *Expert Opinion on Drug Delivery*. 2019. 16(4). 313-330. <https://doi.org/10.1080/17425247.2019.1585426>
6. Subramaniam V. D., Prasad S. V., Banerjee A. et al. Health hazards of nanoparticles: understanding the toxicity mechanism of nanosized ZnO in cosmetic products. *Drug and Chemical Toxicology*. 2019. 42. 84-93. <https://doi.org/10.1080/01480545.2018.1491987>.
7. Hristozov D., I. Malsch Hazards and Risks of Engineered Nanoparticles for the Environment and Human Health. *Sustainability* 2009, 1 1161-1194. <https://doi.org/10.3390/su10411161>.
8. Warheit D.B Hazard and risk assessment strategies for nanoparticle exposures: how far have we come in the past 10 years? *F1000Research* 2018, 7:376. <https://doi.org/10.12688/f1000research.12691.1>.
9. Zhao X.; Ng S.; Heng B. C.; et al. Cytotoxicity of hydroxyapatite nanoparticles is shape and cell dependent. *Arch. Toxicol.* 2013, 87, 1037 -52.
10. Dong L., Tang S., Deng F., Gong Y., Zhou J., Liang D. et al. Shape - dependent toxicity of alumina nanoparticles in rat astrocytes. *Sci. Total Environ.* 2019. 690:158 -166. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.532>.
11. Gordon, T.; Chen, L.; Fine, J.; Schlesinger, R.; Su, W.; Kimmel, T.; Amdur, M. Pulmonary effects of inhaled zinc-oxide in human-subjects, guinea-pigs, rats, and rabbits. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1992, 53, 503-509.
12. The appropriateness of existing methodologies to assess the potential risks associated with engineered and adventitious products of nanotechnologies / Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. URL: [https://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scenihr/docs/scenihr\\_o\\_003b.pdf](https://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_003b.pdf).
13. Nho R.. Pathological effects of nano-sized particles on the respiratory system. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*. 2020. 102242. [doi:10.1016/j.nano.2020.102242](https://doi.org/10.1016/j.nano.2020.102242)
14. Miller, M.R.; Raftis, J.B.; Langrish, J.P.; McLean, S.G.; Samutrtai, P.; Connell, S.P. et al. Inhaled Nanoparticles Accumulate at Sites of Vascular Disease. *ACS Nano*. 2017,11, 4542 - 4552. <https://doi.org/10.1021/acsnano.6b08551>.
15. Rajput V., Minkina T., Mazarji M. et al. Accumulation of nanoparticles in the soil-plant systems and their effects on human health. *Annals of Agricultural Sciences* 65 (2020) 137-143. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2020.08.001>.
16. Besha A. T., Liu Y., Bekele D. N. et al. Sustainability and environmental ethics for the application of engineered nanoparticles. *Environmental Science & Policy*. 103, 85-98. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.013>.