

Віктор Володимирович Малишев,
доктор технічних наук, професор,
ORCID 0000-0003-2756-3236,
e-mail: viktor.malyshev.igic@gmail.com,

Ангеліна Іванівна Габ,
кандидат хімічних наук, доцент,
ORCID 0000-0003-3162-7159,
e-mail: lina_gab@ukr.net,

Дмитро Борисович Шахнін,
кандидат хімічних наук, доцент,
ORCID 0000-0001-9657-8621,
e-mail: shakhnin@ukr.net,

Приватний заклад вищої освіти
«Міжнародний Європейський Університет», м. Київ

СВІТОВИЙ РИНОК НАНОМЕДИЦИНИ: СТАН, СЕГМЕНТНИЙ АНАЛІЗ, ДИНАМІКА ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Постановка проблеми. *Наномедицина* – це застосування наноматеріалів і нанотехнологій для розв'язання медичних проблем. Як галузь медицини, наномедицина охоплює діагностику, лікування та профілактику хвороб, тільки все це виконується за допомогою інструментів на рівні атомів і молекул. Наномедицина включає медичне застосування нанотехнологій і наноматеріалів, наносенсорів і біологічних пристроїв, таких як біологічні машини.

На сьогодні інтеграція наноматеріалів із біологією привела до розробки методик діагностики та медичної візуалізації, аналітичних інструментів, систем доставки ліків, застосувань у біомедицині, біомедичній інженерії, молекулярній медицині (генотерапія, редагування генома) та регенеративній медицині [1-2]. Сучасні проблеми наномедицини включають, зокрема, інженерію наноматеріалів та наноструктур, регуляторні питання, та розуміння питань, пов'язаних із впливом та потенційною токсичністю для організму людини нанорозмірних матеріалів [3-4].

Європейська технологічна платформа з наномедицини (European Technology Platform on NanoMedicine: Nanotechnology for Health) [5] визначає наномедицину як застосування нанотехнологій з метою охорони здоров'я, тобто використання поліпшених і нових фізичних, хімічних та біологічних властивостей матеріалів на нанорівні. Наномедицина має значний потенціал щодо запобігання, надійної ранньої діагностики та лікування багатьох захворювань. У документі [5] також окреслені основні напрями розвитку наномедицини (базисна, клінічна, діагностична, інженерна, експериментальна, гене-

тична, фармакологічна та токсикологічна, етична та соціальна наномедицина) і сфери застосування (адресна доставка ліків; створення нових лікарських засобів; антимікробні покриття; молекулярна візуалізація, біодектування та маркування; нанокомпозити для реконструктивної медицини; наноматеріали для фотодинамічної терапії онкозахворювань) у медицині та фармації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних даних [6-13] дає змогу узагальнити результати досліджень різних вчених світу щодо застосування наноматеріалів, нанотехнологій та інновацій у наномедицині.

Основним призначенням ринку наномедицини є розробка інноваційних рішень, які можуть розв'язати проблеми невирішених до цього часу медичних потреб та поліпшити лікування пацієнтів. Використання наноматеріалів і нанотехнологій у медицині може привести до низки переваг перед традиційними медичними підходами: поліпшення доставки ліків; покращення біодоступності; зменшення побічних ефектів; удосконалення цільової терапії.

Використання нанотехнологій у медицині дасть змогу надати їй більш персоналізованого характеру, адаптованого до індивідуальних потреб пацієнта.

На сьогодні в якості парадигми науково-технічного прогресу розглядається шостий технологічний уклад, який характеризується потужним розвитком інженерних технологій, заснованих на використанні наноматеріалів і нанотехнологій та необхідним рівнем знань і освіти [14]. Раніше нами було проведено маркетингове дослідження світового [15-



16] та українського [16-17] ринків нанотехнологій. Доведено, що розвиток нанотехнологій визначить «обличчя» ХХІ століття. Наведено дані щодо основних тенденцій та характеристик ринків, позитивних і негативних факторів впливу, перспективних напрямків досліджень, наявного рівня комерціалізації, подальших перспектив розвитку. Частково в роботах [14–17] висвітлено питання застосування нанотехнологій у медицині. Але, враховуючи значний потенціал та перспективи наномедицини, є зрозумілою необхідність приділення цій тематиці окремої особливої уваги.

Інформаційні джерела наводять різні дані щодо обсягу світового ринку наномедицини, прогнозів його зміни та сукупних середньорічних темпів зростання (ССТЗ). Причиною розбіжностей є різний підхід до сегментного аналізу ринку (різна кількість досліджуваних сегментів), який не завжди дозволяє охопити весь обсяг ринку, а також різні терміни дослідження й періоди прогнозування. Але спільним для всіх даних є підтвердження суттєвого збільшення капіталовкладень у цей напрямок розвитку медицини.

Об'єкт дослідження – стан, сегментний аналіз, динаміка та перспективи світового ринку наномедицини.

Мета статті – надати загальну характеристику світового ринку наномедицини, дослідити стан і сучасні тенденції його розвитку та інновацій, визначити чинники впливу та обмеження застосування

ринку. Для досягнення поставленої мети слід виконати наступні завдання:

- здійснити загальну характеристику світового ринку наномедицини;
- визначити потенційний попит та обсяг ринків різних країн;
- узагальнити відомості щодо стану і тенденцій розвитку ринку;
- здійснити сегментний аналіз ринку;
- відслідкувати динаміку та конкуренцію, визначити обмеження застосування на ринку.

У практичному аспекті це дасть змогу передбачити тенденції подальшого розвитку світового ринку наномедицини та врахувати їх для розвитку економіки України.

Основні результати дослідження.

Аналіз ринку нанотехнологій за галузями промисловості.

Аналіз ринку нанотехнологій за галузями промисловості здійснено на основі даних дослідження [18] за наступними сегментами: електроніка, охорона здоров'я, виробництво, енергетика, автомобільний транспорт, аерокосмічна та оборонна промисловість, харчова промисловість, сільське господарство (рис. 1). Провідна позиція у 2022 р. належала галузі охорони здоров'я з часткою капіталовкладень 19,5%. Друга позиція – галузі електроніки (16,6%), третя – аерокосмонавтиці та оборонній промисловості (15,4%).

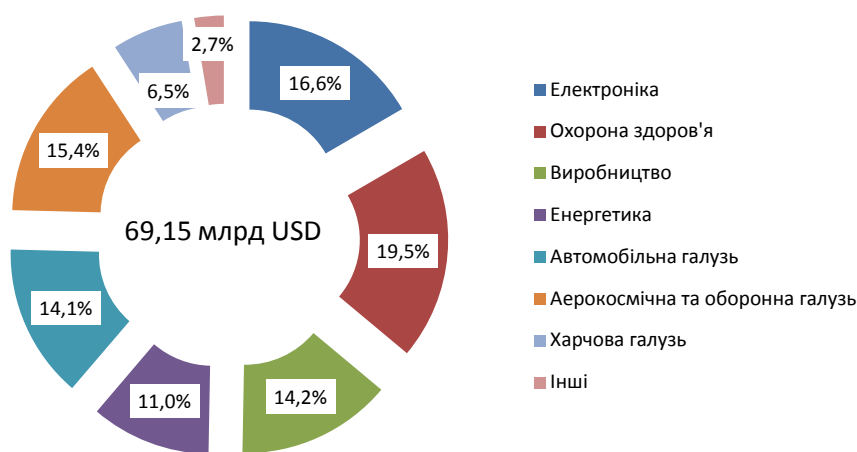


Рис. 1. Сегментний аналіз світового ринку нанотехнологій за галузями промисловості у 2022 р.

Джерело: побудовано авторами на основі даних [18].

Лідерство галузі охорони здоров'я пояснюється все більшим застосуванням нанотехнологій у розробці нанодіагностики, нанохірургічних роботів, застосунків для відновлення клітин, нанобіосенсорів, візуалізації та цільової доставки ліків. Очікується, що зросте домінування численних хронічних захворювань у всьому світі та розширення застосування

хірургічних процедур до пацієнтів призведуть до збільшення попиту на наномедичні технології для виробництва різних хірургічних інструментів та обладнання. Ці фактори збільшать попит на продукцію в медичному сегменті протягом прогнозованого періоду.

Але найбільші темпи зростання протягом прогнозованого періоду (2022–2030 рр.) спостерігатимуться в аерокосмічній та оборонній сфері. Створення та вдосконалення легких і міцних матеріалів, поліпшення датчиків, накопичення енергії та ефективні системи руху забезпечать кращу продуктив-

ність, підвищену довговічність, інноваційні рішення, розробку компактніших та потужніших пристроїв у аерокосмічному та оборонному секторах.

За даними дослідження [19] домінування сегменту охорони здоров'я у 2022 р. спостерігалось і на ринку нанотехнологій провідного «гравця» – Сполучених Штатів Америки, але із незначними змінами в положеннях і частках інших сегментів (рис. 2).

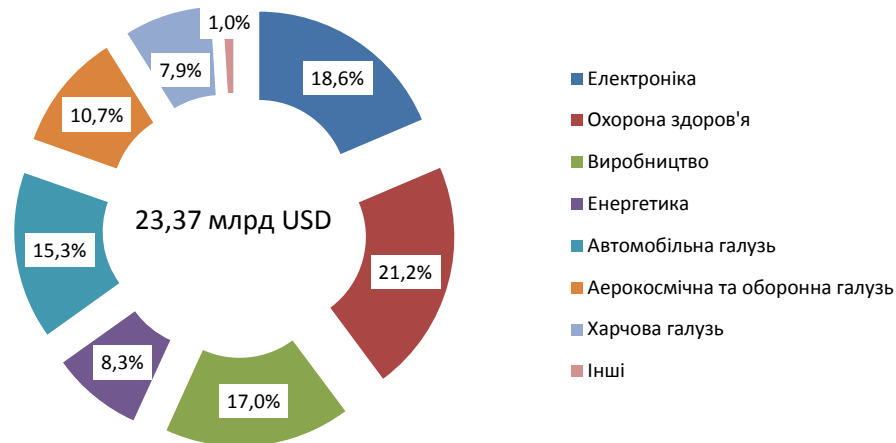


Рис. 2. Сегментний аналіз ринку нанотехнологій за галузями промисловості у США в 2022 р.

Джерело: побудовано авторами на основі даних [18].

Загальна характеристика світового ринку наномедицини. Згідно з даними [19] у 2022 р. світовий наномедицинський ринок оцінювався в 139 млрд дол. США із очікуваним зростанням в 2032 р. до позначки в 358. Це зростання повинно забезпечуватись ССТЗ 10,2%.

Відповідно до цього джерела визначено основні особливості ринку наномедицини та їх зміст:

- зростання ринку – ринок наномедицини, оцінений у 139 млрд дол. США у 2022 р., за прогнозами досягне 358 млрд дол. США до 2032 р. із ССТЗ 10,2%;

- домінування сегменту наночастинок – у 2022 р. наночастинки мали значну частку доходу в розмірі 74%, прогнозується найшвидше зростання сегменту завдяки їх різноманітному застосуванню;

- лідерство сегменту клінічної онкології – у 2022 р. клінічна онкологія лідирувала, зайнявши найбільшу частку ринку завдяки глобальному зростанню поширеності онкозахворювань;

- лідерство частки доставки ліків у загальному доході – у 2022 р. сегмент доставки ліків отримав найбільшу частку доходу завдяки підвищенню обізнаності про хвороби та застосуванню наномедицини;

- зростання терапевтичного сегменту – за прогнозами терапевтичний сегмент значно зросте завдяки технологічним досягненням у нанотерапії;

- ринкові чинники – підвищена поширеність хронічних захворювань сприяє зростанню ринку, особливо щодо усунення невідповідностей між наявними методами лікування та потребами пацієнтів;

- обмеження, пов'язані з витратами – високі витрати на виробництво, дослідження та розробку нанопрепаратів та нанопристроїв створюють проблеми, впливаючи на потенційне зростання ринку протягом прогнозованого періоду;

- фармацевтичні можливості – активна участь фармацевтичних компаній у терапії на основі нанонауки відкриває значні можливості для розвитку наномедицинської галузі;

- вплив державного фінансування – збільшення державного фінансування, особливо в Північній Америці, прискорює дослідження в галузі наномедицини, сприяючи розширенню ринку;

- регіональна динаміка – Північна Америка домінувала з часткою доходу 46% у 2022 р., очікується, що Азійсько-Тихоокеанський регіон значно розшириться завдяки підвищенню залучення громадськості.

В [20] наведено прогнозовану динаміку світового ринку наномедицини в період 2021-2032 рр. із ССТЗ 30-40 млрд дол. США (рис. 3).

Відповідно до іншого джерела [22] обсяг світового ринку наномедицини в 2021 р. оцінювався в 156,2 млрд дол. зі зростанням до 174,2 млрд дол. у 2022 р. У 2030 р. передбачається зростання цього обсягу до 416,1 млрд дол. із ССТЗ 9,8% протягом прогнозованого періоду (2023-2030 рр.).

Основними рушійними чинниками зростання світового ринку наномедицини є такі:

- розвиток нанотехнологій призвів до появи нових інструментів та методів для точного маніпулювання та контролю медичних процесів на нанорівні;

Млрд USD

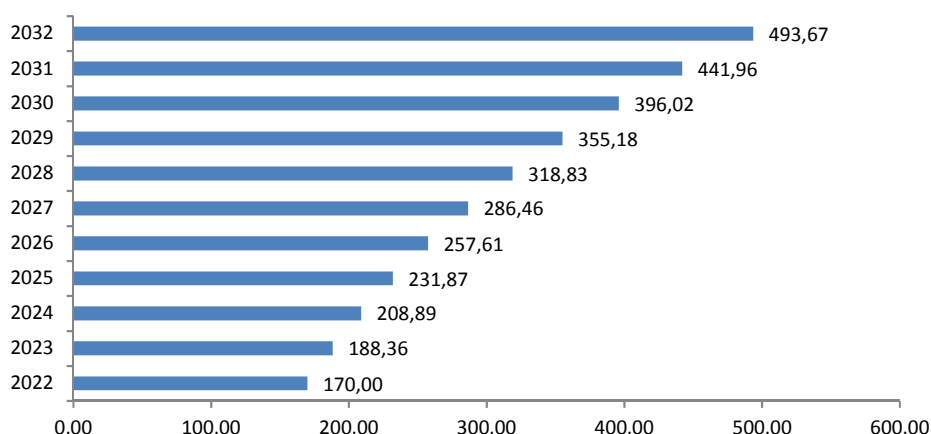


Рис. 3. Динаміка світового ринку наномедицини

Джерело: побудовано авторами на основі даних [20].

– відкриття можливості використання сучасних досягнень нанотехнологій для нових медичних застосувань;

– неочікувані темпи розширення застосування та комерціалізації наномедичних продуктів та процесів.

Ринок наномедицини також стикається з певними стримувальними факторами. Однією з ключових проблем є наукоємність, складність і висока вартість нанотехнологічних досліджень. На дослідницьких і доклінічних етапах наномедицини часто досягаються перспективні результати, але їх перетворення на економічно ефективні комерційні продукти потребує значних зусиль і часу. Ринок наномедицини відкриває значні можливості для інновацій. Завдяки нечуваним темпам розвитку досліджень у галузі нанотехнологій існує величезний потенціал для розробки нових терапевтичних підходів і діагностики. Перспективними є наномедичні препарати й технології для цільових систем доставки ліків, персоналізованої медицини та неінвазивних методів візуалізації. Світовий ринок наномедицини у перспективі зможе докорінно змінити галузь охорони здоров'я, використовуючи потенціал нанотехнологій для покращення діагностики, таргетної терапії та персоналізованої медицини.

Сегментний аналіз світового ринку наномедицини

Аналіз світового ринку наномедицини проведено за наступними сегментами:

- будовою наноматеріалів;
- сферою застосування – терапія, діагностика *in vitro*, доставка ліків, візуалізація *in vivo* та імплантація;
- способом дії – лікування та терапія;
- сферою дії – клінічна онкологія, інфекційні захворювання, клінічна кардіологія, ортопедія тощо;

– географічними регіонами – Північна Америка, Європа, Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Близький Схід і Африка, Латинська Америка.

Аналіз ринку наномедицини за будовою наноматеріалів

На основі даних досліджень [19] можна здійснити сегментацію ринку наномедицини (за будовою наноматеріалів) на наночастинки, нанотрубки, нанокapsули та нанопристрої. Серед цих сегментів сегмент наночастинок домінував на ринку з часткою капіталовкладень 74 % у 2022 р. (табл. 1). Прогнозується, що зростання цього сегменту продовжуватиметься найшвидшими темпами протягом прогнозованого періоду 2022–2032 рр. Здебільшого це пов'язано з перевагами різних за хімічною природою наночастинок. Існують також інші причини зростання сегменту. Однією з них є збільшення використання металів і частинок оксидів металів у фотодинамічній терапії для лікування онко та інфекційних захворювань, іншою – можливість наночастинок виконувати різноманітні завдання завдяки своїй здатності зв'язуватися з хімічними частинами у різні каркасні форми. В нанотехнологіях наночастинки використовують для селективного зв'язування шляхом приєднання їх до лігандів клітинних рецепторів. Це також сприяє попиті на наночастинки.

За прогнозами частки капіталовкладень сегментів нанотрубок, нанокapsул та нанопристроїв до загального ринку в прогнозованому періоді суттєво не зміняться і будуть знаходитись у межах 8,0–9,6% (табл. 1).

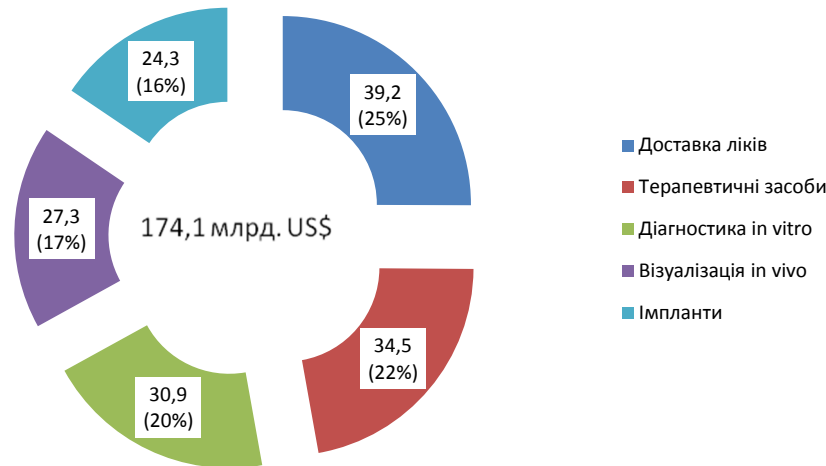
З використанням даних дослідження [21] також можна здійснити сегментний аналіз світового ринку наномедицини за аналогічними сегментами (рис. 4). Лідерська позиція сегменту наночастинок зберігається з аналогічним відсотком капіталовкладень (74,3 % проти 74,0%). Але послідовність решти

Таблиця 1

Сегментація світового ринку наномедицини за будовою наноматеріалів

Рік	Загальний обсяг ринку, млрд дол. США	Частка капіталовкладень сегменту, % (обсяг сегменту, млрд дол. США)			
		нано-частинки	нано-пристрої	нано-капсули	нано-трубки
2022	139	74,0 (102,9)	10,4 (14,4)	8,6 (12,0)	7,0 (9,7)
2032	358	73,7 (263,8)	8,7 (31,3)	9,6 (34,3)	8,0 (28,6)

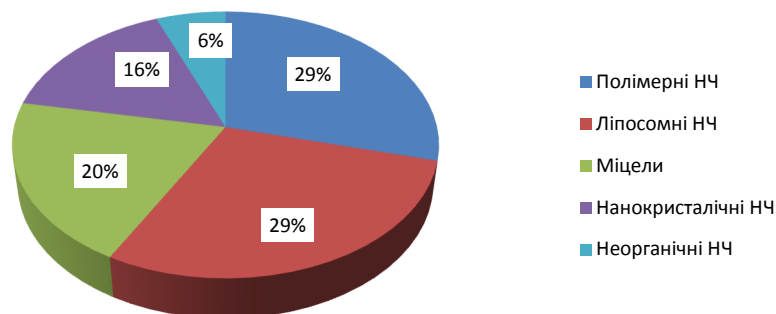
сегментів зовсім інша: нанотрубки (12,0%), нано-пристрої (9,4%), нанокапсули (4,3%). Очікується, що сегмент нанотрубок зростатиме зі значним ССТЗ 10,9% з 2023 по 2030 р. Цей різновид наноматеріалів може виконувати різноманітні завдання завдяки своїй здатності входити до складу каркасних структур. Наприклад, включення вуглецевих нанотрубок у каркаси для тканинної інженерії може покращити їхні властивості та призвести до поліпшення регенерації тканин.

**Рис. 4. Сегментний аналіз світового ринку наномедицини за будовою наноматеріалів**

Джерело: побудовано авторами на основі даних [21].

За даними дослідження [22] можна здійснити сегментний аналіз світового ринку наномедицини за дещо іншою класифікацією наночастинок з виокремленням неорганічних і полімерних; нанокристалів; ліпосомів і міцел (рис. 5). Лідерські позиції на-

лежать сегментам полімерних наночастинок і нанокристалів. На частки капіталовкладень цих сегментів у загальному ринку наночастинок припадає по 29%. На частки сегментів ліпосом, неорганічних наночастинок та міцел припадає 20, 16 та 6% відпо-

**Рис. 5. Сегментний аналіз світового ринку наномедицини за будовою наночастинок**

Джерело: побудовано авторами на основі даних [22].

Аналіз ринку наномедицини за сферою застосування

Відповідно до сегментного аналізу світового ринку наномедицини за сферою застосування

(рис. 6), виконаного з використанням даних [23], домінуючим у 2021 р. був сегмент доставки ліків (25,1%). Частки решти сегментів знаходились у межах 17,5% (імплантація) – 22,1% (терапія). У 2022 р.

частка сегменту доставки ліків зросла до 34,1%. Це найпопулярніша сфера застосування нанотехнологій у медицині: на її частку в загальному обсязі ринку у 2020 р. припадало 78% продажів і 58% за-

явок на патенти по всьому світу, дохід від виготовлення та продажу систем доставки ліків перевищив 170 млрд дол. [7].

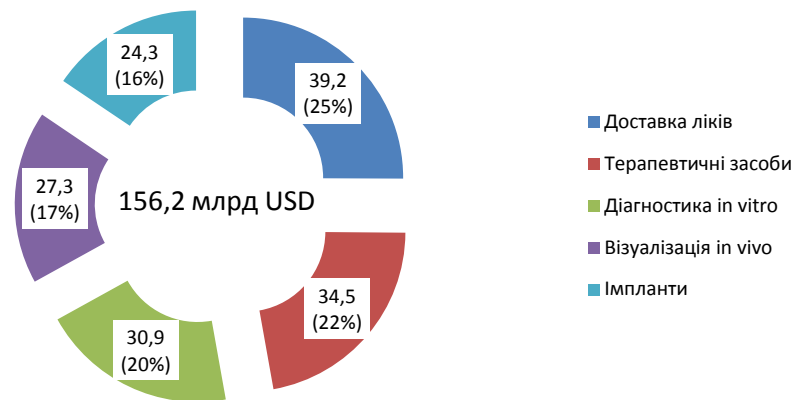


Рис. 6. Сегментний аналіз ринку наномедицини за галузями застосування

Джерело: побудовано авторами на основі даних [23].

Пояснити цю провідну позицію сегменту доставки ліків можна зростанням поширеності хронічних та інфекційних захворювань, що виявило нагальну потребу в ефективних системах доставки ліків. Ще однією причиною стало підвищення обізнаності громадськості про потенціал нанотехнологій. Прогрес у цьому сегменті зумовлений також успішними результатами досліджень науковців та фармацевтичних компаній у цьому напрямку.

Очікується, що в період 2023–2030 рр. терапевтичний сегмент буде також зростати швидкими темпами з ССТЗ 12,79% [23]. Цей сегмент охоплює різні наномедичні продукти, що використовуються з терапевтичною метою, і включає в себе ліки, обладнання та системи доставки ліків. Наявність та доступність широкого спектру нанотерапевтичних засобів для лікування різних захворювань сприятиме

зростанню цього сегменту. Крім того, технологічний прогрес сприяв розробці нанотерапевтичних препаратів, здатних ефективно долати біологічні бар'єри, що дозволяє здійснювати цілеспрямоване та точне лікування. Передбачається, що зазначені обставини та досягнення сприятимуть розвитку ринку нанотерапії найближчими роками.

Виконаний з використанням даних [23] сегментний аналіз світового ринку наномедицини за сферою застосування за період 2022–2030 рр. (табл. 2) практично співпадає з результатами аналізу, здійсненого за даними [23] для 2021 р. (див. рис. 6). Поруч з цим, він дає змогу спрогнозувати деякі зміни часток окремих сегментів. Передбачається зменшення частки сегменту доставки ліків і збільшення часток сегментів візуалізації in vivo та імплантації. Частки сегментів терапії і діагностика in vitro практично не змінюються.

Таблиця 2

Сегментація світового ринку наномедицини за сферою застосування

Рік	Загальний обсяг ринку, млрд дол. США	Частка капіталовкладень сегменту, % (обсяг сегменту, млрд дол. США)				
		Доставка ліків	Терапія	Діагностика in vitro	Візуалізація in vivo	Імплантація
2022	174,2	25,5 (44,4)	21,9 (38,1)	20,4 (35,5)	17,9 (31,2)	14,3 (25,0)
2030	416,1	22,7 (94,5)	21,2 (88,2)	20,7 (86,1)	18,4 (76,6)	17,0 (70,7)

На відміну від проведеного сегментного аналізу за сферою застосування на основі даних [23] (див. табл. 2) аналогічний аналіз на основі даних [19] можна здійснити не за п'ятьма, а за шістьма сегментами: терапія, активна імплантація, візуалізація in vivo, діагностика in vitro, доставка ліків та імплантація (рис. 7).

Як і в попередньому аналізі, сегмент доставки ліків домінував на світовому ринку наномедицини у 2022 р. (24,9%) та йому належала найбільша частка доходу. Ця значна частка сегменту ринку визначалась зростанням захворюваності, включаючи онкологічні захворювання, і підвищенням обізнаності

людей щодо можливостей наномедицини. Розбіжності в частках решти сегментів зумовлені окремим урахуванням активної імплантації (16,4%) та імплантації (10,0%). Так само очікується значне зростання терапевтичного сегменту протягом прогнозованого періоду завдяки розробці та розповсюдженню нано-

продуктів (обладнання, ліки та системи доставки ліків), які підходять для лікування різних захворювань. Очікується прогрес у технологіях, що забезпечують вдосконалення нанотерапевтичних засобів з поліпшеними характеристиками для подолання біологічних бар'єрів.

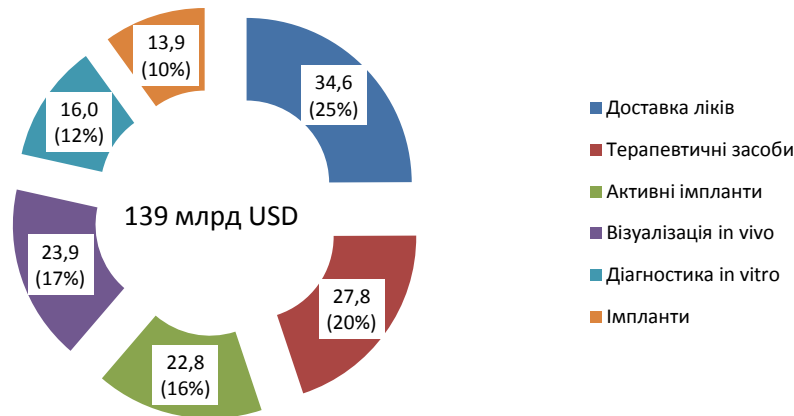


Рис. 7. Сегментний аналіз ринку наномедицини за сферами застосування

Джерело: побудовано авторами на основі даних [19].

В дослідженні [24] за основу для сегментації ринку наномедицини за сферою застосування додатково враховано сегмент вакцинації (рис. 8). Незважаючи на інший підхід щодо вибору сегментів, передову позицію в 2022 р. зберігає сегмент доставки ліків (35,9%). Але за цим аналізом його частка збільшується приблизно на 10%. На другій позиції міститься використаний сегмент вакцинації (21,9%). Надалі послідовність розташування сегментів наступна: діагностика in vitro (19,2%), візуалізація in vivo (15,2%), імплантація (6,4%), інші застосування (1,4%).

Дані досліджень [22] дозволяють порівняти темпи зростання обсягу капіталовкладень у сегменти застосування світового ринку наномедицини у прогнозованому періоді 2020–2030 рр. Найвищі темпи зростання передбачаються для сегментів регенеративної медицини (збільшення в 2,64 раза) та вакцинації (в 2,5 раза). Зростання сегментів діагностики, імплантації, доставки ліків відбуватиметься однаковими темпами в межах 2,22–2,34 раза і зберігатиме панівні позиції.

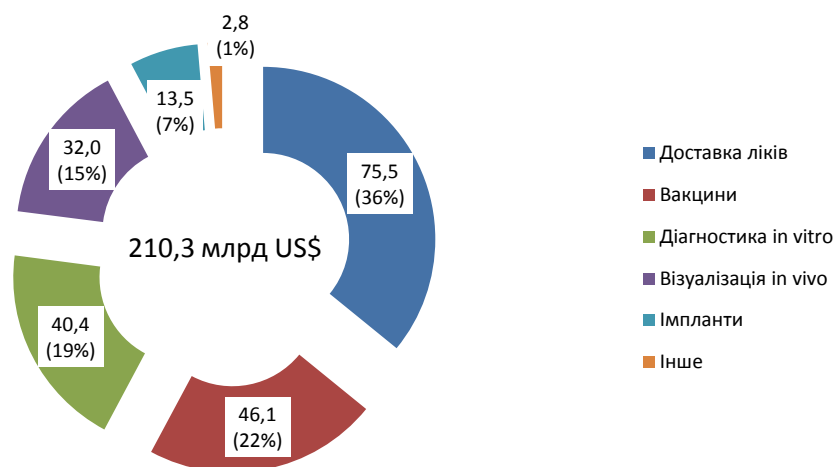


Рис. 8. Сегментація світового ринку наномедицини за розширеною сферою застосування

Джерело: побудовано авторами на основі даних [24].

Аналіз ринку наномедицини за способом дії

Сегментний аналіз світового ринку наномедицини за способом дії можна здійснити на основі результатів дослідження [24] стосовно сфер лікування та діагностики (табл. 3). За прогнозований період передбачається зростання частки сегменту діагностики з 24,6% до 34,9% і зменшення частки сегменту лікування з 75,4% до 65,1%.

Таблиця 3

Сегментація світового ринку наномедицини за способом дії

Рік	Загальний обсяг, млрд дол. США	Частка капіталовкладень сегменту, % (обсяг сегменту, млрд дол. США)	
		лікування	діагностика
2021	187,9	75,4 (141,7)	24,6 (46,2)
2022	210,3	73,8 (155,2)	26,2 (55,1)
2032	597,8	65,1 (389,2)	34,9 (208,6)

Аналіз ринку наномедицини за сферою дії

Аналіз світового ринку наномедицини за сферою дії включає сегменти клінічної онкології, ортопедії, клінічної кардіології, інфекційних захворювань тощо. На сегмент клінічної онкології припадає найбільша частка ринку в 2022 р. (32,4%), і очікується, що він потенційно зростатиме протягом прогнозованого періоду [23]. Це домінування пояснюється зростанням поширеності онкозахворювань у всьому світі, безперервним пошуком широкого спектру препаратів для їх лікування. Ці препарати зараз перебувають на стадії клінічної розробки, яка потребує значного збільшення обсягу наукових досліджень та інноваційних рішень для клінічної онкології. Дослідження значної кількості нанопродуктів для лікування онкозахворювань на клінічних стадіях розробки та успішні результати застосування терапевтичних частинок і пристроїв сприяли зростанню цього сегменту. Більша ефективність та менша кількість побічних ефектів при лікуванні онкозахворювань визначають наномедицину як дієвий метод лікування. Клінічна онкологія в індустрії наномедицини охоплює різні активні та пасивні методи націлювання на ракові клітини, що сприятиме перспективам подальшого зростання відповідного сегменту на ринку.

За попередніми прогнозами стрімкими темпами з прогнозованим ССТЗ 12,3% до 2030 р. буде зростати сегмент інфекційних захворювань [23]. Це зростання зумовлено актуальністю розробки результативних, швидких і економічно ефективних методів лікування інфекційних захворювань. Наномедицина стає перспективним методом лікування завдяки її високій ефективності націлювання та зменшення побічних ефектів. Унікальні властивості наномедицини дають змогу лікування широкого спектру інфекційних захворювань.

Аналіз ринку наномедицини за географічними регіонами.

Залежно від регіону, світовий ринок наномедицини поділяють на Північну Америку, Європу, Азійсько-Тихоокеанський регіон, Латинську Америку, Близький Схід і Африку. Відповідно до сегментного аналізу світового ринку наномедицини за географічними регіонами (рис. 9), виконаного з використанням даних [23], у 2022 році домінуючим регіоном на ринку була Північна Америка, на яку припадало 26,4% всіх капіталовкладень загального обсягу ринку. При цьому майже 100% капіталовкладень регіону Північна Америка припадає на Сполучені Штати Америки (57,9%) та Канаду (42,1%). Провідні позиції також належали Азійсько-Тихоокеанському регіону (22,0%) та Європі (19,8%). На країни Латинської Америки та Близького Сходу і Африки припадало 15,0% і 16,8% відповідно.

Очікується, що Північно-Американський регіон збереже провідне положення протягом усього прогнозованого періоду (23,4%) (рис. 10).

Лідерство регіону можна пояснити наявністю та розширенням партнерства між відомими підприємствами та вдалими стартапами компаній у галузі наномедицини, збільшенням альянсів між підприємствами в цій галузі та новоствореними наномедичними компаніями. Крім того, науково-дослідні установи та підприємства регіону отримують потужну підтримку з боку уряду. Сприяє цьому і збільшення інвестицій у дослідження, розробки та впровадження досягнень нанонауки в медицину. На розширення ринку наномедицини впливає також зростання попиту на профілактику небезпечних для життя захворювань і збільшення фінансування досліджень у Сполучених Штатах Америки. В Північно-Американському регіоні також сконцентровано значну кількість виробничих фірм, які активно займаються стратегічною діяльністю в галузі наномедицини.

За попередніми прогнозами найшвидший ССТЗ 14,1% за період з 2023 по 2030 р. передбачається на ринку Азійсько-Тихоокеанського регіону з прогнозованою часткою 21,4% [23]. Ці темпи можна пояснити підвищенням обізнаності населення регіону щодо можливостей наномедицини та активним залученням громадськості до різноманітних заходів, пов'язаних з нанонауками та нанотехнологіями. За прогнозами зростуть частки Латинської Америки (17,8%) та Близького Сходу і Африки (18,9%). Звичайно, це може призвести до зменшення частки Європейського ринку (18,5%).

За результатами виконаного сегментного аналізу світового ринку наномедицини за географічними регіонами з використанням даних [20] домінуючим регіоном на ринку в 2022 р. також була Північна Америка (рис. 11). Але частка капіталовкладень регіону відповідно до цього аналізу дещо менша і становить 34%. Є також незначні відмінності за окремими регіонами порівняно з аналізом, виконаним на основі даних [23] (рис. 9, 10).

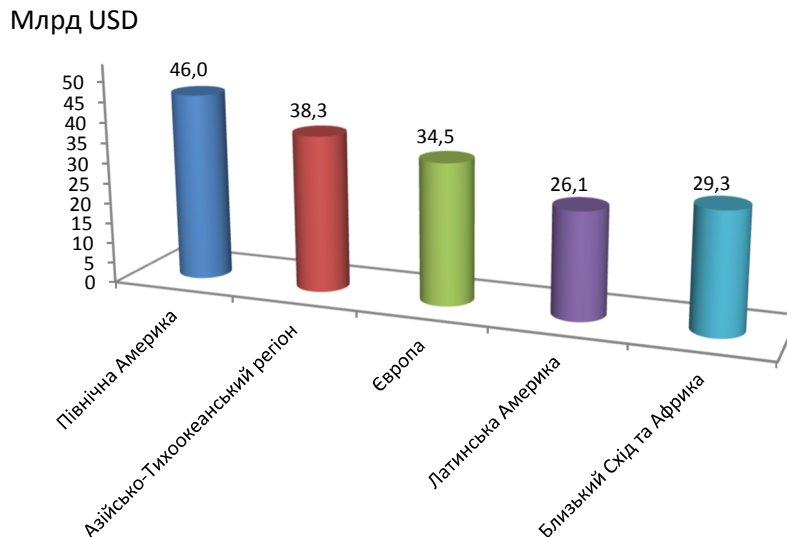


Рис. 9. Сегментація світового ринку наномедицини за географічними регіонами в 2022 р.

Джерело: побудовано авторами на основі даних [23].

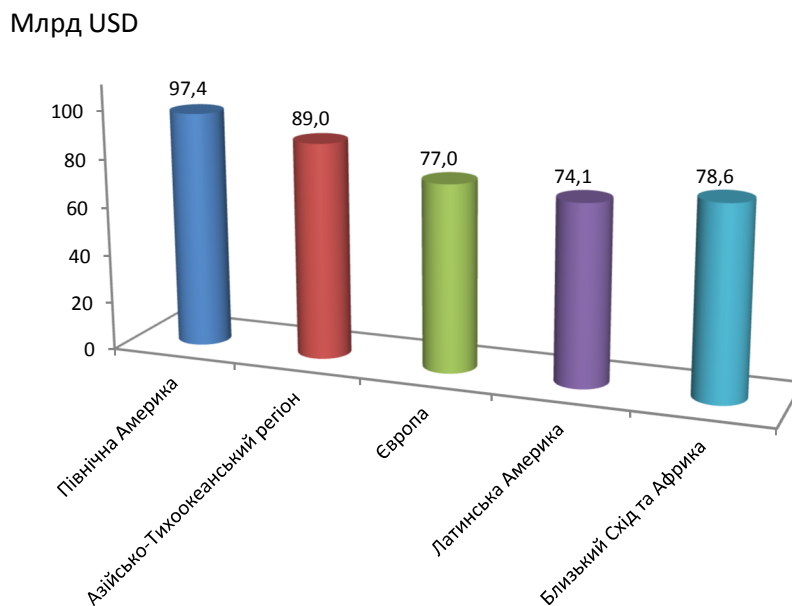


Рис. 10. Сегментація світового ринку наномедицини за географічними регіонами в 2030 р.

Джерело: побудовано авторами на основі даних [23].

За результатами дослідження [18] Північна Америка також займає найбільшу частку світового ринку нанотехнологій. Очікується, що в Азійсько-Тихоокеанському регіоні спостерігатиметься швидке зростання протягом прогнозованого періоду (2023–2030 рр.) завдяки збільшенню кількості застосувань та інвестицій у нанотехнології. Крім того, очікується, що зростання впровадження технології в медичній діагностиці та державне фінансування досліджень і розробок для створення нанопристроїв

сприятимуть зростанню ринку найближчими роками. Очікується, що Європа також демонструватиме стабільні темпи зростання протягом прогнозованого періоду. Розвиток промисловості в Європі та вищий рівень впровадження нових і передових технологій на виробничих потужностях сприяли зростанню ринку. Уряди європейських держав відіграли ключову роль у впровадженні нових нанотехнологій у промисловому секторі, сприяючи зростанню ринку. Зростання наявних доходів і підвищення рівня

життя збільшили попит на датчики, передову електроніку та фотонні пристрої медичного застосування. Наявність інноваційної інфраструктури охорони здоров'я та поліпшений доступ до розвинутих ме-

дичних закладів сприяють подальшому зростанню ринку через збільшення попиту на медичні прилади в секторі охорони здоров'я.

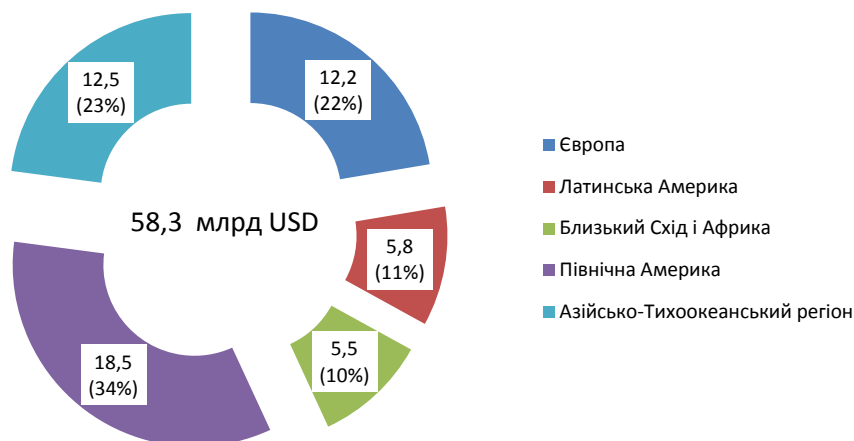


Рис. 11. Сегментний аналіз світового ринку наномедицини за географічними регіонами

Джерело: побудовано авторами на основі даних [20].

Крім того, очікується, що найближчими роками буде спостерігатися значне зростання ринку Близького Сходу і Африки завдяки збільшенню інвестицій та державному фінансуванню цифровізації.

Динаміка, конкуренція та ключові тенденції світового ринку наномедицини. Аналіз літературних даних [6–11; 21–22] дає змогу визначити головні чинники, що впливають на динаміку світового ринку наномедицини:

- зростання поширеності хронічних захворювань;
- сучасні досягнення в розвитку наноматеріалів і нанотехнологій;
- обмежені можливості ринку наномедицини;
- значні витрати на проведення наукових досліджень, розробку препаратів та приладів, їх упродовження;
- занепокоєння безпекою використання наноматеріалів і нанотехнологій;
- потенційна токсичність і віддалені наслідки впливу наночастинок на здоров'я людини.

За результатами досліджень [20] збільшення глобального тягаря хронічних та інфекційних захворювань є головною причиною зростання світового ринку наномедицини. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, онкозахворювання є другою за величиною причиною смерті у світі, відповідальною за понад 10 мільйонів смертей у 2020 р.

Нанопрепарати широко використовують для лікування хронічних захворювань (діабету, серцево-судинних захворювань, деменції, онко- та інших). Очікується, що збільшення поширеності хронічних

захворювань сприятиме зростанню ринку наномедицини. Незважаючи на те, що сектори охорони здоров'я та медицини зазнали неймовірного розвитку за останні роки, із запровадженням передових методів лікування та продуктів, таких як неінвазивні хірургічні інструменти, вдосконалені медичні датчики та портативні пристрої візуалізації, залишається великий розрив між доступними методами лікування та потребами пацієнтів. Досягнення наномедицини допомагають заповнити цю прогалину. Нанопрепарати є перспективними для доставки ліків до цільового місця у правильній пропорції та з реальною швидкістю доставки. Очікується, що використання нанопрепаратів задовольнить вимоги щодо лікування складних захворювань, потенційно сприяючи зростанню світового ринку наномедицини.

Звичайно, крім чинників, що сприяють зростанню світового ринку наномедицини, існують і певні обмеження щодо можливості використання наноматеріалів і нанотехнологій у медицині. Значні витрати, пов'язані з виробництвом наномедичних препаратів і дослідженнями в галузі наномедицини, перешкоджають зростанню ринку. Зростає занепокоєння щодо витрат на виробництво і науково-дослідну діяльність для ключових «гравців» на ринку наномедицини та ринкової ціни для кінцевого користувача. Дослідження та розробки потребують багатьох ресурсів, що викликає занепокоєння щодо отримання коштів. Очікується, що ці значні інвестиції будуть одержані інноватором із значним прибутком, що призведе до підвищення вартості продукту для кінцевого споживача. Як результат, висока вар-

тість, пов'язана з наномедициною, ймовірно, перешкоджатиме зростанню ринку протягом прогнозованого періоду.

Світовий ринок наномедицини є висококонкурентним і об'єднує фармацевтичні компанії, біотехнологічні фірми, дослідницькі установи та нові наномедичні стартапи. Зазначені «гравці» ринку беруть активну участь у дослідженнях і розробках, стратегічній співпраці, впровадженні нових продуктів для отримання конкурентної переваги. Світовий ринок наномедицини характеризується гострою та жорсткою конкуренцією, необхідністю проведення постійних пошуків і досліджень, стрімкого впровадження розробок. Зі зростанням упровадження нанотехнологій у галузь охорони здоров'я конкуренція набуває ще більшої гостроти.

Нові ключові «гравці» на світовому ринку наномедицини дуже зосереджені на впровадженні різних стратегій зростання для розвитку своїх портфоліо та розширення своєї присутності на зовнішніх ринках. Декілька наномедичних компаній зосереджуються на розширенні наявної діяльності та збільшенні витрат на дослідження та розробки. Деякі ключові «гравці» наразі зосереджені на різних маркетингових стратегіях, таких як поширення обізнаності щодо наномедицини, що сприяє зростанню цільових продуктів.

Ключовими тенденціями розвитку світового ринку наномедицини вважаються: персоналізована медицина та поєднання різних методів лікування. Персоналізована медицина – наномедицина, що дає змогу застосовувати персоналізовані підходи до лікування, надання ліків або терапії на основі індивідуальних потреб людини. Тенденція до персоналізованої медицини сприяє впровадженню наномедицини, оскільки остання дозволяє цілеспрямоване та індивідуальне лікування.

Зрослою тенденцією наномедицини є поєднання таких методів, як імунотерапія та генна терапія. Комбінування різних терапевтичних підходів може підвищити ефективність лікування, подолати наркотичну резистентність та забезпечити синергічний ефект, відкриваючи нові можливості для наномедичних програм.

Аналіз даних літератури [6-13; 14-17] та результати власних досліджень дають змогу узагальнити умови здійснення наукових досліджень на ринку наномедицини:

Для використання зазначених перспектив необхідне створення відповідних можливостей та умов:

- активна участь фармацевтичних компаній у розробці нових методів лікування, заснованих на нанотехнологіях;
- удосконалення та розширення застосування нанотехнологій у ранній діагностиці та профілактиці гострих і хронічних захворювань і розладів, їх попередженні;
- розширення сфери наномедицини в секторі охорони здоров'я;

- активна участь великих фармацевтичних компаній у виробництві передових ліків на основі нанонауки.

Дослідження в галузі наномедицини як науки, що поєднує наукові та інженерні досягнення наноматеріалів і нанотехнологій з медициною, тісно пов'язані зі сферами охорони здоров'я. В цьому аспекті є важливими результати досліджень вітчизняних учених щодо економічної взаємодії ринку праці та людських ресурсів у сфері охорони здоров'я [25], аналізу стану кадрового забезпечення цієї сфери в період реформування [26], конкурентоспроможності медичної галузі та її освітніх закладів у контексті економічної взаємодії [27], стратегічного управління розвитком лікувальних закладів [28].

Дане дослідження показує, що тематика щодо світового ринку не позбавлена сильних та слабких сторін, недоліків і перспектив.

Сильні сторони. У даній роботі одночасно проведено систематизацію та аналіз літературних даних в галузі наномедицини. Розглянуто стан світового ринку наномедицини, виконано сегментний аналіз ринку, досліджено динаміку, конкуренцію та перспективи його розвитку. Поєднання цих даних дозволяє обґрунтованіше розкрити питання сучасного стану та перспектив світового ринку наномедицини.

Слабкі сторони. Практична відсутність звітів з даної тематики у відкритому доступі.

Недоліки. Швидкий розвиток наномедицини вносить окремі корективи в різні аспекти дослідження світового ринку наномедицини.

Перспективи. Подальші дослідження будуть спрямовані на використання результатів виконаного в даній роботі аналізу світового ринку наномедицини для формування відповідного українського ринку. Перспективи подальших досліджень світового ринку наномедицини будуть пов'язані з основними напрямками розвитку світового ринку наномедицини (базисна, клінічна, діагностична, інженерна, експериментальна, генетична, фармакологічна та токсикологічна, етична та соціальна наномедицина) та сферами застосування (адресна доставка ліків; створення нових лікарських засобів; антимікробні покриття; молекулярна візуалізація, біодектування та маркування; нанокompозити для реконструктивної медицини; наноматеріали для фотодинамічної терапії онкозахворювань) у медицині та фармації. Особливу увагу буде приділено можливостям інтеграції українського ринку наномедицини до європейського та світових ринків. Досягнення в галузі наномедицини є результатом наукових та практичних досліджень багатьох країн. Тому досвід цих країн є дуже корисним для розвитку власної наномедицини.

Висновки

1. Основними рушійними чинниками зростання світового ринку наномедицини є: розвиток нанотехнологій, що призвів до появи нових інструментів та методів для точного маніпулювання та конт-

ролю медичних процесів на нанорівні; відкриття можливості використання сучасних досягнень нано технологій для нових медичних застосувань; неочікувані темпи розширення застосування та комерціалізації наномедичних продуктів та процесів.

2. Відповідно до здійсненої сегментації ринку наномедицини за будовою наноматеріалів сегмент наночастинок домінував на ринку з часткою капіталовкладень 74% у 2022 р. Сегментний аналіз світового ринку наномедицини за сферою застосування виявив, що домінувальним у 2021 р. був сегмент доставки ліків (25,1%).

3. Сегментний аналіз світового ринку наномедицини за способом дії стосовно сфер лікування та діагностики показав, що за прогнозований період 2022–2032 рр. передбачається зростання частки сег-

менту діагностики з 24,6 до 34,9% і зменшення частки сегменту лікування з 75,4 до 65,1%. Аналіз світового ринку наномедицини за сферою дії визначив, що на сегмент клінічної онкології припадала найбільша частка ринку в 2022 р. (32,4%), і очікується, що він потенційно зростатиме протягом прогнозованого періоду. Відповідно до сегментного аналізу світового ринку наномедицини за географічними регіонами у 2022 р. домінувальним регіоном на ринку була Північна Америка (26,4% всіх капіталовкладень загального обсягу ринку).

4. Визначено головні чинники, що впливають на динаміку світового ринку наномедицини, та певні обмеження щодо можливості використання наноматеріалів і нанотехнологій у медицині.

Література

1. Чекман І. С., Маланчук В. О., Рибачук А. В. Основи наномедицини: монографія. Київ : Логос, 2011. 250 с.
2. Malsch I., Emond C. Nanotechnology and human health. Boca Raton, FL, USA : CRC, 2013.
3. Ge Y., Li S., Wang S., Moore R. Nanomedicine: Principles and Perspectives. New York, NY, USA : Springer, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2140-5>.
4. Verpoort F., Ahmad I., Ahmad A., Khan A., Chee C. Nanomedicine Manufacturing and Applications. Elsevier, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2019-0-02508-3>.
5. European Technology Platform on NanoMedicine: Nanotechnology for Health. URL: https://cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nanomedicine_visionpaper.pdf.
6. Чекман І. С., Прискока А. О. Нанотехнології у розробці систем доставки лікарських засобів. *Український медичний часопис*. 2010. №1 (75). С. 14-18. URL: <https://www.umj.com.ua/en/publication-2951-nanotechnology-u-rozrobci-sistem-dostavki-likarskix-zasobiv>.
7. Брубейкер І. О., Білан О. А., Марченко-Толста К. С. Сучасні підходи до наносистем доставки ліків. *World Science*. 2020. № 6 (58). С. 32-37. https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062020/7102
8. Брубейкер І. О., Білан О. А., Марченко-Толста К. С. Інновації в наномедицині та наноформатії. *World Science*. 2020. № 7 (59). С. 1-7. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7164.
9. Kim B. Y. S., Rutka J. T., Chan W. C. W. Nanomedicine. *The New England Journal of Medicine*. 2010. Vol. 363. P. 2434-2443. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMr0912273>.
10. Joseph T. M., Mahapatra D. K., Esmaeili A., Piszczek L., Hasanin M.S., Kattali M., Haponiuk J., Thomas S. Nanoparticles: Taking a Unique Position in Medicine. *Nanomaterials*. 2023. Vol. 13. P. 574-632. DOI: <https://doi.org/10.3390/nano13030574>.
11. Jain K. K. The Handbook of Nanomedicine. Basel, Switzerland : Humana Press, 2008. 404 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-60327-319-0>.
12. Пилипчук Л. Л., Близнюк В. М. Наноматеріали в хімії та фармації: навч. посібник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 168 с.
13. Заячук Д. М. Нанотехнології в медицині та біології: навч. посібник. Львів : Львівська політехніка, 2022. 304 с.
14. Малишев В. В., Войцехівський М. Ф., Габ А. І., Бойченко В. В., Лукашенко Т. Ф. Нанотехнології в хімії: підвищення кваліфікації вчителів, курси за вибором, методологічні ідеї, завдання та формування змісту. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2023. Т. 77. №4. С. 117-135. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2023.4.10>.
15. Малишев В. В., Куцевська Н. Ф., Коротеєва А. В., Брускова Д.-М. Я., Лукашенко Т. Ф., Залубовський М. Г. Дослідження стану, тенденцій та структури світового ринку нанопорошків. *Technology Audit and Production Reserves*. 2018. Т. 2, № 4(46). С. 34-42. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.167234>.
16. Коротеєва А. В., Куцевська Н. Ф., Малишев В. В. Дослідження ринку нанопорошків: прогноз обсягу виробництва та розвитку, структура ринку, ціновий аналіз. *Маркетинг в Україні*. 2015. №5 (92). С. 29-33. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mvu_2015_5_7.
17. Малишев В. В., Куцевська Н. Ф., Коротеєва А. В., Брускова Д.-М. Я., Залубовський М. Г., Лукашенко Т. Ф., Аналіз та систематизація даних маркетингових досліджень українського ринку нанопорошків та формування програми його розвитку. *Technology Audit and Production Reserves*. 2018. Т. 3, № 4(47). С. 28-34. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.172152>
18. Nanotechnology Market Size, Share & Industry Analysis, By Type (Nanodevices and Nanosensors), By Industry (Electronics, Healthcare, Manufacturing, Energy & Power, Automotive, Aerospace & Defense, Food & Beverages, and Others), and Regional Forecast, 2024-2032. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/amp/nanotechnology-market-108466>.
19. Global Nanomedicine Market By Molecule Type (Nanoparticles, Nano Tubes, Nano Shells, and Nano Devices), By Indication (Clinical Oncology, Orthopedics, Clinical Cardiology, Infectious Diseases, and Other Indications), By Application, By Region and Companies - Industry Segment Outlook, Market Assessment, Competition Scenario, Trends, and Forecast 2023-2032. URL: <https://market.us/report/nanomedicine-market/>.
20. Nanomedicine Market Size, Share, and Trends 2025 to 2034. URL: <https://www.precedenceresearch.com/nanomedicine-market>.
21. Nanomedicine Market to Reach \$393.04 Bn, Globally, by 2030 at 9.2% CAGR. URL: <https://medium.com/@ashbachchan41/nanomedicine-market-to-reach-393-04-bn-globally-by-2030-at-9-2-cagr-870ba4be691e>.
22. Kad A., Pundir A., Arya S. K., Bhardwaj N., Khatri M. An elucidative review to analytically sieve the viability of nanomedicine market. *Journal of Pharmaceutical Innovation*. 2022. Vol. 17. P. 249-265. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12247-020-09495-5>.

23. Nanomedicine Market Size, Share, and Growth Analysis. URL: <https://www.skyquestt.com/report/nanomedicine-market>.
24. Nanomedicine Market - By Modality (Treatment, Diagnostics), Application (Drug Delivery, IVD, Implant, Vaccine), Indication (Oncology, Infectious, Cardiovascular, Neurological), Molecule (Nanoparticle, Nanotube, Nanodevice), Global Forecast, 2023 – 2032. URL: <https://www.gminsights.com/industry-analysis/nanomedicine-market>.
25. Hutsaliuk O. M., Navolokina A. S. Research on the economic interaction between the labor market and human resources in the healthcare sector in Ukraine. *Економічні інновації*. 2020. Т. 22. № 1 (74). С. 37-51. DOI: [https://doi.org/10.31520/ei.2020.22.1\(74\).37-51](https://doi.org/10.31520/ei.2020.22.1(74).37-51).
26. Гуцалюк О. М. Аналіз стану кадрового забезпечення сфери охорони здоров'я України у період реформування. *Вісник економічної науки України*. 2019. № 2 (37). С. 110-114. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2019.2\(37\).110-114](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2019.2(37).110-114).
27. Гуцалюк О. М., Бондар Ю. А., Бойко О. В. Оцінка конкурентоспроможності медичної галузі та її освітніх закладів в контексті економічної взаємодії. *Економічний вісник Донбасу*. 2024. № 1-2 (75-76). С. 123-131. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-1-2\(75-76\)-123-131](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-1-2(75-76)-123-131).
28. Hutsaliuk O., Bondar Iu., Boiko O., Bakum I. Approaches to the strategic management of the development of medical treatment facilities. *Intellectualization of logistics and Supply Chain Management*. 2024. Vol. 27. P. 7-18. DOI: <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2024-27-1>.

References

1. Chekman, I. S., V.O. Malanchuk, A.V. Rybachuk. (2011). *Osnovy nanomeditsyny* [Fundamentals of nanomedicine]. Kyiv, Lohos. 250 p. [in Ukrainian].
2. Malsch, I., Emond, C. (2013). *Nanotechnology and human health*. Boca Raton, FL (USA), CRC.
3. Ge, Y., Li, S., Wang, S., Moore, R. (2014). *Nanomedicine: Principles and Perspectives*. New York, USA, Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2140-5>.
4. Verpoort, F., Ahmad, I., Ahmad, A., Khan, A., Chee, C. (2021). *Nanomedicine Manufacturing and Applications*. Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/C2019-0-02508-3>.
5. European Technology Platform on NanoMedicine: Nanotechnology for Health. Retrieved from https://cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nanomedicine_visionpaper.pdf.
6. Chekman, I. S., Pryskoka, A. O. (2010). Nanotekhnologii u rozrobtsi system dostavky likarskykh zasobiv. [Nanotechnologies in development of drug delivery systems]. *Ukrainskyi medychnyi chasopys*, 1 (75), pp. 14-18. Retrieved from <https://www.umj.com.ua/en/publication-2951-nanotekhnologii-u-rozrobci-sistem-dostavki-likarskix-zasobiv> [in Ukrainian].
7. Brubaker, I., Bilan, O., Marchenko-Tolsta, K. (2020). Suchasni pidkhody do nanosystem dostavky likiv [Modern approaches to development of nano-systems for drug delivery]. *World Science*, 6 (58), pp. 32-37. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30062020/7102 [in Ukrainian].
8. Brubaker, I., Bilan, O., Marchenko-Tolsta, K. (2020). Innovatsii v nanomeditsyni ta nanoformatsii [Innovations in nanomedicine and nanopharmacy]. *World Science*, 7 (59), pp. 1-7. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092020/7164 [in Ukrainian].
9. Kim, B. Y. S., Rutka, J. T., Chan, W. C. W. (2010). Nanomedicine. *The New England Journal of Medicine*, Vol. 363, pp. 2434-2443. DOI: <https://doi.org/10.1056/NEJMr0912273>.
10. Joseph, T. M., Mahapatra, D. K., Esmaili, A., Piszczek, L., Hasanin, M. S., Kattali, M., Haponiuk, J., Thomas, S. (2023). Nanoparticles: Taking a Unique Position in Medicine. *Nanomaterials*, Vol. 13, pp. 574-632. DOI: <https://doi.org/10.3390/nano13030574>.
11. Jain, K. K. (2008). *The Handbook of Nanomedicine*. Basel, Switzerland, Humana Press. 404 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-60327-319-0>.
12. Pylpachuk, L. L., Blyzniuk, V. M. (2020). *Nanomaterialy v khimii ta farmatsii* [Nanomaterials in chemistry and pharmacy]. Kherson, Oldi-Plus. 168 p. [in Ukrainian].
13. Zaiachuk D. M. (2022). *Nanotekhnologii v medytsyni ta biolohii* [Nanotechnologies in medicine and biology]. Lviv, Lvivska politehnika. 304 p. [in Ukrainian].
14. Malyshev, V., Voitsekhivskiy, M., Gab, A., Lukashenko, T., Boichenko, V. (2023). Nanotekhnologii v khimii: pidvyshchennia kvalifikatsii vchyteliv, kursy za vyborom, metodolohichni idei, zavdannia ta formuvannia zmistu [Nanotechnologies in chemistry: increasing the qualifications of teachers, elective courses, methodological ideas, assignments and content formation]. *Neperervna profesiina osvita: teoriia i praktyka – Continuing Professional Education: Theory and Practice*, Vol. 77, No. 4, pp. 117–135. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2023.4.10> [in Ukrainian].
15. Malyshev, V. V., Kushchevska, N. F., Korotieieva, A. V., Bruskova, D.-M. Ya., Lukashenko, T. F., Zalubovskiy, M. H. (2018). Doslidzhennia stanu, tendentsii ta struktury svitovoho rynku nanoporoshkiv [Investigation of state, trends and structure of the world market of nanopowders]. *Technology Audit and Production Reserves*. Vol. 2, No. 4(46), pp. 34-42. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.167234> [in Ukrainian].
16. Korotieieva, A. V., Kushchevska, N. F., Malyshev, V. V. (2015). Doslidzhennia rynku nanoporoshkiv: prohnaz obsiahu vyrobnytstva ta rozvytku, struktura rynku, tsinovyi analiz [Nanopowders Market Research: Production and Development Forecast, Market Structure, Price Analysis]. *Marketing v Ukraini – Marketing in Ukraine*, 5 (92), pp. 29-33. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mvu_2015_5_7 [in Ukrainian].
17. Malyshev, V. V., Kushchevska, N. F., Korotieieva, A. V., Bruskova, D.-M. Ya., Zalubovskiy, M. H., Lukashenko, T. F. (2018). Analysis and systematization of marketing studies data of the Ukrainian nanopowder market and formation of the program for its development. *Technology Audit and Production Reserves*, Vol. 3, No. 4 (47), pp. 28-34. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.172152> [in Ukrainian].
18. Nanotechnology Market Size, Share & Industry Analysis, By Type (Nanodevices and Nanosensors), By Industry (Electronics, Healthcare, Manufacturing, Energy & Power, Automotive, Aerospace & Defense, Food & Beverages, and Others), and Regional Forecast, 2024-2032. Retrieved from <https://www.fortunebusinessinsights.com/amp/nanotechnology-market-108466>.
19. Global Nanomedicine Market By Molecule Type (Nanoparticles, Nano Tubes, Nano Shells, and Nano Devices), By Indication (Clinical Oncology, Orthopedics, Clinical Cardiology, Infectious Diseases, and Other Indications), By Application, By Region and Companies – Industry Segment Outlook, Market Assessment, Competition Scenario, Trends, and Forecast 2023-2032. Retrieved from <https://market.us/report/nanomedicine-market/>.
20. Nanomedicine Market Size, Share, and Trends 2025 to 2034. Retrieved from <https://www.precedenceresearch.com/nanomedicine-market>.

21. Nanomedicine Market to Reach \$393.04 Bn, Globally, by 2030 at 9.2% CAGR. Retrieved from <https://medium.com/@ashbachchan41/nanomedicine-market-to-reach-393-04-bn-globally-by-2030-at-9-2-cagr-870ba4be691e>.
22. Kad, A., Pundir, A., Arya, S. K., Bhardwaj, N., Khatri, M. (2022). An elucidative review to analytically sieve the viability of nanomedicine market. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, Vol. 17, pp. 249-265. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12247-020-09495-5>.
23. Nanomedicine Market Size, Share, and Growth Analysis. Retrieved from <https://www.skyquestt.com/report/nanomedicine-market>.
24. Nanomedicine Market – By Modality (Treatment, Diagnostics), Application (Drug Delivery, IVD, Implant, Vaccine), Indication (Oncology, Infectious, Cardiovascular, Neurological), Molecule (Nanoparticle, Nanotube, Nanodevice), Global Forecast, 2023 – 2032. Retrieved from <https://www.gminsights.com/industry-analysis/nanomedicine-market>.
25. Hutsaliuk, O. M., Navolokina, A. S. Research on the economic interaction between the labor market and human resources in the healthcare sector in Ukraine. *Ekonomichni innovatsii – Economic innovations*, Vol. 22, Iss. 1 (74), pp. 37-51. DOI: [https://doi.org/10.31520/ei.2020.22.1\(74\).37-51](https://doi.org/10.31520/ei.2020.22.1(74).37-51).
26. Hutsaliuk, O. M. (2019). Analiz stanu kadrovoho zabezpechennia sfery okhorony zdorovia Ukrainy u period reformuvannia [Analysis of the state of staff provision in the healthcare sector in the period of reform]. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 2 (37), pp. 110-114. DOI: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2019.2\(37\).110-114](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2019.2(37).110-114) [in Ukrainian].
27. Hutsaliuk, O. M., Bondar, Iu. A., Boiko, O. V. (2024). Otsinka konkurentospromozhnosti medychnoi haluzi ta yii osvitykh zakladiv v konteksti ekonomichnoi vzaïemodii [Evaluation of the Competitiveness of the Medical Industry and its Educational Institutions in the Context of Economic Interaction]. *Ekonomichniy visnyk Donbasu – Economic Herald of the Donbas*, 1-2 (75-76), pp. 123-131. DOI: [https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-1-2\(75-76\)-123-131](https://doi.org/10.12958/1817-3772-2024-1-2(75-76)-123-131) [in Ukrainian].
28. Hutsaliuk, O., Bondar, Iu., Boiko, O., Bakum, I. (2024). Approaches to the strategic management of the development of medical treatment facilities. *Intellectualization of logistics and Supply Chain Management*, Vol. 27, pp. 7-18. DOI: <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2024-27-1>.

Малишев В. В., Габ А. І., Шахнін Д. Б. Світовий ринок наномедицини: стан, сегментний аналіз, динаміка та перспективи

Об'єктом дослідження є стан, сегментний аналіз, динаміка, конкуренція та перспективи світового ринку наномедицини. Використано методи пошуку та аналізу літературних даних, узагальнення, систематизації та візуалізації даних за допомогою діаграм.

У 2020 р. охорону здоров'я визначено найкомерційнішим сектором сучасного ринку нанотехнологій з часткою капіталовкладень 19,5%. Лідерство цієї галузі пояснюється зростанням застосування нанотехнологій у розробці нанодіагностики, нанохірургічних роботів, застосунків для відновлення клітин, нанобіосенсорів, візуалізації та цільової доставки ліків.

Відповідно до аналізу ринку наномедицини за будовою наноматеріалів у 2022 р. домінував сегмент наночастинок з часткою капіталовкладень 74%, за сферою застосування – сегмент доставки ліків (25,1%), за способом дії – сегмент лікування (23,8%), за сферою дії – сегмент клінічної онкології (32,4%), за географічними регіонами – сегмент регіону Північна Америка (26,4%).

Визначено головні чинники динаміки світового ринку наномедицини. Це – зростання поширеності хронічних захворювань; сучасні досягнення в розвитку наноматеріалів і нанотехнологій; обмежені можливості ринку наномедицини; значні витрати на проведення наукових досліджень, розробку препаратів та приладів. А також занепокоєння безпекою використання наноматеріалів і нанотехнологій; потенційна токсичність і віддалені наслідки впливу наночастинок на здоров'я людини, що перебувають на стадії вивчення.

Суттєве збільшення обсягу наукових досліджень з наномедицини та нанофізіотерапії; збільшення державного фінансування досліджень і розробок відкриває привабливі можливості для розширення глобального ринку наномедицини.

Ключові слова: наномедицина, світовий ринок, стан ринку, сегментний аналіз, динаміка ринку, конкуренція, тенденції, перспективи ринку.

Malyshev V., Gab A., Shakhnin D. Global Nanomedicine Market: Status, Segment Analysis, Dynamics and Prospects

The object of the study is the status, segment analysis, dynamics, competition and prospects of the global nanomedicine market. The methods of searching and analyzing literature data, generalization, systematization and visualization of data using diagrams were used.

In 2020, healthcare was identified as the most commercial sector of the modern nanotechnology market with a share of capital investments of 19.5%. The leadership of this industry is explained by the increased use of nanotechnology in the development of nanodiagnosics, nanosurgical robots, applications for cell regeneration, nanobiosensors, visualization and targeted drug delivery.

According to the analysis of the nanomedicine market by the structure of nanomaterials in 2022, the nanoparticle segment dominated with a share of capital investments of 74%, by the scope of application – the drug delivery segment (25.1%), by the mode of action – the treatment segment (23.8%), by the scope of action – the clinical oncology segment (32.4%), by geographical regions – the North America region segment (26.4%).

The main factors of the dynamics of the global nanomedicine market have been identified. These are the growth in the prevalence of chronic diseases; modern achievements in the development of nanomaterials and nanotechnologies; limited opportunities for the nanomedicine market; significant costs for conducting scientific research, developing drugs and devices. As well as concerns about the safety of using nanomaterials and nanotechnologies; potential toxicity and long-term consequences of the impact of nanoparticles on human health, which are under study.

A significant increase in the volume of scientific research on nanomedicine and nanophysiotherapy; increased government funding for research and development will open up attractive opportunities for the expansion of the global nanomedicine market.

Keywords: nanomedicine, global market, market status, segment analysis, market dynamics, competition, trends, market prospects.

Стаття надійшла до редакції 04.02.2025
Рецензовано: 26.02.2025