

В. П. МАРЦЕНЮК¹, А. С. СВЕРСТЮК², О. А. БАГРІЙ-ЗАЯЦЬ², С. О. НИКИТЮК²,
А. М. ПРОДАН²

НАУКОВИЙ АНАЛІТИЧНИЙ ПОШУК ДОСЛІДЖЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯ БІОСЕНСОРІВ У ГРОМАДСЬКОМУ ЗДОРОВ'І

¹Університет Бельско-Бяла, м. Бельско-Бяла, Польща

²Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського МОЗ України,
м. Тернопіль, Україна

Мета: аналіз наукових публікацій у базі Scopus щодо використання біосенсорів у сфері громадського здоров'я протягом 2000–2025 рр., визначення тенденцій розвитку, ключових наукових центрів, установ та авторів, а також оцінювання перспектив впровадження цих технологій в Україні.

Матеріали і методи. Виконано наукометричний пошук за запитом ALL (biosensors) AND ALL (public health OR population health). Усього знайдено 48 652 публікації, які проаналізовано за роками, країнами, закладами, типами документів, науковими категоріями та джерелами фінансування. Методи включали бібліометричний аналіз і візуалізацію динаміки публікацій.

Результати. Установлено стабільне зростання кількості праць, особливо в останні п'ять років: у 2022 р. – 5 921, у 2023 р. – 6 648, у 2024 р. – 8 682. Найбільший науковий доробок належить Китаю, Індії, США, Великій Британії та Ірану. Лідерами серед установ є Міністерство освіти КНР, Китайська академія наук та низка провідних університетів. Переважають публікації у журналах Biosensors and Bioelectronics, Sensors and Actuators B Chemical, Microchemical Journal та ін. За видами документів домінують наукові статті (56,8%) та огляди (31,1%). Найпродуктивнішими авторами є Y. Wu, C. Zhao, J. Li, Y. Qin та ін. Серед основних донорів фінансування – Національний фонд природничих наук Китаю, Національний інститут охорони здоров'я США, Європейська комісія.

Висновки. Отримані результати аналітичного огляду в наукометричній базі Scopus свідчать про високий науковий і практичний потенціал біосенсорних технологій у сфері громадського здоров'я, що підтверджується зростанням обсягу публікацій та масштабною інституційною підтримкою. Для України актуальним є розвиток дистанційного моніторингу стану населення, що особливо важливо в умовах воєнного стану та обмеженого доступу до медичних ресурсів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: біосенсори; громадське здоров'я; Scopus; наукометричний аналіз; дистанційний моніторинг.

Вступ. Сучасна система громадського здоров'я стикається з викликами, що потребують швидкої діагностики та постійного моніторингу стану населення. Одним із найперспективніших напрямів є використання біосенсорів – пристроїв, здатних перетворювати біохімічні сигнали на вимірювані аналітичні дані. Біосенсори дають змогу проводити неінвазивний або мінімально інвазивний моніторинг, забезпечують високу чутливість та специфічність. Актуальність даного напрямку зростає в умовах воєнного стану, підвищеної міграції населення, обмеженого доступу до медичних закладів і потреби у дистанційному спостереженні за станом здоров'я.

Мета: провести аналітичний пошук наукових джерел у базі даних Scopus щодо використання біосенсорів у сфері громадського здоров'я, визначити основні тенденції розвитку, ключові наукові центри та авторів, а також оцінити перспективи їх впровадження в Україні.

Матеріали і методи. У наукометричній базі Scopus за ключовими словами: ALL (biosensors) AND ALL (public health OR population health) було здійснено пошук публікацій за період 2000–2025 рр. Усього знайдено 48 652 наукові праці. Для аналізу було проведено їх розподіл за роками, країнами, провідними університетами та авторами.

Результати дослідження та їх обговорення. У сучасних умовах глобальних епідеміологічних викликів, військових конфліктів, міграційних процесів та обмеженого доступу до медичної допомоги особливої ваги набувають інструменти, здатні забезпечити оперативний та достовірний моніторинг стану здоров'я населення. Одним із таких інструментів є біосенсори – пристрої, що поєднують чутливі біологічні елементи з електронними системами для виявлення специфічних біомаркерів, хімічних або фізичних змін у біологічному середовищі.

Біосенсори широко застосовуються для неінвазивного моніторингу біомаркерів, зокрема у сфері громадського здоров'я [1–3; 5]. У роботі [4] науковці проводять моделювання поширення вірусів, яке допомагає валідувати дані біосенсорного моніторингу. Останні розробки зосереджено на гнучких наноматеріалах, графені та інтеграції з мобільними платформами [6; 8; 9]. Також особливе місце займають носимі біосенсори, які дають змогу здійснювати дистанційний контроль за станом пацієнтів у реальному часі [5; 7].

Актуальність упровадження біосенсорів у сферу громадського здоров'я зумовлена їхнім потенціалом у ранньому виявленні хвороб [10], епідеміологічному нагляді, контролі за навколишнім середовищем, а також у дистанційному медичному спостереженні [11], що є критично важливим в умовах воєнного стану. Незважаючи на стрімкий розвиток цієї галузі, існує потреба у систематичному аналізі сучасного наукового доробку, що дасть змогу окреслити основні тенденції, центри досліджень та напрями подальшого розроблення у цій сфері.

Для вирішення цієї проблеми зараз проводиться багато наукових досліджень, якісне виконання яких неможливе без наукового пошуку та огляду літературних джерел. Як правило, пошук наукової літератури є досить трудомістким, тому в останні роки почали активно використовувати методи машинного навчання для здійснення цього процесу в багатьох галузях науки, у тому числі й у медицині [12; 13].

Наведено приклад використання наукометричної бази Scopus для релевантного пошуку наукової літератури з тематики використання біосенсорів у сфері громадського здоров'я.

Метою роботи була оптимізація аналітичного огляду літературних джерел під час дослідження

сучасного стану застосування біосенсорів у сфері громадського здоров'я взагалі та з використанням наукометричної бази даних Scopus.

Для оцінювання актуальності досліджень використання біосенсорів у громадському здоров'ї та соціальній медицині в наукометричній базі Scopus було сформульовано аналітичний запит ALL (biosensors) AND ALL (public health OR population health).

За результатами пошукового запиту з даної теми в наукометричній базі Scopus із 2000 до 2025 р. знайдено 48 652 наукові праці, із них із 2021 до 2025 року – 33 232. Найбільша кількість літературних джерел із досліджуваної тематики припадає на останні три роки. Зокрема, у 2022 р. – 5 921, у 2023 р. – 6 648, у 2024 р. – 8 682, що підтверджує актуальність дослідження даної проблеми та невпинне зростання інтересу до неї в усьому світі (рис. 1).

На графіку (рис. 2) зображено динаміку кількості наукових публікацій із тематики застосування штучного інтелекту в медичній візуалізації (2015–2025), розподілених за п'ятьма джерелами: Biosensors and Bioelectronics (синя лінія), Sensors and Actuators B Chemical (червона), Microchemical Journal (зелена), Biosensors (фіолетова) та Talanta (помаранчева). Видно, що у більшості джерел спостерігається загальна тенденція до зростання публікацій, але з різною інтенсивністю: наприклад, Biosensors демонструє пікове навантаження у 2022 р., а Sensors and Actuators B Chemical демонструють пікові значення в 2018 та 2023 рр., тоді як Microchemical Journal нарощує обсяги поступово і в останні роки виходить на значно вищий рівень, а Biosensors and Bioelectronics та Talanta зберігають відносно рівний перебіг, відображаючи стабільний інтерес фахівців до цих напрямів досліджень.

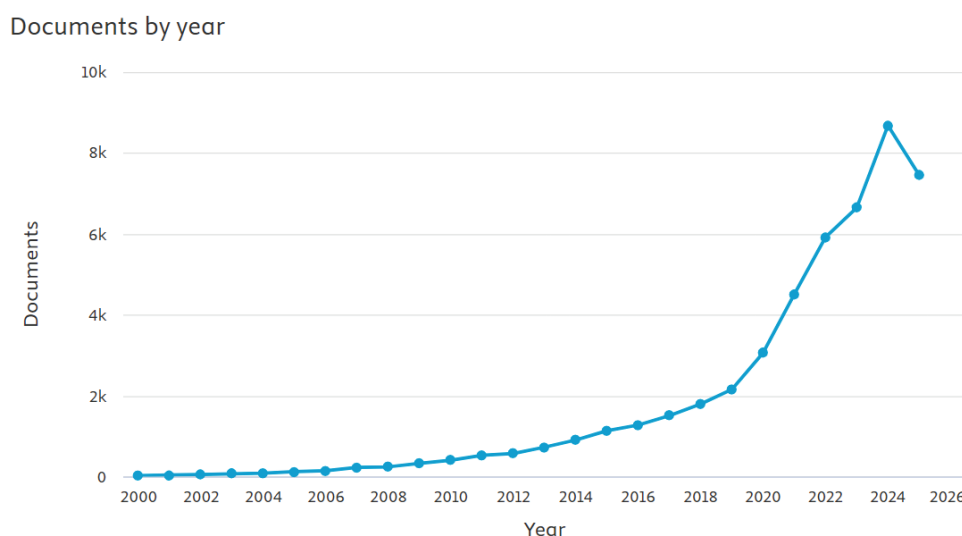


Рис. 1. Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (загальна кількість праць за роками)

Documents per year by source

Compare the document counts for up to 10 sources.

Compare sources and view CiteScore, SJR, and SNIP data

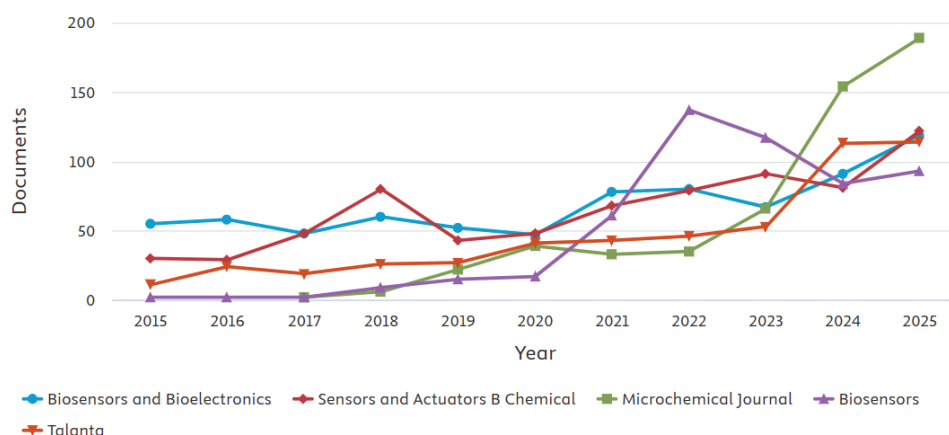


Рис. 2. Динаміка кількості наукових публікацій за джерелами у галузі застосування біосенсорів у сфері громадського здоров'я (2015–2025 рр.)

Серед наукових праць переважали дослідницькі статті у таких наукових рубриках, як хімія – 14,1%, біохімія, генетика та молекулярна біологія – 12,2%, інженерія – 11,5%, медицина – 10,2% та матеріалознавство – 7,5% (рис. 3).

У розрізі наукових закладів провідні позиції займають Китай – 11 160, Індія – 6 089, США – 5 281, Велика Британія – 1 730, Іран – 1 555 наукових робіт (рис. 4).

У розрізі наукових закладів країн світу кількість публікацій найбільша у науковців Міністерства освіти Китайської Народної Республіки – 1 467, Китайської академії наук – 854, Університету Китайської академії наук – 347, Чжецзянського університету (Китай) – 320, Інституту медичних та технічних наук Саветха (Індія) – 281, Національного

центру наукових досліджень (Франція) – 276, Сичуанського університету (Китай) – 274 (рис. 5).

На діаграмі (рис. 6) представлено розподіл публікацій із питання використання біосенсорів у сфері громадського здоров'я за типами документів. Проведено аналіз типу наукових праць, серед яких переважають: статті – 20 610 (що є основною формою публікації результатів наукових досліджень), огляди – 11 278, розділи книги – 2 845, матеріали конференцій – 891, книги – 336. За процентним співвідношенням серед наукових праць: статті – 56,8%, оглядові статті – 31,1%, розділи книги – 7,8%, матеріали конференцій – 2,5%, книги – 0,9%.

На стовпчиковій діаграмі (рис. 7) показано кількість наукових публікацій (по осі абсцис)

Documents by subject area

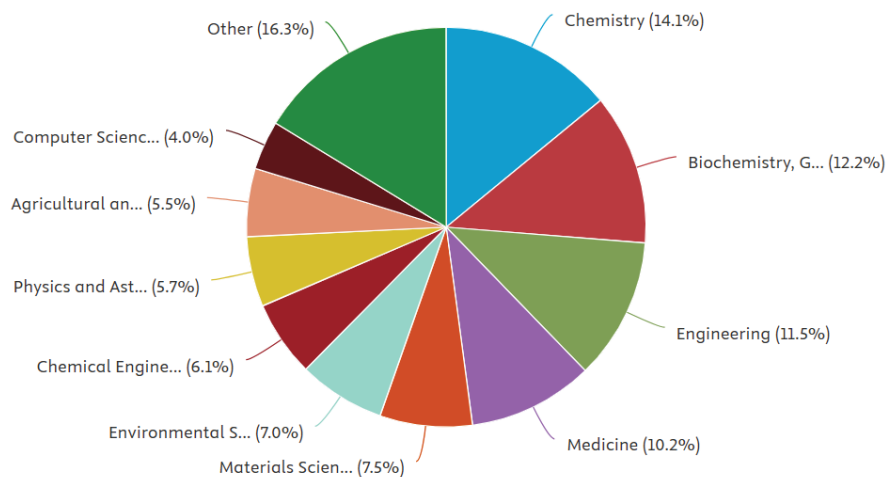


Рис. 3. Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (рубрики наукових публікацій)

Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.

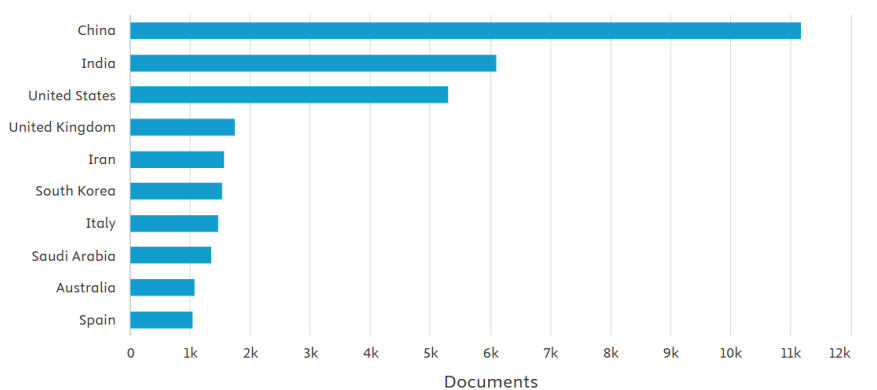


Рис. 4. Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (розподіл праць по країнах)

Documents by affiliation

Compare the document counts for up to 15 affiliations.

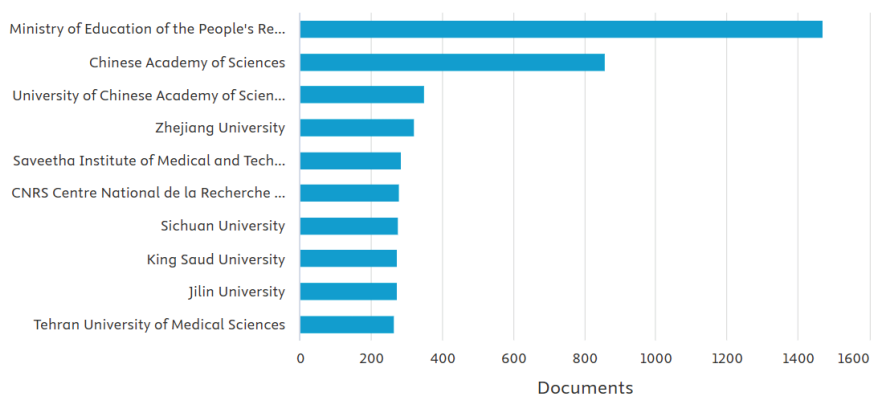


Рис. 5. Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (розподіл праць по наукових закладах країн світу)

Documents by type

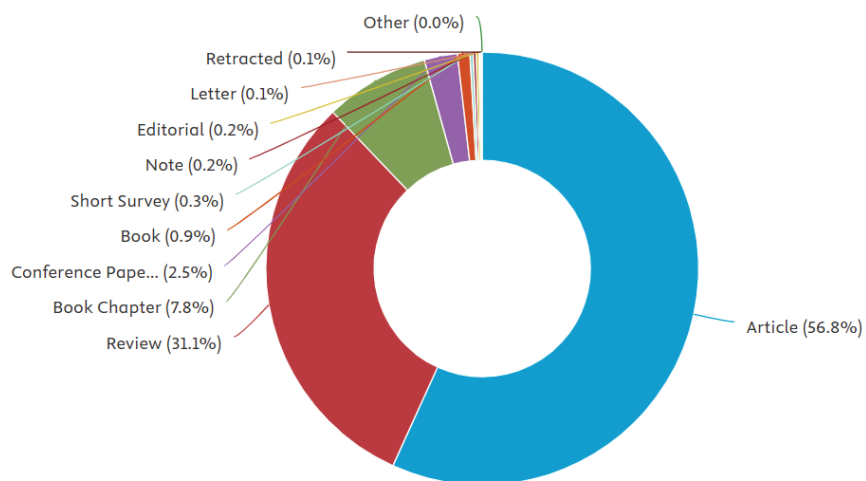


Рис. 6. Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (види публікацій)

для провідних авторів, які досліджують застосування біосенсорів у сфері громадського здоров'я (по осі ординат). Лідером за кількістю документів є Y. Wu з показником 50 праць. Друге місце посідає C. Zhao із 44 публікаціями. Далі L. Wu – 42, J. Li та Y. Qin – по 41, Q. Chen та X. Niu – по 40 публікацій відповідно. Автори N. Jaffrezic-Renault – 38, A. Kaushik – 36, J. Wang та Z. Wang – 36 мають відповідну кількість наукових праць.

На стовпчиковій діаграмі (рис. 8) зображено найбільших спонсорів досліджень, присвячених використанню біосенсорів у сфері громадського здоров'я, за кількістю пов'язаних публікацій. Ліdersьку позицію посідає Національний фонд природничих наук Китаю з кількістю 7 041 наукова праця. Менша, але все ж вагома кількість публікацій припадає на Національну ключову програму досліджень та розробок Китаю (1 611) та Національний

Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors.

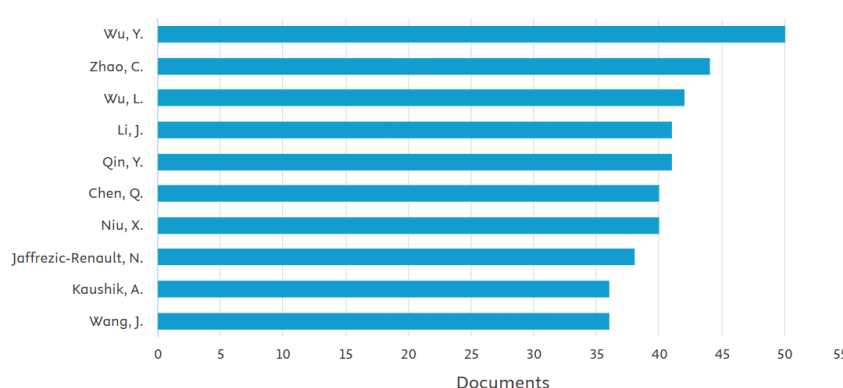


Рис. 7. Результати пошукового запиту в наукометричній базі Scopus (персональні наукові публікації)

Documents by funding sponsor

Compare the document counts for up to 15 funding sponsors.

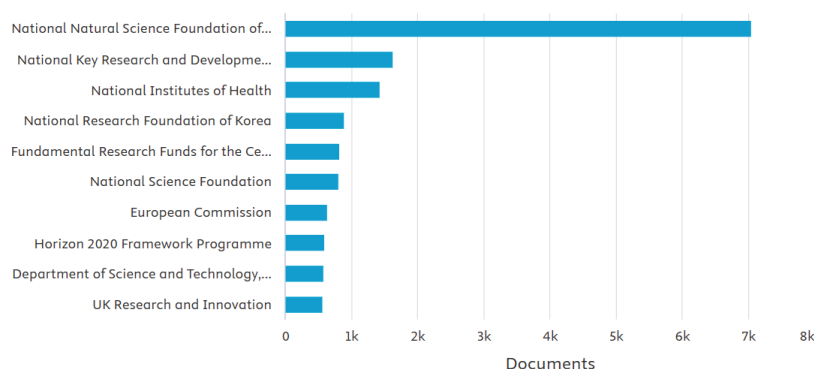


Рис. 8. Найбільші джерела фінансування досліджень із питання застосування біосенсорів у сфері громадського здоров'я за кількістю публікацій

інститут охорони здоров'я США (1 413). Наступними йдуть Національний дослідницький фонд Кореї (885), Фінансування фундаментальних досліджень для центральних університетів Китаю (808), Національний науковий фонд США (791), Фонд Європейської Комісії (630) та Фонд програми «Горизонт 2020» (575). Такий розподіл свідчить про активну фінансову підтримку з боку національних урядових агентств США та Китаю, а також міжнародних і європейських організацій, що забезпечує широкий масштаб досліджень і розробок

у галузі використання біосенсорів у сфері громадського здоров'я.

Висновки. У результаті аналітичного пошуку в базі Scopus встановлено стійку тенденцію до зростання кількості публікацій, присвячених дослідженням у сфері біосенсорів для громадського здоров'я, що підтверджує актуальність цієї проблематики у світі. Проведено аналіз робіт по роках, країнах, журналах, категоріях. Окремо представлено авторів із найбільшою кількістю робіт з урахуванням країн та наукових закладів.

Основна частка публікацій належить країнам із розвинутою науковою базою: Китаю, Індії, США, Великій Британії, Ірану, що свідчить про глобальний характер досліджень і високий рівень інституційної підтримки.

Провідні наукові журнали та установи, зокрема Biosensors and Bioelectronics, Китайська академія наук та ін., є основними центрами генерації знань у сфері біосенсорних технологій. Установлено, що найбільше фінансування надають державні наукові фонди Китаю, США, ЄС та Південної Кореї, що забезпечує високий рівень наукової активності у відповідних регіонах. На основі отриманих даних аналітичного огляду літературних джерел за допомогою програми Scopus можна зробити висновок про зростаючий науковий інтерес до проблеми дослідження сучасного стану питання використання біосенсорів у сфері громадського здоров'я, а детальний аналіз праць може бути підґрунтям для стратегічного планування наукових

досліджень в Україні та для підвищення ефективності впровадження біосенсорів у практику громадського здоров'я, особливо в умовах обмеженого доступу до медичних ресурсів під час воєнного стану.

Перспективи подальших досліджень.

Подальший розвиток тематики використання біосенсорів у сфері громадського здоров'я доцільно зосередити на інтеграції біосенсорів із системами штучного інтелекту для прогнозування та раннього попередження про спалахи інфекцій; створенні портативних і низьковартісних платформ для моніторингу хронічних неінфекційних захворювань у сільських та воєнно-постраждалих регіонах; дослідженні довгострокової точності та безпечності носимих сенсорів у реальних умовах експлуатації та впровадження біосенсорів у національні програми громадського здоров'я з урахуванням економічної ефективності та етичних аспектів.

Список літератури

1. Wang J. Wearable biosensors for public health: Advances and future perspectives/ J. Wang. Biosensors & Bioelectronics. 2021. Vol. 176. Art. 112914. DOI: 10.1016/j.bios.2020.112914.
2. Kumar S., Li L. et al. Biosensors in epidemiology: Applications in infectious disease monitoring. Sensors. 2022. Vol. 22, No 15. Art. 5432. DOI: 10.3390/s22155432.
3. Li L., Zhang Y. et al. Integration of biosensors into public health surveillance systems. Frontiers in Public Health. 2023. Vol. 11. Art. 1156443. DOI: 10.3389/fpubh.2023.1156443.
4. Martsenyuk V.P., Sverstiuk A., Kuchvara O. Computational modeling of virus strain coexistence. Medical Informatics and Engineering. 2020. No 1. P. 38–44. DOI: 10.11603/mie.1996-1960.2020.1.11128.
5. Cui H., Xin X., Su J., Song S. Research progress of electrochemical biosensors for diseases detection in China: A review. Biosensors. 2025. Vol. 15, No 4. Art. 231. DOI: 10.3390/bios15040231.
6. Abdelfattah M.A., Jamali S.S., Kashaninejad N., Nguyen N.T. Wearable biosensors for health monitoring: advances in graphene – based technologies. Nanoscale Horizons. 2025. Vol. 10. P. 1542–1574. DOI: 10.1039/D5NH00141B.
7. Duan [et al.] Wearable electrochemical biosensors for advanced healthcare monitoring. Advanced Science. 2025. DOI: 10.1002/adv.202411433. (Review).
8. Liu Y., Zhao X., Liao M., Ke G., Zhang X.-B. Point-of-care biosensors and devices for diagnostics of chronic kidney. Zhang. Sensors & Diagnostics. 2024. Vol. 3. P. 1789–1806. DOI: 10.1039/D4SD00241E.
9. Zhang Z., Hu J., Lin S., Wu J., Xia F., Lou X. Field-effect transistor biosensors for healthcare monitoring. Interdisciplinary Medicine. 2024. Vol. 2, No 4. Art. e12139. DOI: 10.1002/inmd.12139.
10. Current Innovation in Wearable Biosensor Applications for Substance Use Monitoring – a scoping review / (Current Addiction Reports). Current Addiction Reports. 2024. DOI: 10.1007/s40429-024-00587-7.
11. Yang R. How biowearables are transforming diabetes and patient. World Economic Forum. 2025.
12. Martsenyuk V., Karpinski M., Klos-Witkowska A., Veselska O., Andrushchak I., Sverstiuk A., Kuchvara O. Computational modeling of coexistence of virus strains: unpredictability because of nonlinear phenomena. In Medical Informatics and Engineering (Issue 1, pp. 38–44). Ternopil State Medical University. 2020. DOI: <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2020.1.11128>.
13. Martsenyuk, V.P., Andrushchak I. Ye., Kuchvara A.M. On conditions of asymptotic stability in SIR-models of mathematical epidemiology Journal of Automation and Information Sciences, 2011, 43(12), P. 59–68.

References

1. Wang, J. (2021). Wearable biosensors for public health: Advances and future perspectives. Biosensors & Bioelectronics, 176, 112914. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112914>
2. Kumar, S., & Li, L., et al. (2022). Biosensors in epidemiology: Applications in infectious disease monitoring. Sensors, 22(15), 5432. <https://doi.org/10.3390/s22155432>
3. Li, L., Zhang, Y., et al. (2023). Integration of biosensors into public health surveillance systems. Frontiers in Public Health, 11, 1156443. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1156443>
4. Martsenyuk, V.P., Sverstiuk, A., & Kuchvara, O. (2020). Computational modeling of virus strain coexistence. Medical Informatics and Engineering, 1, 38–44. <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2020.1.11128>
5. Cui, H., Xin, X., Su, J., & Song, S. (2025). Research progress of electrochemical biosensors for diseases detection in China: A review. Biosensors, 15(4), 231. <https://doi.org/10.3390/bios15040231>
6. Abdelfattah, M.A., Jamali, S.S., Kashaninejad, N., & Nguyen, N.T. (2025). Wearable biosensors for health monitoring: Advances in graphene-based technologies. Nanoscale Horizons, 10, 1542–1574. <https://doi.org/10.1039/D5NH00141B>

7. Duan, X., et al. (2025). Wearable electrochemical biosensors for advanced healthcare monitoring. *Advanced Science*. <https://doi.org/10.1002/advs.202411433>
8. Liu, Y., Zhao, X., Liao, M., Ke, G., & Zhang, X.-B. (2024). Point-of-care biosensors and devices for diagnostics of chronic kidney disease. *Sensors & Diagnostics*, 3, 1789–1806. <https://doi.org/10.1039/D4SD00241E>
9. Zhang, Z., Hu, J., Lin, S., Wu, J., Xia, F., & Lou, X. (2024). Field-effect transistor biosensors for healthcare monitoring. *Interdisciplinary Medicine*, 2(4), e12139. <https://doi.org/10.1002/inmd.12139>
10. Current Innovation in Wearable Biosensor Applications for Substance Use Monitoring—a scoping review. (2024). *Current Addiction Reports*. <https://doi.org/10.1007/s40429-024-00587-7>
11. Yang, R. (2025). How biowearables are transforming diabetes and patient care. *World Economic Forum*.
12. Martsenyuk, V., Karpinski, M., Klos-Witkowska, A., Veselska, O., Andrushchak, I., Sverstyuk, A., & Kuchvara, O. (2020). Computational modeling of coexistence of virus strains: Unpredictability because of nonlinear phenomena. *Medical Informatics and Engineering*, 1, 38–44. <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2020.1.11128>
13. Martsenyuk, V.P., Andrushchak, I.Ye., & Kuchvara, A.M. (2011). On conditions of asymptotic stability in SIR-models of mathematical epidemiology. *Journal of Automation and Information Sciences*, 43(12), 59–68.

SCIENTIFIC ANALYTICAL SEARCH OF RESEARCH ON THE USE OF BIOSENSORS IN PUBLIC HEALTH

V. P. Martsenyuk¹, A. S. Sverstyuk², O. A. Bahriy-Zayats², S. O. Nikityuk², A. M. Prodan²

¹Bielsko-Biala University, Bielsko-Biala, Poland

²Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Ternopil, Ukraine

Purpose: the study focuses on the analysis of scientific publications in the Scopus database related to the use of biosensors in public health (2000–2025). The objectives were to identify development trends, leading research centers, institutions, and authors, and to assess the prospects for implementing these technologies in Ukraine.

Materials and Methods. A bibliometric search was conducted using the query ALL (biosensors) AND ALL (public health OR population health). A total of 48,652 publications were retrieved and analyzed by year, country, academic institution, document type, subject category, and funding source. Bibliometric and visualization methods were applied to assess publication dynamics.

Results. The number of publications shows a steady increase, particularly in the last five years: 5,921 in 2022, 6,648 in 2023, and 8,682 in 2024. The leading contributors are China, India, the USA, the UK, and Iran. Major institutions include the Ministry of Education of China, the Chinese Academy of Sciences, and several top universities. Key journals are *Biosensors and Bioelectronics*, *Sensors and Actuators B Chemical*, *Microchemical Journal*, among others. Articles (56.8%) and reviews (31.1%) represent the dominant publication types. The most productive authors are Wu Y., Zhao C., Li J., Qin Y., and colleagues. Main funding bodies include the National Natural Science Foundation of China, the U.S. National Institutes of Health, and the European Commission.

Conclusion. The results of the analytical review in the Scopus scientometric database indicate the high scientific and practical potential of biosensor technologies in the field of public health, which is confirmed by the growth in the volume of publications and large-scale institutional support. For Ukraine, the development of remote health monitoring systems is highly relevant, especially under martial law and limited access to healthcare resources.

KEY WORDS: biosensors; public health; Scopus; bibliometric analysis; remote monitoring.

Рукопис надійшов до редакції 10.08.2025

Рукопис прийнято до публікації 08.09.2025

Рукопис опубліковано 20.10.2025

Відомості про авторів:

Марценюк Василь Петрович – доктор технічних наук, професор кафедри інформатики та автоматики Університету Бельско-Бяла; ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5622-1038>.

Сверстюк Андрій Степанович – доктор технічних наук, професор кафедри медичної інформатики Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8644-0776>.

Багрій-Заяць Оксана Андріївна – кандидатка технічних наук, доцентка кафедри медичної фізики діагностичного та лікувального обладнання Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5533-3561>.

Никитюк Світлана Олексіївна – докторка медичних наук, професорка кафедри дитячих хвороб з дитячою хірургією Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3146-9664>.

Продан Андрій Михайлович – доктор медичних наук, доцент кафедри хірургії факультету післядипломної освіти Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6052-192X>.

Електронна адреса для листування: sverstyuk@tdmu.edu.ua