

УДК 577.3

DOI 10.36910/6775-2313-5352-2022-20-14

Панкевич С.С., асп., Мартинюк О.С., д-р пед. наук, Федосов С.А., д-р фіз.-мат. наук  
Волинський національний університет імені Лесі Українки, м. Луцьк, Україна

## ВАЖЛИВІСТЬ ФІЗИКИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНОГО ПРОФІЛЮ

*В роботі зроблено порівняльний аналіз публікацій зосереджених в напрямі наукових досліджень пов'язаних з вивченням фізики студентами медичного профілю. Розглянуто закономірності особливостей міжнародної співпраці, окреслено коло провідних видань в області досліджень, проаналізовано фактори впливовості вчених різних країн на розвиток напрямку. Дослідження базується на результатах даних, опублікованих у міжнародній наукометричній базі Scopus. Виконано аналіз і сформульовано рекомендації для покращення поширення результатів вітчизняних вчених у світовій науці за цим напрямом.*

**Ключові слова:** фізика, медицина, студенти-медики, публікації, наукові дослідження.

**Постановка проблеми.** Фізика є однією з фундаментальних загальноосвітніх дисциплін, що складають теоретичну основу підготовки фахівців вищої кваліфікації для медицини. Вивчення фізики формує у студентів системи знань про базові фізичні принципи та підходи до дослідження процесів у живій природі, фізико-технічні принципи функціонування медичних пристроїв, використання математичних методів в біомедичних дослідженнях тощо. Як один із сучасний напрямів науки й техніки є медична фізика [1, 2], яка спрямована на вирішення медичних завдань, пов'язаних із розробкою фізичних основ методів лікування, діагностики і створення апаратури, фізичної за конструкцією та медичної за застосуванням [3-7]. Саме успіхи прикладної фізики, техніки і медичного приладобудування значною мірою забезпечують розвиток сучасної медицини.

З метою підвищення якості підготовки фахівців медичного профілю, їх конкурентоспроможності на ринку праці та відповідності сучасним вимогам, важливим для ефективної реалізації цих задач є вивчення досвіду навчальної і наукової складових передових країн світу.

**Основне завдання та одержані результати роботи.** Метою досліджень є зробити аналіз публікацій, індексованих у наукометричній базі Scopus за період 1993-2022 рр., зосереджених в напрямку наукових досліджень пов'язаних з методичними засадами навчання фізики студентів медичного профілю.

**Методологія досліджень.** Попередній пошук у наукометричній базі Scopus публікацій пов'язаних з методичними засадами навчання фізики студентів медичного профілю проведено за тегами «teaching physics to medical students», «teaching physics to medical», «physics to medical students», «physics to medical». Однак за період 1993-2022 рр. у Scopus за тегами «teaching physics to medical students», «teaching physics to medical» присутня незначна кількість робіт – 303 і 566 відповідно. Тому, з метою одержання об'єктивної оцінки результатів досліджень, для обробки більшого масиву пошукових даних проведено аналіз публікацій за тегами «Physics to medical students» (Фізика для студентів-медиків) (Аналіз 1) і «Physics to medical» (Фізика для медицини) (Аналіз 2). Наукову літературу, індексовану у наукометричній базі Scopus за період 1993-2022 рр., відібрано із пошуку у назві статті (Article title), анотації (Abstract) і ключових словах (Keywords). Для порівняння аналізувалися опубліковані роботи, які мають приналежність до наукових центрів у світі й в Україні.

**Аналіз досліджень.** Станом на квітень 2022 року у наукометричній базі Scopus відображено 893 (Аналіз 1) і 19 220 (Аналіз 2) документів, що відповідають критерію. На рис. 1 наведено діаграму країн із найбільшою кількістю публікацій, а також України. Для коректної порівняльної оцінки дані наведено у % від загальної кількості для кожної вибірки. Саме на ці 10 країн-лідерів за кількістю публікацій припадає 75 від загальної кількості публікацій з «Фізика для студентів-медиків» і 85 % з «Фізика для медиків».

На рис. 1 країни розташовані у порядку спадання кількості публікацій за «Аналіз 1» (рожеві стовпці). Відповідно до цих значень цікавим є порівняльний розподіл між двома заданими пошуками «Аналіз 1» і «Аналіз 2». Ці дані мають дещо відмінний характер у пошуку за країнами не лише абсолютний, але й відносний. Незаперечним лідером за кількістю публікацій (365 і 5 979) в обох досліджуваних напрямках є США. Кількість публікацій науковців зі США становлять більше третини (41 і 38 %) усіх публікацій у світі. Серед країн-лідерів за

обома пошуками, також: Великобританія, Німеччина, Канада, Австралія, Франція, Японія, Італія тощо. Майже однаковий (у %) внесок у світову науку за обома напрямками у Великобританії (7,5-8 %) і Австралія (2,8-3,3 %). Значна відмінність за цим показником (більше ніж у два рази між напрямками) спостерігається для Німеччини (5,6 проти 11,3 %), Японії (2,1 і 7,6 %), Італії (2,0 і 7,3 %). Ще більша вона для країн, які лише за однією з вибірок входять у топ-10: Бразилія, РФ, Іспанія, Китай, Франція, Швейцарія, де значно більша увага зосереджена на окремих наукових дослідженнях, а отже і публікаціях їх результатів.

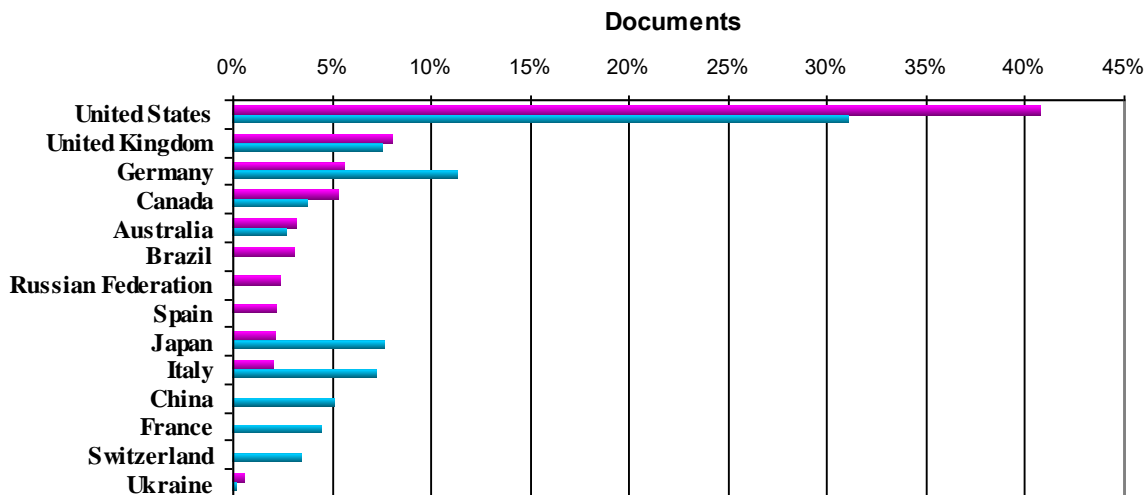


Рис. 1. Діаграма країн із найбільшою кількістю публікацій та України

Самі ж дослідження з даних тематик зосереджено у провідних науково-дослідних центрах (табл. 1). Закономірно, що провідні центри належать саме країнам-лідерам. Ці організації, як і країни загалом, є незаперечними лідерами в дослідженнях з обох напрямів, серед яких: *Онкологічний центр ім. М.Д. Андерсона Техаського університету, Гарвардська медична школа*, тощо. Крім того, високі позиції займають: *Європейська організація з ядерних досліджень* (Швейцарія), *Національний центр наукових досліджень* (Франція), *Вісконсінський університет у Медісоні* (США), *Мюнхенський технічний університет* (Німеччина), *Університет Сан-Паулу* (Бразилія) тощо.

Таблиця 1.

<b>Провідні науково-дослідні центри за кількістю публікацій за напрямками досліджень</b>	
<b>Фізика для студентів-медиків (Physics to medical students)</b>	<b>Фізика для медицини (Physics to medical)</b>
<b>Світові</b>	
<i>University of Texas MD Anderson Cancer Center, US</i>	<i>European Organization for Nuclear Research, Switzerland</i>
<i>Harvard Medical School, US</i>	<i>University of Texas MD Anderson Cancer Center, US</i>
<i>Sprawls Educational Foundation, US</i>	<i>CNRS Centre National de la Recherche Scientifique, France</i>
<i>University of Wisconsin-Madison, US</i>	<i>University of Michigan, Ann Arbor, US</i>
<i>Brigham and Women's Hospital, US</i>	<i>Harvard Medical School, US</i>
<i>University Malaya, Malaysia</i>	<i>Technical University of Munich, Germany</i>
<i>Universidade de São Paulo, Brazil</i>	<i>Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – INFN, Italy</i>
<i>Medical College of Wisconsin, US</i>	<i>Chinese Academy of Sciences, China</i>
<i>University of Washington, US</i>	<i>National Institute of Radiological Sciences Chiba, Japan</i>
<i>King's College London, UK</i>	<i>Tsinghua University, China</i>
<b>Українські</b>	
<i>National Medical Academy</i>	<i>National Academy of Sciences in Ukraine</i>
<i>Intl. Res. and Train. Center for</i>	<i>Vinnitsya National Technical University</i>

<i>Information Technologies and Systems of the NAS and MES of Ukraine</i>	<i>Institute for Scintillation Materials of NASU</i>
<i>The State Fund for Fundamental Research of Ukraine</i>	<i>National Science Center Kharkov Institute of Physics and Technology</i>
<i>Bogomolets National Medical University</i>	<i>Taras Shevchenko National University of Kyiv</i>
<i>National Academy of Sciences in Ukraine</i>	<i>National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya</i>
	<i>Institute of Nuclear Research NASU</i>
	<i>Institute of Semiconductors Physics NASU</i>

Значно менша кількість публікацій з напрямів «Фізика для студентів-медиків» і «Фізика для медицини» для українських науковців і становить 5 і 123 із відносним загальноосвітнім показником 0,6 % і 0,2 % (рис. 1). Провідними українськими установами за кількістю публікацій з обох досліджуваних напрямів є: *Національна академія наук України, Вінницький національний технічний університет, Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут», Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАНУ та МОНУ, Державний фонд фундаментальних досліджень*, а також ряд інститутів НАНУ (табл. 1). Серед провідних українських організацій лише *Національна академія наук України* займає найвищі позиції за кількістю публікацій для обох напрямів.

До грандів світової науки, які найчастіше є авторами публікацій (табл. 2) в області фізики для студентів-медиків відносяться: Sprawls P., Ng K.H. і Starkschall G., Caruana C.J., Golden D.W., Tabakov S. і Zhao W. тощо. Так само в області фізики для медицини фахівцями найвищого рівня є: Hende W.R., Yamaya T., Pia M.G., Yoshida E., Rosenfeld A.B. тощо. Серед українських науковців найавторитетнішими є Perevertaylo V.L., Sidletskiy O., Zinets O., Zlerko S.M. Саме науковці табл. 2 є найавторитетнішими фахівцями в досліджуваних областях, а їх роботи мають великий вплив на розвиток цих напрямів.

Таблиця 2.

<b>Провідні науковці (за кількістю публікацій) за напрямом досліджень</b>	
<b>Фізика для студентів-медиків (Physics to medical students)</b>	<b>Фізика для медицини (Physics to medical)</b>
<b>Світові</b>	
Sprawls P. 10	Hende W.R. 61
Ng K.H. і Starkschall G. 7	Yamaya T. 56
Caruana C.J., Golden D.W., Tabakov S. і Zhao W. 6	Pia M.G. 51
Chmura S.J., Hende W., Hobbie R.K., Mornstein V., Tuchin V.V., Widenhorn R. 5	Yoshida E. 48
	Rosenfeld A.B. 47
	Petasecca M. 43
	Yanagida T. 41
	Guatelli S. & Orton C.G. 40
<b>Українські</b>	
Bieliaieva O.M	Perevertaylo V.L 7
Chalyi A.V.	Sidletskiy O. 4
Chalyu K.A.	Zinets O. 4
Grynyov B.V.	Zlerko S.M. 4
Kostyshyn S.V.	

Переважає більшість найвагоміших результатів досліджень світових науковців за обома напрямками опубліковано у авторитетних, в основному Q1 і Q2 (з високим SJR), виданнях (табл. 3): *Medical Physics* (SJR 1,47), *Health Physics* (SJR 0,36), тощо. Однак, серед найпоширеніших журналів для кожного з напрямів більшість є авторитетні видання, які притаманні лише одному з них, зокрема: *Physics Teacher* (SJR 0,41), *Physica Medica* (SJR 0,88), *International Journal of Radiation Oncology Biology Physic* (SJR 2,12) для «Аналіз 1» і *Physics in Medicine and Biology* (SJR 1,06), *Radiological Physics and Technology* (SJR 0,35) тощо для «Аналіз 2». Також, значна кількість публікацій видана не лише у топових журналах, але й у

великій кількості матеріалів конференцій, таких як *IFMBE Proceedings* (SJR 0,15), *AIP Conference Proceedings* (SJR 0,18), *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering* (SJR 0,19), *IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record* та ін., що вказує на важливість участі науковців у роботі таких заходів і представлення на них своїх результатів.

Як і науковці інших країн, українські публікуються теж у збірниках конференцій чи у своїх національних виданнях, які менше поширені у світі. Зокрема, топ-видань для представників з України наступний (табл. 3): *AIP Conference Proceedings* (SJR 0,18), *IFMBE Proceedings* (SJR 0,15), *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering* (SJR 0,19) і спільні для обох вибірок. Це може бути причиною того, що саме для них можливі дещо менші вимоги до рівня англійської мови, або відповідні конференції мають суттєво нижчий рівень організаційних внесків (50-100 євро проти 700-1000 євро).

Таблиця 3.

<b>Найпоширеніші джерела видань(країна (SJR)) за напрямками досліджень</b>	
<b>Фізика для студентів-медиків (Physics to medical students)</b>	<b>Фізика для медицини (Physics to medical)</b>
<b>Світові дослідження</b>	
<i>Medical Physics</i> , US (Q1 1,47)	<i>IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record</i> , US
<i>IFMBE Proceedings</i> , Germany (0,15)	<i>IFMBE Proceedings</i> , Germany (0,15)
<i>AIP Conference Proceedings</i> , US (0,18)	<i>Medical Physics</i> , US (Q1 1,47)
<i>Physics Teacher</i> , US (Q2 0,41)	<i>Health Physics</i> , US (Q3 0,36)
<i>Physica Medica</i> , Italy (Q1 0,88)	<i>Physics in Medicine and Biology</i> , UK (Q1 1,06)
<i>Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering</i> , US (0,19)	<i>AIP Conference Proceedings</i> , US (0,18)
<i>International Journal of Radiation Oncology Biology Physics</i> , US (Q1 2,12)	<i>Journal of Physics: Conference Series</i> , UK (0,21)
<i>American Journal of Physics</i> , US (Q2 0,54)	<i>Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering</i> , US (0,19)
<i>Journal of Applied Clinical Medical Physics</i> , US (Q2 0,66)	<i>Radiological Physics and Technology</i> , Japan (Q3 0,35)
<i>Health Physics</i> , US (Q3 0,36)	<i>Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A Accelerators Spectrometers Detectors and Associated Equipment</i> , Netherlands (Q2 0,63)
<b>Українські дослідження</b>	
<i>AIP Conference Proceedings</i> , US (0,18)	<i>Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering</i> , US (0,19)
<i>IFMBE Proceedings</i> , Germany (0,15)	<i>IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record</i> , US
<i>Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering</i> , US (0,19)	<i>IFMBE Proceedings</i> , Germany (0,15)
<i>Science and Innovation</i> , Ukraine (Q3 0,21)	<i>IEEE Transactions on Nuclear Science</i> , US (Q2 0,55)
<i>Wiadomosci Lekarskie</i> , Poland (Q4 0,13)	<i>AIP Conference Proceedings</i> , US (0,18)
	<i>Medical Physics</i> , US (Q1 1,47)
	<i>Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A Accelerators Spectrometers Detectors and Associated</i>

*Equipment, Netherlands (Q2 0,63)*  
*Journal of Physical Studies, Ukraine (Q4 0,13)*  
*NATO Security through Science Series B: Physics and Biophysics, Germany*  
*Radiation Measurements, UK (Q2 0,57)*  
*Ukrainian Journal of Physics, Ukraine (Q3 0,24)*

Хоча й українські науковці найчастіше публікують свої результати (табл. 3) у матеріалах конференцій, значну їх кількість опубліковано також у виданнях Q1 і Q2: *IEEE Transactions on Nuclear Science* (SJR 0,55), *Medical Physics* (SJR 1,47), *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* (SJR 0,91) (для Аналіз 2). Таким чином реалізується більша кількість цитувань їх праць.

Дещо складніше робити висновки за галузю знань, з якою позиціонується певна публікація. Для всіх публікацій по світу пов'язаних як з «Фізика для студентів-медиків» (Physics to medical students) так і з «Фізика для медицини» (Physics to medical), переважаючими є галузі «Медицина», «Фізика та астрономія» і «Інженерія» (рис. 2а,б). За різними напрямками майже однакові світові відсоткові значення кількості публікацій пов'язаних з галузями знань «Медицина» (24,6 і 25,5 %), «Інженерія» (12,8 і 14,9 %). Тоді як для галузей «Фізика та астрономія» (14,7 проти 22,5 %) і «Біохімія,...» (11,9 проти 6,9 %) спостерігається значний «перекос», а для «Соціальні науки» і «Хімічна інженерія» відсутність серед переважаючих в одному з напрямків. Такий «перекос» очевидний і зумовлений додатковими складовими для кожного з напрямків, зокрема дещо більшим акцентом на «Фізика та астрономія» і «Соціальні науки» для навчально-наукового «Фізика для студентів-медиків» і більшою науково-технічною зосередженістю «Біохімія,...» і «Хімічна інженерія» для «Фізика для медицини». Однак для обох випадків незмінно пріоритетними галузями є «Медицина» і «Інженерія».

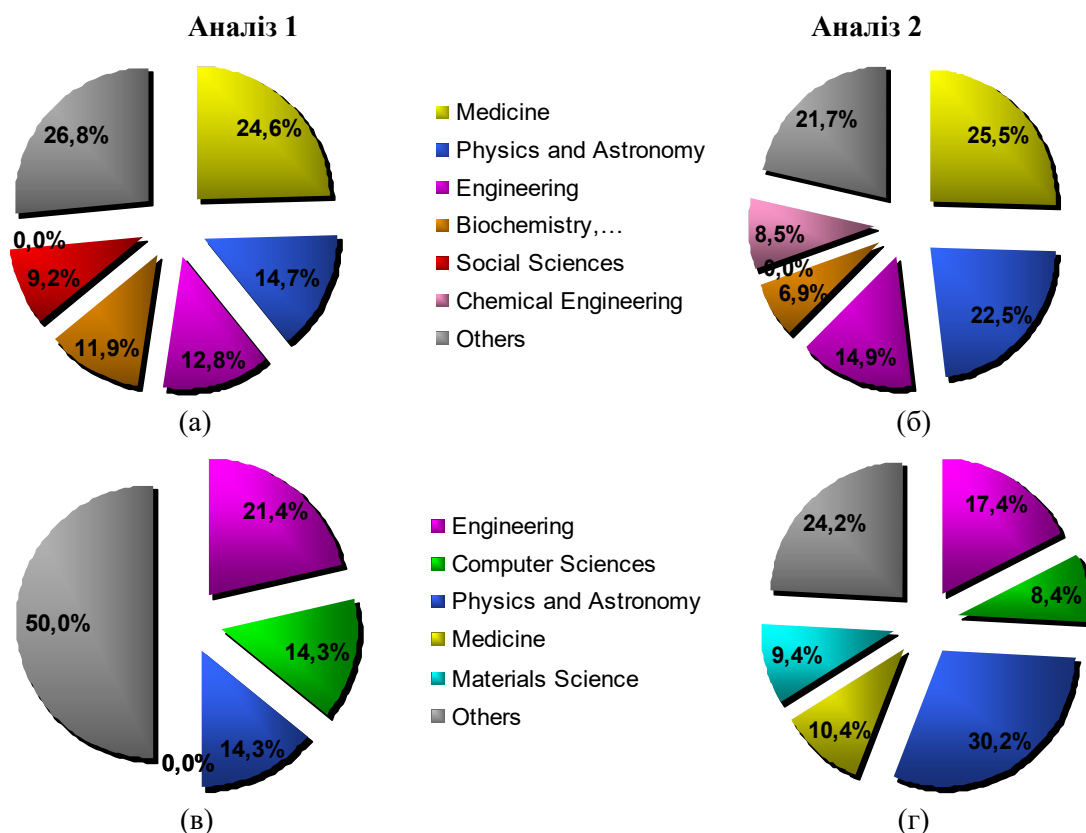


Рис. 2. Переважаючі галузі знань публікацій (а), (б) світових і (в), (г) українських: «Фізика для студентів-медиків» (Physics to medical students) (а), (в) і «Фізика для медицини» (Physics to medical) (б), (г).

Мала кількість публікацій українських науковців за «Аналіз 1», як наслідок 50 % інші галузі, значно ускладнює об'єктивний розподіл за галузями знань. Для України (рис. 2в,г) за окремими напрямками переважаючі галузі – «Інженерія» (21,4 і 17,4 %), «Фізика та астрономія» (14,3 і 30,2 %), «Комп'ютерні науки» (14,3 і 8,4 %), «Медицина» (н.д. і 10,4 %). Вони відрізняються від світових, не лише кількісно у відсотках, але і якісно. Якщо ж (рис. 2) для галузі «Фізика та астрономія» значення мало відрізняються від світових (14,7 % проти 14,3 % і 22,5 % проти 30,2 %) і дещо більше для «Інженерія» (12,8% проти 21,4 % і 14,9 % проти 17,4 %), то для ключової світової галузі «Медицина» – більше ніж у два рази (24,6 % проти н.д. і 25,5 % проти 10,4 %). Також, дуже мало або зовсім відсутні публікації українських науковців у галузях «Біохімія,...», «Соціальні науки» і «Хімічна інженерія», проте виділяються роботи у «Комп'ютерні науки» і «Матеріалознавство». Лідерство в світі «Медицини» вказує, швидше за все на те, що відповідні дослідження більше інтегровані саме до конкретних галузей медицини і перейшли у практичне русло. Перевага за кількістю публікацій галузі «Фізика та астрономія» вказує на те, що представники України більше інтегровані саме до конкретних областей фізики або астрономії і починають розвивати дану галузь, намагаються знайти застосування результатів своїх колективів для медицини, але спираються у більшості на попередні результати. Це пояснюється значним фундаментальним доробком і розвитком прикладних аспектів. Часто такі напрями визначаються наявною матеріальною базою або публікаціями у співпраці вчених з різних країн, де кожна наукова група чітко виконує свою частину роботи.

Схожим є аналіз країн, з представниками яких частіше йдуть на співпрацю. Для України це країни, які мають можливість надати матеріальну базу високого рівня. Закономірно бачити значну кількість публікацій для обох напрямів досліджень з науковцями: Польщі, Казахстану, США, Франції. Є серед країн-партнерів і Австралія, Німеччина, РФ Японія і Швейцарія, Італія. Хоча США має високий економічний потенціал та суттєво вищі показники за кількістю публікацій (рис. 1), вона не є переважаючим серед країн-партнерів для України. Як правило, для цієї країни пріоритетною є підтримка власних досліджень та, відповідно, значна кількість публікацій без іноземних партнерів.

Найбільшими світовими організаціями, що фінансують дослідження в даних областях – здебільшого організації з США (табл. 4): *National Science Foundation, National Institutes of Health, National Cancer Institute, National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering*. Значну фінансову підтримку також надають: *U.S. Department of Health and Human Services, National Center for Research Resources, American Association of Physicists in Medicine* (Аналіз 1) та *National Natural Science Foundation of China, European Commission, U.S. Department of Energy* (Аналіз 2) тощо.

Таблиця 4.

<b>Найбільші світові організації, що фінансують дослідження за напрямками</b>	
<b>Фізика для студентів-медиків (Physics to medical students)</b>	<b>Фізика для медицини (Physics to medical)</b>
<b>Світові дослідження</b>	
<i>National Science Foundation</i>	<i>National Institutes of Health</i>
<i>National Institutes of Health</i>	<i>National Cancer Institute</i>
<i>U.S. Department of Health and Human Services</i>	<i>National Science Foundation</i>
<i>National Center for Research Resources</i>	<i>National Natural Science Foundation of China</i>
<i>American Association of Physicists in Medicine</i>	<i>European Commission</i>
<i>National Cancer Institute</i>	<i>U.S. Department of Energy</i>
<i>National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering</i>	<i>Japan Society for the Promotion of Science</i>
<i>Deutsche Forschungsgemeinschaft</i>	<i>Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology</i>
<i>Directorate for Education and Human Resources</i>	<i>National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering</i>
<i>National Center for Advancing Translational Sciences</i>	<i>Engineering and Physical Sciences Research Council</i>
<b>Українські дослідження</b>	
<i>Atomic Energy Commission of Syria</i>	<i>Australian Research Council</i>
<i>CERN</i>	<i>Department of Education and Training</i>

---

<i>California Earthquake Authority</i>	<i>Australian Nuclear Science and Technology Organization</i>
<i>Centre National de la Recherche Scientifique</i>	<i>CERN</i>
<i>State Fund for Fundamental Research of Ukraine</i>	<i>Department of Health, Australian Government</i>
	<i>European Cooperation in Science and Technology</i>
	<i>Ministry of Higher Education, Malaysia</i>
	<i>National Health and Medical Research Council</i>
	<i>Atomic Energy Commission of Syria</i>
	<i>Australian Education International, Australian Government</i>

---

Для України ситуація з державною підтримкою складніша. Дуже мало публікацій, де вказано виконання за сприянням *НАНУ* і *МОНУ*. Зате є значна кількість публікації українських вчених, дослідження яких підтримані (табл. 4): *Міністерством вищої освіти Малайзії, Комісією з атомної енергетики Сирії, Урядом Австралії* тощо. Найбільші спонсори для України – *Australian Research Council, Department of Education and Training, Australian Nuclear Science and Technology Organization, CERN* та ін. Як правило, українські вчені виконують свої дослідження або в закордонних інституціях, в рамках дослідницького гранту, або українська організація співпрацює із закордонною. Тому вчені є співавторами багатьох спільних статей. Іншою проблемою у науковців з України є не деталізація на метаданих (відсутність спонсора), або виконання досліджень без фінансової підтримки. Як наслідок, із проіндексованих публікацій з українськими науковцями менше третини мають відомості про фінансування дослідження.

**Висновок.** Аналіз стану досліджень в світі та Україні однозначно свідчить про актуальність і перспективність даного напрямку та підтверджується зацікавленістю світових науковців їх значною кількістю публікацій у наукометричній базі даних Scopus за період 1993–2022 рр. Така активність вчених провідних країн світу до даної проблематики обумовлена високим її практичним значенням і використанням у різних сферах. Незначне представлення публікацій, які подаються українськими науковцями, вимагає значної активізації даного напрямку досліджень і пояснено: потребами у наявності сучасної та дорогої матеріальної бази, частою відсутністю зовнішнього фінансування таких досліджень тощо. Причому, міжнародна співпраця українських вчених заслуговує уваги та вказує на перспективи розвитку досліджень у даному напрямі.

#### Інформаційні джерела

1. Nykyruy L.I., Fedosov S.A., Saliy Ya.P., Prokopiv V.V., Zamurujeva O.V., Yavorsky R.S. Current research in the field of medical physics: challenges for Ukraine. *Scientific Notes*. 2020. № 69. P. 82–91.
2. Nykyruy L.I., Fedosov S.A., Yaremiy I.P., Zamurujeva O.V., Tymoshchuk A.B., Fedosov V.S. Applied fields of modern physics research: medical and computer physics. *Scientific Notes*. 2021. № 72. P. 36–44.
3. Agostinelli S., Allison J., Amako K., et al. GEANT4 - A simulation toolkit. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A*. 2003. Vol. 506, № 3. P. 250–303.
4. Grier D.G. A revolution in optical manipulation. *Nature*. 2003. Vol. 424, № 6950. P. 810–816.
5. Sidky E.Y., Pan X. Image reconstruction in circular cone-beam computed tomography by constrained, total-variation minimization. *Phys. Med. Biol.* 2008. Vol. 53, № 17. P. 4777.
6. West J., Fitzpatrick J.M., Wang M.Y., et al. Comparison and evaluation of retrospective intermodality brain image registration techniques. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1997. Vol. 21, № 4. P. 554–568.
7. Boas D.A., Dunn A.K. Laser speckle contrast imaging in biomedical optics. *J. Biomed. Opt.* 2010. Vol. 15, № 1. P. 011109.

**Pankevych S.S., Ph.D. student, Martyniuk O.S., Dr. Educ., Fedosov S.A., Dr. Phys. & Math. Sc.**  
Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

### **THE IMPORTANCE OF PHYSICS IN PREPARING MEDICAL STUDENTS**

*The paper presents a comparative analysis of publications focused on research related to the study of physics by medical students. The regularities of the peculiarities of international cooperation are considered, the range of leading publications in the field of research is outlined, and the factors of influence of scientists from different countries on the development of the direction are analyzed. The study is based on the results of data published in the international scientometric database Scopus. An analysis was performed and recommendations were formulated to improve the dissemination of the results of domestic scientists in world science in this area.*

**Keywords:** physics, medicine, medical students, publications, research.