

# СУЧАСНИЙ СТАН І ТЕНДЕНЦІЇ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ТЕХНІКИ ВЕСЛУВАННЯ НА КАНОЕ ЗА ДАНИМИ БІБЛІОМЕТРИЧНОГО АНАЛІЗУ НАУКОМЕТРИЧНОЇ БАЗИ “WEB OF SCIENCE CORE COLLECTION”

Павло Алтухов, Оксана Шинкарук

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

**Анотація.** Сучасний розвиток веслування на каное зумовлює зростання ролі науково обґрунтованого аналізу техніки гребка як ключового чинника спортивної результативності та спрямований на оптимізацію біомеханіки гребка, пошук оптимальної траєкторії руху спортсмена, синхронізацію фаз і підвищення ефективності кожного циклу гребка.

**Метою** є проведення бібліометричного аналізу наукових публікацій, представлених у базі даних “Web of Science Core Collection”, для системного окреслення структури дослідницького поля аналізу техніки веслування на каное та виявлення закономірностей формування, розвитку й структуризації сучасних наукових досліджень у цій сфері. **Методи дослідження.** Дослідження виконано з використанням загальнонаукових методів аналізу, синтезу, узагальнення та систематизації наукової інформації, комплексу бібліометричних методів. Джерелом даних слугувала база “Web of Science Core Collection”. Пошук здійснювався за ключовим виразом “canoe stroke” з обмеженням за роками публікацій (2004–2025 роки) та типами документів (виключено оглядові статті та матеріали раннього доступу). Загальний масив становив 140 наукових публікацій. Застосовано методи загального профілювання (аналіз кількості публікацій, цитувань, країн, авторів, установ і журналів), елементи наукового картографування для аналізу взаємозв'язків між ключовими складниками дослідницького поля. Статистична обробка включала підрахунок абсолютних і відносних показників, аналіз частот і динаміки публікацій.

**Результати дослідження.** Встановлено, що 81,4% публікацій припадає на період 2004–2025 років, з піком публікаційної активності у 2011 році. Найвищу дослідницьку продуктивність демонструють США (39 публікацій), Іспанія (21), Австралія та Канада (по 13). Провідними предметними галузями є Sport Sciences (30,0%), Clinical Neurology (20,0%) та Medicine, General & Internal (15,7%). Найбільш цитовані дослідження зосереджені на біомеханічному аналізі гребка, силових характеристиках руху, часовій структурі гребкового циклу та застосуванні інерціальних сенсорних систем, комп'ютерного моделювання і методів машинного навчання.

**Висновки.** Бібліометрична структура дослідницького поля свідчить про стійкий науковий інтерес до проблематики аналізу техніки веслування на каное й окреслює перспективи подальших досліджень, спрямованих на інтеграцію біомеханічних, технологічних і прикладних підходів у підготовці спортсменів.

**Ключові слова:** веслування на каное, техніка гребка, біомеханіка рухів, бібліометричний аналіз, наукове профілювання, Web of Science.

Pavlo Altukhov, Oksana Shynkaruk

## CURRENT STATE AND TRENDS IN SCIENTIFIC RESEARCH ON CANOE PADDLING TECHNIQUE BASED ON A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE WEB OF SCIENCE CORE COLLECTION DATABASE

**Abstract.** The contemporary development of canoeing is characterized by the growing role of scientifically grounded analysis of paddling technique as a key factor in sport performance and is aimed at optimizing stroke biomechanics, identifying optimal movement trajectories, synchronizing movement phases, and increasing the efficiency of each paddling cycle.

**The aim** is to conduct a bibliometric analysis of scientific publications indexed in the Web of Science Core Collection in order to systematically outline the structure of the research field focused on the analysis of canoe paddling technique and to identify patterns in the formation, development, and structuring of modern scientific research in this area. The study employed general scientific methods of analysis, synthesis, generalization, and systematization of scientific information, as well as a set of bibliometric methods. The Web of Science Core Collection database served as the data source. The search was conducted using the key phrase “canoe stroke” with restrictions on publication years (2004–2025) and document types (review articles and early access publications were excluded). The final dataset comprised 140 scientific publications. Methods of general profiling were applied, including analysis of the number of publications, citations, countries, authors, institutions, and journals, as well as elements of scientific mapping to examine relationships between key components of the research field. Statistical processing included calculation of absolute and relative indicators, as well as analysis of publication frequency and dynamics.

**The results.** It was found that 81,4% of publications fall within the period 2004–2025, with a peak in publication activity in 2011. The highest research productivity was demonstrated by the United States (39 publications), Spain (21), Australia and Canada (13 each). The leading subject categories were Sport Sciences (30,0%), Clinical Neurology (20,0%), and Medicine, General & Internal (15,7%). The most highly cited studies focused on biomechanical analysis of the paddling stroke, force characteristics of movement, temporal structure of the paddling cycle, and the application of inertial sensor systems, computer modeling, and machine learning methods. The bibliometric structure of the research field indicates sustained scientific interest in the analysis of canoe paddling technique and outlines prospects for further research aimed at integrating biomechanical, technological, and applied approaches into athlete training.

**Keywords:** canoeing, paddling technique, movement biomechanics, bibliometric analysis, scientific profiling, Web of Science.

Алтухов П., Шинкарук О. Сучасний стан і тенденції наукових досліджень з техніки веслування на каное за даними бібліометричного аналізу наукометричної бази “Web of Science Core Collection”

Sport Science Spectrum. 2026; 1: 3–11

DOI: <https://doi.org/10.32782/spectrum/2026-1-1>

Altukhov P., Shynkaruk O. Current state and trends in scientific research on canoe paddling technique based on a bibliometric analysis of the Web of Science Core Collection database

Sport Science Spectrum. 2026; 1: 3–11

DOI: <https://doi.org/10.32782/spectrum/2026-1-1>

© Павло Алтухов, Оксана Шинкарук, 2026



Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

**Вступ.** Сучасний етап розвитку веслування на каное характеризується високою конкуренцією, динамічними змінами техніко-тактичних моделей і зростанням вимог до якості підготовки спортсменів, де результат визначається не лише фізичним рівнем підготовленості, а й технічною досконалістю рухів, точністю гребка й оптимальною біомеханічною структурою, що підтверджують досягнення провідних спортсменів світу на міжнародних змаганнях.

Розвиток веслування у світі спрямований на оптимізацію біомеханіки гребка, пошук оптимальної траєкторії руху спортсмена, синхронізацію фаз і підвищення ефективності кожного циклу гребка. Удосконалення технічної підготовленості спортсмена забезпечує економізацію рухів, зниження енергетичних витрат і стабільність результатів у різних погодних умовах. Це вимагає від науковців проведення сучасних досліджень техніки веслування, зокрема гребка, з використанням об'єктивних методів аналізу.

Результати сучасних наукових досліджень засвідчують активне впровадження біомеханічного інструментарію нового покоління для об'єктивного оцінювання техніки веслування на каное. Зокрема, розроблено інтегровані комплекси сенсорних систем (IMU, GPS, динамометрія), які забезпечують кількісне вимірювання силових, часових і фазових характеристик гребка безпосередньо в польових умовах тренувальної діяльності [1]. Особливу увагу приділено створенню системи "SmartPaddle®", оснащеної тисковими сенсорами, що дозволило проводити детальний аналіз пропульсивних і вертикальних імпульсів руху весла у водному середовищі [2; 3].

У низці досліджень застосовано методи машинного навчання для автоматизованої класифікації фаз гребка та реконструкції кінематичних характеристик рухів на основі даних інерційних сенсорних систем (далі – IMU), підкреслюється висока інформативність і практична доцільність використання таких технологій для біомеханічного моніторингу поза лабораторними умовами [4]. Водночас вітчизняні наукові праці зосереджуються переважно на педагогічному та біомеханічному контролі технічної підготовленості веслувальників [5], тоді як питання точного інструментального вимірювання параметрів гребка в реальних умовах тренувального процесу потребує подальшого поглибленого дослідження.

Сучасний розвиток спорту характеризується поступовим переходом від суб'єктивного візуального оцінювання техніки рухів до застосування об'єктивних інструментальних методів аналізу, що ґрунтуються на вимірюванні кінематичних і динамічних характеристик рухової діяльності з використанням інерційних сенсорних систем, тривимірного відеоаналізу та різноманітних сенсорних платформ [6]. Такий підхід забезпечує підвищення точності оцінювання технічної підготовленості спортсменів і створює передумови для стандартизації біомеханічного аналізу в різних умовах тренувального та змагального процесу.

У зв'язку із цим актуалізується необхідність ідентифікації провідних країн, науково-дослідних установ, авторів і наукових журналів, у яких зосереджено дослідження із проблематики техніки веслування на каное, з метою визначення панівних наукових підходів, теоретичних концепцій і практично орієнтованих рішень у цій галузі. Аналіз доробку провідних науковців і найбільш впливових публікацій дозволяє

поглибити розуміння актуальних наукових проблем і перспектив розвитку біомеханічних досліджень у веслуванні, зокрема в контексті забезпечення інклюзивності спортивної діяльності, а також сформувати науково обґрунтовані стратегії подальших досліджень, що спираються на міжнародний досвід і найкращі світові практики.

**Метою статті** є проведення бібліометричного аналізу наукових публікацій, представлених у базі даних "Web of Science Core Collection", для системного окреслення структури дослідницького поля аналізу техніки веслування на каное та виявлення закономірностей формування, розвитку й структуризації сучасних наукових досліджень у цій сфері.

**Матеріали і методи.** Досягнення мети дослідження передбачало застосування комплексу загальнонаукових і спеціальних методів. Зокрема, у процесі опрацювання теоретичних джерел використовувалися методи аналізу літературних джерел, синтезу, узагальнення та систематизації наукової інформації, що дозволило сформувати цілісне уявлення про сучасний стан досліджень із проблематики аналізу техніки у веслуванні на каное. Для кількісної та структурної оцінки наукових публікацій застосовувалися бібліометричні методи [7], які дали змогу виявити основні характеристики дослідницького поля. З метою визначення провідних учасників наукових досліджень з техніки у веслуванні на каное (країн, наукових установ, авторів і наукових джерел), а також оцінювання їхньої наукової продуктивності та впливу, здійснювалося профілювання публікацій [8].

Для аналізу взаємозв'язків між ключовими складниками дослідницького поля застосовувалися елементи наукового картографування, що дало змогу виявити структурні та тематичні зв'язки між публікаціями. Графічне представлення і аналіз динаміки кількості публікацій із проблематики техніки у веслуванні на каное в період 2004–2025 рр. за результатами сформованого пошукового запиту здійснювалися з використанням програмного забезпечення.

**Джерела даних і вибірка дослідження.** Джерелом бібліометричних даних для формування вибірки наукових публікацій слугувала база даних "Web of Science Core Collection" станом на 12 грудня 2025 р. Пошук публікацій здійснювався за ключовим виразом "canoe stroke" без використання додаткових обмежувальних операторів. Такий підхід був обраний з огляду на відносно невеликий обсяг публікацій за зазначеним запитом, а також з метою включення досліджень, у яких аналіз техніки гребка розглядається в контексті суміжних видів веслування, що має наукову цінність для комплексного аналізу проблематики.

**Методи статистичної обробки даних.** Статистичну обробку даних здійснювали з використанням методів описової статистики. Визначали абсолютні і відносні показники (кількість публікацій, відсотковий розподіл) за роками публікації, предметними категоріями Web of Science, типами документів і мовами публікацій. Для виявлення динаміки наукової активності застосовували аналіз часових рядів із графічним відображенням змін кількості публікацій упродовж досліджуваного періоду.

З метою узагальнення та структурування отриманих даних використовували методи систематизації та

порівняльного аналізу, що дало змогу визначити основні предметні напрями, провідні типи наукових джерел і особливості мовної структури публікацій. Для інтерпретації взаємозв'язків між окремими характеристиками вибірки застосовували елементи бібліометричного аналізу, зокрема профілювання публікацій за метаданими бази "Web of Science Core Collection".

**Результати.** У результаті первинного пошуку було виявлено 172 записи, опубліковані в період з 1973 по 2025 р. Аналіз хронологічного розподілу публікацій показав, що найбільша кількість робіт припадає на 2011 р. (12 публікацій). Від 2004 р. спостерігається поступове зростання наукової активності з досліджуваної тематики, що, імовірно, пов'язано з упровадженням нових стандартів човнів у веслуванні, яке зумовило необхідність адаптації та вдосконалення техніки гребка. Протягом 2004–2025 рр. включно було опубліковано 140 робіт, що становить 81,4% від загального обсягу виявлених документів. Отже, остаточний пошуковий запит у Web of Science Core Collection (далі – WoS) 12 грудня 2025 р. виглядав так: TS=(canoe stroke); Refined By: Publication Years 2004–2025, NOT Document Types: Review Article or Early Access.

На наступному етапі всі публікації були проаналізовані з метою відбору потенційно релевантних джерел для подальшого бібліометричного аналізу. Остаточний пошуковий запит у базі "Web of Science Core Collection" станом на 12 грудня 2025 р. мав такий вигляд:

TS = (canoe stroke); Refined by: Publication Years 2004–2025; NOT Document Types: Review Article, Early Access.

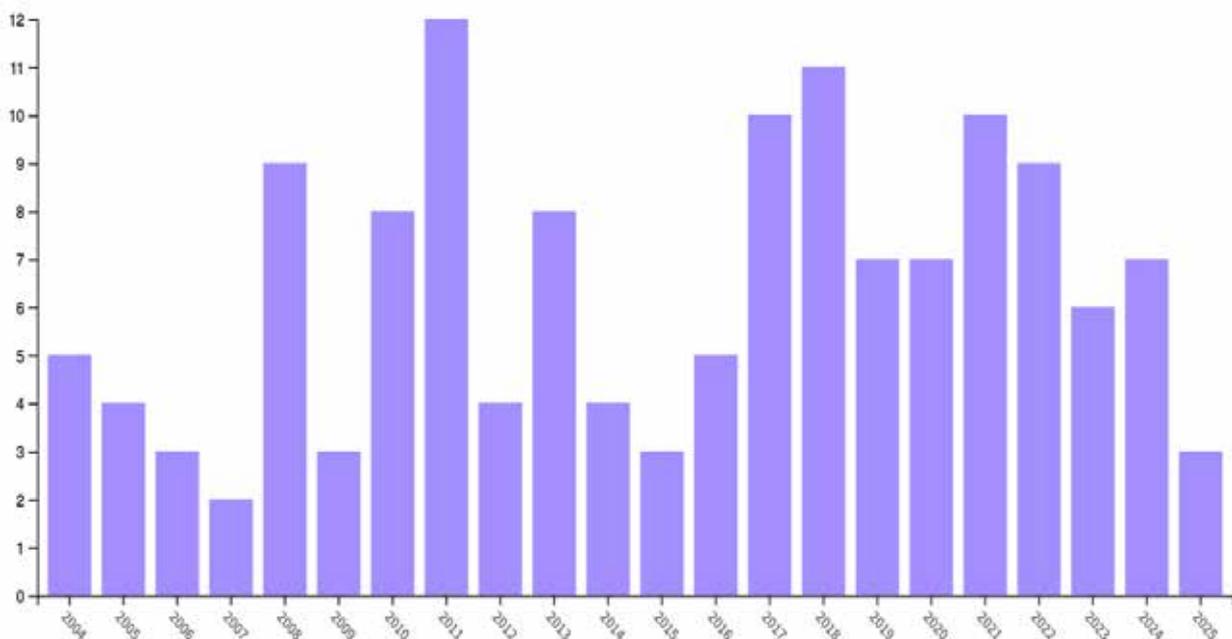
У результаті сформовано остаточну вибірку дослідження в кількості 140 документів. Динаміка кількості публікацій за роками представлена на рисунку 1.

Публікації, включені до вибірки, належать до різних предметних галузей, визначених у системі "Web of Science". Найбільшою за кількістю представлених публікацій є галузь Sport Sciences, яка налічує 756 позицій, що становить 34,27% від загальної кількості класифікацій у вибірці (рис. 2). Детальні бібліометричні характеристики сформованої вибірки наведено в таблиці 1.

**Загальне профілювання публікацій та провідних учасників дослідницького поля.** Початковий етап бібліометричного аналізу було спрямовано на загальне профілювання наукових публікацій з аналізу техніки у веслуванні на каное й ідентифікацію ключових учасників формування цього дослідницького поля.

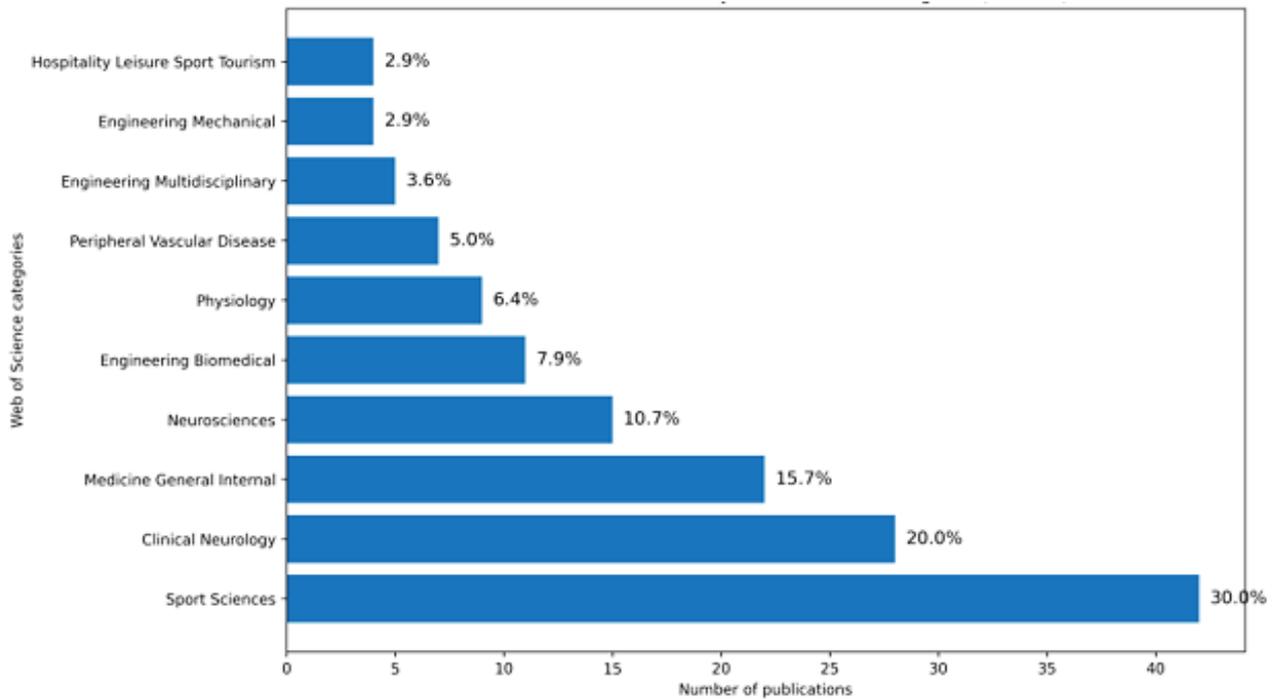
Для комплексного оцінювання наукової активності та впливовості використовували два взаємодоповнювальні показники: кількість публікацій, що характеризує дослідницьку продуктивність, і кількість цитувань, яка відображає науковий вплив і значущість результатів для розвитку галузі (табл. 2).

Аналіз просторового розподілу публікацій засвідчив чітке домінування країн з розвинутою системою спортивної науки та біомеханічних досліджень. Провідні позиції посідають США (39 публікацій), що вказує на високий рівень інституційної підтримки досліджень техніки веслування та інтеграцію спортивної науки із клінічними й інженерними напрямками. Значну дослідницьку активність також демонструють Іспанія (21), Австралія (13) та Канада (13), що відображає системний підхід до вивчення техніки веслування в підготовці спортсменів високої кваліфікації. Представленість європейських країн (Англія, Італія, Німеччина, Португалія, Чехія) свідчить про стабільний інтерес до проблематики та розвиток національних наукових шкіл у цій сфері (рис. 3-а).



**Рисунок 1** – Динаміка кількості наукових публікацій за тематикою аналізу техніки веслування на каное у 2004–2025 рр. (за результатами пошукового запиту в базі даних "Web of Science Core Collection")

Джерело: власні дослідження на основі даних, отриманих і проаналізованих у базі "Web of Science Core Collection" станом на 12 грудня 2025 р.



**Рисунок 2** – Розподіл публікацій за категоріями Web of Science у вибірці дослідження (n = 140)

Джерело: власне дослідження на основі даних Web of Science Core Collection (станом на 12 грудня 2025 р.)

**Таблиця 1** – Загальна характеристика вибірки наукових публікацій із проблематики аналізу техніки веслування на каное

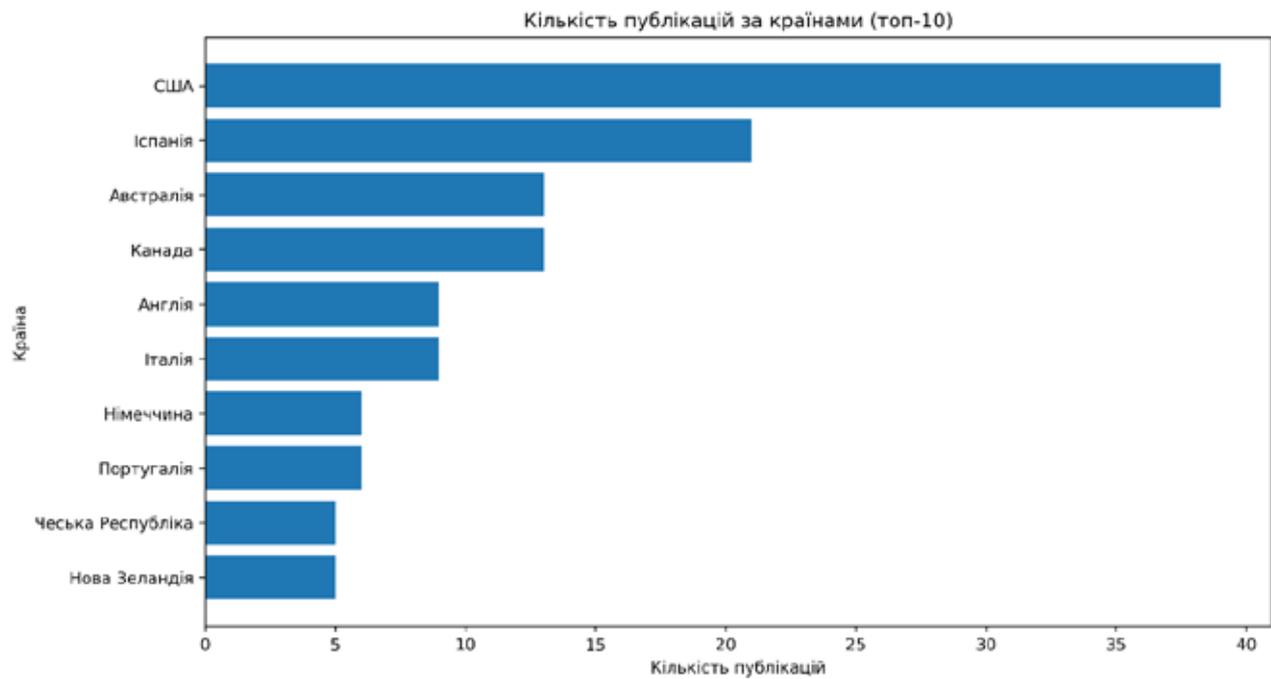
Категорія	Показники (n)
<b>Предметні категорії Web of Science (10 найкращих)</b>	Спортивні науки (42), Клінічна неврологія (28), Загальна медицина (22), Нейронауки (15), Біомедична інженерія (11), Фізіологія (9), Захворювання периферичних судин (7), Багатопрофільна інженерія (5), Медична інженерія (72). Гостинність, відпочинок, спорт, туризм (4).
<b>Типи документа (5 найкращих)</b>	Статті (94), редакційні матеріали (24), оглядові статті (11), розділи книг (10), матеріали конференцій / збірники праць (9).
<b>Мови публікацій (4 найкращі)</b>	Англійська (128), іспанська (7), німецька (4), російська (1).

Джерело: власні дослідження на основі даних, отриманих за допомогою Web of Science (12 грудня 2025 р.).

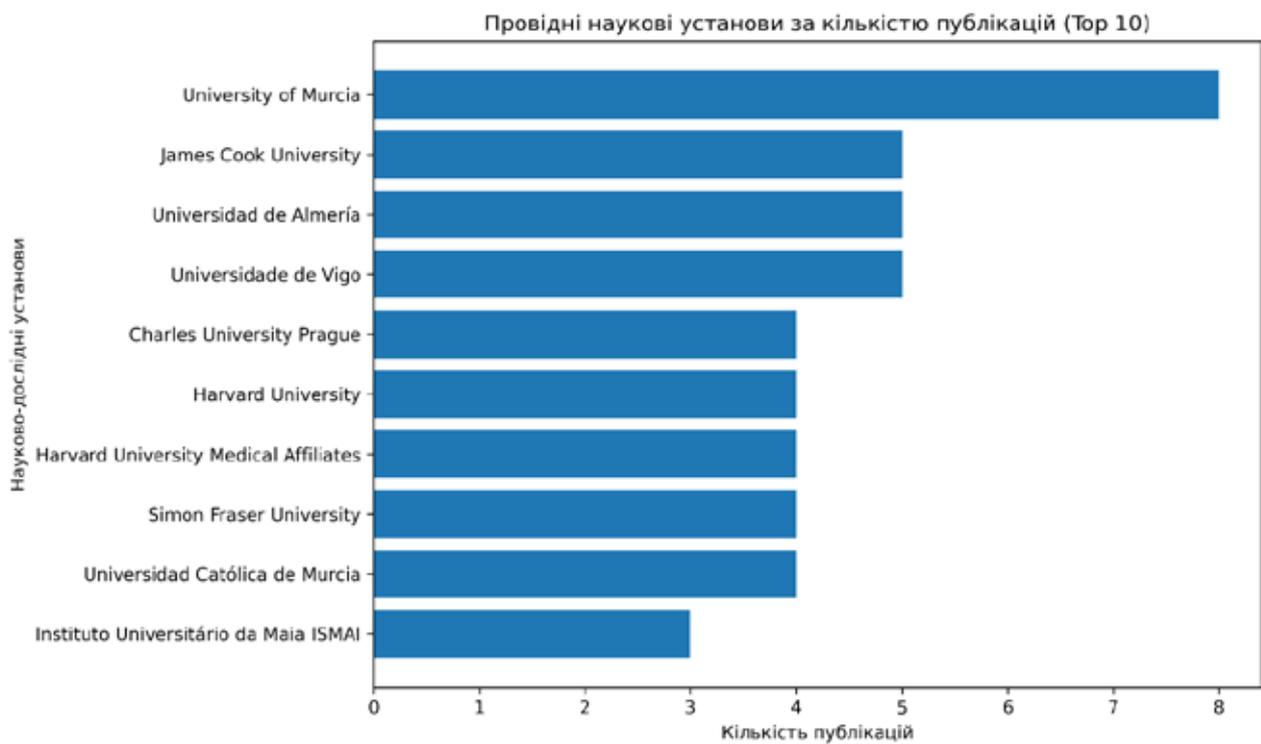
**Таблиця 2** – Бібліометрична характеристика дослідницького поля «Аналіз техніки веслування на каное» (10 найкращих позицій)

Категорія	Провідні компоненти (кількість публікацій)
<b>Країни</b>	США (39), Іспанія (21), Австралія (13), Канада (13), Англія (9), Італія (9), Німеччина (6), Португалія (6), Чехія (5), Нова Зеландія (5).
<b>Науково-дослідні установи</b>	University of Murcia (8), James Cook University (5), Universidad de Almería (5), Universidade de Vigo (5), Charles University (Prague) (4), Harvard University (4), Harvard University Medical Affiliates (4), Simon Fraser University (4), Universidad Católica de Murcia (4), Instituto Universitário da Maia (ISMAI) (3).
<b>Автори</b>	F. Alacid (8), F.Y. Nakamura (4), J.M. Wakeling (4), T. Alvarez-Yates (3), A. Cuba-Dorado (3), O. García-García (3), A.S. Leicht (3), P.A. López-Miñarro (3), D. López-Plaza (3), P.W. Macdermid (3).
<b>Наукові журнали / джерела публікацій</b>	Sports Biomechanics (8), Stroke (6), Journal of Human Kinetics (5), Lancet (4), Frontiers in Physiology (3), Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part P Journal of Sports Engineering and Technology (3), Annals of Indian Academy of Neurology (2), Applied Sciences Basel (2), European Journal of Applied Physiology (2), Handbook of Clinical Neurology (2).

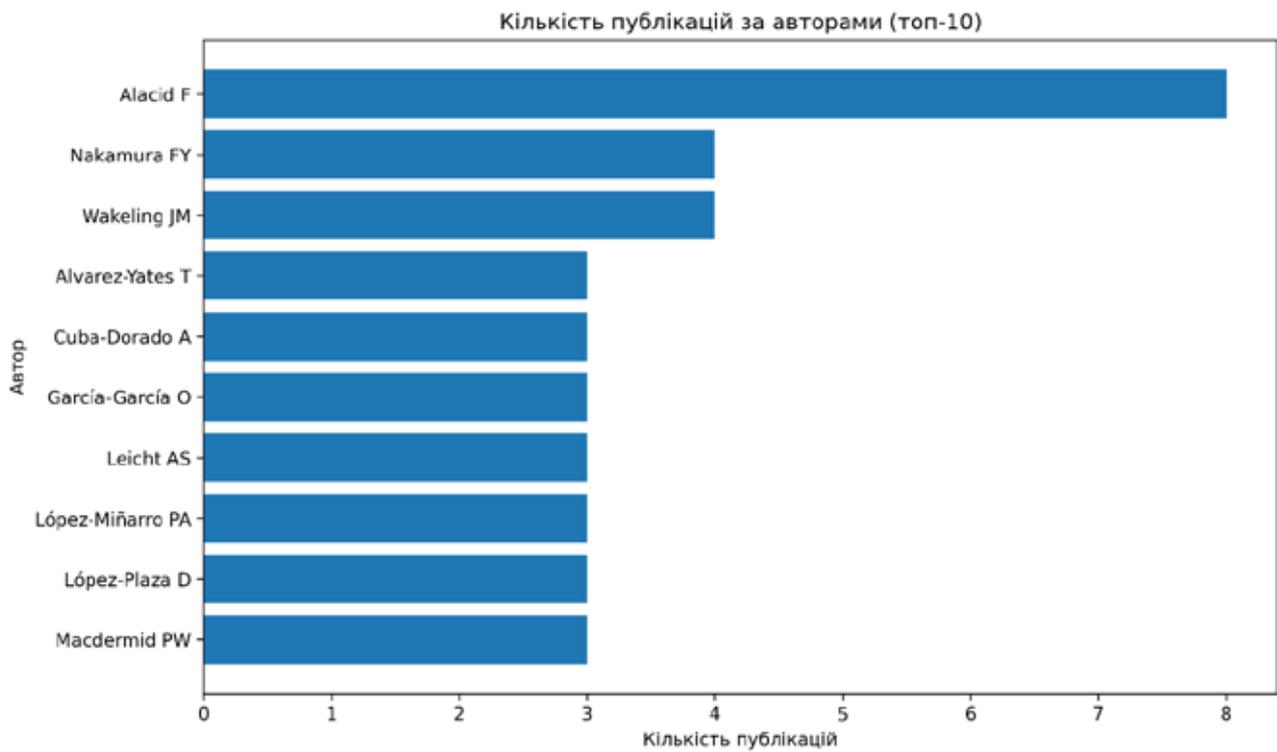
Джерело: власні дослідження на основі даних, отриманих із Web of Science (12 грудня 2025 р.).



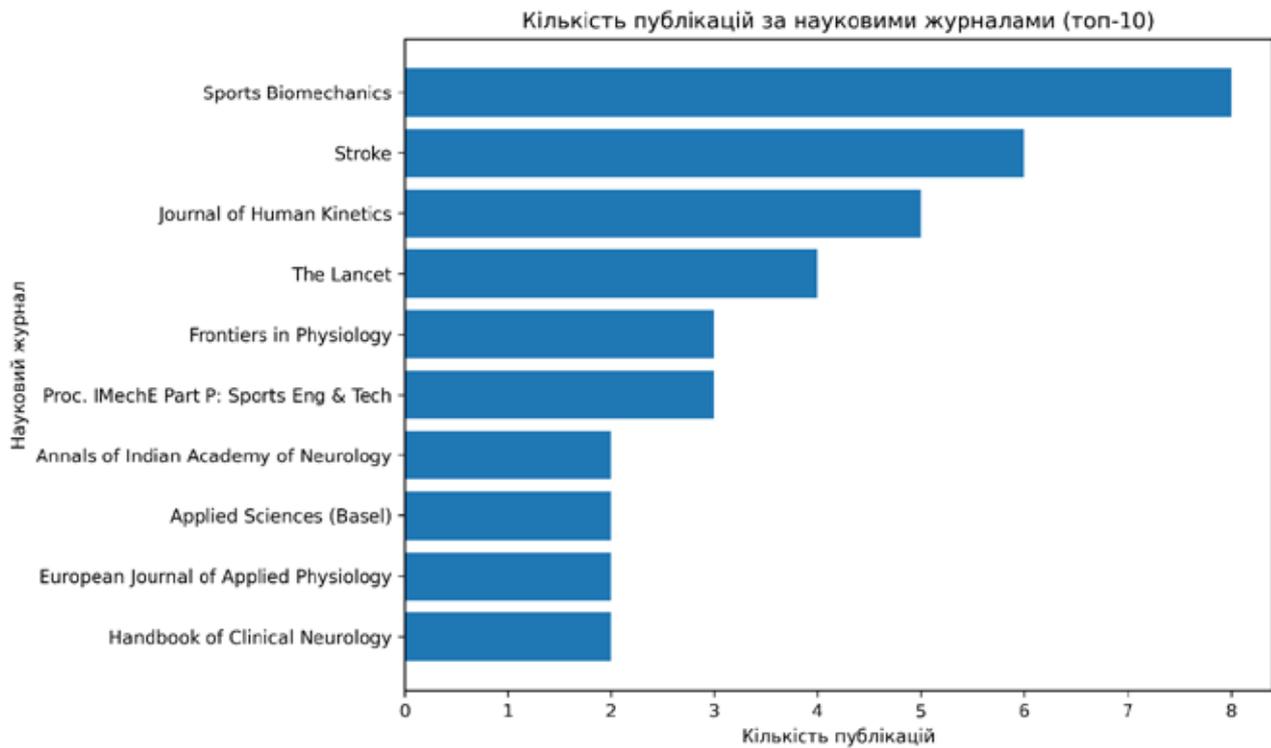
а)



б)



в)



г)

**Рисунок 3** – Динаміка кількості публікації протягом 2004–2025 рр. за ключовим виразом дослідження; розподіл: а) за країнами; б) за науково-дослідними установами; с) за авторами; д) за назвами джерел (журналів)

Джерело: власне дослідження на основі даних, отриманих із Web of Science (12 грудня 2025 р.)

Інституційний аналіз показав, що дослідження техніки веслування на каное зосереджені переважно в університетських наукових центрах, які поєднують спортивну науку, біомеханіку та медико-біологічні дисципліни. Найбільшу кількість публікацій представлено University of Murcia (8), що підтверджує роль цього закладу як одного із провідних центрів досліджень у галузі техніки веслування. Високу наукову активність також демонструють James Cook University, Universidad de Almería, Universidade de Vigo, Charles University Prague, а присутність Harvard University та його афілійованих установ підкреслює міждисциплінарний характер досліджень, зокрема на стику спорту, медицини та нейронаук (рис. 3-б).

Аналіз авторської структури виявив групу науковців, які формують ядро дослідницького поля. Найвищу публікаційну активність продемонстрував F. Alacid (8 публікацій), що дозволяє розглядати його як одного із ключових представників сучасних досліджень техніки веслування на каное. Інші автори (F.Y. Nakamura, J.M. Wakeling, P.W. Macdermid та інші) характеризуються стабільною присутністю в науковому дискурсі, що свідчить про формування спеціалізованих наукових груп і напрямів досліджень (рис. 3-в).

Профілювання джерел публікацій показало, що результати досліджень з аналізу техніки веслування на каное публікуються переважно у фахових журналах із біомеханіки, фізіології та спортивної науки.

Провідні позиції посідає журнал "Sports Biomechanics" (8), що логічно відображає біомеханічну спрямованість більшості досліджень. Наявність публікацій у таких журналах, як "Journal of Human Kinetics" (5), "Frontiers in Physiology" (3), а також у медичних виданнях ("Lancet" – 4, "Stroke" – 6), підтверджує розширення дослідницького поля за межі суто спортивної проблематики й інтеграцію клінічних і нейрофізіологічних підходів (рис. 3-г).

Загалом результати бібліометричного профілювання свідчать, що дослідження техніки веслування на каное формують міждисциплінарне, географічно диференційоване й інституційно структуроване наукове поле, де поєднуються спортивна наука, біомеханіка, фізіологія та медичні напрями. Виявлені провідні країни, установи, автори й журнали створюють наукову основу для подальшого розвитку теоретичних і прикладних досліджень у цій галузі.

**Дискусія.** Одним із фундаментальних напрямів у сучасних дослідженнях техніки веслування на каное є кінематичний аналіз руху гребка. У класичному дослідженні F. Záfka та співавторів, одним із яких був олімпійський чемпіон з веслування на каное M. Doktor, що виступав основним учасником експерименту, показано, що зміна темпу веслування супроводжується закономірною перебудовою просторово-часових характеристик гребка, зокрема тривалості окремих фаз і координації рухів верхніх кінцівок і тулуба [9]. Водночас автори дійшли висновку, що загальна схема рухів залишається відносно стабільною незалежно від темпу виконання гребка. З огляду на сучасний рівень розвитку інструментальних методів аналізу рухів, зокрема інерційних сенсорних систем (IMU), це положення може бути предметом подальшої перевірки в умовах багатократних вимірювань у польових умовах. Висока цитованість цієї роботи зумовлена її методологічною значущістю та детальним аналізом техніки гребка на прикладі спортсмена

найвищого міжнародного рівня, що створює підґрунтя для подальших біомеханічних досліджень.

Подальший розвиток наукового напрямку пов'язаний із вивченням силових характеристик гребка, які безпосередньо визначають швидкість човна та спортивну результативність. Праці P. Macdermid і співавторів [16], B. Gomes і співавторів [17], а також M. Petrović [13] демонструють, що пікова сила, середня сила та частота гребка є ключовими показниками ефективності веслування незалежно від типу човна. Водночас у цих роботах показано, що максимальні значення пікової сили не завжди забезпечують найвищу швидкість руху, тоді як стабільне утримання відносно високого рівня опори протягом усього гребкового циклу може бути більш ефективним. Високий рівень цитування зазначених публікацій пояснюється їх універсальністю та можливістю практичного застосування отриманих результатів у тренувальному процесі веслувальників різного рівня підготовленості.

Особливий інтерес у сучасних дослідженнях становить проблема асиметрії силових зусиль під час веслування на каное. Хоча більшість таких робіт виконано на матеріалі каное-слалому, узагальнені результати мають принципове значення для веслування загалом. J. Wakeling та співавтори [11; 19] показали, що міжбічна асиметрія сили впливає на структуру гребкового циклу та формування техніки рухів. У веслуванні на каное, де функціональна асиметрія є характерною особливістю більшості спортсменів і може розглядатися як фактор спеціалізації, ці результати дозволяють переосмислити традиційне уявлення про асиметрію як суто негативне явище.

Важливе місце серед найбільш цитованих робіт належить дослідженням, присвяченим моделюванню техніки гребка. У симуляційному дослідженні J. Wakeling і співавторів [12] доведено, що ефективність веслування визначається не лише величиною докладеної сили, але й характером її розподілу в часі протягом гребкового циклу. Незважаючи на те, що дослідження виконано на матеріалі каное-слалому, принцип оптимізації силового профілю гребка має універсальний характер і може бути застосований до аналізу техніки веслування на каное на гладкій воді.

Суттєвий внесок у розвиток досліджень техніки веслування зробили праці, присвячені використанню вимірювальних технологій і сенсорних систем. A. Lörröpen та співавтори [14] показали, що застосування портативних сенсорів дозволяє здійснювати об'єктивне оцінювання параметрів гребка безпосередньо в польових умовах. Інноваційним підходом стало розміщення сенсорів "SmartPaddle®" безпосередньо на лопаті весла, що дало змогу вимірювати силу прикладання опори в реальному часі. V. Bonaiuto та співавтори [20] використали IMU-сенсори, які натепер розглядаються як один із найбільш перспективних інструментів дослідження техніки рухів у спорті. R. Runciman і співавтори [10] провели порівняльний аналіз різних типів весел, їхньої роботи й опору під час гребка, що має практичне значення для оптимізації інвентарю.

Порівняльні дослідження умов виконання гребка також мають узагальнювальне значення. J. Wakeling і співавтори [18] встановили, що зміна умов середовища – веслування на різних типах водойм (так звана «легка» або «важка» вода) – приводить до перебудови силового профілю гребка та відповідної зміни енергетичних витрат. Отримані

результати підтверджують принцип адаптивності техніки веслування на каное до зовнішніх умов і можуть бути використані у плануванні тренувального процесу.

Перспективним, але поки що обмежено представленим у бібліометриці напрямом, є застосування методів машинного навчання. S. Rockstroh та співавтори [15] продемонстрували можливість автоматизованого аналізу силових сигналів гребка з використанням нейронних мереж, що дозволяє мінімізувати вплив людського фактору під час оцінювання техніки та створює нові можливості для підвищення оперативності й точності роботи тренерів.

Окрему групу становлять дослідження, які розширюють прикладний характер веслування і не спрямовані безпосередньо на аналіз техніки у спортивному веслуванні на каное. Так, у роботі K. Lee та співавторів [21] показано можливість використання рухів, подібних до веслування, у віртуальній реальності у програмах нейрореабілітації після інсультів та інших захворювань. Хоча ці дослідження належать до сфери медичної реабілітації, вони підтверджують універсальність біомеханічних принципів веслування та потенціал їх міждисциплінарного застосування.

**Висновки.** Проведений бібліометричний аналіз наукових публікацій за напрямом аналізу техніки веслування на каное за період 2004–2025 рр. у базі даних “Web of Science Core Collection” засвідчив сформованість окремого, хоча й відносно вузького, дослідницького поля зі стабільною динамікою наукової активності. Невисока абсолютна кількість публікацій поєднується зі стійким інтересом до проблематики, що підтверджує її актуальність і науковий потенціал у сучасній спортивній науці.

Застосування бібліометричних методів дало змогу системно окреслити структуру дослідницького поля, ідентифікувати його просторово-інституційні й авторські центри, а також визначити провідні наукові журнали, в яких концентрується основний масив досліджень з техніки веслування на каное. Отримані результати свідчать, що наукове ядро цього напрямку формується переважно країнами з розвинутою спортивною та дослідницькою інфраструктурою, насамперед США та державами Західної Європи, де існує тісний зв'язок між фундаментальними дослідженнями, прикладною біомеханікою та практикою підготовки спортсменів високої кваліфікації.

Аналіз часової структури публікацій показав, що найбільш інтенсивний розвиток досліджень припадає на період 2015–2020 рр., що корелює з активним упровадженням інерціальних сенсорних систем, портативних вимірювальних технологій, комп'ютерного моделювання та методів машинного навчання у спортивну біомеханіку. Саме ці технологічні зрушення суттєво розширили можливості об'єктивного аналізу техніки гребка в реальних тренувальних і змагальних умовах, визначивши сучасні пріоритети наукових пошуків у галузі веслування на каное.

Результати бібліометричного профілювання підтверджують, що основними тематичними напрямками досліджень залишаються біомеханічний аналіз гребкового циклу, вивчення силових характеристик і їх часової організації, проблематика асиметрії рухів, а також розроблення і валідація інструментальних і сенсорних систем оцінювання техніки. Водночас емпірична база досліджень, орієнтованих безпосередньо на веслування на каное на гладкій воді, залишається обмеженою, що вказує на наявність значного резерву для подальших наукових робіт.

Отримані результати обґрунтовують доцільність подальшого розвитку досліджень у галузі аналізу техніки веслування на каное з акцентом на інтеграцію біомеханічних, інженерних і цифрових підходів, а також на розширення досліджень, виконаних у польових умовах. Поглиблений бібліометричний аналіз із використанням мережевих і тематичних методів дозволить у майбутньому чіткіше окреслити інтелектуальну структуру дослідницького поля, виявити наукові школи, не досить вивчені аспекти техніки гребка та сформувати науково обґрунтовані орієнтири для вдосконалення тренувального процесу у веслуванні на каное.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у поглибленому аналізі інтелектуальної та тематичної структури дослідницького поля техніки веслування на каное з використанням розширених бібліометричних і мережевих методів, а також у поєднанні цих результатів з емпіричними біомеханічними дослідженнями для наукового обґрунтування вдосконалення тренувального процесу.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють, що відсутній будь-який конфлікт інтересів.

## ЛІТЕРАТУРА

- Galipeau C. Biomechanical Measurement System for Canoe Sprint Technique: Development and Field Validation: Thesis (MAsc). McMaster University, 2018. 125 p. URL: [https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/23387/2/Cameron\\_Galipeau\\_M\\_2018July\\_MAsc.pdf](https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/23387/2/Cameron_Galipeau_M_2018July_MAsc.pdf) (дата звернення: 13.12.2025).
- Rantalainen T. Evaluation of SmartPaddle® IMU-based system for analysis of stroke characteristics in kayaking. *Sensors*. 2022. Vol. 22. № 3. Art. 938. DOI: 10.3390/s22030938
- Traineesense SmartPaddle® validation study. *PubMed Central*. 2022. Art. PMC35161684. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35161684/> (дата звернення: 13.12.2025).
- McArthur J. Multi-sensor fusion and machine learning classification of paddle stroke phases in canoe sprint. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10. № 23. Art. 8389. DOI: 10.3390/app10238389
- Жирнов О. Удосконалення техніки веслування кваліфікованих байдарочників на основі моделювання кінематичної структури рухів. *Олімпійський і професійний спорт*. 2007. С. 20.
- Canoeing Motion Tracking and Analysis via Multi-Sensors Fusion / L. Liu et al. *Sensors*. 2020. Vol. 20. № 7. P. 2110. DOI: 10.3390/s20072110
- Donthu N., Kumar S., Mukherjee D., Pandey N., Lim W.M. How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. *Journal of Business Research*. 2021. № 133. P. 285–296. DOI: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070
- Porter A.L., Kongthon A., Lu J.C. Research profiling : improving the literature review. *Scientometrics*. 2002. № 53. P. 351–370. DOI: 10.1023/A:1014873029258
- Zahálka F., Malý T., Malá L., Doktor M., Větrovský J. Kinematic analysis of canoe stroke and its changes during different types of paddling pace. *Journal of Human Kinetics*. 2011. Vol. 29. P. 25–33. DOI: 10.2478/v10078-011-0008-y
- Runciman R.J., Lyle K. Comparison of the resonance behaviour of ottertail and voyageur style canoe paddles during the J-stroke. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*. 2013. Part P. Vol. 227. P. 91–104. DOI: 10.1177/1754337112455379
- Asymmetries in paddle force influence choice of stroke type for canoe slalom athletes / J.M. Wakeling et al. *Frontiers in Physiology*. 2023. Vol. 14. Art. 1227871. DOI: 10.3389/fphys.2023.1227871
- Wakeling J.M., Pratt J.S., Smieskova S. Stroke technique in C1 canoe slalom: a simulation study. *Sports Biomechanics*. 2024. Vol. 23. № 12. P. 2499–2509. DOI: 10.1080/14763141.2022.2088401

13. The novel single-stroke kayak test / M.R. Petrovic et al. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2021. Vol. 16. № 2. P. 208–215. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0925
14. The effect of paddle stroke variables measured by SmartPaddle on kayak velocity / A. Löppönen et al. *Sensors*. 2022. Vol. 22. № 3. Art. 938. DOI: 10.3390/s22030938
15. Using deep neural networks to detect expert event labels in canoe sprint force signals / S. Rockstroh et al. *IEEE STAR Proceedings*. 2024. P. 205–210. DOI: 10.1109/STAR62027.2024.10635918
16. Biomechanics of canoe and kayak paddling / P.W. Macdermid et al. *Frontiers in Physiology*. 2019. Vol. 10. DOI: 10.3389/fphys.2019.00153
17. Stroke force characteristics in paddle sports / B.B. Gomes et al. *Journal of Applied Biomechanics*. 2015. Vol. 31. P. 305–313. DOI: 10.1123/jab.2014-0216
18. A comparison of paddle forces between whitewater and flatwater training in C1 canoe slalom / J.M. Wakeling et al. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2024. Vol. 9. № 3. Art. 167. DOI: 10.3390/jfmk9030167
19. Strength symmetry and race performance in C1 canoe slalom / J.M. Wakeling et al. *Sports Biomechanics*. 2022. DOI: 10.1080/14763141.2021.1972054
20. Validity of wearable sensors in paddling biomechanics / V. Bonaiuto et al. *Sensors*. 2020. Vol. 20. № 7. Art. 2110. DOI: 10.3390/s20072110
21. Lee M.M., Lee K.J., Song C.H. Game-based virtual reality canoe paddling training in stroke patients. *Medical Science Monitor*. 2018. Vol. 24. P. 2590–2598. DOI: 10.12659/MSM.906451

## REFERENCES

1. Galipeau, C. (2018). Biomechanical Measurement System for Canoe Sprint Technique: Development and Field Validation: Thesis (MAsc). McMaster University, 125 p. Retrieved from: [https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/23387/2/Cameron\\_Galipeau\\_M\\_2018July\\_MASc.pdf](https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/23387/2/Cameron_Galipeau_M_2018July_MASc.pdf) (date of access: 13.12.2025).
2. Rantalainen, T. (2022). Evaluation of SmartPaddle® IMU-based system for analysis of stroke characteristics in kayaking. *Sensors*, 22 (3), article 938. DOI: 10.3390/s22030938
3. Traineesense SmartPaddle® validation study. PubMed Central, 2022. Article PMC35161684. Retrieved from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35161684/> (date of access: 13.12.2025).
4. McArthur, J. (2020). Multi-sensor fusion and machine learning classification of paddle stroke phases in canoe sprint. *Applied Sciences*, 10, 23, article 8389. DOI: 10.3390/app10238389
5. Zhyrnov, O. (2007). Udoskonalennia tekhniky vesluvannia kvalifikovanykh baidarochnykiv na osnovi modeliuvannia kinematychnoi struktury rukhiv [Improvement of rowing technique of qualified kayakers based on modeling of the kinematic structure of movements]. *Olympic and Professional Sport*, 20 [in Ukrainian]
6. Canoeing Motion Tracking and Analysis via Multi-Sensors Fusion / L. Liu et al. *Sensors*, 2020, 20, 7, 2110. <https://doi.org/10.3390/s20072110>
7. Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W.M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. *Journal of Business Research* September, 133, 285–96. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
8. Porter, A.L., Kongthon, A., & Lu, J.C. (2002). Research profiling: improving the literature review. *Scientometrics*, 53, 351–70. <https://doi.org/10.1023/A:1014873029258>
9. Zahálka, F., Malý, T., Malá, L., Doktor, M., & Větrovský, J. Kinematic analysis of canoe stroke and its changes during different types of paddling pace. *Journal of Human Kinetics*, 2011, 29, 25–33. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0008-y>
10. Comparison of the resonance behaviour of ottertail and voyageur style canoe paddles during the J-stroke / R.J. Runciman, K. Lyle. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 2013, Part P, 227, 91–104. <https://doi.org/10.1177/1754337112455379>
11. Asymmetries in paddle force influence choice of stroke type for canoe slalom athletes / J.M. Wakeling et al. *Frontiers in Physiology*, 2023, 14, Article 1227871. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1227871>
12. Wakeling, J.M., Pratt, J.S., & Smieskova, S. Stroke technique in C1 canoe slalom: a simulation study. *Sports Biomechanics*, 2024, 23, 12, 2499–2509. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2088401>
13. The novel single-stroke kayak test / M.R. Petrovic et al. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2021, 16, 2, 208–215. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0925>
14. The effect of paddle stroke variables measured by SmartPaddle on kayak velocity / A. Löppönen et al. *Sensors*, 2022, 22, 3, Article 938. <https://doi.org/10.3390/s22030938>
15. Using deep neural networks to detect expert event labels in canoe sprint force signals / S. Rockstroh et al. *IEEE STAR Proceedings*, 2024, 205–210. <https://doi.org/10.1109/STAR62027.2024.10635918>
16. Biomechanics of canoe and kayak paddling / P.W. Macdermid et al. *Frontiers in Physiology*, 2019, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00153>
17. Stroke force characteristics in paddle sports / B.B. Gomes et al. *Journal of Applied Biomechanics*, 2015, 31, 305–313. <https://doi.org/10.1123/jab.2014-0216>
18. A comparison of paddle forces between whitewater and flatwater training in C1 canoe slalom / J.M. Wakeling et al. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 2024, 9 (3), Article 167. <https://doi.org/10.3390/jfmk9030167>
19. Strength symmetry and race performance in C1 canoe slalom / J.M. Wakeling et al. *Sports Biomechanics*, 2022. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1972054>
20. Validity of wearable sensors in paddling biomechanics / V. Bonaiuto et al. *Sensors*, 2020, 20, 7, Article 2110. <https://doi.org/10.3390/s20072110>
21. Lee, M.M., Lee, K.J., & Song, C.H. Game-based virtual reality canoe paddling training in stroke patients. *Medical Science Monitor*, 2018, 24, 2590–2598. <https://doi.org/10.12659/MSM.906451>

Дата першого надходження статті до видання: 19.11.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 27.01.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 02.02.2026

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Алтухов П. С.**, <https://orcid.org/0009-0006-8409-2855>, pawelaltuckhow@gmail.com

**Шинкарук О. А.**, <https://orcid.org/0000-0002-1164-9054>, oshynkaruk@uni-sport.edu.ua

Національний університет фізичного виховання і спорту України, вул. Фізкультури 1, м. Київ, 03150, Україна.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Altukhov P.**, <https://orcid.org/0009-0006-8409-2855>, pawelaltuckhow@gmail.com

**Shynkaruk O.**, <https://orcid.org/0000-0002-1164-9054>, oshynkaruk@uni-sport.edu.ua

National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Fizkul'tury str. 1, Kyiv, 03150, Ukraine.