

УДК 378.147:796.012

[https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-4\(62\)-300-311](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2026-4(62)-300-311)

Бондаренко Ірина Григорівна кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент, доцент кафедри олімпійського та професійного спорту, Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, <https://orcid.org/0000-0002-6651-0682>

Вербицький Віталій Анатолійович кандидат історичних наук, доцент, декан факультету фізичного виховання та спорту, Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, <https://orcid.org/0009-0000-2062-9963>

Бондаренко Олег Володимирович старший викладач кафедри базової загальношкільської та фізичної підготовки, Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, [https:// orcid.org/0000-0002-4995-7028](https://orcid.org/0000-0002-4995-7028)

МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ВЕСЛУВАЛЬНИХ ВИДАХ СПОРТУ В СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ І МАГІСТРІВ

Анотація. У статті здійснено теоретичне обґрунтування та узагальнення підходів до використання моделювання як методу наукових досліджень у веслувальних видах спорту в контексті професійної підготовки здобувачів вищої освіти. Встановлено, що в умовах реалізації Стратегії розвитку фізичної культури і спорту до 2028 року актуалізується проблема недостатнього рівня науково-методичного супроводу підготовки спортсменів, що зумовлює необхідність впровадження сучасних наукових підходів, зокрема моделювання. Підкреслено, що моделювання виступає універсальним інструментом дослідження, який дозволяє аналізувати, прогнозувати та оптимізувати тренувальний і змагальний процеси. З'ясовано, що у веслувальних видах спорту моделі спортсмена, тренувального процесу та змагальної діяльності забезпечують визначення оптимальних параметрів технічної, фізичної та функціональної підготовленості. Представлено сучасні наукові підходи до моделювання, включаючи математичні, біомеханічні, гідродинамічні та комп'ютерні і віртуальні моделі, які дозволяють підвищити ефективність підготовки спортсменів і точність прогнозування результатів. Визначено ключові показники змагальної діяльності веслярів (швидкість, темп, кількість гребків, розподіл зусиль), що є основою побудови індивідуалізованих моделей. Обґрунтовано доцільність впровадження дисципліни «Моделювання і прогнозування в спорті»

ISSN 2786-4952 Online

у систему підготовки фахівців фізичної культури і спорту з метою формування сучасних професійних компетентностей та підвищення рівня їхньої готовності до практичної діяльності. Узагальнення результатів дослідження свідчить, що застосування моделювання сприяє індивідуалізації тренувального процесу, підвищенню ефективності змагальної діяльності та забезпеченню конкурентоспроможності спортсменів на міжнародному рівні. Результати можуть бути використані для вдосконалення освітніх програм і системи наукового супроводу у спорті.

Ключові слова: моделювання, веслувальні види спорту, змагальна діяльність, тренувальний процес, професійна підготовка, спортивна наука, індивідуалізація підготовки.

Bondarenko Irina PhD (Physical Education and Sport), Associate Professor, Assistant professor of the Department of Olympic and Professional Sports, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, <https://orcid.org/0000-0002-6651-0682>

Verbytskyi Vitaliy PhD in History, Associate Professor, Dean of the Faculty of Physical Education and Sports, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, <https://orcid.org/0009-0000-2062-9963>

Bondarenko Oleg Senior Lecturer of the Department of Basic Military and Physical Training, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, <https://orcid.org/0000-0002-4995-7028>

MODELING AS A METHOD OF SCIENTIFIC RESEARCH IN ROWING SPORTS WITHIN THE SYSTEM OF PROFESSIONAL TRAINING OF BACHELOR'S AND MASTER'S DEGREE STUDENTS

Abstract. The article provides a theoretical substantiation and generalization of approaches to the use of modeling as a method of scientific research in rowing sports within the context of professional training of higher education students. It has been established that, under the implementation of the Strategy for the Development of Physical Culture and Sports until 2028, the problem of insufficient scientific and methodological support for athlete training becomes increasingly relevant, which necessitates the introduction of modern scientific approaches, particularly modeling. It is emphasized that modeling serves as a universal research tool that enables analysis, forecasting, and optimization of training and competitive processes.

It has been determined that in rowing sports, models of the athlete, the training process, and competitive activity ensure the identification of optimal parameters of technical, physical, and functional preparedness. Modern scientific approaches to modeling are presented, including mathematical, biomechanical, hydrodynamic, and

computer-based models, which enhance the effectiveness of athlete training and the accuracy of performance prediction. Key indicators of competitive activity in rowing (speed, stroke rate, number of strokes, and distribution of effort) are identified as the basis for constructing individualized models.

The expediency of introducing the discipline “Modeling and Forecasting in Sports” into the system of training specialists in physical culture and sports is substantiated in order to develop modern professional competencies and increase readiness for practical activity. The generalization of research results indicates that the application of modeling contributes to the individualization of the training process, improves the effectiveness of competitive performance, and ensures athletes’ competitiveness at the international level. The results can be used to improve educational programs and the system of scientific support in sports.

Keywords: modeling, rowing sports, competitive activity, training process, performance prediction, professional training, sports science, individualization of training.

Постановка проблеми. У Стратегії розвитку фізичної культури і спорту на період до 2028 року визначено напрям «Спорт вищих досягнень», стратегічна мета якого: формування України як провідної спортивної держави, що входить до кола країн-лідерів, у яких забезпечено належні умови для підготовки спортсменів міжнародного рівня. Особлива увага приділяється розвитку спорту вищих досягнень, підготовки педагогічних кадрів в галузі фізичної культури і спорту. Звернено увагу на не належний рівень науково-методичного супроводу спортсменів,

Для реалізації цієї мети передбачається: використання наукових досягнень у галузі спортивної науки та спортивної медицини, лікувальної фізкультури для забезпечення належного супроводу дитячо-юнацького, резервного спорту та спорту вищих досягнень. Для цього передбачається виконання таких завдань: підвищення рівня і якості спортивної медицини; підвищення спроможності наукового супроводу підготовки спортсменів; створення умов для науково-методичного та медико-біологічного забезпечення підготовки спортсменів штатних збірних команд України [1].

На думку науковців, відповідно до сучасних вимог індустрії спорту виникає необхідність в удосконаленні системи підготовки фахівців зі спорту. Рекомендовано впровадження дисципліни «Моделювання і прогнозування в спорті» у навчальний процес ЗВО. Перспектива впровадження дисципліни «Моделювання і прогнозування в спорті» зумовлюється необхідністю й систематизацією формування знань та підвищення вимог до фахівців зі спорту. Опанування знаннями з моделювання й прогнозування в спорті на рівні з іншими фаховими дисциплінами дасть змогу майбутньому фахівцю зі спорту бути більш освіченим у теоретичному плані й адаптованим до практичної діяльності відповідно до сучасного розвитку суспільства [2].

Моделювання змагальної діяльності у сучасному спорті є одним із найважливіших напрямів наукового забезпечення тренувального процесу, оскільки дає змогу кількісно оцінити структуру змагань, визначити оптимальні параметри технічної, тактичної й фізичної підготовленості спортсменів. Метод моделювання в спорті дозволяє порівнювати індивідуальні показники рухової діяльності з узагальнювальними та груповими показниками або індивідуальні показники кількох спортсменів [3, с.44-45].

На сучасному етапі розвитку науки моделювання є одним із найефективніших та найперспективніших інструментів для вивчення складних явищ і процесів. На ідеї моделювання базуються всі методи наукових досліджень: теоретичні (за допомогою різних абстрактних моделей); експериментальні, що базуються на суб'єктивних моделях. Метод моделювання є ефективним інструментом для вивчення закономірностей рухової підготовки підлітків та дітей та розробки програми для неї [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ефективне керування тренувальним процесом пов'язано з використанням різних моделей. Модель – зразок того або іншого об'єкта, процесу чи явища. Розробка і використання моделей пов'язано з моделюванням – процесом побудови, вивчення і використання моделей для визначення й уточнення характеристик і оптимізації процесу спортивної підготовки й участі в змаганнях. Моделювання як науково-практичний метод сьогодні поширився в сучасній теорії і практиці спорту. Моделі змагальної діяльності є тим фактором, що визначає структуру і зміст процесу підготовки на даному етапі спортивного удосконалювання. Формуючи моделі змагальної діяльності, виділяють найбільш суттєві для даного виду спорту характеристики змагальної діяльності [5].

Питання моделювання навчально-тренувального процесу та змагальної діяльності, а також прогнозування результативності виступу спортсменів у змаганнях представляють інтерес тренерів, спортсменів з моменту виділення спорту як самостійного виду діяльності. Вихідними даними при моделюванні змагальної діяльності повинні стати результати виступів спортсменів у декілька попередніх змаганнях, з урахуванням показників стабільності виступів, а не лише найкращого результату, досягнутого в одних змаганнях [6].

Мета статті – теоретичне обґрунтування та узагальнення підходів до використання моделювання як методу наукових досліджень у веслувальних видах спорту в контексті професійної підготовки здобувачів вищої освіти.

Виклад основного матеріалу. Веслування – це циклічний вид спорту з характером силової витривалості, в якому успішна змагальна діяльність залежить від технічних, антропометричних, біомеханічних характеристик [7].

Для покращення методів тренувань з веслування та відбору спортсменів з кращими здібностями до цього виду спорту корисно проводити як дослідження, що оцінюють руховий розвиток веслярів, так і ті, що вивчають взаємозв'язок між антропометричними та фізіологічними характеристиками спортсменів [8].

У веслувальному спорті моделі використовуються в різних варіантах: моделі спортсмена, тренувального процесу, змагальної діяльності. У сучасному спорті зростає роль **наукового обґрунтування тренувального процесу**. Моделювання дозволяє визначати оптимальні показники підготовленості спортсменів, розподіл дистанції на відрізки, ефективну тактику, що безпосередньо впливає на результат.

Представлено модель веслування, яка обчислює сили взаємодії лопаті з водою на основі обертальних рухів весла. На основі оцінки експертів було виявлено, що запропонована 3D-модель веслування, яка включала постійно регульовані коефіцієнти опору/підйомної сили та площу занурення лопаті, була дуже реалістичною для підфаз та загального циклу веслування. Було показано, що коли параметри моделі веслування були налаштовані відповідно до індивідуальних уподобань досвідчених веслярів, сприйняття спортсменами реалістичності значно зростало. Реалізація запропонованої 3D-моделі веслування для тактильного відчуття та аудіовізуальне відображення сценарію веслування на симуляторі віртуальної реальності забезпечують реалістичну можливість тренувань у приміщенні для веслярів з різним рівнем підготовки. Таким чином, веслувальний тренажер забезпечує платформу, яка допомагає веслярам та тренерам знаходити найоптимальніші рухи весляра [9].

Визначено що базовими складовими моделями змагальної діяльності висококваліфікованих веслярів, які виступають на дистанції 1000 м, в ході контрольної-підготовчої і основних змагань є параметри: час на відрізках; темп на відрізках; швидкість на відрізках; кількість гребків на відрізках; довжина прокату на відрізках; індивідуальний інтегральний показник. У ході аналізу змагальної дистанції рекомендується орієнтуватися на значення показників успішних веслярів (час, швидкість, темп, кількість гребків, довжина прокату). З метою індивідуалізації моделей змагальної діяльності необхідна розробка графічних профілів веслярів з урахуванням градацій п'яти рівнів (високий, вище середнього, середній, нижче середнього, нижній), диференційованих по відрізках дистанції (0-250 м, 250-500 м, 500-750 м, 750-1000 м) [10].

Модель надає важливий інструмент для аналізу результатів змагань та розробки стратегій для покращення результатів у веслувальному спорті. Цінність цих аналітичних моделей полягає в тому, що вони надають прості та змістовні вирази, які можна адаптувати до багатьох ситуацій вивчення змагань. Науковцями була зроблена спроба опису переміщення спортивного човна у воді за допомогою одновимірної математичної моделі [11].

Модель дає змогу порівнювати будь-якого спортсмена зі світовою елітою завдяки аналізу змагальних змінних. Змагальна діяльність є кульмінацією тривалого тренувального процесу й заслуговує на об'єктивний, систематичний та ґрунтовний аналіз. Отже, знання моделі змагальної діяльності спортсменок високого рівня дає чітке розуміння того, що застосовані тренувальні підходи потребують перегляду. Іншими словами, головним керівним принципом

сучасної системи підготовки є змагальна система. Потрібно тренуватися якомога ближче до змагальної моделі. Такі параметри, як середня змагальна швидкість, кількість гребків (частота гребків) і потужність виконання гребка, а також концентрація лактату, стали найціннішими показниками для тренера [12].

В науковій праці визначено моделі працездатності веслярів-каноїстів міжнародного рівня з використанням функціонального електромеханічного динамометра на основі виявленої бічної асиметрії. У жінок-каноїстів спостерігалася більша асиметрія м'язового тону м'язів-розгиначів хребта та переднього великогомілкового м'яза, а також вищий показник у жимі ногами (вибухова сила), ніж у чоловіків-каноїстів [13].

Розробляються моделі прогнозування результатів змагань у спринті у юних спортсменів-веслувальників, віком 13 років. Лінійний регресійний аналіз визначив тип човна (байдарка або каное), масу скелетних м'язів та середню потужність під час 2-хвилинного тесту тяги на стенді, з урахуванням маси тіла, встановивши кореляцію з часом додання дистанції 2000 м ($R^{2\ 2000\ m} = 0,69$), а зі стрибком угору – встановлено кореляцію з часом додання дистанції 500 м ($R^{2\ 500\ m} = 0,87$) [14].

Було представлено комплексну гідродинамічну модель веслувальної лопаті у воді під час гребка. Встановлено, що додавання куту лопаті призводить до більш раннього утворення підйомної сили під час гребка, що забезпечує вищу загальну ефективність упродовж усього руху. Оптимальне значення нахилу лопаті, яке дає найвищу загальну ефективність, становить – 3° [15].

Відмічено, що у науковій літературі недостатньо досліджено особливості змагальної діяльності веслувальників зі слалому міжнародного рівня. Підсумкове місце спортсменів у цьому виді спорту визначається сумою результатів півфінальних і фінальних заїздів із урахуванням штрафного часу. З огляду на це було застосовано метод змішаного лінійного моделювання для аналізу результатів фіналістів, які посідали місця у верхній та нижній половині рейтингу у класах човнів: каное (чол.), байдарка серед чоловіків та байдарка серед жінок на етапах Кубка світу, чемпіонатах світу та Олімпійських іграх. Для спортсменів із нижньої половини рейтингу характерною була приблизно вдвічі вища варіативність порівняно з атлетами верхньої половини. Ефект «домашньої переваги» виявився незначним (0,3–0,8%), а штрафні секунди мали лише невеликий вплив на зменшення фактичного часу проходження дистанції (0,2–0,7%). Коефіцієнти кореляції, що відображали прогнозованість результатів, були низькими як у межах окремих змагань (0,06–0,35), так і в межах одного року (0,12–0,47) та між різними роками (0,12–0,43). Таким чином, варіативність результатів та мінімальні покращення у слаломному веслуванні на каное-каяках є вищими порівняно з іншими спорідненими видами спорту, а підсумкові результати змагань характеризуються значною непередбачуваністю [16].

В дисертаційному дослідженні вивчалися фактори, що визначають спеціалізовану спрямованість тренувального процесу кваліфікованих спортсменів, які

спеціалізуються на дистанції 500 м у веслуванні на байдарках і каное. Представлено якісні характеристики моделей функціонального забезпечення спеціальної працездатності у відповідності до структури змагальної діяльності у веслуванні на байдарках і каное та у веслуванні академічному [17].

В науково-дослідній роботі Д. Лупіна під керівництвом І.Бондаренко було представлено думку тренерів щодо компонентів проходження дистанції: сформована узагальнена модель проходження 500 м для екіпажу «четвірки» (юнаки до 18 років). Критеріями оцінки ефективності змагальної діяльності екіпажу байдарки «четвірки» на дистанції 500 м можна вважати: **загальний час подолання дистанції (500 м)** – головний показник ефективності – 1 хв 21 с – 1 хв 24 с; **час долаття дистанції першої частини дистанції (250 м)** – 40,16 с– 43,09 с; **час долаття** другої половини дистанції (250-500 м) – 41,05-45,69 с; різниця між першою та другою половиною дистанції повинна бути мінімальною (у 2024 р. – у призерів різниця – до 1 секунди; у 2025 р. – у переможця – команди з Угорщини – різниця між першими 250 м та другими 250 м становить – 2.44 с., в середньому у призерів – 2,59 с.); середній темп проходження дистанції 128-132 гребків за хвилину. Аналіз отриманої моделі змагальної діяльності екіпажу К-4 (чоловіки до 18 років) на дистанції 500 м свідчить, що ефективність виступу визначається оптимальним поєднанням потужності гребків, синхронності дій спортсменів та раціональним розподілом сил на різних етапах дистанції. Всі призери виграють старт, проходять дистанцію з високою швидкістю, екіпажі, які програли старт та перші метри дистанції вже не можуть на другій половині дистанції наздогнати суперників. Таким чином, потрібні тренування з акцентом на розвиток спеціальної витривалості, щоб зменшення швидкості на других 250 м було мінімальним.

Отримані дані можуть бути використані тренерами для оптимізації структури тренувальних занять, спрямованих на розвиток спеціальної витривалості, технічної стабільності й узгодженості дій екіпажу під час змагальної діяльності [18].

В результаті досліджень за допомогою лінійного моделювання австралійськими вченими було з'ясовано, що на змаганнях слід орієнтуватися на вищу частоту гребків для покращення результатів веслування. Розвиток сили весляра повинен бути пріоритетним як ключовий компонент вихідної потужності та швидкості човна. Взаємозв'язки між деякими показниками техніки веслування та результатами є різноманітними у різних веслярів і найкраще оцінювати їх індивідуально, щоб визначити області, на яких слід зосередитися з тренером. Представлені результати пропонують ключові фактори для покращення результатів веслування, такі як розвиток сили, досягнення вищої частоти гребків, зменшення промахів при входу та виходу лопаті з води.

Рекомендується індивідуальний підхід до технічного аналізу та зворотного зв'язку, враховуючи потенційно великі відмінності між екіпажами у впливі техніки на результати [19].

У Чорноморському національному університеті імені Петра Могили для здобувачів спеціальності А7 (017) «Фізична культура і спорт» передбачено вивчення теми «Моделювання у спорті» в межах дисциплін «Загальна теорія підготовки спортсменів» та «Методологія наукових досліджень у фізичній культурі і спорті». У процесі навчання студенти опановують теоретичні основи та практичні підходи до застосування математичних, біомеханічних і комп'ютерних моделей для аналізу й оптимізації тренувального та змагального процесів. В останні роки магістранти активно використовують методи моделювання у своїх дослідженнях. Тематика робіт охоплює аналіз і прогнозування змагальної діяльності у різних видах спорту. Зокрема, виконуються роботи на кшталт: «Моделювання та аналіз змагальної діяльності провідних футбольних клубів Європи за результатами виступів у Лізі чемпіонів 2020–2025 рр.», «Моделювання структури й ефективності змагальної діяльності волейбольних чоловічих команд високої кваліфікації за результатами міжнародних змагань 2023–2025 років». Залучення до таких досліджень сприяє формуванню професійних компетентностей, розвитку аналітичного мислення та підвищує готовність майбутніх фахівців до практичної і наукової діяльності у сфері фізичної культури і спорту.

Висновки. У сучасних умовах реалізації державної політики у сфері фізичної культури і спорту, зокрема відповідно до Стратегії розвитку до 2028 року, актуалізується потреба у підвищенні якості науково-методичного та медико-біологічного супроводу підготовки спортсменів. Одним із ключових шляхів розв'язання цієї проблеми є активне впровадження методів моделювання у спортивну науку та практику. Теоретичний аналіз засвідчив, що моделювання є універсальним і високоефективним методом наукового дослідження, який дозволяє вивчати складні процеси спортивної діяльності, прогнозувати результати та оптимізувати тренувальний процес.

У веслувальних видах спорту моделювання набуває особливої значущості, оскільки дає змогу комплексно враховувати технічні, фізіологічні, біомеханічні та антропометричні характеристики спортсменів. Використання моделей спортсмена, тренувального процесу та змагальної діяльності забезпечує обґрунтований підхід до підготовки та підвищує ефективність виступів. Аналіз сучасних наукових досліджень показав, що застосування математичних, біомеханічних та комп'ютерних (зокрема 3D та віртуальних) моделей дозволяє: визначати оптимальні параметри техніки веслування (кут лопаті, частота гребків, потужність); прогнозувати результати змагань; оцінювати ефективність змагальної діяльності; індивідуалізувати тренувальний процес.

Встановлено, що ефективність змагальної діяльності веслярів визначається сукупністю показників (час, швидкість, темп, кількість гребків, довжина прокату), а також раціональним розподілом зусиль на дистанції. При цьому ключову роль відіграє індивідуалізація моделей та орієнтація на показники провідних спортсменів світу.

Доведено, що використання моделей дозволяє не лише аналізувати результати, а й формувати оптимальні стратегії підготовки, зокрема шляхом наближення тренувального процесу до умов змагальної діяльності. Особливого значення набуває врахування варіативності результатів, індивідуальних особливостей спортсменів та специфіки виду веслування.

Виявлено, що сучасні підходи до моделювання включають використання регресійного аналізу, гідродинамічних моделей, функціональної діагностики та віртуальних тренажерів, що значно розширює можливості тренерів і науковців у підготовці спортсменів різного рівня.

Таким чином, інтеграція моделювання у зміст професійної підготовки здобувачів спеціальності А7 (017) «Фізична культура і спорт» забезпечує підвищення якості освітнього процесу та його відповідність сучасним вимогам науки і практики. Використання методів моделювання дозволяє не лише поглибити розуміння закономірностей функціонування тренувального та змагального процесів, але й формує здатність до прогнозування спортивних результатів, обґрунтованого прийняття рішень і індивідуалізації підготовки спортсменів. Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні використання цифрових технологій, що сприятиме підвищенню точності моделей і ефективності управління підготовкою спортсменів різної кваліфікації.

Література:

1. Про затвердження Стратегії розвитку фізичної культури і спорту на період до 2028 року : постанова Кабінету Міністрів України від 04 листоп. 2020 р. № 1089. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1089-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення: 31.03.2026).
2. Віхров К., Шандригось В., Колос М., Іваськів С. «Моделювання й прогнозування в спорті» як нормативна дисципліна підготовки магістрів зі спорту. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/12450/1/Kostiantyn%20Vykhrov%2C%20Viktor%20Shandryhos%2C%20Mykola%20Kolos%2C%20Stepan%20Ivaskiv.pdf> (дата звернення: 31.03.2026).
3. Технології наукових досліджень у фізичній культурі та спорті : концепт лекцій / уклад. В. М. Сергієнко. Суми : Сумський державний університет, 2025. 106 с.
4. Lopatiev A., Ivashchenko O., Khudolii O., Pjanylo Y., Chernenko S., Yermakova T. Systemic approach and mathematical modeling in physical education and sport. *Journal of Physical Education and Sport*. 2017. Vol. 17, Suppl. 1. Art. 23. P. 146–155.
5. Шинкарук О. А. Теорія і методика підготовки спортсменів: управління, контроль, відбір, моделювання та прогнозування в олімпійському спорті : навч. посіб. Київ, 2013. 136 с.
6. Мунтян В. С. Моделювання тренувально-змагальної діяльності спортсменів і причини конфлікту інтересів. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова*. Серія 15. 2022. № 5 (150). С. 68–74. DOI: [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.5\(150\).14](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.5(150).14)
7. Бондаренко І. Г., Бондаренко О. В. Практикум з веслування : навч. посіб. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. 136 с. URL: <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/448> (дата звернення: 31.03.2026).
8. Alföldi Z., Boryślawski K., Ihasz F., Soós I., Podstawski R. Differences in the anthropometric and physiological profiles of Hungarian male rowers of various age categories, rankings and career lengths: selection problems. *Frontiers in Physiology*. 2021. Vol. 12. Article 747781. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.747781>

9. Basalp E., Bachmann P., Gerig N., Rauter G., Wolf P. Configurable 3D rowing model renders realistic forces on a simulator for indoor training. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, No. 3. Article 734. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10030734>
10. Кіндзерський С. Моделювання змагальної діяльності висококваліфікованих веслувальників на каное у макроциклі підготовки : магістерська робота. Тернопіль, 2020. URL: https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/40112/1/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%9A%D1%96%D0%BD%D0%B4%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_original_16122020_134308.pdf (дата звернення: 31.03.2026).
11. Delgado D., Ruiz C. One-dimensional mathematical model for kayak propulsion. *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11, No. 21. Article 10393. DOI: <https://doi.org/10.3390/app112110393>
12. da Silva F. B. M., de Brito J. P. R. G. M., Gomes A. C. Olympic rowing: model of competitive activity of international level elite female athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2020. Vol. 26, No. 2. DOI: <https://doi.org/10.1590/1517-869220202602218337>
13. Álvarez-Yates T., Iglesias-Caamaño M., Cuba-Dorado A., Serrano-Gómez V., Ferreira-Lima V., Nakamura F. Y., García-García O. Explanatory model for elite canoeists' performance using a functional electromechanical dynamometer based on detected lateral asymmetry. *Symmetry*. 2024. Vol. 16, No. 3. Article 347. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym16030347>
14. Gäbler M., Prieske O., Elferink-Gemser M. T., Hortobágyi T., Warnke T., Granacher U. Indicators of physical fitness improve prediction of sprint kayak and canoe performance in young athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2023. Vol. 37, No. 6. P. 1264–1270. DOI: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004055>
15. Sliasis A., Tullis S. A hydrodynamics-based model of a rowing stroke simulating effects of drag and lift on oar blade efficiency for various cant angles. *Procedia Engineering*. 2010. Vol. 2, No. 2. P. 2857–2862.
16. Nibali M., Hopkins W. G., Drinkwater E. Variability and predictability of elite competitive slalom canoe-kayak performance. *European Journal of Sport Science*. 2011. Vol. 11, No. 2. P. 125–130. DOI: <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.487121>
17. Русанова О. М. Теоретико-методичні основи управління тренувальними та змагальними навантаженнями у процесі підготовки кваліфікованих спортсменів у веслуванні : дис....д-ра наук з фіз. вих. та спорту : 24.00.01. Київ, 2023. URL: https://uni-sport.edu.ua/sites/default/files/vseDocumenti/dysertaciya_rusanova_o.m.pdf (дата звернення: 31.03.2026).
18. Лупін Д. Моделювання змагальної діяльності екіпажу «четвірки» у веслуванні на байдарках на дистанції 500 м серед юнаків до 18 років. Конкурсна науково-дослідна робота. 2025.
19. Holt A. C., Aughey R. J., Ball K., Hopkins W. G., Siegel R. Technical determinants of on-water rowing performance. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2020. Vol. 2. Article 589013. DOI: <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.589013>

References:

1. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2020). Pro zatverdzhennia Stratehii rozvytku fizychnoi kultury i sportu na period do 2028 roku [On approval of the Strategy for the development of physical culture and sports until 2028]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1089-2020-%D0%BF#Text> [in Ukrainian]
2. Vikhrov, K., Shandryhos, V., Kolos, M., & Ivaskiv, S. (n.d.). Modeliuvannia y prohnozuvannia v sporti yak normatyvna dystsyplina pidhotovky mahistriv zi sportu [Modeling and forecasting in sport as a normative discipline in the training of masters in sport]. <https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/12450/1/Kostiantyn%20Vykhrov%2C%20Viktor%20Shandryhos%2C%20Mykola%20Kolos%2C%20Stepan%20Ivaskiv.pdf> [in Ukrainian]

3. Serhiienko, V. M. (Ed.). (2025). *Tekhnolohii naukovykh doslidzhen u fizychnii kulturi ta sporti* [Technologies of scientific research in physical culture and sport]. Sumy: Sumy State University. [in Ukrainian]
4. Lopatiev, A., Ivashchenko, O., Khudolii, O., Pjanylo, Y., Chernenko, S., & Yermakova, T. (2017). Systemic approach and mathematical modeling in physical education and sport. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(Suppl. 1), 146–155.
5. Shynkaruk, O. A. (2013). *Teoriia i metodyka pidhotovky sportsmeniv: upravlinnia, kontrol, vidbir, modeliuvannia ta prohnozuvannia v olimpiiskomu sporti* [Theory and methodology of athlete training: management, control, selection, modeling and forecasting in Olympic sport]. Kyiv. [in Ukrainian]
6. Muntian, V. S. (2022). Modeliuvannia trenuvalno-zmahalnoi diialnosti sportsmeniv i prychny konfliktu interesiv [Modeling of training and competitive activity of athletes and causes of conflicts of interest]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriia 15*, (5(150)), 68–74. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.5\(150\).14](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.5(150).14) [in Ukrainian]
7. Bondarenko, I. H., & Bondarenko, O. V. (2021). *Praktykum z vesluvannia* [Rowing practicum]. Mykolaiv: Petro Mohyla Black Sea National University. <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/448> [in Ukrainian]
8. Alföldi, Z., Boryslawski, K., Ihasz, F., Soós, I., & Podstawski, R. (2021). Differences in the anthropometric and physiological profiles of Hungarian male rowers of various age categories, rankings and career lengths: Selection problems. *Frontiers in Physiology*, 12, 747781. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.747781>
9. Basalp, E., Bachmann, P., Gerig, N., Rauter, G., & Wolf, P. (2020). Configurable 3D rowing model renders realistic forces on a simulator for indoor training. *Applied Sciences*, 10(3), 734. <https://doi.org/10.3390/app10030734>
10. Kindzerskyi, S. (2020). *Modeliuvannia zmahalnoi diialnosti vysokokvalifikovanykh vesluvalnykiv na kanoe u makrotsykli pidhotovky* [Modeling of competitive activity of highly qualified canoeists in the macrocycle of training] (Master's thesis). https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/40112/1/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%9A%D1%96%D0%BD%D0%B4%D0%B7%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_original_16122020_134308.pdf [in Ukrainian]
11. Delgado, D., & Ruiz, C. (2021). One-dimensional mathematical model for kayak propulsion. *Applied Sciences*, 11(21), 10393. <https://doi.org/10.3390/app112110393>
12. da Silva, F. B. M., de Brito, J. P. R. G. M., & Gomes, A. C. (2020). Olympic rowing: Model of competitive activity of international level elite female athletes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 26(2). <https://doi.org/10.1590/1517-869220202602218337>
13. Álvarez-Yates, T., Iglesias-Caamaño, M., Cuba-Dorado, A., Serrano-Gómez, V., Ferreira-Lima, V., Nakamura, F. Y., & García-García, O. (2024). Explanatory model for elite canoeists' performance using a functional electromechanical dynamometer based on detected lateral asymmetry. *Symmetry*, 16(3), 347. <https://doi.org/10.3390/sym16030347>
14. Gäbler, M., Prieske, O., Elferink-Gemser, M. T., Hortobágyi, T., Warnke, T., & Granacher, U. (2023). Indicators of physical fitness improve prediction of sprint kayak and canoe performance in young athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(6), 1264–1270. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004055>
15. Sliasis, A., & Tullis, S. (2010). A hydrodynamics-based model of a rowing stroke simulating effects of drag and lift on oar blade efficiency for various cant angles. *Procedia Engineering*, 2(2), 2857–2862.
16. Nibali, M., Hopkins, W. G., & Drinkwater, E. (2011). Variability and predictability of elite competitive slalom canoe-kayak performance. *European Journal of Sport Science*, 11(2), 125–130. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.487121>

17. Rusanova, O. M. (2023). Teoretyko-metodychni osnovy upravlinnia trenuvalnymy ta zmahalnymy navantazhenniamy u protsesi pidhotovky kvalifikovanykh sportsmeniv u vesluvanni [Theoretical and methodological foundations of managing training and competitive loads in the preparation of qualified rowers] (Doctoral dissertation). https://uni-sport.edu.ua/sites/default/files/vseDocumenti/dysertaciya_rusanova_o.m.pdf [in Ukrainian]

18. Lupin, D. (2025). Modeliuvannia zmahalnoi diialnosti ekipazhu “chetvirky” u vesluvanni na baidarkakh na dystantsii 500 m sered yunakiv do 18 rokiv [Modeling of competitive activity of a four-person kayak crew at 500 m among under-18 athletes]. [in Ukrainian]

19. Holt, A. C., Aughey, R. J., Ball, K., Hopkins, W. G., & Siegel, R. (2020). Technical determinants of on-water rowing performance. *Frontiers in Sports and Active Living*, 2, 589013. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.589013>

Дата першого надходження статті до видання: 01.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 15.04.2026