

## СУЧАСНІ НАУКОВІ ПІДХОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКИ У ВЕСЛУВАННІ НА КАНОЕ

**Павло Алтухов, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти  
Оксана Шинкарук, д.фіз.вих., професор**

*Національний університет фізичного виховання і спорту України  
Київ, Україна*

**Вступ.** Веслування на каное – циклічним олімпійським видом спорту, де техніка гребка безпосередньо визначає змагальний результат. Гребок на одному коліні однолопатеvim веслом формує принципово відмінну від байдарки біомеханічну структуру руху, засновану на взаємодії верхніх кінцівок, ротації тулуба та стабілізації нижніх кінцівок [1]. Стуз зі співавторами констатують нерівномірність дослідницького поля: каное є значно менш вивченим порівняно з байдаркою, а більшість даних отримано в лабораторних умовах, що знижує їх природну валідність [2]; Varber зі співавторами виявили недостатню інтеграцію кінетичних і нейром'язових методів у єдину систему оцінки техніки [3]. Систематизація сучасних підходів до дослідження техніки у веслуванні на каное є актуальним завданням з практичними імплікаціями для тренувального процесу.

**Мета дослідження:** проаналізувати, систематизувати та обґрунтувати сучасні наукові підходи до дослідження техніки у веслуванні на каное за напрямками їх застосування, можливостями та обмеженнями.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження здійснено методами теоретичного аналізу, систематизації та узагальнення наукових джерел. Для класифікації підходів застосовано метод контент-аналізу та порівняльний аналіз методологій досліджень. Систематизація здійснена за критеріями: 1) вимірювані параметри техніки; 2) умови проведення (лабораторія / на воді); 3) технічне забезпечення; 4) можливості та обмеження для практики.

**Результати досліджень та їх обговорення.** На підставі аналізу сучасної наукової літератури виокремлено чотири основні підходи до дослідження техніки у веслуванні на каное, що відрізняються за предметом вимірювання, застосовуваним обладнанням та умовами проведення (табл. 1).

Кінематичний підхід є найбільш розробленим у науковій літературі. Золотим стандартом лабораторного аналізу залишається оптична система захвату руху (OMCS), яка забезпечує точне вивчення кутів суглобів, положення тулуба та траєкторії весла, проте обмежена лабораторними умовами та ергометрами. Для подолання цього Yamada зі співавторами розробили систему KMCS на основі камер руху, закріплених на човні, що дозволяє аналізувати кінематику тулуба безпосередньо на воді [4]. Ключовими параметрами є темп гребка, амплітуда, кути ліктьового та плечового суглобів у фазах захвату, тяги та виходу, а також ротація тулуба відносно тазу та поздовжньої осі човна.

Таблиця 1

### Систематизація наукових підходів до дослідження техніки у веслуванні на каное

Підхід	Параметри	Методи / обладнання	Умови	Обмеження
Кінематичний	Кути суглобів, траєкторія весла, темп, амплітуда гребка, швидкість човна	3D motion capture (OMCS), відеоаналіз, камери на воді (KMCS)	Лаб. / на воді	OMCS потребує лаб. умов; на воді – знижена точність
Кінетичний	Сила на веслі, імпульс сили, потужність, пропульсивний коефіцієнт	Тензодатчики на веслі, весловий тренажер DAQ, IMU	На воді / ергометр	Складність водонепроникного захисту датчиків
Нейром'язовий (ЕМГ)	Активация м'язів (косі черевні, прямий черевний, чотириголовий), внесок тулуба	Поверхнева ЕМГ, дротова та бездротова	Лаб. / ергометр	Артефакти руху; складність при застосуванні у водному середовищі
Комплексний (мультисенсорний)	Кінематика + кінетика + ЕМГ + фізіологія одночасно	IMU + тензодатчики + ЕМГ + GPS / GNSS	На воді	Висока вартість, складність синхронізації систем

*Примітка:* джерело складено авторами за даними Cruz et al. (2024) [2], Barber et al. (2024) [3], Yamada et al. (2023) [4].

Кінетичний підхід дозволяє безпосередньо вимірювати пропульсивну силу та потужність гребка. Cruz зі співавторами у систематичному огляді встановили, що інерційні датчики (IMU) та тензодатчики на веслі є провідними інструментами для вимірювань у каное та байдарці на воді, однак їх застосування потребує спеціального водонепроникного захисту та складних систем синхронізації [2]. Ключовою характеристикою каное є те, що гравець виконує рухи з одного боку, що формує асиметричну структуру силового профілю гребка, принципово відмінну від байдарки. Максимальна пропульсивна сила у каное досягається у першій фазі тяги (після захвату), тоді як завершальна фаза гребка спричиняє гальмівний ефект — що обґрунтовує необхідність своєчасного виходу весла із води.

Нейром'язовий підхід (ЕМГ) розкриває внесок окремих м'язових груп у реалізацію техніки гребка. Barber зі співавторами виявили, що обмеження ротації нижнього відділу тулуба підвищує як пікову, так і середню швидкість човна в байдарці, при цьому провідну роль відіграють косі та прямий черевний м'яз і чотириголовий м'яз стегна [3]. У каное специфіка вихідного положення (стояння на одному коліні) формує принципово іншу модель м'язової активації: значно вищий внесок стабілізаторів тазу та м'язів тулуба, що необхідно враховувати при плануванні силової та технічної підготовки.

Комплексний (мультисенсорний) підхід є найбільш інформативним, але і найскладнішим у реалізації. Cruz зі співавторами рекомендують одночасне використання декількох типів датчиків для комплексного оцінювання результативності на воді, оскільки жоден окремий метод не забезпечує повної

картини технічної майстерності [2]. Поєднання IMU (для кінематики тулуба та човна), тензодатчиків на веслі (для силового профілю) та GPS / GNSS (для швидкості та темпу) дозволяє отримати інтегровану характеристику техніки безпосередньо у змагальних умовах. Перспективним є також застосування відеоаналізу з машинним навчанням для автоматизованого виявлення технічних помилок у великих масивах даних.

Cruz зі співавторами констатують відсутність стандартизованих методологій та протоколів для каное, попри розвиток сенсорних технологій у водних видах спорту [2]. Принципова відмінність каное від інших дисциплін — асиметрія гребка та специфіка вихідного положення — унеможлиблює пряме перенесення біомеханічних моделей з досліджень байдарки. Barber зі співавторами підкреслюють критичну важливість оцінки внеску тулуба до пропульсії [3], що є особливо актуальним для каное, де ротація тулуба є головним джерелом потужності. Системи на воді (KMCS, бездротові IMU) поступово долають розрив між лабораторною та польовою наукою, однак висока вартість і складність обробки даних залишаються суттєвими бар'єрами для впровадження у тренерську практику.

**Висновки.** Систематизовано чотири провідні напрями дослідження техніки у веслуванні на каное: кінематичний (3D motion capture, KMCS), кінетичний (тензодатчики, IMU), нейром'язовий (ЕМГ) та комплексний мультисенсорний. Встановлено, що каное залишається значно менш дослідженим порівняно з байдаркою, а більшість даних отримано в лабораторних умовах. Специфіка дисципліни — асиметричний гребок, положення на коліні, домінуюча роль ротації тулуба — вимагає розробки власних біомеханічних моделей оцінки. Перспективним є поєднання мультисенсорних систем на воді із методами машинного навчання для автоматизованого оцінювання техніки у тренувальних і змагальних умовах.

#### **Список використаної літератури.**

1. Annino G., Ruscello B., Lebone P., Romagnoli C., Boatto P., Lanotte N., Bonaiuto V. Monitoring of Kinetic Parameters in Sprint Canoeing Performance. *Lecture Notes in Computer Science*. 2024. Vol. 14869. P. 550–560. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-63755-1\\_52](https://doi.org/10.1007/978-3-031-63755-1_52)
2. Cruz M. I., Sarmiento H., Amaro A. M., Roseiro L., Gomes B. B. Advancements in Performance Monitoring: A Systematic Review of Sensor Technologies in Rowing and Canoeing Biomechanics. *Sports*. 2024. Vol. 12, № 9. Article 254. DOI: <https://doi.org/10.3390/sports12090254>
3. Barber J., Sinclair J., Taylor J. Contribution of Trunk Rotation and Abdominal Muscles to Sprint Kayak Performance. *Journal of Human Kinetics*. 2024. Vol. 90. P. 5–15. DOI: <https://doi.org/10.5114/jhk/169939>
4. Yamada Y., Wada T., Maruyama Y., Someya F. Development of a video camera-type kayak motion capture system to measure water kayaking. *PeerJ*. 2023. Vol. 11. Article e15708. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.15708>