

Використання штучного інтелекту у програмуванні тренувального процесу веслярів-академістів

*Клопов Роман Вікторович¹, Меснянкін Дмитро Генадійович²,
Журавко Владислав Вікторович³*

Опубліковано

30.09.2024

Секція

Освіта/Педагогіка

УДК

797.123.1.015:004.8

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17130237>

Анотація. У статті розглянуто сучасні тенденції використання штучного інтелекту (ШІ) у спортивному тренуванні, зокрема у веслуванні академічному. Уточнено наукові підходи до застосування алгоритмів машинного навчання (ML) і глибинного навчання (DL) для аналізу техніки веслування, оцінки функціонального стану веслярів-академістів, прогнозування і програмування навантажень і зниження ризику травматизму. Проаналізовано ключові дослідження 2020–2025 рр., які розкривають ефективність нейронних мереж (CNN, LSTM, MLP), графових моделей (Graph Matching Network), а також Data Mining і асоціативного аналізу в оптимізації тренувального процесу. Особливу увагу приділено можливостям побудови індивідуальних тренувальних стратегій на основі біомеханічних, фізіологічних і психологічних даних, зібраних за допомогою сенсорних технологій (IMU, GPS, тензодатчики). Доведено, що використання ШІ підвищує точність моніторингу технічної підготовленості, сприяє своєчасному виявленню технічних і функціональних порушень, дозволяє формувати адаптивні навантаження й індивідуалізувати підготовку. Встановлено, що вітчизняна наука лише починає інтеграцію ШІ у спортивне тренування (веслування академічне), попри успішні світові приклади. Констатуємо про необхідності розвитку прикладних досліджень, спрямованих на створення доступних цифрових рішень для тренерів і спортсменів. У перспективі інтеграція ШІ в систему спортивної підготовки може стати фактором підвищення ефективності тренувального процесу і досягнення результатів високого рівня.

Ключові слова: штучний інтелект, машинне навчання, веслування академічне, інформаційні технології, тренувальний процес, біомеханіка, прогнозування, програмування результатів.

¹ доктор педагогічних наук, професор кафедри фізичної культури і спорту, Запорізький національний університет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9036-4331>, clpov-r@ukr.net

² аспірант, кафедри фізичної культури і спорту Запорізький національний університет, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1562-8760>, dimames1811@gmail.com

³ Магістр, Запорізький національний університет, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7141-6571>, korogaruiw@outlook.com

Use of artificial intelligence in programming the training process of academic rowers

Abstract. The article examines current trends in the application of artificial intelligence (AI) in sports training, with a particular focus on rowing. It clarifies scientific approaches to the use of machine learning (ML) and deep learning (DL) algorithms for the analysis of rowing technique, assessment of the functional state of rowers, prediction of training loads, and reduction of injury risks. Key studies from 2020 to 2025 are analyzed, highlighting the effectiveness of neural networks (CNN, LSTM, MLP), graph-based models (Graph Matching Network), as well as data mining and association analysis in optimizing the training process. Special attention is given to the potential for developing individualized training strategies based on biomechanical, physiological, and psychological data collected through sensor technologies (IMU, GPS, strain gauges). The study demonstrates that the use of AI enhances the accuracy of technical preparedness monitoring, enables timely detection of technical and functional deficiencies, facilitates adaptive load management, and supports personalized training planning. It is noted that while international practices show successful implementation, domestic science is only beginning to integrate AI into sports training in rowing. The article emphasizes the need for the development of applied research aimed at creating accessible digital tools for coaches and athletes. In the long term, integrating AI into the sports training system may serve as a key factor in improving training efficiency and achieving high-level performance outcomes.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, rowing, training process, biomechanics, performance prediction.

Keywords:. artificial intelligence, machine learning, rowing, information technology, training process, biomechanics, forecasting, programming of results.

Вступ

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Тенденції розвитку сучасного спорту демонструють чітку орієнтацію на технологічну інтеграцію серед всіх компонентів підготовленості спортсменів. Особливу увагу за останні роки привертає застосування алгоритмів штучного інтелекту (ШІ), які дають змогу обробляти великі обсяги даних, отриманих у процесі тренувань, змагань або біомоніторингу. У світовій практиці вже сформувались перші приклади ефективного використання таких систем для аналізу технічної підготовленості, коригування навантаження, прогнозування стану втоми та відновлення спортсменів [1; 2]. Однак, серед вітчизняних досліджень у веслуванні академічному зазначена тематика майже не достатньо розкрита. Даний вид спорту має високу вимогу до біомеханіки рухів, синхронізації роботи м'язових ланок та регуляції функціонального стану, потенціал використання ШІ залишається здебільшого теоретичним. Наразі існує невелика кількість досліджень, які представляють можливості штучного інтелекту саме в умовах динамічного тренувального процесу у веслуванні академічному, що ускладнює його розкриття на практиці.

Отже, актуальність дослідження полягає в необхідності теоретичного аналізу потенціалу штучного інтелекту у тренувальному процесі веслярів-академістів, як інструмента для підвищення рівня інтегральної підготовленості веслярів-академістів, оптимізації навантаження та вдосконалення індивідуалізації тренувального процесу весляра-академіста. Такий підхід має сформувати перспективи в управлінні спортивною підготовкою, в умовах спорту вищих досягнень.

Метою даної статті є дослідити наукову літературу з проблеми використання штучного інтелекту (ШІ) у програмуванні тренувального процесі веслярів-академістів, уточнити зв'язок ШІ з інформаційними технологіями та проаналізувати перспективи цього напрямку.

Результати

Аналізуючи постанову проблеми нашого дослідження, можна констатувати, що сучасні спортивні дослідження у сфері ШІ у тренувальному процесі веслярів-академістів потребують уточнень теоретичних та практичних відомостей. На меті, ми маємо уточнити та проаналізувати наявні дослідження ефективності використання ШІ у тренувальному процесі веслярів-академістів, а також його використання з інформаційними технологіями.

Ю. М. Коновал, М. С. Буренко, М. В. Зубаль, М. В. у результаті проведеного дослідження, автори зазначають, що інтеграція технологій штучного інтелекту в систему спорту сприяє суттєвому підвищенню точності прогнозування, дозволяє оптимізувати обробку великих обсягів інформації та забезпечує індивідуалізацію тренувального процесу. Використання таких технологій розширює можливості контролю за функціональним станом спортсменів, підвищує ефективність моніторингу навантажень і покращенню командної взаємодії. Однак застосування штучного інтелекту у спортивному середовищі супроводжується певними труднощами. Зокрема, ефективність алгоритмів істотно залежить від якості вхідних даних, а також від здатності адаптувати моделі до специфіки окремих видів спорту. Складність тлумачення результатів роботи глибоких нейронних мереж і ймовірність прийняття рішень без участі фахівця створюють додаткові ризики. Крім того, досі залишаються відкритими питання етичного характеру, пов'язані з конфіденційністю персональної інформації спортсменів, рівнем доступу до сучасних технологій і зміною функціональної ролі тренера в умовах цифровізації тренувального процесу [3].

Ю. Коломойцева, К. Степанова та ін., зазначають, що одним з перспективних напрямків є створення технологічно вдосконаленого спортивного інвентарю за допомогою штучного інтелекту. Наприклад, сенсорні пристрої з елементами машинного навчання здатні фіксувати рухи спортсмена в режимі реального часу, надаючи миттєвий зворотний зв'язок. Це дозволяє моніторити та вчасно вносити корективи в техніку, знижувати ризик перевантажень і підвищувати ефективність тренувального процесу [4; 5].

У дослідженні Q. Jianjun, H. F. Isleem, W. J. Almoghayer, M. Khishe, акцент зроблено на міждисциплінарному аналізі спортивної діяльності, в якому одночасно розглядалися представники кількох видів спорту. Такий підхід дозволив окреслити загальні закономірності та чинники, що визначають успішність спортсменів на основі комплексного поєднання фізіологічних, біомеханічних і психологічних характеристик. Таким чином в дослідженні, яке охоплювало 480 учасників з різних спортивних дисциплін, застосування методів градієнтного бустингу та штучних нейронних мереж дозволило досягти високого рівня точності у прогнозуванні індивідуальних спортивних досягнень (коефіцієнт детермінації близько $R^2 = 0,90$). Це значно перевершує результати, які забезпечували класичні статистичні підходи (приблизно $R^2 = 0,77$). Важливо відзначити, що серед предикторів, які мали найвагоміший вплив на результати моделі, виділялися: результати тесту функціонального руху (FMS) (~13,7%), рівень особистої залученості й відданості спорту (~11,5%), а також показники вибухової сили та прискорення (~10,2%). Дані свідчать про те, що комплексний аналітичний підхід із використанням інструментів штучного інтелекту дозволяє більш обґрунтовано та точно формувати індивідуальні тренувальні стратегії, з урахуванням не лише фізичних, а й когнітивно-психологічних аспектів функціонування спортсмена [6].

F. J. Reis, R. K. Alaiti, C. S. Vallio, L. Hespanhol, зазначають, що у сучасному спорті активно впроваджуються інтелектуальні системи моніторингу (AI-штучний інтелект, ML – машинне навчання), метою яких є своєчасне виявлення ознак потенційного травматизму. Завдяки використанню алгоритмів машинного навчання та глибоких нейронних мереж, таких як дерев рішень, SVM (Support Vector Machine),

Random Forest, нейронних мереж MLP (Multilayer Perceptron), CNN (Convolutional Neural Network), LSTM (Long Short-Term Memory), Gradient Boosting. Ці системи здатні у режимі реального часу аналізувати ключові параметри функціонального стану спортсменів: характер рухової техніки, інтенсивність фізичних навантажень, біомеханічні закономірності та фізіологічні індикатори. При виявленні перевищення критичних значень система може автоматично сигналізувати про підвищений ризик травмування. Сьогодні найчастіше використовуються для побудови систем попередження травм, оскільки мають здатність до самонавчання та поступового підвищення точності результатів. Крім того, технології комп'ютерного зору все частіше застосовуються в галузі спортивної діагностики: аналітичні алгоритми, які обробляють медичні зображення (наприклад, МРТ чи УЗД), демонструють рівень точності та чутливості, що не поступається оцінкам кваліфікованих лікарів. У поєднанні з носимими пристроями (наприклад, сенсорами руху або пульсометрами) такі технології формують новий рівень превентивної діагностики, забезпечуючи своєчасне виявлення функціональних збоїв, які можуть передувати розвитку серйозних травм [7].

Аналіз наукової літератури з проблеми використання ШІ у тренувальному процесі веслування академічного виявив незначну низку досліджень з даної теми.

С. С. Chen, С. S. Lin, Y. T. Chen та ін. констатують, що завдяки аналізу відеоматеріалів за участі глибоких нейронних архітектур, за допомогою глибоких нейронних мереж CNN (Convolutional Neural Network), LSTM (Long Short-Term Memory) стає можливим кількісно описати якість виконання гребка та положення тіла веслувальника протягом усього рухового циклу. Системи типу OpenPose, яка забезпечує автоматичне виявлення координат суглобів для подальшої обробки. Один із перспективних методів – побудова графових моделей рухів та їх порівняння за допомогою графових нейронних мереж (наприклад, Graph Matching Network), що дозволяє не лише фіксувати технічні відхилення, а й визначати рівень координованості веслярів у екіпажних класах човнів (2х/-, 4х/-, 8-) [8; 9; 13].

А. Rajšp, I. Fister Jr, свідчать про ефективність застосування методів машинного навчання для аналізу тренувального процесу у веслуванні академічному. Ще на ранніх етапах розвитку спортивної аналітики пропонувалося використовувати технології Data Mining для вивчення річних обсягів підготовки спортсмена. Зокрема, аналіз тренувальних щоденників дозволяв виявляти ознаки перетренованості чи, навпаки, недостатнього навантаження на певних етапах підготовки, що відкривало можливість для коригування індивідуального плану тренувань на основі фактичних даних [10].

У межах сучасного підходу до оптимізації тренувального процесу дедалі більшої популярності набуває використання компактних вимірювальних засобів у тандемі з алгоритмами машинного навчання. Зокрема, L. Pitto, F. R. Simon, G. N. Ertel, G. C. Gauchard, G. Mornieux, G. досліджували такі інструменти, як інерціальні сенсори (IMU – Inertial Measurement Unit), GPS-модулі й тензодатчики, які дають змогу фіксувати біомеханічні характеристики під час веслування як на воді, так і на ергометрі. Навіть за відсутності дорогого спеціалізованого обладнання, ці дані можуть бути основою для навчання моделей, які точно відтворюють ключові параметри роботи веслувальника. У дослідженні було продемонстровано ефективність подібного підходу. Науковці створили модель, яка аналізує силу та потужність гребка, спираючись лише на дані з троса ергометра та IMU+GPS на човні. Мережа LSTM (Long Short-Term Memory), навчена на вибірці з 23 спортсменів, змогла з високою точністю реконструювати силові характеристики кожного гребка, при цьому середнє відхилення від реальних значень не перевищувало 5%. Також, алгоритм виявив здатність ідентифікувати індивідуальні технічні особливості кожного весляра-академіста, досягаючи 93% точності при розпізнаванні особливостей гребка [11; 12].

Висновки

Аналіз сучасної наукової літератури з проблеми дослідження, підтверджує ефективність використання технологій штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (ML) у системі спортивної підготовки веслярів-академістів. Застосування таких підходів забезпечує новий рівень точності в аналізі технічної, фізичної підготовленості і психофізичних характеристик веслярів-академістів, дозволяючи оптимізувати процес прийняття ефективних тренерських рішень. Зокрема, інструменти комп'ютерного зору (OpenPose), згорткові нейронні мережі (CNN), рекурентні мережі з довгою або короткочасною пам'яттю (LSTM), графові моделі рухів (Graph Matching Network), а також класифікаційні алгоритми (SVM, Random Forest, Gradient Boosting) демонструють високу результативність у виявленні технічних помилок, оцінюванні скоординованості екіпажів, прогнозуванні ефективності гребка та індивідуалізації тренувального навантаження. Також інтеграція сенсорних систем (IMU, GPS, тензодатчики) з ML-моделями дозволяє отримувати біомеханічні характеристики гребка в реальних умовах без використання високовартісних лабораторних засобів. Такі підходи виявилися дієвими для моніторингу навантаження, ідентифікації ознак перевтоми та оцінки індивідуальної технічної підготовленості веслярів-академістів. Таким чином, комплексне впровадження інтелектуальних цифрових систем які використовують штучний інтелект сприяє підвищенню ефективності тренувального процесу, удосконаленню засобів контролю підготовленості веслярів-академістів, а також відкриває нові перспективи у підвищенні тренувального процесу у веслуванні академічному.

Список використаних джерел

1. Li Y., Koldenhoven R. M., Jiwan N. C., Zhan J., Liu T. Automated rowing event assignment: a machine learning approach // *Sports Biomechanics*. 2025. – P. 1–13.
2. Orten K. F., Helgesen S. E. M., Chen B., Baselizadeh A., Torresen J., Herrebrøden H. Can machine learning distinguish between elite and non-elite rowers? // *International Association of Computer Science in Sports*. 2025. Vol. 24, No. 1.
3. Коновал Ю. М., Буренко М. С., Зубаль М. В. Трансформація підходів до аналізу спортивних результатів через штучний інтелект і машинне навчання у спортивних наукових дослідженнях // *Педагогічна академія: наукові записки*. 2025. Вип. 15.
4. Коломойцева Ю., Степанова К. Розкриття спортивного потенціалу: як інновації AI трансформують практики спортивної реабілітації // *Фізична культура і спорт, туризм і рекреація – здоров'я нації*. 2025. Вип. 27. С. 27-29.
5. Христовой Д. Ю., Муртазієв Е. Г. Роль штучного інтелекту у розвитку фізичної культури та спорту: сучасні тенденції // *Редакційна колегія: Г. В. Старченко, А. П. Дука*. 2025. С. 677.
6. Jianjun Q., Isleem H. F., Almoghayer W. J., Khishe M. Predictive athlete performance modeling with machine learning and biometric data integration // *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15, No. 1. P. 16365.
7. Reis F. J., Alaiti R. K., Vallio C. S., Hespanhol L. Artificial intelligence and Machine Learning approaches in sports: Concepts, applications, challenges, and future perspectives // *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2024. Vol. 28, No. 3. Article ID: 101083.
8. Chen C. C., Lin C. S., Chen Y. T., Chen W. H., Chen C. H., Chen I. C. Intelligent performance evaluation in rowing sport using a graph-matching network // *Journal of Imaging*. 2023. Vol. 9, No. 9. Article ID: 181.
9. Chang R., Yang Z., Ning J. Inaccurate action detection algorithm for rowing machine exercise based on attention-CNN // *IEEE Access*. 2024.
10. Rajšp A., Fister I., Jr. A Systematic Literature Review of Intelligent Data Analysis Methods for Smart Sport Training // *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, No. 9. Article ID: 3013.

11. Pitto L., Simon F. R., Ertel G. N., Gauchard G. C., Mornieux G. Estimation of Forces and Powers in Ergometer and Scull Rowing Based on Long Short-Term Memory Neural Networks // *Sensors*. 2025. Vol. 25, No. 1. Article ID: 279.
12. Wilaikaew P., Noisriphan W., Chen C. C., Charoensuk J., Ruengitinun S., Chootong C. Apply Machine-Learning Model for Clustering Rowing Players // *Proceedings of the 2023 12th International Conference on Networks, Communication and Computing*. 2023. P. 218–224.
13. Anpilogov I. E., Kruchynsky N. H., Postnikov E. B. Combining continuous wavelet transform and interpretable machine learning for evaluating rowing proficiency: a pilot study // *The European Physical Journal Special Topics*. 2025. P. 1–10.