

**БІОМЕХАНІКА В АКАДЕМІЧНОМУ ВЕСЛУВАННІ****Омельяненко В. І.***лікар-психотерапевт**Школа вищої спортивної майстерності  
вул. Інгульський Узвіз, 4, Миколаїв, Україна  
[orcid.org/0000-0001-7927-3842](https://orcid.org/0000-0001-7927-3842)  
[hrebenik@ukr.net](mailto:hrebenik@ukr.net)***Гребеник О. В.***студент IV курсу**кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій  
Чорноморський національний університет імені Петра Могили  
вул. 68 Десантників, 10, Миколаїв, Україна  
[orcid.org/0009-0000-7436-7786](https://orcid.org/0009-0000-7436-7786)  
[iliddann@gmail.com](mailto:iliddann@gmail.com)***Ключові слова:***спортсмени, техніка,  
момент сили, тяга човна.*

Аналіз літератури з біомеханіки циклів веслування в академічному парному веслуванні показав наявність розбіжностей серед науковців з цього питання. Відсутність оптимальної техніки впливає на спортивний результат. Мета дослідження – оптимізувати технічний процес у веслуванні. Матеріал і методи: теоретичний аналіз та узагальнення наукової літератури; аналіз рухової структури у веслуванні; педагогічне спостереження за спортсменами різної кваліфікації для виявлення закономірностей їх циклічних стереотипних рухів під час тренувань і змагань. На підставі третього закону Ньютона про рівність дії та протидії, закону рівноваги Архімеда й векторних сил, що діють на весла, проведено теоретичні розрахунки сили тяги човна під час веслування. За допомогою векторних сил вивчалось, як зближення рукояток весел впливає на силу тяги човна під час гіпотетичної проводки. Результати: у наших прикладах сила тяги човна на початку захоплення лопатями весла води при зближених рукоятках весел була більшою на 4,2 %, ніж при розведених рукоятках, а сила дрейфу була меншою на 13 %. Висновки. В академічному парному веслуванні під час руху на банці рукоятки весел важливо максимально зближувати, що дає змогу збільшити силу тяги човна та зменшити дрейф; за рахунок положення весел під час проводки може виникнути рівність реакцій води у веслярів з різною фізичною підготовкою, при цьому сила тяги слабкого спортсмена може бути більшою за силу тяги сильного спортсмена; момент сили зменшується в будь-яких положеннях рукояток весел тим більше, чим більше вони розведені, водночас зростає сила дрейфу, яка зменшує швидкість човна; слабкий спортсмен може створити рівний тиск лопаті на воду, докладаючи менше зусиль на рукоятку.

## BIOMECHANICS IN ACADEMIC ROWING

**Omelyanenko V. I.**

*Doctor-Psychotherapist  
School of Higher Sports Mastery  
Ingul Descent, 4, Mykolaiv, Ukraine  
orcid.org/0000-0001-7927-3842  
hrebenik@ukr.net*

**Hrebenyk O. V.**

*4th year Student at the Department of Automation  
and Computer-Integrated Technologies  
Petro Mohyla Black Sea National University  
68 Desantnykiv str., 10, Mykolaiv, Ukraine  
orcid.org/0009-0000-7436-7786  
iliddann@gmail.com*

**Key words:** *athletes,  
technique, moment of force,  
boat traction.*

The study of literature on the biomechanics of rowing cycles in academic pair rowing has shown that there are disagreements among scientists on this issue. The lack of optimal technique affects the sports result.

Research objective: to optimize the technical process in rowing.

Methods: the theoretical analysis and generalization of scientific literature; analysis of the motor structure in rowing; pedagogical observation of athletes of different qualifications to identify the patterns of their cyclic stereotypical movements during training and competitions. A theoretical determination of the boat's traction force during rowing was carried out based on Newton's third law of equal action and reaction, Archimedes' law of equilibrium, and vector forces acting on the oars, using vector forces, it was studied how the convergence of the oar handles during the implementation of the hypothetical stroke affects the boat's traction force. Results: as our results show at the beginning of the oar blade's water capture with the oar handles closing together the boat's traction force is 4,2 % greater than with the handles apart, and the drift force is 13 % less. Conclusions: in academic pair rowing, during the approach on the bank, the oar handles need to be brought as close together as possible, which allows to increase the boat's traction force and reduce drift; due to the position of the oars in the stroke, an equality of water reactions can occur in rowers with different physical training, while the traction force of a weak athlete can be greater than that of a strong athlete. The moment of force is more decreases in any positions of the oar handles, when the oar handles, when the oar handles are more spreading apart, while the drift force, which slows down the boat's speed; a weak athlete can create an equal pressure of the blade on the water with a strong athlete, applying less effort to the oar handles, by increasing the angle of force application, bringing the handles closer together.

**Постановка проблеми.** Спортивні результати є функцією багатьох теоретичних, методичних й організаційних впливів на людину, при цьому повинні бути комплексні підходи для досягнення спортивних цілей. Проте досягти високих результатів неможливо, якщо відсутня якісна техніка.

Наявність спортивної техніки з «білими плямами» спонукала нас провести це дослідження. Ми вирішили усунути теоретичну прогалину

знань в академічному веслуванні, адже будь-яке вдосконалення спортивних методик не може компенсувати недоліки в технічній майстерності спортсменів. Наприклад, методики, засновані на навіюванні для корекції технічної майстерності за допомогою гіпнозу, залежать від знань тренера, які передаються спортсмену під час гіпнотичного сеансу [1; 2]. Однак не можна знехтувати методичними рекомендаціями, тому що спорт пов'язаний з високими фізичними навантаженнями [4; 7; 9].

Наявність двох і більше технічних рішень у будь-якому виді спорту означає відсутність незаперечних доказів правильності одного з них.

Розглядаючи роботи різних авторів, нами виявлено, що в академічному веслуванні є помилкове уявлення про деякі технічні аспекти. Так, наприклад, вважається, що сила тяги переважно залежить від фізичної підготовки веслувальника. З огляду на це, перевагу віддають високим спортсменам, вважаючи, що вони більш перспективні завдяки своїм природним даним.

Актуальність дослідження пов'язана з тим, що відсутній єдиний підхід до розуміння динаміки циклу веслування, який впливає на спортивний результат.

**Мета статті** – оптимізація технічного процесу в академічному парному веслуванні.

**Методи досліджень:** теоретичний аналіз та узагальнення наукової літератури; педагогічне спостереження під час тренувань і змагань; розкладання векторних сил циклічних гребків в академічному веслуванні; аналіз рухової структури у веслуванні.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження проводилося на базі Школи вищої спортивної майстерності (ШВСМ) м. Миколаїв і базувалося на розкладанні векторних сил у циклічному процесі академічного веслування. Спочатку спостерігали за спортсменами різного рівня кваліфікації в басейні для веслування для виявлення закономірностей їх циклічних стереотипних рухів під час тренувань.

На підставі третього закону Ньютона про рівність дії та протидії, закону рівноваги Архімеда та векторних сил, що діють на весла, проводилося теоретичне визначення сили тяги човна під час веслування. Зокрема, за допомогою векторних сил вивчалось, як впливає зближення рукояток весел під час гіпотетичної проводки на силу тяги човна.

Статистичний аналіз ґрунтувався на графічному відображенні векторних сил, показаних на рисунках.

За третім законом Ньютона, сила дії тіла 1 на тіло 2 супроводжується появою рівної за модулем, але протилежної за напрямком сили, що діє на тіло 1 з боку тіла 2.

Закон рівноваги Архімеда стверджує, що зусилля, помножене на плече прикладення сили, дорівнює навантаженню, помноженому на плече прикладення навантаження.

Керуючись цими законами, ми показали на рисунках силу тяги човна та силу дрейфу в різних положеннях весел.

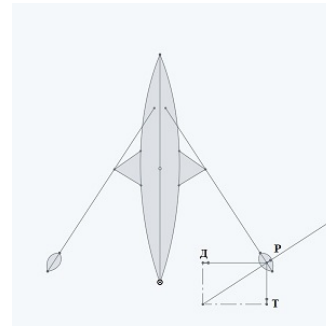


Рис. 1. Векторні сили, які діють на лопать при зближенні рукояток весел

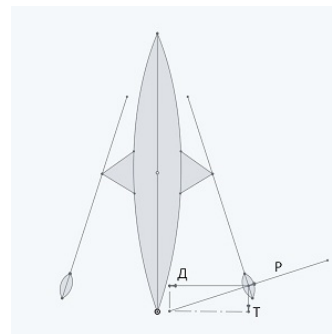


Рис. 2. Векторні сили, які діють на лопать при розведенні рукояток весел

$P$  – сила реакції води;  
 $D$  – дрейф;  
 $T$  – сила тяги.

Якщо сила  $\vec{F}$  прикладена перпендикулярно до важеля та осі обертання, тоді момент сили визначається як добуток сили  $\vec{F}$  на відстань  $r$  від точки прикладення сили до осі обертання важеля, що називається «плече сили».

Момент сили, що діє на важіль,

$\vec{M} = r \vec{F} \sin \alpha$ , де  $\alpha$  – кут між напрямом дії сили та важелем.

Якщо припустити, що  $\vec{F}_1 = \vec{F}_2$ , а кут  $\alpha_1$  більший за кут  $\alpha_2$ , то  $\sin \alpha_1$  буде більший за  $\sin \alpha_2$  і  $\vec{M}_1$  буде більший за  $\vec{M}_2$ .

Максимальне значення моменту сили досягається при перпендикулярності сили  $\vec{F}$  до важеля весла.

Припустимо, що спортсмени в нашому прикладі докладають рівні зусилля на лопаті весел, тоді  $T_1$  буде більше, ніж  $T_2$ , на 4,2%, а  $D_1$  – менше, ніж  $D_2$ , на 13%.

Припустимо, що на рукоятки весел спортсмени докладають однакові зусилля.

Оскільки в першого спортсмена кут прикладення сили до важеля більший, ніж у другого спортсмена, тоді  $\vec{M}_1$  буде більше  $\vec{M}_2$ .

Кут прикладення сили залежить не лише від положення весел, а й від довжини надпліччя. Зазвичай у високих спортсменів надпліччя більше, ніж у низьких спортсменів, і тоді кут альфа буде менше, що зменшує величину моменту сили.

Вивчення наукової літератури показало, що в питанні біомеханіки греблі є проблеми.

Успішний виступ в академічній греблі залежить від технічної майстерності спортсмена. Багато досліджень присвячено покращенню техніки [3; 5; 6; 8], і стає зрозуміло, що низькорослі спортсмени можуть мати переваги в греблі над високорослими, якщо їх фізичні сили правильно застосовано до весел.

Прикладом може бути чемпіонка світу на ергометрі Буряк Є. Її високий зріст викликає великий занос весел і непродуктивність роботи.

Набираючи спортсменів, тренери намагаються вибирати високих, вважаючи, що вони мають перевагу над низькими, оскільки зможуть здійснити краще захоплення води і занос весел. Але тоді у високих спортсменів буде більшою сила дрейфу.

Говорити про те, що на чемпіонатах світу перемагають високі спортсмени, не правильно, оскільки аеробні навантаження стимулювали ріст молодих спортсменів, і вони стали високими.

Багато тренерів, навіть заслужених, вважають, що наявна техніка греблі перевірена часом і не потребує вдосконалення.

Дані векторного дослідження вказують на те, що необхідно змінити техніку греблі. Але, як було справедливо зауважено одним із тренерів, зміненню техніки повинні піддаватися насамперед усі спортсмени збірної команди, оскільки в одному човні робота екіпажу повинна бути синхронною, але цього не можна досягти без узгодження з головним тренером збірної країни.

Без наукового обґрунтування, яке нами представлено в цьому дослідженні, важко змінити сформований менталітет.

Замість того щоб досліджувати теоретичні дані, один із заслужених тренерів повністю довірився докторові технічних наук, який працював у збірній СРСР і навчив, як неправильно гребти.

Ще один заслужений тренер вважає, що техніка греблі не може бути поліпшена так само, як колесо, призначене для обертання.

Помилково вважають, що чим більша довжина рук і ніг, тим буде ефективнішою техніка греблі.

Найкращий варіант веслування – включення в роботу рук після випрямлення ніг. У цьому разі зусилля, прикладене до лопаті весел, створять силу тяги човна, яка залежатиме від ступеня заносу весел, що ми показали при вивченні веслування в цій роботі. Крім того, зусилля залежатиме від довжини тулуба, тому що чим довший тулуб, тим більший кут між веслом і водною поверхнею. Звідси випливає, що низькорослі спортсмени мають переваги у веслуванні над високорослими, але за умови рівності фізичних сил спортсменів.

Оскільки в низькорослих спортсменів ноги коротші, ніж у високих, скоротиться під'їзд на банці, отже, можна збільшити темп веслування.

Силу тяги можна збільшити на початку проводки, максимально наблизивши рукоятки весел у парному академічному веслуванні.

Для збільшення сили тяги човна необхідно в момент дії рук максимально наблизити рукоятки весел, водночас зменшиться занос весел, сила дрейфу і можна буде збільшити темп веслування. Чим більший кут між рукоятками весел, тим більша сила тяги.

Плечі прикладання сил регулюються за допомогою кочетів. Припустимо, що ці плечі в спортсменів рівні. Чим більший кут між вектором сили дії і важелем, тим більша сила дії на лопать і більша сила тяги човна. Так, навіть слабший спортсмен може створити рівний із сильним спортсменом тиск лопаті на воду, доклавши менше зусиль на рукоятки весел, за рахунок збільшення кута впливу сили прикладання, наблизивши рукоятки.

Гіпотеза, висловлена раніше в нашій роботі, про те, що низькорослі спортсмени в разі рівності фізичних сил можуть перевершити високих, підтверджується. Ця гіпотеза побудована на аналізі розкладання векторних сил.

У роботі додатково враховано кути докладання сил у різних позиціях весел.

Пошуки способів покращення результатів спортсменів наводять на думку, що ще багато корисних розробок не дійшли до тренерів, що використання багатьох з них вимагає великих економічних витрат і що професійний відбір спортсменів будуватиметься ненауково.

Практична цінність роботи полягає в тому, що отримані результати можуть бути використані в академічному парному веслуванні.

Показано переваги веслування при наблизненні рукояток весел на захваті порівняно із загальноприйнятною технікою веслування.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень:**

- в академічному парному веслуванні під час під'їзду на банці рукоятки весел необхідно максимально наблизити;

- на рисунку 1 зусилля на плече прикладання сили впливу можна прикласти більше, ніж на рисунку 2, буде більше навантаження на плече прикладання навантаження, отже, більша сила тяги –  $T$  і швидкість човна;

- момент сил збільшується за рахунок наблизнення рукояток весел, водночас збільшується сила тяги човна і зменшується дрейф;

- за рахунок позиції весел у проводці може виникнути рівність реакцій води у веслувальників з різною фізичною підготовкою, при цьому сила тяги слабкого спортсмена може бути більшою, ніж у сильного спортсмена;

- момент сил зменшується в будь-яких положеннях рукояток весел тим більше, чим більше вони розведені, водночас зростає сила дрейфу, що гальмує швидкість човна.

Подальші дослідження будуть направлені на оптимізацію техніки в розпашній греблі.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Омеляненко В. І. Використання сугестії в спортивній практиці. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2013. № 9. С. 55–58. Doi: 10.6084 / m9. Figshare.751554
2. Омеляненко В.І. Ауто-та гетеросугестія в академічному веслуванні. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2013. № 12. С. 53–57. Doi: 10.6084 / m9. Figshare. 880618
3. Holt PJE, Bull AMJ, Cashman PMM, McGregor AH: Rowing technique: The influence of fatigue anteroposterior movements and force production. *on International Journal of Sports Medicine* 2003;24:597-602.
4. Kleshnev V. Propulsive efficiency of rowing. In: ISBS '99 : XVII International Symposium on Biomechanics in Sports. *Sanders and Gibson(eds.)*.1999. P. 69–72.
5. Kleshnev V. Power in Rowing. in: International Research in Sports Biomechanics. *Edited by J.Hong. Routledge*. 2002. P. 224–230.
6. McGregor AH, Patankar Z, Bull AMJ: Spinal kinematics in elite oarswomen during a routine physiological “step test”. *Medicine & Science in Sport and Exercise* 2005; 37(6):1-14-1020.
7. Nolte, V., McLaughlin, S. The balance of crew rowing boats. In: *Malaysian Journal of Sport Science and Recreation*. Vol. 1 (1), 51–64, 2005
8. Sanderson B., Martindale W. Towards optimizing rowing technique. *Medicine and science in sports and exercise*, 18. 1986. P. 454–468.
9. Smith R., Loschner C. Net Power Production & Performance at Different Stroke Rates & Abilities During Sculling. 2002. <http://www.education.ed.ac.uk/rowing/papers/sl.html>

## REFERENCES

1. Omelyanenko V. I. (2013) Viktoristannya suggestii v sportivniy praktici [The use of suggestion in sports practice]. *Pedagogika psihologiya ta mediko-biologichni problem fizichnogo bihovannya i sportu*. № 9. P. 55–58. Doi: 10.6084 / m9. Figshare.751554
2. Omelyanenko V. I. (2013) Auto-ta geterosuggestiya v akademichnomu vesluvanni [Auto- and heterosuggestion in boat rowing] *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. № 12. P. 53–57. Doi: 10.6084 / m9. Figshare. 880618
3. Holt PJE, Bull AMJ, Cashman PMM, McGregor AH: (2003) Tekhnika vesluvannia: Vplyv vtomy na perednyo-zadni rukhy ta virobnytstvo syly [The influence of fatigue anteroposterior movements and force production.] *Mizh narodnyi zhurnal sportivnoi medycyny*. 24: 597–602.
4. Kleshnev V. (1999) Propulsivna efektyvnist vesluvannya U: ISBS 99: XVII Mizhnarodniy simpozium z biomitkhaniki v sporti [Propulsive efficiency of rowing. In: ISBS '99: XVII International Symposium on Biomechanics in Sports] *Sanders i Gibson (red.)* S. 69–72.
5. Kleshnev V. (2002) Syl'a u vesluvanni: Mizhnarodni doslid u biomekhaniki sportu [Power in Rowing. in: International Research in Sports Biomechanics]. *Pid redakcie J.Hong . Routledge*. P. 224–230.
6. McGregor AH, Patankar Z, Bull AMJ (2005): Kinematika khrepta v elitnykh vesliarok pid chas zvichainokho «step-testu». [ Spinal kinematics in elite oarswomen physiological “step test”. during a routine] *Medycyna ta nauka u sporti ta fizichnykh vpravakh*; 37(6): 1-14-1020.
7. Nolte, V. Maklarlin, S. (2005) Balans ekipazhu grebnykh chovniv. [The balance of crew rowing boats.] U: *Malaizijski zhurnal sportivnoi nauki ta vidpochinku*. Tom 1(1), 51–64.
8. Sanderson B., Martindale W. (1986) Do optimizacii tekhniki vesluvannya [Towards optimizing rowing technique ]. *Medycyna i nauka v sporti ta fizichnikh vpravakh*, 18. P. 454–468.
9. Smith R., Loschner C. (2000) Virobnitstvo chistoi notuzhnosti ta rezultativnisty pri ryznikh chastotakh grebkiv i zdibnostyakh pid chas grebka. [Net Power Production & Performance at Different Stroke Rates & Abilities During Sculling]. <http://www.education.ed.ac.uk /rowing/papers/sl.html>