

## КЛЮЧОВІ ЕНЕРГЕТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ТА СТРАТЕГІЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ТРЕНУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЮНИХ ПЛАВЦІВ

Білов С. О.

*аспірант кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту*

*Запорізький національний університет*

*вул. Жуковського, 66, Запоріжжя, Україна*

*orcid.org/0000-0003-2050-3142*

*OJUKRAINE@gmail.com*

**Ключові слова:** *плавання, хлопці 10–11-ти років, енергетичні системи, механізми адаптації, фізичні навантаження.*

Сучасний світ спорту характеризується стрімким розвитком технологій, що впливають на методи тренувань, тактики підготовки та загалом на підходи до фізичного розвитку спортсменів. У цьому контексті плавання як один із базових та популярних видів спорту заслуговує на детальне дослідження з метою оптимізації тренувальних процесів, особливо для молодих атлетів. Мета дослідження – здійснити комплексний аналіз рівня спеціальної фізичної підготовленості юних плавців, визначити ключові аспекти їх енергетичного забезпечення під час виконання різних типів навантажень, а також оцінити ефективність існуючих тренувальних методик з метою їх подальшого вдосконалення. Об'єкт дослідження – аналіз стану фізичної підготовленості юних плавців та ключові напрями для покращення тренувального процесу в контексті сучасних вимог і тенденцій в українському спорті. Предмет дослідження – показники спеціальної фізичної підготовленості плавців 10–11-ти років. Методи дослідження: аналіз і узагальнення спеціальної літератури та матеріалів мережі Інтернет; педагогічні дослідження; педагогічне тестування; методи математичної статистики. Методологічний підхід до дослідження дозволив забезпечити цілісне розуміння проблематики дослідження, враховуючи як теоретичні, так і практичні аспекти спеціалізованої фізичної підготовки молодих плавців. Результати дослідження. Емпірична частина дослідження базувалась на проведенні серії тестів, спрямованих на оцінювання анаеробного алактатного, анаеробно-лактатного та аеробного механізмів енергозабезпечення, що включало тестування на короткі дистанції (25 м вільним стилем із максимальною швидкістю) для оцінювання анаеробної міцності; середні дистанції (4×50 м вільним стилем із інтервалом відпочинку) для визначення анаеробної витривалості; довгі дистанції (800 м вільним стилем), що дозволяли оцінити рівень аеробної витривалості спортсменів; 50 м різними стилями тощо. Результати дослідження виявили значні варіації в спеціалізованій фізичній підготовленості молодих плавців, що вказує на необхідність індивідуалізації тренувальних програм. Аналіз механізмів енергозабезпечення виявив специфічні потреби в оптимізації тренувальних навантажень для розвитку відповідних енергетичних систем. Висновки. Проведене дослідження підкреслює важливість комплексного підходу до підготовки юних плавців з акцентом на розвитку анаеробної та аеробної витривалості, швидкості, технічної майстерності. Рекомендується подальше вдосконалення методик тренування з урахуванням індивідуальних особливостей кожного спортсмена й для максимізації їх спортивного потенціалу в плаванні.

## KEY ENERGY MECHANISMS AND STRATEGIES FOR TRAINING LOAD OPTIMIZATION IN YOUNG MALE SWIMMERS

**Bilov S. O.**

*Postgraduate Student at the Department of Theory and Methods  
of Physical Culture and Sports  
Zaporizhzhia National University  
Zhukovskoho str., 66, Zaporizhzhia, Ukraine  
orcid.org/0000-0003-2050-3142  
OJUKRAINE@gmail.com*

**Key words:** *swimming, boys aged 10–11, energy systems, adaptation mechanisms, physical loads.*

The modern world of sports is characterized by the rapid development of technologies that influence training methods, preparation tactics, and overall approaches to the physical development of athletes. In this context, swimming, as one of the basic and popular sports, deserves detailed research to optimize training processes, especially for young athletes. The aim of the study is to conduct a comprehensive analysis of the level of special physical preparedness of young swimmers, identify key aspects of their energy provision during different types of loads, and also evaluate the effectiveness of existing training methods for their further improvement. The object of the study is the analysis of the state of physical preparedness of young swimmers, and the key directions for improving the training process in the context of modern requirements and trends in Ukrainian sports. The subject of the study is the indicators of special physical preparedness of male swimmers aged 10–11 years. Research methods include analysis and generalization of specialized literature and internet materials; pedagogical research; pedagogical testing; methods of mathematical statistics. The methodological approach to the study provided a comprehensive understanding of the research issues, taking into account both theoretical and practical aspects of specialized physical training for young swimmers. Research results. The empirical part of the study was based on conducting a series of tests aimed at assessing anaerobic alactate, anaerobic lactate, and aerobic energy supply mechanisms, which included testing on short distances (25 m freestyle at maximum speed) to assess anaerobic strength; medium distances (4×50 m freestyle with rest intervals) to determine anaerobic endurance; long distances (800 m freestyle), which allowed assessing the level of aerobic endurance of athletes; 50 m in various styles, etc. The study results revealed significant variations in the specialized physical preparedness of young swimmers, indicating the need for individualization of training programs. Analysis of energy supply mechanisms revealed specific needs in optimizing training loads to develop the corresponding energy systems. Conclusions. The conducted study highlights the importance of a comprehensive approach to the training of young swimmers, focusing on the development of anaerobic and aerobic endurance, speed, and technical mastery. Further refinement of training methods is recommended, taking into account the individual characteristics of each athlete, to maximize their sports potential in swimming.

**Постанова проблеми.** Фундаментальне дослідження специфіки фізичної підготовки в плаванні, зокрема в контексті вікової категорії 10–11 років, засвідчує критичну значущість цього етапу розвитку юних атлетів для виокремлення та подальшого вдосконалення базових фізичних якостей та технічних навичок. У цьому періоді закладається

фундамент для майбутніх спортивних досягнень, що вимагає глибокого теоретичного розуміння та емпіричного аналізу особливостей фізіологічних та біомеханічних аспектів спеціалізованої підготовки в плаванні [7].

Основою для розвитку висококваліфікованих плавців є не лише розуміння загальних принципів

фізичної підготовки, а й деталізоване вивчення специфічних характеристик дитячого організму, які визначають адаптаційний потенціал до різних типів навантажень. Ключовими елементами є вдосконалення координаційних здібностей, формування аеробної та анаеробної витривалості, розвиток швидкісних здібностей та сили [1]. При цьому важливим аспектом є інтеграція цих складників у контексті технічної майстерності плавця, що вимагає особливої уваги до методик навчання та тренувань.

Зокрема, розуміння особливостей енергетичних систем у молодих плавців дозволяє не лише ефективніше планувати тренувальні навантаження, а й адаптувати методики тренувань з огляду на індивідуальні особливості кожного атлета, сприяючи таким чином їх всебічному розвитку, що у свою чергу підвищує якість спортивної підготовки та сприяє досягненню високих результатів на змаганнях різного рівня [5].

Наукова спільнота акцентує на важливості раннього виявлення та розвитку специфічних талантів і здібностей юних плавців, ураховуючи індивідуальні особливості кожного спортсмена, що передбачає не лише адаптацію навчально-тренувального процесу до потреб атлетів, але й ретельний моніторинг їхнього фізичного стану, що сприятиме оптимізації процесу спортивної підготовки та профілактиці травматизму [4; 8].

У зв'язку із цим інтеграція сучасних наукових підходів та інноваційних технологій у процес фізичної підготовки в плаванні є необхідною умовою для досягнення високих результатів [2; 3]. Ефективне використання даних про специфіку енергетичних систем і механізмів адаптації дитячого організму до фізичних навантажень дозволить створити умови для гармонійного розвитку юних плавців, забезпечуючи їм міцне здоров'я та високі спортивні досягнення в майбутньому.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Роботу виконано у відповідності до тем: «Теоретико-методичні засади вдосконалення навчально-тренувального процесу в різних видах спорту» (державний реєстраційний номер: 0122U001108) плану науково-дослідної роботи Запорізького національного університету на 2022–2026 рр.

**Мета дослідження** – здійснити комплексний аналіз рівня спеціальної фізичної підготовленості юних плавців, визначити ключові аспекти їх енергетичного забезпечення під час виконання різних типів навантажень, а також оцінити ефективність існуючих тренувальних методик з метою їх подальшого вдосконалення.

**Об'єкт дослідження** – аналіз стану фізичної підготовленості юних плавців та ключові напрями для покращення тренувального процесу в контексті сучасних вимог і тенденцій в українському спорті.

**Предмет дослідження** – показники спеціальної фізичної підготовленості плавців 10–11-ти років.

**Методи дослідження:** аналіз та узагальнення спеціальної літератури та матеріалів мережі Інтернет; педагогічні дослідження; педагогічне тестування; методи математичної статистики.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Тестування рівня спеціальної фізичної підготовленості плавців віком 10–11-ти років із зосередженням на анаеробному алактатному, анаеробно-лактатному, аеробному механізмах енергозабезпечення є важливим для оцінювання їх здатності виконувати різні типи навантажень, що дає тренерам і фахівцям з фізичної підготовки змогу належним чином планувати тренувальний процес, орієнтуючись на покращення відповідних аспектів фізичної готовності спортсменів [6]. Анаеробний алактатний механізм використовується для дуже коротких та інтенсивних зусиль, які тривають до 10 с, і забезпечує енергію за рахунок використання збережених у м'язах високоенергетичних фосфатів – АТФ (аденозинтрифосфат) і КФ (креатинфосфат). Анаеробно-лактатний механізм активується під час зусиль середньої тривалості (від 30 с до 2 хв), що генерує енергію за рахунок анаеробного розщеплення глікогену (без кисню) і призводить до накопичення молочної кислоти в м'язах, дозволяючи спортсмену підтримувати високу інтенсивність навантаження, хоча й на обмежений період. Аеробний механізм є найефективнішим джерелом енергії та дозволяє підтримувати активність протягом тривалого часу. Він стає ключовим за тривалих зусиль (більше 2 хв.) і використовує кисень для виробництва енергії з вуглеводів, жирів, і, в меншій мірі, білків.

Тестування рівня спеціальної фізичної підготовленості плавців 10–11-ти років проводилось для визначення анаеробного алактатного, анаеробно-лактатного та аеробного механізмів енергозабезпечення за тестами: пропливання дистанції 25 м вільним стилем із максимальною швидкістю; дистанції 800 м – вільним стилем; 4×50 м – вільним стилем з інтервалом відпочинку 15 с; 50 м – різними стилями. Таке тестування дозволяє тренерам і спеціалістам більш точно визначити фізичні сильні та слабкі сторони молодих плавців та адаптувати тренувальний процес для їх розвитку, забезпечуючи оптимальне зростання спортивних результатів.

Результати тестування спеціальної фізичної підготовленості хлопців 10–11-ти років представлені в таблиці 1.

На стан анаеробно-алактатного механізму енергозабезпечення у хлопців вказав час пропливання дистанції на 25 м вільним стилем із максимальною швидкістю, який становив  $16,40 \pm 0,12$  с. Отримані результати продемонстрували, що

Таблиця 1  
**Показники спеціальної фізичної підготовленості хлопців 10–11-ти років на етапі попередньої базової підготовки на констатувальному етапі дослідження (n=42)**

Показник, од. вимірювання	M±m
Дистанція 25 м вільним стилем, с	16,40±0,12
Дистанція 800 м вільним стилем, с	798,12±8,25
Дистанція 50 м вільним стилем, с	35,50±1,25
Дистанція 50 м брасом, с	49,20±1,87
Дистанція 50 м батерфляєм, с	43,32±2,03
Дистанція 50 м на спині, с	40,12±1,13
Плавання вільним стилем 4×50 м з інтервалом відпочинку 15 с	
1-й відрізок, с	39,99±1,22
2-й відрізок, с	42,09±1,47
3-й відрізок, с	43,59±1,49
4-й відрізок, с	45,66±1,57

хлопці мають добру здатність швидко використовувати збережену в м'язах енергію для короткочасних високоінтенсивних зусиль.

Про здатність витримувати триваліші навантаження з підтримкою аеробної енергії хлопців зазначив час пропливання дистанції 800 м вільним стилем, що становив 798,12±8,25 с. Стандартне відхилення ±8,25 с вказало на певну варіативність в аеробній витривалості серед хлопців, і це може бути спричинено здатністю використовувати кисень, різницею у фізичній підготовленості хлопців, ефективності техніки плавання тощо.

На основі цих результатів тренери можуть розробити спеціалізовані програми тренувань щодо підвищення аеробної витривалості, розвитку швидкості й анаеробної сили плавців, до яких доречно включити інтенсивні спринтерські тренування для подальшого розвитку анаеробної міцності та швидкості на коротких дистанціях; тренування змінної інтенсивності та довгі тренувальні сесії для покращення аеробної витривалості й ефективності споживання кисню.

На етапі попередньої базової підготовки час пропливання дистанції 50 м вільним стилем у хлопців становив 35,50±1,25 с, що засвідчив на хорошу анаеробну витривалість і швидкість. Для покращення результату додання необхідним видається звернути увагу на виконання стартового стрибку та входу в воду і повороти, техніку гребка тощо. За тестом 50 м брасом час у 49,20±1,87 с констатував необхідність концентрації на синхронізації рухів рук і ніг та правильній техніці дихання. Результат на 50 м батерфляєм становив 43,32±2,03 с і вказав на необхідність подальшого розвитку гнучкості, сили, техніки виконання тощо, враховуючи, що цей стиль плавання є найскладнішим і вимагає чималої координації. Час 50 м на спині зафіксовано на рівні 40,12±1,13 с, що відповідало

І юнацькому розряду згідно з Класифікаційною таблицею результатів у басейні 50 м.

Оцінювання анаеробної лактатної витривалості та працездатності спортсменів здійснювалось за допомогою плавання вільним стилем 4×50 м із коротким інтервалом відпочинку 15 с. З кожним відрізком відбувалося збільшення часу, що свідчило про зниження анаеробної працездатності хлопців. Означене пояснюється тим, що організм спортсмена під час виконання високоінтенсивних вправ використовує спочатку анаеробний алактатний шлях енергозабезпечення, що швидко дає енергією для короткотривалих зусиль і не виробляє лактат. Потім, у разі недостатнього часу для повного відновлення між відрізками або з підвищенням тривалості напружень, анаеробний алактатний шлях не встигає повністю регенерувати запаси аденозинтрифосфата і креатинфосфата, тому організм розпочинає використовувати енергію, що отримана без доступу кисню за рахунок розщеплення глікогену (анаеробно-лактатний шлях). Завдяки цьому виробляється АТФ, яку м'язи використовують для скорочення, проте виникає лактат як побічний продукт, що призводить до падіння рН м'язових волокон, знижується ефективність м'язових скорочень, і, в підсумку, виникає відчуття втоми. Саме тому збільшується час виконання кожного наступного відрізка.

Хоча анаеробно-лактатний шлях може швидко забезпечити енергією для інтенсивних зусиль, він не є стільки ж ефективним для тривалої роботи, як аеробний шлях енергозабезпечення. Втім, із підвищенням анаеробної витривалості організм може ефективніше утилізувати молочну кислоту, зменшуючи її негативний вплив на м'язову діяльність.

Зниження анаеробної працездатності є нормальним явищем під час виконання високоінтенсивних інтервальних вправ і служить важливим індикатором для тренерів і спортсменів у плануванні тренувальних програм, спрямованих на підвищення анаеробної лактатної витривалості та загальної працездатності.

Так, час подолання першого відрізка у хлопчиків-плавців становив 39,99±1,22 с, другого відрізка – 42,09±1,47 с, третього відрізка – 43,59±1,49 с, четвертого – 45,66±1,57 с. Різниця в часі подолання першого та четвертого відрізка 50 м становила 5,67 с у хлопців.

Високий вихідний рівень анаеробної міцності та здатності до швидкого використання анаеробного алактатного енергозабезпечення (39,99±1,22 с) зафіксовано під час пропливання першого відрізка. Накопичення молочної кислоти та втоми призвело до зниження швидкості під час пропливання другого відрізка (42,09±1,47 с). Засвідчено додаткове зниження працездатності через збільшене накопичення лактату і зниження рН

м'язів під час третього відрізка (43,59±1,49 с). На настання значної втоми й обмеженої анаеробної витривалості вказав найповільніший час четвертого відрізка (45,66±1,57 с).

Різниця між першим і четвертим відрізком у 5,67 с констатувало зниження як швидкості, так і витривалості за рахунок накопичення зниження рН у м'язах і лактату, що покладаються на анаеробно-лактатний шлях енергозабезпечення та є характерним для інтенсивних навантажень.

Визначені дані можуть бути використані для планування тренувального процесу з метою покращення анаеробної лактатної витривалості хлопців-плавців. Нами рекомендовано збільшення інтервалів відпочинку між відрізками на початкових етапах тренування для зниження накопичення лактату і підвищення ефективності тренувань. Крім того, видається необхідним включення тренувань на витривалість із високою інтенсивністю та короткими інтервалами відпочинку для адаптації організму до високого рівня лактату та поліпшення його виведення, а також для підвищення загальної м'язової міцності та їх здатності ефективніше працювати в умовах анаеробного навантаження під час силових тренувань. Обов'язково треба проводити й технічну роботу над покращенням стилю плавання для зменшення втрати енергії через неефективні рухи, особливо коли втома починає накопичуватися.

Таким чином, тренування, що спрямовані на підвищення анаеробної витривалості, можуть допомогти спортсменам збільшити ефективність використання анаеробно-лактатного шляху, а також здатність м'язів утилізувати молочну кислоту, що включає вправи високої інтенсивності з короткими періодами відпочинку, як-от: інтервальні тренування, спринти, вправи з великим опором.

Покращення анаеробної витривалості допоможе юним спортсменам підтримувати високий рівень виконання протягом більш тривалого часу, навіть за інтенсивних зусиль, що вимагають значної участі анаеробно-лактатного шляху енергозабезпечення.

**Висновки.** Підкреслено критичну важливість комплексного підходу в підготовці юних плавців з акцентом на розвиток анаеробної й аеробної витривалості, швидкості та технічних навичок. Емпіричні висновки, засновані на серії тестів,

спрямованих на оцінювання анаеробних алактатних, анаеробних лактатних і аеробних механізмів енергозабезпечення, виявили значні варіації в спеціальній фізичній підготовленості юних плавців, що свідчить про необхідність індивідуалізації програм навчання.

Аналіз механізмів енергозабезпечення окреслив конкретні вимоги до оптимізації тренувальних навантажень для розвитку відповідних енергетичних систем, що вказало на критичну важливість глибокого розуміння та розвитку як анаеробних, так і аеробних енергетичних систем у молодих плавців. Адаптований підхід до методології тренувань, що підсилює ці ключові енергетичні системи, забезпечує змагальну ефективність у плаванні.

Значні розбіжності в спеціалізованій фізичній підготовленості юних плавців акцентують на потребі в індивідуалізованих програмах тренувань. Індивідуальний підхід до тренувань, що враховує унікальні фізіологічні та біомеханічні характеристики кожного атлета, відкриває шлях до максимального розкриття їх спортивного потенціалу в плаванні. Така персоналізація не лише задовольняє різноманіття у фізичній готовності та здатності до розвитку енергетичних систем, а й стимулює більш гнучку та адаптивну стратегію тренувань.

Оптимізація енергетичних систем наголошує на важливості всеосяжного та інтегративного підходу до тренувань, який охоплює одночасне посилення анаеробних потужностей та аеробної витривалості. Ефективне управління тренувальними навантаженнями, що ґрунтується на наукових принципах та емпіричних даних, є ключовим у підвищенні цих енергетичних систем, відіграючи вирішальну роль у змагальній продуктивності в плаванні.

Успішний розвиток основних фізичних якостей та технічної майстерності разом із постійним удосконаленням методик тренувань дозволяє молодим спортсменам повною мірою реалізувати свій потенціал. Такий стратегічний акцент не лише сприяє зростанню та успіху окремих атлетів, але й просуває розвиток плавання як змагального виду спорту. Завдяки такому методологічному ригоризму та персоналізованим стратегіям тренувань результати призведуть до покращення змагальної ефективності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Білов С. О., Тищенко В. О. Соколова О. В. Засоби і методи розвитку швидкісних здібностей плавців. *Фізичне виховання та спорт*. 2022. № 2. С. 67–74.
2. Білов С. О., Тищенко В. О. Сучасний стан і перспективи розвитку плавання в умовах війни та в післявоєнний період. *Фізичне виховання та спорт*. 2023. № 2. С. 39–46.
3. Тищенко В., Лисенчук Г., Коваленко Ю. Дослідження теоретичної підготовки в циклічних видах спорту (на прикладі плавання). *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2019. № 2. С. 25–30.

4. Descriptive Study of Coaches' Perceptions Regarding Talent Identification and Development in Swimming. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences* / P. Alexiou et al. 2024. Vol. 12 (2). P. 326–336.
5. Analysis of the Indicators of Athletes of Leading Sports Schools in Swimming. *Journal of Physical Education and Sport, (JPES)* / S. Ivanenko et al. 2020. Vol. 20 (4). Art 233. P. 1721–1726.
6. Prevalence and impact of the relative age effect on competition performance in swimming: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* / J. Lorenzo-Calvo et al. 2021. Vol. 18 (20). P. 10561.
7. Malina R.M. Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and sport sciences reviews*. 1994. Vol. 22 (1). P. 280–284.
8. Differences and relationships between talent detection, identification, development and selection in sport: A systematic review. *Heliyon* / J. Zhao et al. 2024. Vol.10. e27543

#### REFERENCES

1. Bilov S. O., Tyshchenko V. O. Sokolova O. V. (2022). Zasoby i metody rozvytku shvydkisnykh zdibnostey plavtsiv [Means and methods of development of speed abilities of swimmers]. *Fizychnye vykhovannya ta sport. [Physical education and sports]*, vol. 2, pp. 67–74.
2. Bilov, S. O., & Tyshchenko, V. O. (2023). Suchasnyy stan i perspektyvy rozvytku plavannya v umovakh viyny ta v pislyavoyennyi period [The current state and prospects of the development of sailing in the conditions of the war and in the post-war period]. *Fizychnye vykhovannya ta sport. [Physical education and sports]*, vol. 2, pp. 39–46.
3. Tyshchenko V., Lysenchuk H., Kovalenko YU. (2019). Doslidzhennya teoretychnoyi pidhotovky v tsyklichnykh vydakh sportu (na prykladi plavannya) [Study of theoretical training in cycle sports (using the example of swimming)]. *Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu* [Theory and methodology of physical education and sports], vol. 2, pp. 25–30.
4. Alexiou, P., Nikolopoulos, A., Lola, A., Tsalis, G., Mavridis, G., Manou, V., & Dalamitros, A. (2024). A Descriptive Study of Coaches' Perceptions Regarding Talent Identification and Development in Swimming. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, vol. 12(2), pp. 326–336.
5. Ivanenko S., Tyshchenko V., Pityn M., Hlukhov I., Drobot K., Dyadechko I., Zhuravlov I., Omelianenko H., Sokolova O. (2020). Analysis of the Indicators of Athletes of Leading Sports Schools in Swimming. *Journal of Physical Education and Sport, (JPES)*, vol. 20 (4), no. 233, pp. 172–1726.
6. Lorenzo-Calvo, J., de la Rubia, A., Mon-López, D., Hontoria-Galán, M., Marquina, M., & Veiga, S. (2021). Prevalence and impact of the relative age effect on competition performance in swimming: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 18(20), pp. 10561.
7. Malina, R. M. (1994). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and sport sciences reviews*, vol. 22(1), pp. 280–284.
8. Zhao, J., Xiang, C., Kamalden, T. F. T., Dong, W., Luo, H., & Ismail, N. (2024). Differences and relationships between talent detection, identification, development and selection in sport: A systematic review. *Heliyon*, vol. 10, e27543