

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
КАФЕДРА ФІТНЕСУ ТА ЦИКЛІЧНИХ ВИДІВ СПОРТУ

На правах рукопису

АХМЕДОВА ДАНА АНДРІЇВНА

**ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ТА ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
ЕФЕКТИВНОСТІ У ПЛАВАННІ**

Спеціальність 017 Фізична культура і спорт
Освітньо-професійна програма Фізична культура і спорт
Робота на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Науковий керівник:
РОМАНЮК ВІКТОР ПЕТРОВИЧ
кандидат наук з фізичного
виховання та спорту, доцент
кафедри фітнесу
та циклічних видів спорту

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № ____
засідання кафедри
фітнесу та циклічних видів спорту
від _____ 2025 р

Завідувач кафедри _____ Світлана ІНДИКА

ЛУЦЬК – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ У ПЛАВАННІ	7
1.1. SWOLF як показник ефективності техніки плавання	7
1.2. VO_{2max} як показник фізіологічної ефективності плавців	9
1.3. Взаємозв'язок технічних і фізіологічних показників ефективності у плавців	13
Висновки до розділу 1	16
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	17
2.1. Методика визначення SWOLF	17
2.2. Методика визначення VO_{2max}	18
2.3. Методи статистичного аналізу	19
2.4. Організація досліджень	20
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	23
3.1. Динаміка показників SWOLF у процесі тренувань	23
3.2. Динаміка рівня VO_{2max} у процесі тренувань	28
3.3. Математичні моделі прогнозування показників ефективності у плаванні	32
3.4. Аналіз результатів дослідження та їх обговорення	43
Висновки до розділу 3	47
ВИСНОВКИ	48
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	50
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52

ВСТУП

Актуальність роботи. Плавання є одним із найпопулярніших видів спорту, який вимагає високого рівня технічної та фізіологічної підготовки. Ефективність плавця визначається не лише його фізичними можливостями, але й технікою виконання рухів. Тому дослідження, спрямовані на вивчення та прогнозування технічних і фізіологічних показників ефективності у плаванні, є надзвичайно важливими для покращення результатів спортсменів.

Показники SWOLF та VO_{2max} є ключовими для оцінки ефективності плавання. Зниження значення SWOLF свідчить про покращення техніки плавання, що є важливим для досягнення високих результатів. Тоді як високий рівень VO_{2max} дозволяє плавцям підтримувати високий темп протягом тривалого часу, що є критичним для успішного виступу на змаганнях.

Існуючі дослідження у контексті даної проблеми підтверджують важливість як технічної, так і фізіологічної підготовки. Дослідження Головкиної В. показало, що інтервальне гіпоксичне тренування значно підвищує VO_{2max} у плавців 11-12 років, що сприяє покращенню загальної результативності [11]. Дроздовська С. аналізувала вплив генетичних факторів на VO_{2max} і підкреслила їх важливість при розробці тренувальних програм [14]. Грузевич І. В. досліджував методику ендогенно-гіпоксичного дихання, яка також сприяє підвищенню VO_{2max} і, як наслідок, покращенню загальної витривалості [12]. Загалом ці дослідження підтверджують, що високий рівень VO_{2max} і ефективна техніка плавання є критичними для досягнення високих результатів у плаванні.

Водночас, взаємозв'язок між технічними та фізіологічними показниками ефективності у плаванні є вивченим недостатньо. У своїх дослідженнях Попрошаєв О. вивчав взаємозалежність фізичних і технічних показників у юних ватерполістів і підтверджує необхідність комплексного підходу до тренувань [28].

Розвиток сучасних технологій, таких як смарт-годинники та інші пристрої для моніторингу фізичної активності, відкриває нові можливості для

дослідження ефективності плавання. Використання таких пристроїв дасть змогу отримувати точні дані про технічні та фізіологічні показники плавців, що буде сприяти більш глибокому аналізу та дослідженню їх ефективності.

Таким чином, актуальність теми дослідження полягає в необхідності комплексного підходу до оцінки та прогнозування технічних і фізіологічних показників ефективності у плаванні. Це дослідження сприятиме розвитку наукових знань у цій галузі та матиме практичне значення для покращення результатів спортсменів.

Мета досліджень – розробити моделі для прогнозування технічних та фізіологічних показників ефективності у плаванні.

Завдання дослідження:

1. Вивчити стан проблеми використання показників ефективності у плаванні.
2. Визначити кількісні величини показників SWOLF та VO_{2max} у плавців 9-18 років та їх взаємозв'язки.
3. Розробити математичні моделі прогнозування показників ефективності SWOLF та VO_{2max} для плавців.

Об'єктом дослідження є технічні та фізіологічні показники ефективності у плаванні.

Предметом дослідження є математичні моделі прогнозування технічних та фізіологічних показників ефективності у плаванні.

Методологія дослідження включала використання спеціалізованого смарт-годинника Polar Grit X Pro для вимірювання технічних показників (SWOLF) та фізіологічних показників (VO_{2max}) у плавців віком від 9 до 18 років. Плавці виконували запливи на дистанції 50 метрів, під час яких фіксувалися час запливу та кількість гребків для обчислення SWOLF. Для визначення VO_{2max} використовувався тест Fitness Test, який оцінював максимальне споживання кисню на основі даних про пульс, варіабельність пульсу, вік, зріст, вагу, стать та тренувальний фон. Отримані дані аналізувалися за допомогою методів

статистичного аналізу, включаючи кореляційний аналіз та побудову математичних моделей для прогнозування ефективності плавання.

Наукова новизна полягає в уточненні показників SWOLF та VO_{2max} для плавців віком від 9 до 18 років, що доповнюють існуючі дослідження Головкиної В. [11] та Дроздовської С. [14] щодо впливу гіпоксичних тренувань та генетичних факторів на аеробну витривалість. Зокрема, уточнено, що зниження значення SWOLF є результатом покращення технічних навичок, зменшення кількості гребків та часу на дистанції, а також підвищення рівня аеробної витривалості. Пошування доповнюють існуючі знання про взаємозв'язок між технічними та фізіологічними показниками ефективності у плаванні. Підтверджено, що високий рівень VO_{2max} дозволяє плавцям підтримувати високий темп на довгих дистанціях, що є важливим фактором у досягненні високих результатів, як зазначено у роботах Головкиної В. [11] та Грузевича І. В. (2013). Абсолютно новими є розроблені математичні моделі для прогнозування технічних та фізіологічних показників ефективності у плаванні, які показали високу точність ($R^2 = 0,9854$ для експоненціальної моделі SWOLF та VO_{2max} , $R^2 = 0,9953$ для квадратичної моделі часу запливу). Ці моделі можуть бути використані для оптимізації тренувальних програм та підвищення результативності спортсменів, що є важливим внеском у наукову та практичну сферу підготовки плавців.

Практичне значення результатів роботи полягає у можливості використання отриманих даних для оптимізації тренувальних програм плавців. Уточнені показники SWOLF та VO_{2max} дозволяють тренерам більш точно оцінювати технічну та фізіологічну підготовленість спортсменів, що сприяє розробці індивідуалізованих тренувальних планів. Розроблені математичні моделі для прогнозування ефективності плавання можуть бути використані для аналізу та корекції тренувального процесу, що дозволяє підвищити результативність спортсменів. Загалом, результати роботи можуть бути інтегровані у практику тренувань, що забезпечить більш ефективну підготовку плавців різних вікових груп та рівнів майстерності.

Структура магістерської роботи зумовлена її метою, завданнями та логікою наукового дослідження і складається зі вступу, трьох розділів, висновків, практичних рекомендацій та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 52 сторінки, містить 7 таблиць та 5 графіків-моделей. Список використаних джерел містить 57 джерел, 17 з яких іноземні.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ У ПЛАВАННІ

1.1. SWOLF як показник ефективності техніки плавання

Техніка плавання є надзвичайно важливим показником ефективності спортсмена, оскільки вона безпосередньо впливає на економію енергії під час запливу. Ефективна техніка дозволяє плавцю зменшити кількість зайвих рухів, що знижує витрати енергії та сприяє зменшенню опору води, дозволяючи плавцю рухатися швидше. Оптимізація рухів, таких як гребки та повороти, допомагає зберігати високу швидкість протягом всього запливу.

Крім того, ефективна техніка плавання допомагає знизити ризик травм, пов'язаних з надмірним навантаженням на м'язи та суглоби. Правильне виконання рухів дозволяє рівномірно розподілити навантаження на тіло, що зменшує ризик виникнення травм і сприяє довготривалому здоров'ю спортсмена. Врахування техніки плавання дозволяє тренерам більш точно оцінювати ефективність тренувань і коригувати стратегії.

Ефективна техніка плавання також має психологічний аспект. Плавці, які впевнені у своїй техніці, менш схильні до стресу під час змагань, що позитивно впливає на їх результати. Впевненість у своїх рухах дозволяє спортсменам зосередитися на стратегії запливу і досягати високих результатів.

На сьогодні SWOLF є одним із популярних індексів, що використовується для оцінки ефективності техніки плавця. SWOLF відображає ефективність плавця, поєднуючи швидкість проходження дистанції з технічною якістю плавання. Його назва походить від комбінації слів “swimming” (плавання) і “golf” (гру в гольф), оскільки, як і в гольфі, метою є отримання найнижчого результату.

Показник SWOLF обчислюється як сума часу, який спортсмен витрачає на подолання дистанції, та кількості гребків, які він робить на цій дистанції. Формула для визначення SWOLF виглядає так: $SWOLF = \text{Час (с)} + \text{Кількість гребків}$.

Основною метою цього показника є визначення економічності плавця: чим менше значення SWOLF, тим більш ефективним є плавець, оскільки він здатний досягти високих результатів при мінімальних витратах енергії. Показник SWOLF дозволяє оцінити оптимальність техніки плавця, оскільки кожен додатковий гребок або збільшення часу негативно позначаються на результаті.

Історія SWOLF починається з середини XX століття, коли плавання стало більш професійним, і тренери почали аналізувати не тільки швидкість плавця, але й енергетичну ефективність. У 1970-1980-х роках розвиток біомеханіки плавання дозволив зробити перші спроби об'єднати різні параметри техніки в один інтегральний показник. У 1990-х роках, завдяки появі електронних пристроїв для моніторингу, таких як секундоміри та підводні камери, тренери почали використовувати SWOLF як практичний інструмент для аналізу ефективності плавця.

SWOLF виник через потребу в інтегральному показнику, оскільки окремі вимірювання швидкості або кількості гребків не давали повної картини ефективності плавання. Вдосконалення спортивних гаджетів дозволило автоматизувати підрахунок SWOLF, що зробило його більш доступним. Популяризація концепції економічності рухів також сприяла розвитку SWOLF, оскільки тренери й науковці зрозуміли, що для покращення результатів важливо не лише швидко рухатися, але й економно використовувати енергію.

SWOLF варіюється залежно від дистанції, рівня плавця та способу плавання. Нижчий SWOLF зазвичай вказує на вищу технічну майстерність, але його значення можуть змінюватися залежно від тактики. Наприклад, спринтери можуть мати вищий SWOLF через більшу частоту гребків. Цей показник активно використовується для аналізу тренувань і корекції техніки плавання.

Сьогодні SWOLF є важливим інструментом для плавців усіх рівнів. Він допомагає оцінити ефективність техніки плавання, об'єднуючи час запливу та кількість гребків. Наприклад, якщо плавець пропливає 50 метрів за 30 секунд, зробивши 20 гребків, його SWOLF буде дорівнювати 50 ($30+20$). Чим менше це число, тим ефективніше і економічніше стиль плавання [55].

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить про важливість показника SWOLF для оцінки технічної ефективності плавців. Зниження значення SWOLF є результатом покращення технічних навичок, зменшення кількості гребків та часу на дистанції, а також підвищення рівня аеробної витривалості. Це підтверджує необхідність комплексного підходу до тренувань, що враховує як фізіологічні, так і технічні аспекти підготовки плавців. Крім того, необхідність систематичного аналізу та вдосконалення тренувальних методик, що сприяють підвищенню ефективності плавців, засвідчує важливість наукових досліджень SWOLF як одного з показників технічної ефективності у плаванні.

1.2. VO_2max як показник фізіологічної ефективності плавців

VO_2max (максимальне споживання кисню) – ключовий показник, що визначає аеробну продуктивність спортсмена. Він демонструє здатність серцево-судинної системи забезпечувати м'язи киснем під час максимального фізичного навантаження.

VO_2max вимірюється у мілілітрах на кілограм маси тіла на хвилину (мл/кг/хв) і є важливим показником аеробної витривалості спортсмена. Високий рівень VO_2max дозволяє плавцям підтримувати високий темп на довгих дистанціях, що є важливим фактором у досягненні високих результатів.

Для плавців VO_2max є критичним параметром, оскільки більшість тренувань спрямовані на розвиток аеробної витривалості, що безпосередньо впливає на здатність витримувати інтенсивні навантаження. Відповідно до результатів багатьох досліджень, рівень VO_2max є сильним предиктором спортивних досягнень у плаванні, особливо на середніх і довгих дистанціях. Плавці з високим VO_2max мають більші можливості для підтримки високої швидкості під час змагань.

Історія VO_2max бере свій початок у 1920-х роках, коли британський фізіолог Арчібальд Вівіан Хілл, лауреат Нобелівської премії, розпочав новаторські дослідження, фінансовані британською Радою з дослідження промислової втоми [41]. Хілл, який сам був досвідченим бігуном з рекордом у

4:45 милі, природно, цікавився спортивними результатами. Співпрацюючи з Хартлі Лаптоном, він наважився зайти на незвідану територію, визнавши, що їхня робота спочатку була радше розвагою, ніж практичними цілями. Тим не менш, ці експерименти виявилися безцінними з самого початку, хоча й з причин, що виходять далеко за межі легкої атлетики. Промислові лідери побачили можливість: що може бути кращим для максимізації продуктивності праці, ніж кількісна оцінка фізичних меж і вивчення методів їх подальшого розвитку.

Без сучасного обладнання, такого як бігові доріжки, ЕКГ або пульсометри, вимірювання споживання кисню організмом вимагало певної уяви. Однак метод, який використовували Хілл і Лаптон, принципово не відрізнявся від сьогоденних підходів. Щоб провести свій експеримент, Хілл запросив групу людей до себе додому в Манчестері і попросив їх бігати по його задньому саду з подушками безпеки, прив'язаними до спини, щоб виміряти споживання кисню. Чим швидше вони бігли, тим більше кисню їм було потрібно – до певної межі. Зрештою, їхнє споживання кисню стабілізувалося, навіть незважаючи на те, що їхня швидкість збільшувалася [41].

Це плато представляє собою максимальну кількість кисню, яке організм може використовувати за одиницю часу. Незважаючи на те, що Хілл і Лаптон не використовували цей термін, сьогодні ми знаємо його як VO_{2max} . Після цього спортсмени повинні покладатися на анаеробні енергетичні шляхи, які не можуть підтримуватися довго через накопичення молочної кислоти. Іншими словами, спортсмен досягає своєї межі. Хілл дійшов висновку, що ця межа – VO_{2max} – є чітким індикатором меж стійких зусиль. Його розрахунок став вимірюваним еталоном витривалості [41].

У 1923 році Хілл і Лаптон опублікували свої висновки в статті під назвою «М'язові вправи, молочна кислота і надходження та використання кисню», де вони представили концепцію максимального споживання кисню. Десятиліття потому, у 1950-х і 1960-х роках, такі дослідники, як Пер-Олоф Остренд у Швеції та Бенгт Салтін у Данії, повернулися до цієї концепції, і термін VO_{2max} увійшов у вжиток [41]. У 1950-х роках розвиток газоаналізаторів дозволив вимірювати

VO₂max у лабораторних умовах. У 1980-х роках цей показник отримав визнання як один із основних критеріїв для оцінки аеробної підготовки спортсменів. Сьогодні, завдяки спортивним гаджетам, VO₂max можна оцінити навіть поза лабораторією, використовуючи дані про пульс та інші параметри.

Загалом, розвиток VO₂max був зумовлений кількома факторами. Фізіологічні дослідження, які допомогли зрозуміти роботу серця, легенів і кровоносної системи, створили основу для аналізу споживання кисню. Зростання популярності витривалих видів спорту, таких як марафон, триатлон і плавання, зробило VO₂max критичним показником. Крім того, розвиток кардіології та спортивної медицини показав, що рівень VO₂max можна підвищити завдяки правильному тренуванню.

VO₂max залежить від багатьох факторів, включаючи генетику, стать, вік, рівень тренуваності та тип фізичних навантажень. Оптимізація цього показника є ключовою для спортсменів, які спеціалізуються на середніх і довгих дистанціях. Сучасні дослідження також показують, що високий рівень VO₂max є важливим не тільки для спортсменів, але й для загального здоров'я та довголіття.

Зокрема, результати дослідження Головкіною Вікторією [11] рівня аеробної продуктивності організму засвідчують, що у плавців 11-12 років показник VO₂max становить $47,95 \pm 1,62 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$, що за критеріями Я.П. Пярната відповідає «посередньому». При цьому, автор зауважує, що за критерієм оцінки за Г. Л. Апанасенком, рівень аеробної продуктивності досліджених спортсменів перевищив «безпечний рівень здоров'я» ($42 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$). Також цією дослідницею зазначається, що інтервальне гіпоксичне тренування сприяє значному підвищенню VO₂max, що підтверджується результатами експериментів, проведених на групі плавців.

Дроздовська С. у своїй роботі 2012 року аналізує залежність аеробної працездатності спортсменів від поліморфізмів генів [14]. Проаналізовано вплив 6 поліморфізмів на показники аеробної працездатності, у результаті чого отримано лінійні відносно незалежних параметрів моделі поліноміального вигляду. Модель, що встановлює залежність величини VO₂max/кг маси тіла від

поліморфізмів генів-кандидатів, складається з 17 регресорів. Частка розсіювання, що пояснюється цією моделлю становить 0,71. Статистично значущий вплив на значення показника $VO_2\text{max}/\text{кг}$ маси тіла має стать спортсмена (23,36 %) і вид спорту (15,76 %). Вказані факти є широко відомими у фізіології м'язової діяльності й легко пояснюються. Решту 60,9% становлять фактори, що представляють різноманітні комбінації поліморфізмів генів. Висновки цього дослідження підкреслюють важливість врахування генетичних факторів при розробці тренувальних програм, оскільки це дозволяє оптимізувати тренування та досягти максимальних результатів. Авторка також зазначає, що подальші дослідження у цій галузі можуть допомогти краще зрозуміти механізми впливу генетичних варіацій на аеробну витривалість і розробити більш ефективні методики тренувань.

Грузевич І. В. у своєму дослідженні 2013 року розглядає методику ендогенно-гіпоксичного дихання як засіб удосконалення функціональної підготовленості юних плавців на етапі попередньої базової підготовки [12]. Дослідник зазначає, що методика ендогенно-гіпоксичного дихання сприяє значному підвищенню $VO_2\text{max}$, що підтверджується результатами експериментів, проведених на групі плавців 13-14 років. Загалом, у експериментальній групі через 16 тижнів від початку застосування методики ендогенно-гіпоксичного дихання в комплексі з тренувальними заняттями зареєстровано достовірні зміни функціональної підготовленості плавців за величинами максимального споживання кисню. $VO_2\text{max}$ підвищилося з $42 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ до $44 \text{ мл} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ – на 5,53 % при $p < 0,05$. Отже, результати цього дослідження свідчать про те, що застосування гіпоксичних методик дозволяє покращити аеробну витривалість, що є важливим для підтримання високого темпу протягом тривалого часу.

Таким чином, на основі викладеного вище можна зробити висновок, що високий рівень $VO_2\text{max}$ є важливим показником аеробної витривалості, що дозволяє плавцям підтримувати високий темп протягом тривалого часу. Наукові дослідження свідчать про те, що регулярні тренування значно підвищують

VO₂max, покращуючи загальну фізичну підготовленість. Водночас, високий рівень VO₂max є важливим не тільки для спортсменів, але й для загального здоров'я та довголіття.

1.3. Взаємозв'язок технічних і фізіологічних показників ефективності у плавців

До появи показників SWOLF та VO₂max головною метою тренувань було збільшення швидкості плавання, часто без належної уваги до техніки або енергетичної ефективності. Біомеханічні дослідження структури рухів плавців показали, що зменшення частоти гребків при збереженні швидкості є більш економним способом подолання дистанції. Сучасні технології, такі як водонепроникні годинники і датчики, здатні вимірювати кількість гребків, швидкість і частоту серцевих скорочень, сприяли розвитку інтегральних показників.

SWOLF акцентує увагу на техніці та енергоефективності, тоді як VO₂max – на фізіологічних можливостях організму. Обидва показники отримали розвиток завдяки потребі покращення спортивної продуктивності. Їх поєднання дозволяє створювати комплексну картину фізичного стану та технічної підготовленості плавця.

Взаємозв'язок між технічними показниками, такими як SWOLF, та фізіологічними параметрами, як VO₂max, наразі не є предметом численних досліджень. Тому, можна припустити, що вивчення ефективності техніки плавання за допомогою SWOLF, дозволить спортсменам оптимізувати витрати енергії та покращити результати навіть за однакових фізичних здібностей.

Разом з тим, на сьогодні існують поодинокі дослідження, у яких підкреслюється важливість фізіологічної підготовки для покращення технічних показників плавання. Головкіна В. акцентує увагу на тому, що високий рівень VO₂max дозволяє плавцям підтримувати високий темп протягом тривалого часу, що є критичним для досягнення високих результатів у змаганнях [11].

Дослідження Дроздовської С. дозволяє глибше зрозуміти генетичні аспекти аеробної працездатності спортсменів. Науковиця аналізує вплив шести поліморфізмів на показники $\text{VO}_{2\text{max}}$, підкреслюючи важливість врахування генетичних факторів при розробці тренувальних програм. Результати цього дослідження свідчать про те, що фізіологічні параметри мають значний вплив на технічну підготовленість спортсменів, і подальші дослідження можуть допомогти краще зрозуміти механізми впливу генетичних варіацій на аеробну витривалість [14].

Акцент на взаємозв'язку технічної та фізіологічної підготовки робиться і в дослідженні Грузевича І. В. [12], який розглядає методику ендогенно-гіпоксичного дихання як засіб удосконалення функціональної підготовленості юних плавців. Автор зазначає, що ця методика сприяє значному підвищенню $\text{VO}_{2\text{max}}$, що підтверджується результатами експериментів на групі плавців 13-14 років. Це дослідження підкреслює, що застосування гіпоксичних методик дозволяє покращити аеробну витривалість, що є важливим для підтримання високого темпу протягом тривалого часу.

У дослідженнях Попрошаєва О. проаналізовано взаємозалежності показників рівня фізичного розвитку з показниками структури спеціальної підготовленості у юних ватерполістів [28]. Автор зазначає, що у віці 12 років кореляційний взаємозв'язок між антропометричними і фізіометричними показниками та результатами спеціальної плавальної і технічної підготовленості є незначним. Однак, у віці 13 років відзначається збільшення кількості показників, що корелюють між собою, а у віці 14 років кореляційний взаємозв'язок стає більш вираженим. Це свідчить про зростаючий вплив антропометричних і фізіометричних даних на показники спеціальної плавальної підготовленості, що підтверджує необхідність комплексного підходу до тренувань.

Таким чином, результати вище проаналізованих досліджень дають змогу припустити, що плавці з низьким рівнем SWOLF зазвичай мають високий рівень $\text{VO}_{2\text{max}}$, оскільки їхня техніка дозволяє зменшити кількість необхідних зусиль

для подолання дистанції, що зберігає більше енергії для підтримання високої інтенсивності протягом всього змагання. Водночас плавці з високим SWOLF можуть мати високі показники VO_{2max} , оскільки їхня технічна майстерність і здатність оптимізувати рухи є недостатньою, що позначається на результатах.

Загалом, наявні дослідження підтверджують важливість комплексного підходу в підготовці плавців, що враховує не лише фізіологічні аспекти, такі як рівень VO_{2max} , але й технічну майстерність, вимірювану за допомогою показників SWOLF. Вони також підкреслюють необхідність детального вивчення взаємозв'язку між цими параметрами, що стане основою для подальшого вдосконалення тренувальних програм для плавців.

Висновки до розділу 1

1. Огляд наукових джерел свідчить про важливість показників SWOLF і VO_2max для визначення ефективності плавання та досягнення високих результатів. Однак, незважаючи на значний обсяг досліджень, питання взаємозв'язку між технічними і фізіологічними параметрами в плаванні ще не було досліджено в повній мірі, що створює можливості для подальших досліджень.

2. Існуючі роботи підтверджують, що зниження значення SWOLF є результатом як покращення технічних навичок, так і підвищення рівня аеробної витривалості. Рівень VO_2max безпосередньо впливає на здатність плавця підтримувати високу інтенсивність протягом тривалого часу, що робить його важливим показником для спортсменів, які прагнуть досягти високих результатів у змаганнях.

3. Ураховуючи обмежену кількість досліджень, що спеціально зосереджені на взаємозв'язку між показниками SWOLF і VO_2max , це дослідження має важливе значення для заповнення цієї наукової прогалини та розробки рекомендацій для тренерської практики.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Методика визначення SWOLF

Для вимірювання SWOLF використовували спеціалізований смарт-годинник Polar Grit X Pro (рис. 2.1), який фіксував час запливу та кількість гребків. Процедура вимірювання включала кілька важливих етапів. Спочатку обиралася довжина басейну – 25 м та дистанція 50 м. Важливою умовою було, щоб дистанція була однаковою для всіх вимірювань, щоб забезпечити порівнянність результатів.



Рис. 2.1. Смарт-годинник Polar Grit X Pro

Плавець виконував заплив на обраній дистанції з максимальною швидкістю або в умовах, що відповідали тренувальним цілям. Важливо було, щоб плавець дотримувався своєї звичайної техніки плавання.

Після завершення запливу годинник або датчик автоматично фіксував час запливу та кількість гребків. Ці дані використовувалися для обчислення *SWOLF*. *SWOLF* обчислювався як сума часу запливу (в секундах) та кількості гребків. Наприклад, якщо плавець проплив 50 метрів за 30 секунд, зробивши 20 гребків, його *SWOLF* дорівнював 50 (30 + 20).

SWOLF дозволяв оцінити ефективність техніки плавання. Нижчі значення *SWOLF* вказували на більш ефективну техніку, оскільки плавець витрачав менше

часу та робив менше гребків для подолання дистанції. Високі значення *SWOLF* могли свідчити про необхідність покращення техніки або фізичної підготовки.

Таблиця 2.1

Загальна класифікація показника SWOLF

Класифікація	Показник SWOLF
Елітний конкурентний плавець	До 50
Конкурентний плавець	50-60
Досвідчений або просунутий плавець	60-70
Плавець середнього рівня	70-80
Початківець	80-90
Низька плавальна компетенція	90-100

2.2. Методика визначення VO_{2max}

Для визначення максимального споживання кисню (VO_{2max}) використовували годинник смарт-годинник *Polar Grit X Pro*, зокрема одну з його функцій *Fitness Test*. Перед початком тесту переконувалися, що годинник був заряджений і налаштований на режим тестування. Потім потрібно було сісти або лягти в спокійному місці, де не було відволікаючих факторів протягом тесту.

Запустивши *Fitness Test* в меню годинника, починалося вимірювання пульсу і варіабельності пульсу протягом 5 хвилин. Після завершення тесту годинник розрахував VO_{2max} на основі даних про пульс, варіабельність пульсу, вік, зріст, вагу, стать та тренувальний фон. Результат відобразився на екрані годинника і синхронізувався з додатком *Polar Flow* для детального аналізу.

У додатку *Polar Flow* можна переглядати VO_{2max} та порівнювати його з попередніми результатами. Додаток також надає рекомендації щодо покращення аеробної форми. Регулярне проведення *Fitness Test* дозволяє моніторити зміни у кардіоваскулярній формі та використовувати результати для коригування тренувальної програми.

Цей тест є зручним і безпечним способом оцінки кардіоваскулярної форми без необхідності виконання фізичних навантажень.

Результати *Fitness Test* від *Polar* для визначення максимального

споживання кисню (VO_{2max}) можуть варіюватися залежно від статі та віку. Загальні орієнтири для оцінки VO_{2max} представлені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Нормативні показники для оцінювання VO_{2max} , мл/кг/хв

Вік	Стать	Відмінний	Добрий	Середній	Низький
20-29	Чоловіки	> 55	46-55	35-45	< 35
	Жінки	> 49	40-48	30-39	< 30
30-39	Чоловіки	> 52	42-51	31-41	< 31
	Жінки	> 45	36-44	26-35	< 26
40-49	Чоловіки	> 48	39-47	28-38	< 28
	Жінки	> 42	33-41	23-32	< 23

Слід пам'ятати, що значення отриманні за допомогою *Fitness Test* є орієнтовними і можуть варіюватися залежно від індивідуальних особливостей та рівня фізичної підготовки [44].

2.3. Методи статистичного аналізу

Для того, щоб переконатися, що дані не відрізняються від нормального розподілу на статистично значущому рівні ми проводили перевірку на нормальність розподілу вибірки. Для цього використовувалися такий статистичний тест, як тест Шапіро-Віллка. Після підтвердження нормальності розподілу застосовували параметричні методи дослідження.

Описова статистика включала розрахунок середнього значення, стандартного відхилення, похибки середнього, мінімальних та максимальних значень, а також довірчих інтервалів. Середнє значення показувало середній рівень кожного показника у різних вікових групах, стандартне відхилення оцінювало варіацію значень навколо середнього, похибка середнього показувала точність оцінки середнього значення, мінімальні та максимальні значення визначали діапазон значень у кожній групі, а довірчі інтервали показували діапазон значень, у межах якого знаходиться справжнє середнє значення з ймовірністю 95%.

Після цього ми проводили кореляційний аналіз для визначення взаємозв'язку між різними показниками ефективності плавання, такими як SWOLF, VO_{2max} , час запливу та кількість гребків. Керуючись тим, що розподіл був нормальним, ми використовували параметричні методи кореляційного аналізу, зокрема коефіцієнт Пірсона. Кореляційні коефіцієнти дозволяли оцінити силу та напрямок взаємозв'язку між цими змінними. Наприклад, сильна негативна кореляція між віком та часом запливу свідчила про те, що з віком час на подолання дистанції зменшується.

На основі нормальності розподілу даних та результатів кореляційного аналізу ми проводили регресійний аналіз для побудови математичних моделей, які прогнозували показники ефективності плавання. Використовувалися такі типи регресійного аналізу: експоненціальна регресія для моделювання взаємозв'язку між SWOLF та VO_{2max} , а також квадратична регресія для прогнозування часу запливу та кількості гребків залежно від віку.

Графічний аналіз включав побудову точкових графіків з додаванням ліній тренду, що дозволяло візуалізувати взаємозв'язок між показниками та прогнозувати їх зміни. Графіки допомагали тренерам та спортсменам оцінювати поточний рівень підготовки та планувати тренувальні програми.

Ця послідовність методів забезпечувала комплексний підхід до оцінки та прогнозування ефективності плавання, що сприяло розробці рекомендацій для тренувальної практики.

2.4. Організація досліджень

Для виконання магістерського дослідження, було проведено кілька основних етапів. Наводимо детальний опис кожного з них:

Вересень 2024 – Жовтень 2024: Підготовчий етап.

- Вибір теми дослідження: Визначення актуальної теми дослідження, пов'язаної з технічними та фізіологічними показниками ефективності у плаванні.

- Формулювання мети та завдань дослідження: Визначення основної мети дослідження – розробити моделі для прогнозування технічних та фізіологічних показників ефективності у плаванні. Формулювання конкретних завдань прогнозування.

- Огляд літератури: Аналіз наукових джерел, що стосуються показників SWOLF та VO_{2max} , а також їх взаємозв'язку. Вивчення існуючих досліджень та методик.

Листопад 2024 – Грудень 2024: Розробка методології.

- Вибір методів дослідження: Визначення методів вимірювання показників SWOLF та VO_{2max} . Вибір смарт-годинника Polar Grit X Pro для вимірювання технічних та фізіологічних показників.

- Розробка плану дослідження: Створення детального плану проведення дослідження, включаючи вибір учасників, визначення дистанцій для запливів та методів аналізу даних.

Січень 2025 – Лютий 2025: Пілотне дослідження.

- Проведення пілотного дослідження: Виконання тестових запливів з метою перевірки методик вимірювання показників SWOLF та VO_{2max} . Аналіз отриманих даних для виявлення можливих проблем та коригування методик.

- Аналіз результатів пілотного дослідження: Оцінка точності та надійності методик вимірювання. Внесення необхідних корективів у план дослідження.

Березень 2025 – Червень 2025: Основне дослідження.

- Збір даних: Проведення запливів на дистанції 50 метрів з фіксацією часу запливу та кількості гребків для обчислення SWOLF. Виконання тестів Fitness Test для визначення VO_{2max} .

- Аналіз даних: Використання методів статистичного аналізу для оцінки взаємозв'язку між технічними та фізіологічними показниками ефективності. Проведення кореляційного та регресійного аналізу для побудови математичних моделей.

Липень 2025 – Вересень 2025: Обробка та інтерпретація результатів.

- Обробка даних: Аналіз отриманих даних за допомогою програмного забезпечення для статистичного аналізу. Побудова графіків та моделей для візуалізації результатів.
- Інтерпретація результатів: Оцінка значущості отриманих результатів. Визначення взаємозв'язку між показниками SWOLF та VO_2max . Розробка рекомендацій для тренувального процесу.

Жовтень 2025 – Листопад 2025: Написання магістерської роботи.

- Написання тексту роботи: Структурування та написання основних розділів магістерської роботи, включаючи вступ, теоретичний аналіз, методи дослідження, результати та їх обговорення, висновки та практичні рекомендації.
- Оформлення роботи: Підготовка роботи до захисту, включаючи оформлення таблиць, графіків та списку використаних джерел.

Грудень 2025: Захист магістерської роботи.

- Підготовка до захисту: Підготовка презентації та доповіді для захисту магістерської роботи. Репетиція виступу перед науковим керівником та колегами.
- Захист роботи: Представлення результатів дослідження перед комісією. Відповіді на запитання комісії та обґрунтування отриманих результатів.

Ці етапи забезпечили систематичний підхід до виконання магістерського дослідження, що дозволило досягти високої точності та надійності отриманих результатів.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Динаміка показників SWOLF у процесі тренувань

Таблиця 3.1 містить дані про динаміку часу додання дистанції вільним стилем на відстані 50 м у різних вікових групах плавців. Ця таблиця дозволяє оцінити зміни у швидкості плавання та ефективності техніки плавців у процесі тренувань.

Аналізуючи дані таблиці, можна зробити висновок про поступове зниження часу додання дистанції з віком та підвищенням спортивного розряду. У віковій групі від 9 до 10 років середній час додання дистанції становить приблизно 40 с. З кожним наступним віковим етапом цей показник зменшується. У групі від 11 до 12 років середній час додання дистанції становить вже близько 34 с. У групі від 13 до 14 років цей показник зменшується до приблизно 30 с. У групі від 15 до 16 років середній час додання дистанції становить близько 26 с. Нарешті, у групі від 17 до 18 років цей показник досягає приблизно 25 с.

Це свідчить про значне покращення швидкості плавання та ефективності техніки у процесі тренувань. Загалом, зниження часу додання дистанції є стабільним і поступовим, що свідчить про ефективність тренувального процесу та поступове покращення технічної майстерності плавців.

Стандартне відхилення показує варіацію значень часу додання дистанції у кожній групі. Найменше стандартне відхилення спостерігається у віковій групі від 9 до 10 років (0,90), що свідчить про відносно однорідний рівень швидкості плавання серед молодших плавців. У старших групах стандартне відхилення дещо збільшується, що може бути пов'язано з індивідуальними особливостями тренувального процесу та фізіологічного розвитку.

Похибка середнього відображає точність оцінки середнього значення часу додання дистанції. Найменша похибка спостерігається у віковій групі від 9 до 10 років (0,40), що свідчить про високу точність вимірювань у цій групі. У старших групах похибка дещо збільшується, але залишається на прийнятному рівні.

Мінімальні та максимальні значення часу додання дистанції показують діапазон значень у кожній віковій групі. Найменше значення спостерігається у віковій групі від 9 до 10 років (39,14 с), тоді як найбільше значення досягається у групі від 17 до 18 років (26,84 с). Це свідчить про значний прогрес у розвитку швидкості плавання та технічної майстерності у процесі тренувань.

Довірчі інтервали (Лів.(95% ВІ) та Прав.(95% ВІ)) показують діапазон значень, у межах якого знаходиться справжнє середнє значення часу додання дистанції з ймовірністю 95 %. Найширший довірчий інтервал спостерігається у віковій групі від 17 до 18 років (23.47-26.78 с), що може бути пов'язано з більшою варіацією значень у старших плавців.

Таким чином, аналіз таблиці 3.1 показує, що час додання дистанції значно зменшується з віком та підвищенням спортивного розряду, що свідчить про покращення швидкості плавання та технічної майстерності плавців у процесі тренувань. Стандартне відхилення, похибка середнього, мінімальні та максимальні значення, а також довірчі інтервали засвідчують точність вимірювань та допустиму варіацію значень у кожній віковій групі.

Таблиця 3.1

Динаміка часу додання 50 м дистанції вільним стилем

Розряд (час)	3	2	1	КМС	МС
Вік	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18
Індивід_1	41,06	33,19	31,29	26,79	26,84
Індивід_2	39,53	35,11	30,87	25,37	23,43
Індивід_3	40,08	35,62	29,60	25,77	24,98
Індивід_4	39,14	35,46	30,41	26,58	24,38
Індивід_5	41,17	33,60	31,24	26,94	25,98
К-кість	5	5	5	5	5
Середнє	40,2	34,6	30,68	26,29	25,12
С.к.в.	0,90	1,12	0,70	0,68	1,33
Пох. середнього	0,40	0,50	0,31	0,31	0,60
Мінімум	39,14	33,19	29,6	25,37	23,43
Максимум	41,17	35,62	31,29	26,94	26,84
Лів.(95% ВІ)	39,07	33,2	29,81	25,44	23,47
Прав.(95% ВІ)	41,32	35,99	31,55	27,14	26,78

Таблиця 3.2 містить дані про кількість гребків, які плавці виконують під час подолання дистанції 50 м вільним стилем у різних вікових групах. Ці дані дозволяють оцінити зміни у техніці плавання та ефективності рухів плавців у процесі тренувань.

Перш за все, варто зазначити, що з віком та підвищенням спортивного розряду спостерігається поступове зменшення кількості гребків. У віковій групі від 9 до 10 років середня кількість гребків становить приблизно 29,6. З кожним наступним віковим етапом цей показник зменшується. Наприклад, у групі від 11 до 12 років середня кількість гребків вже близько 28,2, а у групі від 13 до 14 років цей показник зменшується до приблизно 25,2. У групі від 15 до 16 років середня кількість гребків становить близько 24,8, а у групі від 17 до 18 років цей показник досягає приблизно 21,8.

Це свідчить про значне покращення техніки плавання та ефективності рухів у процесі тренувань. Зменшення кількості гребків є стабільним і поступовим, що вказує на ефективність тренувального процесу та поступове покращення технічної майстерності плавців.

Стандартне відхилення показує варіацію значень кількості гребків у кожній групі. Найменше стандартне відхилення спостерігається у віковій групі від 9 до 10 років (0,89), що свідчить про відносно однорідний рівень техніки плавання серед молодших плавців. У старших групах стандартне відхилення дещо збільшується, що може бути пов'язано з індивідуальними особливостями тренувального процесу та фізіологічного розвитку.

Похибка середнього відображає точність оцінки середнього значення кількості гребків. Найменша похибка спостерігається у віковій групі від 9 до 10 років (0,40), що свідчить про високу точність вимірювань у цій групі. У старших групах похибка дещо збільшується, але залишається на прийнятному рівні.

Мінімальні та максимальні значення кількості гребків показують діапазон значень у кожній віковій групі. Найменше значення спостерігається у віковій групі від 9 до 10 років (29), тоді як найбільше значення досягається у групі від 17

до 18 років (23). Це свідчить про значний прогрес у розвитку техніки плавання та ефективності рухів у процесі тренувань.

Довірчі інтервали (Лів.(95% ВІ) та Прав.(95% ВІ)) показують діапазон значень, у межах якого знаходиться справжнє середнє значення кількості гребків з ймовірністю 95%. Найширший довірчий інтервал спостерігається у віковій групі від 17 до 18 років (20,18-23,42), що може бути пов'язано з більшою варіацією значень у старших плавців.

Таким чином, аналіз таблиці 3.2 показує, що кількість гребків значно зменшується з віком та підвищенням спортивного розряду, що свідчить про покращення техніки плавання та ефективності рухів плавців у процесі тренувань. Стандартне відхилення, похибка середнього, мінімальні та максимальні значення, а також довірчі інтервали засвідчують точність вимірювань та допустиму варіацію значень у кожній віковій групі.

Таблиця 3.2

Динаміка кількості гребків під час долаття 50 м дистанції вільним стилем

Розряд (гребки)	3	2	1	КМС	МС
Вік	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18
Індивід 1	29	29	26	25	20
Індивід 2	30	29	24	26	22
Індивід 3	31	27	26	25	23
Індивід 4	29	27	25	25	23
Індивід 5	29	29	25	23	21
К-кість	5	5	5	5	5
Середнє	29,60	28,20	25,20	24,80	21,80
С.к.в.	0,89	1,10	0,84	1,10	1,30
Пох. середнього	0,40	0,49	0,37	0,49	0,58
Мінімум	29	27	24	23	20
Максимум	31	29	26	26	23
Лів.(95% ВІ)	28,49	26,84	24,16	23,44	20,18
Прав.(95% ВІ)	30,71	29,56	26,24	26,16	23,42

Динаміка показника SWOLF під час долаття дистанції вільним стилем на відстані 50 метрів була досліджена для різних вікових груп та розрядів

спортсменів (табл. 3.3). SWOLF є показником ефективності плавання, який обчислюється як сума часу та кількості гребків на певну дистанцію.

Дослідження охоплює показники від третього розряду до майстра спорту (МС) для вікових груп від 9-10 років до 17-18 років. Індивідуальні показники SWOLF були зібрані для п'яти спортсменів у кожній віковій групі та розряді. Кількість спортсменів у кожній групі становила п'ять осіб. Середнє значення SWOLF для кожної групи було розраховане, а також визначено стандартне відхилення (С.к.в.), похибка середнього значення, мінімальне та максимальне значення SWOLF, а також лівий та правий межі довірчого інтервалу (95% ВІ).

Таблиця 3.3

Динаміка показника SWOLF під час долаття 50 м дистанції вільним стилем

Розряд (SWOLF)	3	2	1	КМС	МС
Вік	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18
Індивід 1	70,46	62,68	57,03	51,79	46,86
Індивід 2	69	64	55	51	45,32
Індивід 3	71	63	55	51	48,07
Індивід 4	68	62	56	51	47,87
Індивід 5	70	63	56	50	47,01
К-кість	5	5	5	5	5
Середнє	69,88	62,92	55,85	51,07	47,03
С.к.в.	1,06	0,86	0,84	0,74	1,09
Пох. середнього	0,47	0,39	0,38	0,33	0,4869
Мінімум	68,39	62,05	54,95	49,87	45,32
Максимум	71,08	64,36	57,03	51,79	48,07
Лів.(95% ВІ)	68,57	61,85	54,81	50,15	45,67
Прав.(95% ВІ)	71,2	63,99	56,9	51,99	48,38

Згідно з отриманими даними, середнє значення SWOLF зменшується з віком та підвищенням розряду спортсменів. Найменше середнє значення SWOLF спостерігається у групі майстрів спорту (МС), а найбільше - у третьому розряді. Стандартне відхилення показника SWOLF є відносно невеликим у всіх групах, що свідчить про стабільність результатів. Похибка середнього значення також є невеликою, що підтверджує точність вимірювань. Мінімальні та максимальні значення SWOLF демонструють діапазон варіації показника у кожній групі, а

довірчі інтервали (95% ВІ) підтверджують надійність отриманих середніх значень.

Таким чином, отримані дані динаміки показника SWOLF та їх детальний аналіз показує, що вони можуть використовуватись для аналізу ефективності тренувань та визначення оптимальних методик підготовки спортсменів різних вікових груп та розрядів.

3.2. Динаміка рівня VO_2max у процесі тренувань

Діти починають займатися професійним плаванням у різному віці залежно від країни та системи спортивної підготовки. В Україні діти зазвичай починають тренування у віці 6-7 років. У США та Австралії цей вік становить 5-6 років, а в Китаї також 5-6 років.

Досягнення спортивних результатів також варіюється. Третій розряд зазвичай досягається у віці 9-10 років, другий розряд – у 11-12 років, перший розряд – у 13-14 років. Кандидат у майстри спорту досягається у віці 15-16 років, майстер спорту України – у 17-18 років, а майстер спорту України міжнародного класу - у віці 20-26 років.

На останніх двох Олімпіадах, які відбулися у Токіо 2020 та Парижі 2024, багато відомих плавців досягли значних успіхів. Кейлі Маккіон з Австралії на Олімпіаді в Токіо 2020 виграла три золоті медалі у віці 20 років. Кейлеб Дрессел зі США здобув п'ять золотих медалей у Токіо 2020 у віці 24 років. Арно Каммінга з Нідерландів на Олімпіаді в Парижі 2024 виграв дві золоті медалі у віці 28 років. Емма Маккеон з Австралії на Олімпіаді в Токіо 2020 здобула сім медалей, з яких чотири золоті, у віці 27 років.

Ці плавці демонструють, що вік для досягнення високих результатів у плаванні може варіюватися, але більшість з них досягають піку своєї кар'єри у віці від 20 до 28 років.

Українські плавці досягли значних успіхів на міжнародній арені за часи незалежності України. Серед найвідоміших спортсменів варто відзначити Яну

Ключкову, яка здобула чотири золоті медалі на Олімпійських іграх 2000 та 2004 років. На момент першої перемоги їй було 18 років.

Андрій Говоров, ще один видатний український плавець, встановив світовий рекорд на дистанції 50 метрів батерфляєм у 2018 році (22.27 с). На той час йому було 26 років.

Михайло Романчук, який спеціалізується на дистанціях 800 та 1500 метрів вільним стилем, здобув срібну та бронзову медалі на Олімпійських іграх у Токіо 2020. На момент змагань йому було 24 роки.

Ці спортсмени демонструють, що українські плавці можуть досягати високих результатів у різному віці, але більшість з них досягають піку своєї кар'єри у віці від 18 до 26 років. Україна продовжує розвивати свої спортивні програми, що дозволяє новим поколінням плавців досягати високих результатів на міжнародній арені.

Отже, початок занять плаванням та досягнення спортивних результатів значно варіюються залежно від країни та системи підготовки. Важливо враховувати індивідуальні особливості кожної дитини та забезпечувати підтримку на кожному етапі їх спортивного розвитку.

Максимальне споживання кисню (VO_{2max}) є важливим показником аеробної витривалості та фізичної працездатності плавців. Для плавців-спортсменів цей показник варіюється залежно від віку, статі та рівня тренуваності. У чоловіків віком від 5 до 9 років VO_{2max} становить приблизно 45-50 мл/кг/хв, у віці від 10 до 14 років – 50-55 мл/кг/хв, від 15 до 19 років – 55-60 мл/кг/хв, від 20 до 24 років – 60-65 мл/кг/хв, а у віці від 25 до 28 років – 55-60 мл/кг/хв. У жінок цей показник дещо нижчий: у віці від 5 до 9 років він становить 40-45 мл/кг/хв, від 10 до 14 років – 45-50 мл/кг/хв, від 15 до 19 років – 50-55 мл/кг/хв, від 20 до 24 років – 55-60 мл/кг/хв, а у віці від 25 до 28 років – 50-55 мл/кг/хв. Ці дані є середніми значеннями для плавців-спортсменів і можуть варіюватися залежно від індивідуальних особливостей спортсменів та їх тренувальних програм. У чоловіків показники VO_{2max} зазвичай вищі, ніж у жінок, через більшу м'язову масу та інші фізіологічні відмінності.

Таблиця 3.4 містить дані про вікову динаміку показника максимального споживання кисню (VO_2max) у плавців. Ця таблиця відображає зміни VO_2max у спортсменів різних вікових груп та спортивних розрядів, що дозволяє оцінити вплив віку та рівня тренуваності на аеробну витривалість.

Таблиця 3.4

Динаміка показника VO_2max у плавців

Розряд (VO_2max)	3	2	1	КМС	МС
Вік	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18
Індивід_1	45	54	58	62	66
Індивід_2	49	51	57	62	66
Індивід_3	48	51	55	65	70
Індивід_4	47	54	56	63	68
Індивід_5	48	51	60	61	69
К-кість	5	5	5	5	5
Середнє	47,4	52,2	57,2	62,6	67,8
С.к.в.	1,52	1,64	1,92	1,52	1,79
Пох. середнього	0,68	0,73	0,86	0,68	0,80
Мінімум	45	51	55	61	66
Максимум	49	54	60	65	70
Лів.(95% BI)	45,52	50,16	54,81	60,72	65,58
Прав.(95% BI)	49,28	54,24	59,59	64,48	70,02

Показник VO_2max є важливим параметром, що характеризує здатність організму споживати кисень під час максимального фізичного навантаження. У таблиці наведені дані для п'яти індивідів у кожній віковій групі, що дозволяє зробити висновки про середні значення, стандартне відхилення, похибку середнього, мінімальні та максимальні значення, а також довірчі інтервали для кожної групи.

Середнє значення VO_2max зростає з віком та підвищенням спортивного розряду. У віковій групі 9-10 років середнє значення становить 47,4 мл/кг/хв, тоді як у групі 17-18 років цей показник досягає 67,8 мл/кг/хв. Це свідчить про значне покращення аеробної витривалості у процесі тренувань та зростання рівня спортивної майстерності.

Загалом, зростання VO_2max з кожним роком також є стабільним і поступовим. Від 9-10 років до 11-12 років середнє значення VO_2max

збільшується на 4,8 мл/кг/хв за два роки, або 2,4 мл/кг/хв за рік. Від 11-12 років до 13-14 років цей показник зростає на 5,0 мл/кг/хв за два роки, або 2,5 мл/кг/хв за рік. Від 13-14 років до 15-16 років спостерігається збільшення на 5,4 мл/кг/хв за два роки, або 2,7 мл/кг/хв за рік, що є найбільшим приростом серед усіх вікових груп. Від 15-16 років до 17-18 років середнє значення VO_2max збільшується на 5,2 мл/кг/хв за два роки, або 2,6 мл/кг/хв за рік.

Особливості динаміки у віковому аспекті полягають у тому, що найбільш інтенсивне зростання VO_2max спостерігається з 13 до 16 років. Це може бути пов'язано з інтенсивним фізіологічним розвитком у цьому віці, коли організм активно адаптується до високих фізичних навантажень. В основному, зростання VO_2max є досить рівномірним, що свідчить про ефективність тренувального процесу та поступове покращення аеробної витривалості плавців.

Стандартне відхилення показує варіацію значень VO_2max у кожній групі. Найменше стандартне відхилення спостерігається у віковій групі 9-10 років (1,52), що свідчить про відносно однорідний рівень аеробної витривалості серед молодших плавців. У старших групах стандартне відхилення дещо збільшується, що може бути пов'язано з індивідуальними особливостями тренувального процесу та фізіологічного розвитку.

Похибка середнього відображає точність оцінки середнього значення VO_2max . Найменша похибка спостерігається у віковій групі 9-10 років (0,68), що свідчить про високу точність вимірювань у цій групі. У старших групах похибка дещо збільшується, але залишається на прийнятному рівні.

Мінімальні та максимальні значення VO_2max показують діапазон значень у кожній віковій групі. Найменше значення спостерігається у віковій групі 9-10 років (45 мл/кг/хв), тоді як найбільше значення досягається у групі 17-18 років (70 мл/кг/хв). Це свідчить про значний прогрес у розвитку аеробної витривалості у процесі тренувань.

Довірчі інтервали (Лів.(95% ВІ) та Прав.(95% ВІ) показують діапазон значень, у межах якого знаходиться справжнє середнє значення VO_2max з ймовірністю 95%. Найширший довірчий інтервал спостерігається у віковій групі

17-18 років (65,58-70,02), що може бути пов'язано з більшою варіацією значень у старших плавців.

Таким чином, аналіз таблиці 3.4 показує, що показник VO_{2max} значно зростає з віком та підвищенням спортивного розряду, що свідчить про покращення аеробної витривалості плавців у процесі тренувань. Стандартне відхилення, похибка середнього, мінімальні та максимальні значення, а також довірчі інтервали засвідчують точність вимірювань та допустиму варіацію значень у кожній віковій групі.

3.3. Математичні моделі дослідження показників ефективності у плаванні

Аналіз кореляції показників у таблиці 3.5 демонструє взаємозв'язок між віком спортсменів та їхніми показниками технічної та фізіологічної ефективності під час долаття дистанції вільним стилем на відстані 50 метрів.

Таблиця 3.5

Кореляція показників ефективності у плаванні

Змінна	Вік	Час	Гребки	SWOLF	VO_{2max}
Вік	-	-0,961	-0,916	-0,978	0,97
Час	-0,961	-	0,851	0,982	-0,946
Гребки	-0,916	0,851	-	0,934	-0,892
SWOLF	-0,978	0,982	0,934	-	-0,96
VO_{2max}	0,97	-0,946	-0,892	-0,96	-

Загальна динаміка показує сильну негативну кореляцію між віком та часом ($r = -0.961$), що свідчить про те, що з віком час на подолання дистанції зменшується. Це може бути пов'язано з покращенням техніки плавання та фізичної підготовки спортсменів.

Кореляція між віком та кількістю гребків також є негативною ($r = -0.916$), що вказує на те, що з віком кількість гребків зменшується. Це може свідчити про те, що старші спортсмени мають більш ефективну техніку плавання.

Показник *SWOLF* має сильну негативну кореляцію з віком ($r = -0.978$), що підтверджує зменшення цього показника з віком та підвищенням розряду спортсменів.

VO_{2max} має сильну позитивну кореляцію з віком ($r = 0.97$), що свідчить про покращення аеробної витривалості спортсменів-плавців з віком.

Час має сильну позитивну кореляцію з кількістю гребків ($r = 0.851$) та $SWOLF$ ($r = 0.982$), що вказує на те, що збільшення часу на подолання дистанції супроводжується збільшенням кількості гребків та показника $SWOLF$.

Кількість гребків має сильну позитивну кореляцію з $SWOLF$ ($r = 0.934$), що підтверджує взаємозв'язок між цими показниками.

VO_{2max} має сильну негативну кореляцію з часом ($r = -0.946$), кількістю гребків ($r = -0.892$) та $SWOLF$ ($r = -0.96$), що свідчить про те, що покращення аеробної витривалості супроводжується зменшенням часу на подолання дистанції та кількості гребків.

Отже, на основі аналізу кореляційних взаємозв'язків, можна зробити загальний висновок який полягає в тому, що з віком та підвищенням розряду спортсменів спостерігається покращення ефективності плавання. Це проявляється у зменшенні часу на подолання дистанції, кількості гребків та показника $SWOLF$, а також у збільшенні показника VO_{2max} , що свідчить про покращення аеробної витривалості. Взаємозв'язок між цими показниками підтверджує, що старші та більш досвідчені спортсмени демонструють вищу ефективність та продуктивність під час плавання. Ефективність у плаванні залежить від комплексу показників, які взаємопов'язані та впливають один на одного, що підкреслює важливість комплексного підходу до тренувань та підготовки спортсменів.

Загалом, слід зазначити, що наявність статистично значущої кореляції між досліджуваними показниками дозволяє використовувати ці показники для розробки математичних прогнозів та моделей технічної та фізіологічної ефективності у плаванні. Придатність отриманих даних для побудови математичних рівнянь підтверджується також їх перевіркою на нормальність розподілу, яка показала, що всі дані не відрізняються від нормального розподілу на статистично значущому рівні $p \geq 0,1$. У зв'язку з цим, для побудови моделей

та прогнозів ми будемо використовувати електронні таблиці *Microsoft Excel*, зокрема їх можливості побудови точкових графіків з додаванням ліній тренду.

Графік, представлений на рис. 3.1, ілюструє взаємозв'язок між показниками *SWOLF* та *VO₂max* для плавців різних спортивних розрядів. Менші значення *SWOLF* свідчать про більш ефективне плавання. Вищі значення *VO₂max* свідчать про кращу аеробну здатність спортсмена.

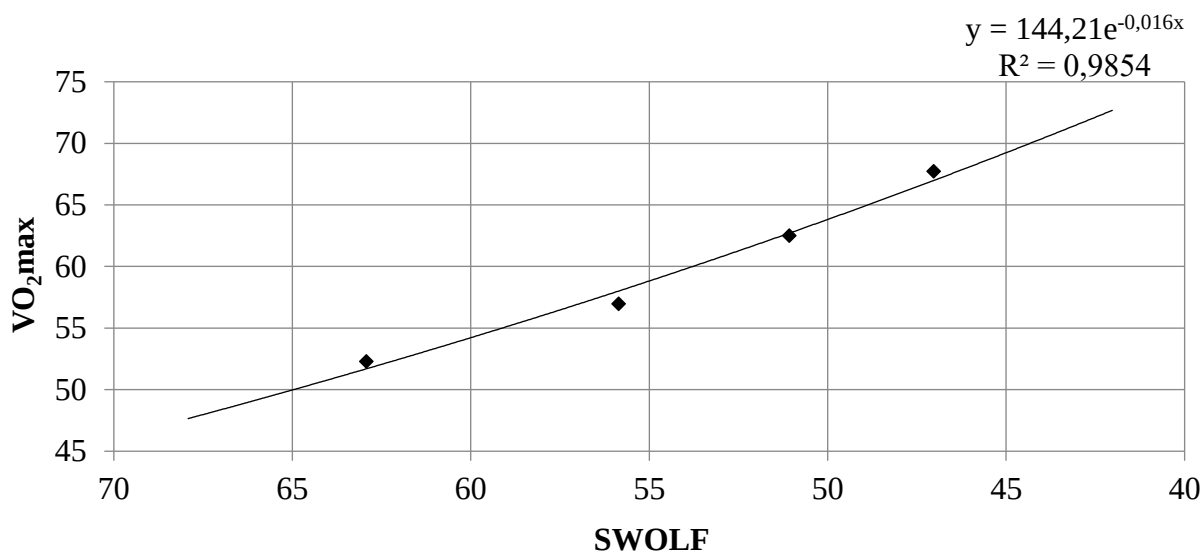


Рис. 3.1. Графік-модель для дослідження показників ефективності у плавання

Примітка: на цьому рисунку та рисунках нижче маркерами показані фактичні дані, лінією тренду – прогнозовані

На графіку маркерами показані фактичні дані для плавців різних розрядів. Для третього розряду значення *SWOLF* варіюються від 68 до 71, а *VO₂max* – від 45 до 50 мл/кг/хв. Другий розряд має значення *SWOLF* від 62 до 64 і *VO₂max* від 50 до 55 мл/кг/хв. Перший розряд демонструє значення *SWOLF* між 55 і 57, а *VO₂max* – між 55 і 60 мл/кг/хв. Кандидати у майстри спорту показують значення *SWOLF* від 50 до 51 і *VO₂max* від 60 до 65 мл/кг/хв. Майстри спорту мають значення *SWOLF* від 45 до 48 і *VO₂max* від 65 до 70 мл/кг/хв.

Лінії тренду на графіку прогнозують результати для безрорядників і майстрів спорту міжнародного класу. Для безрорядників прогнозовані значення *SWOLF* більше ніж у третього розряду, а *VO₂max* менше ніж у третього розряду. Навпаки, майстри спорту міжнародного класу прогнозуються мати менші

значення *SWOLF* ніж майстри спорту і вищі значення *VO_{2max}* ніж майстри спорту.

Лінія тренду на графіку демонструє залежність між показниками *SWOLF* та *VO_{2max}*. Вона свідчить про те, що зменшення значень *SWOLF* (більш ефективне плавання) супроводжується збільшенням значень *VO_{2max}* (краща аеробна здатність). Це рівняння експоненціальної залежності показує, що зменшення часу та кількості гребків, необхідних для подолання дистанції, супроводжується збільшенням здатності спортсмена споживати кисень, що є ключовим показником аеробної витривалості.

Цей графік може бути використаний для моделювання та прогнозування результатів плавців різних розрядів. Він допомагає візуалізувати взаємозв'язок між ефективністю плавання та аеробною здатністю спортсменів. Модель дозволяє тренерам та спортсменам оцінювати поточний рівень підготовки та планувати тренувальні програми для досягнення оптимальних результатів. Використання цієї моделі може сприяти покращенню тренувального процесу, дозволяючи більш точно визначати слабкі місця та розробляти стратегії для їх усунення.

Для оцінки надійності графіка, який використовується для прогнозування показників *SWOLF* та *VO_{2max}*, застосовується метод експоненціальної регресії. Експоненціальна регресія дозволяє визначити залежність між двома змінними та побудувати рівняння, яке описує цю залежність.

Рівняння експоненціальної регресії має вигляд:

$$VO_{2max} = 144,21e^{-0.016 \cdot SWOLF} \quad 3.1$$

де: *VO_{2max}* – прогнозоване значення максимального споживання кисню, *SWOLF* – значення показника ефективності плавання, 144,21 – коефіцієнт, що відповідає за масштабування, -0,016 – коефіцієнт нахилу експоненціальної кривої.

Експоненціальна регресія дозволяє визначити, наскільки добре значення *SWOLF* пояснюють варіацію значень *VO_{2max}*. Коефіцієнт детермінації R^2 показує, яка частка варіації залежної змінної (*VO_{2max}*) пояснюється незалежною

змінною (*SWOLF*). Значення R^2 варіюється від 0 до 1, де 1 означає, що модель ідеально пояснює всі варіації даних. У нашому випадку R^2 дорівнює 0,9854, що свідчить про високу надійність моделі.

Таким чином, на основі викладеного вище, можна стверджувати, що розроблена модель експоненціальної регресії є надійним інструментом для дослідження показників *SWOLF* та VO_{2max} , оскільки вона дозволяє визначити залежність між цими змінними та побудувати рівняння для прогнозування. Важливо враховувати значення коефіцієнта детермінації R^2 , який засвідчує, наскільки добре модель пояснює варіацію даних.

Графік на рисунку 3.2 показує залежність часу плавання на дистанції 50 метрів вільним стилем від віку спортсменів. З графіку видно, що з віком час плавання значно зменшується. Це можна пояснити тим, що з віком спортсмени стають більш тренованими та фізично розвиненими, що дозволяє їм швидше долати дистанцію.

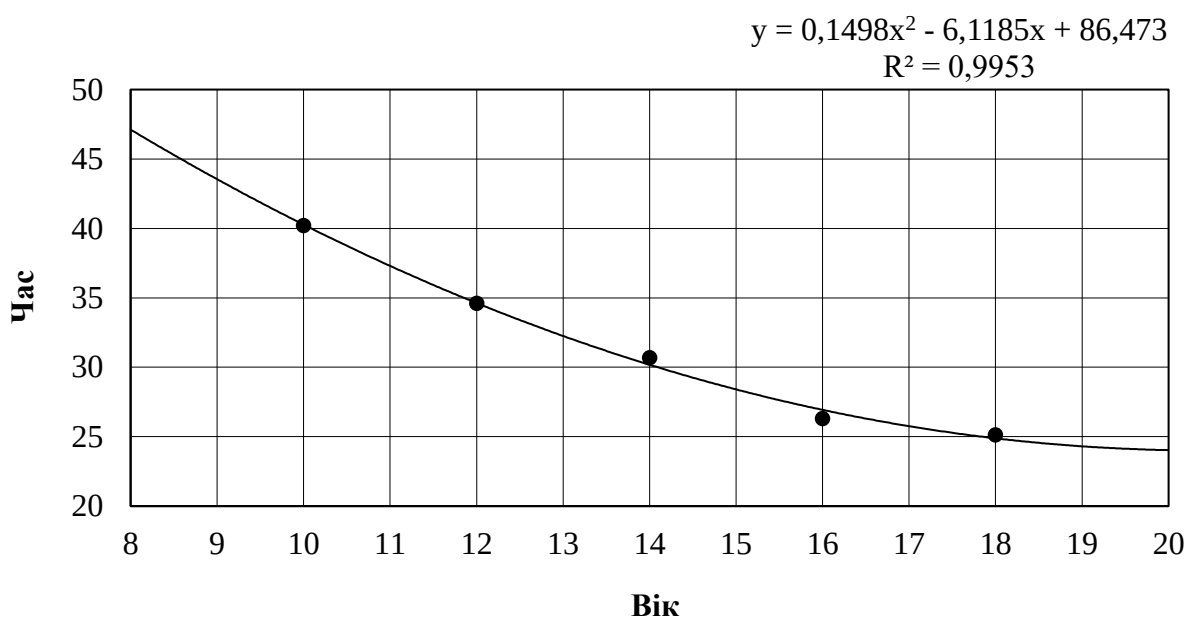


Рис. 3.2. Графік-модель для дослідження часу плавання 50 м вільним стилем

Найбільше зниження часу плавання спостерігається у віці від 9 до 12 років. У цей період діти активно займаються спортом і швидко розвиваються фізично.

Вони набувають нових навичок та покращують свою техніку плавання, що призводить до значного покращення результатів.

Після досягнення віку 12 років темп зниження часу плавання сповільнюється. Це може бути пов'язано з тим, що спортсмени досягають певного рівня фізичного розвитку і техніки плавання, після чого покращення результатів стає менш значним. У віці від 14 до 18 років час плавання стабілізується і змінюється незначно. Це може свідчити про те, що спортсмени досягають свого піку фізичної форми і подальше покращення результатів потребує значних зусиль та тренувань.

Таким чином, графік демонструє загальну тенденцію зниження часу плавання з віком спортсменів, але темп цього зниження змінюється в залежності від вікової групи. Рівняння яке використано для побудови графіка є поліномом другої степені:

$$y=0,1498x^2-6,1185x+86 \quad 3.2.$$

Це рівняння є квадратичною моделлю для дослідження часу плавання на дистанції 50 метрів вільним стилем залежно від віку спортсменів. У цьому рівнянні y представляє час плавання у секундах, а x – вік спортсмена у роках. Квадратичний член рівняння, $0,1498x^2$, враховує вплив віку на час плавання, показуючи, наскільки сильно змінюється час плавання при зміні віку в квадраті. Лінійний член, $-6.1185x$, враховує вплив віку на час плавання, показуючи, наскільки сильно змінюється час плавання при зміні віку. Вільний член рівняння, $86,473$, представляє початковий час плавання, коли вік спортсмена дорівнює нулю (теоретично).

Коефіцієнт детермінації $R^2=0.9953$ свідчить про високу надійність моделі для дослідження показника. Високе значення R^2 (близьке до 1) означає, що модель добре описує залежність між віком і часом плавання. Це свідчить про те, що квадратична модель є адекватною для прогнозування часу плавання на основі віку спортсменів.

Однак слід зазначити, що навіть при високому значенні R^2 модель може мати певні обмеження. Наприклад, вона може не враховувати інші фактори, які

можуть впливати на час плавання (наприклад, рівень тренувань, техніка плавання тощо). Тому результати прогнозування слід використовувати з обережністю і враховувати можливі додаткові фактори.

Загалом, квадратична модель є надійним інструментом для прогнозування часу плавання на дистанції 50 метрів вільним стилем залежно від віку спортсменів.

Графік-модель для прогнозування кількості гребків під час плавання 50 м вільним стилем є важливим інструментом для аналізу та розуміння впливу віку на техніку плавання (рис. 3.3). Формула регресії показує, що кількість гребків (y) зменшується зі збільшенням віку (x). Показник -0.499 вказує на зворотну залежність між віком і кількістю гребків, що означає, що старші плавці роблять менше гребків на дистанції 50 метрів:

$$y = 95.194x^{-0.499} \quad 3.3$$

Коефіцієнт детермінації (R^2) дорівнює 0.9413, що свідчить про високу точність моделі. Це означає, що 94,13% варіації в кількості гребків можна пояснити віком плавця. Високе значення R^2 вказує на те, що модель добре підходить для прогнозування кількості гребків на основі віку.

На графіку видно, що з віком кількість гребків зменшується. Наприклад, для вікової групи 8-10 років кількість гребків значно вища, ніж для вікової групи 18-20 років. Це може бути пов'язано з тим, що молодші плавці мають меншу силу та витривалість, що змушує їх робити більше гребків для подолання тієї ж дистанції. З іншого боку, старші плавці, ймовірно, мають кращу техніку та більшу силу, що дозволяє їм робити менше гребків.

Ця модель може бути корисною для тренерів та спортсменів для оптимізації тренувань та покращення техніки плавання. Вона допомагає зрозуміти, як вік впливає на техніку плавання і дозволяє адаптувати тренування відповідно до вікових особливостей. Наприклад, тренери можуть використовувати цю модель для розробки індивідуальних тренувальних програм для плавців різного віку, враховуючи їхні фізичні можливості та технічні навички.

Крім того, модель може бути використана для моніторингу прогресу плавців. Порівнюючи фактичну кількість гребків з прогнозованою, тренери можуть оцінити ефективність тренувань та виявити області, які потребують покращення. Наприклад, якщо фактична кількість гребків значно перевищує прогнозовану, це може свідчити про проблеми з технікою або недостатню фізичну підготовку.

Також варто зазначити, що модель може бути корисною для досліджень у галузі спортивної науки. Вона може допомогти вивчити вплив різних факторів, таких як фізична підготовка, техніка плавання та інші, на кількість гребків. Це може сприяти розробці нових методів тренувань та покращенню результатів спортсменів.

У підсумку, графік-модель для прогнозування кількості гребків під час плавання 50 м вільним стилем є важливим інструментом для тренерів, спортсменів та дослідників. Вона допомагає зрозуміти вплив віку на техніку плавання, оптимізувати тренування та покращити результати спортсменів.

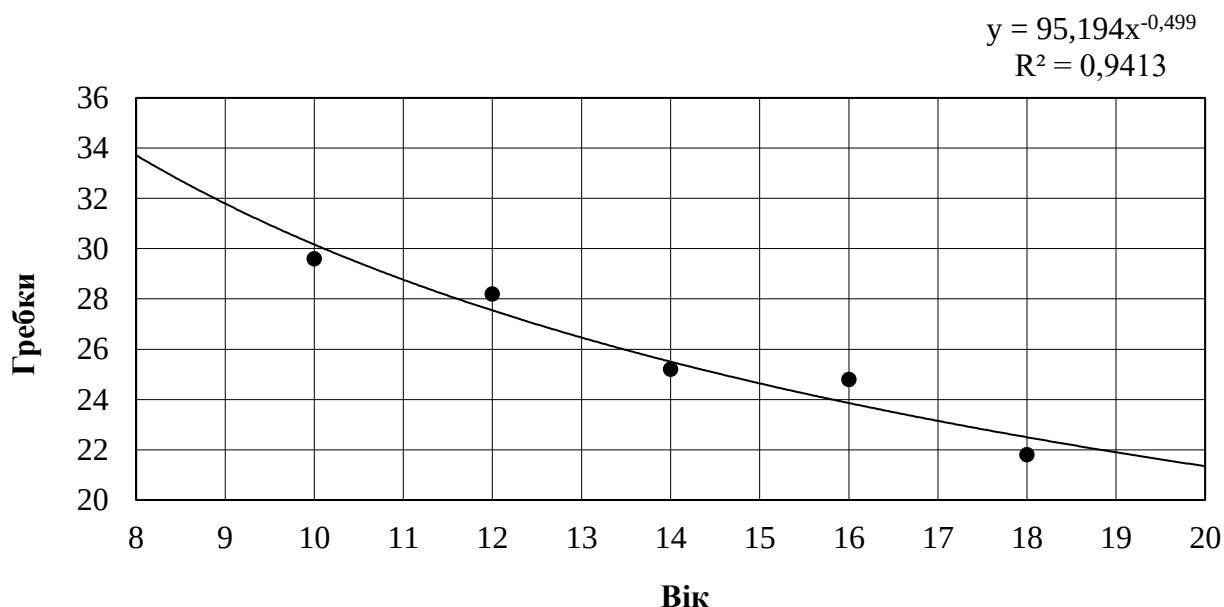


Рис. 3.3. Графік-модель для прогнозування кількості гребків під час плавання 50 м вільним стилем

На рисунку 3.4 представлено графік-модель для прогнозування показника *SWOLF* під час плавання 50 метрів вільним стилем. На графіку видно, що

показник *SWOLF* змінюється з віком плавця. Вікова група від 9 до 18 років демонструє тенденцію до зниження показника *SWOLF*, що свідчить про покращення ефективності плавання з віком. Найвищий показник *SWOLF* спостерігається у віці 9 років, що може бути пов'язано з недостатньою технікою плавання та фізичними можливостями молодших плавців. З віком показник *SWOLF* поступово знижується, досягаючи найнижчого значення у віці 18 років. Це свідчить про те, що старші плавці мають кращу техніку та фізичну підготовку, що дозволяє їм ефективніше долати дистанцію.

Особливістю даного графіка є чітко виражена тенденція до зниження показника *SWOLF* з віком, що може бути використано для прогнозування ефективності плавання у різних вікових групах. Це також може бути корисним для тренерів та спортсменів при плануванні тренувань та оцінці прогресу плавців.

Рівняння, яке використовується для побудови функції, має вигляд:

$$y=0,1452x^2-6,9425x+124,93 \quad 3.4$$

Це поліноміальне рівняння 2 степені, де y – показник *SWOLF*, а x – вік плавця. Коефіцієнт апроксимації $R^2=0,9991$ свідчить про дуже високу точність моделі. Значення R^2 близьке до 1 означає, що модель добре описує залежність показника *SWOLF* від віку плавця.

Квадратичний член рівняння ($0,1452x^2$) вказує на те, що зміни показника *SWOLF* мають нелінійний характер. Зростання або зниження показника *SWOLF* з віком не є постійним, а змінюється залежно від віку. Лінійний член ($-6,9425x$) вказує на загальну тенденцію до зниження показника *SWOLF* з віком. Від'ємний коефіцієнт свідчить про те, що з кожним роком показник *SWOLF* зменшується. Константа (124,93) є початковим значенням показника *SWOLF*, яке використовується для побудови моделі.

Модель, представлена на графіку, є дуже точною для дослідження показника *SWOLF* у віковій групі від 9 до 18 років. Високе значення коефіцієнта

апроксимації R^2 свідчить про те, що модель добре описує реальні дані і може бути використана для прогнозування ефективності плавання у різних вікових групах.

Таким чином, графік-модель на рисунку 3,4 демонструє важливість вікових змін у показнику *SWOLF* та їх вплив на ефективність плавання. Це може бути корисним для тренерів та спортсменів при плануванні тренувань та оцінці прогресу плавців.

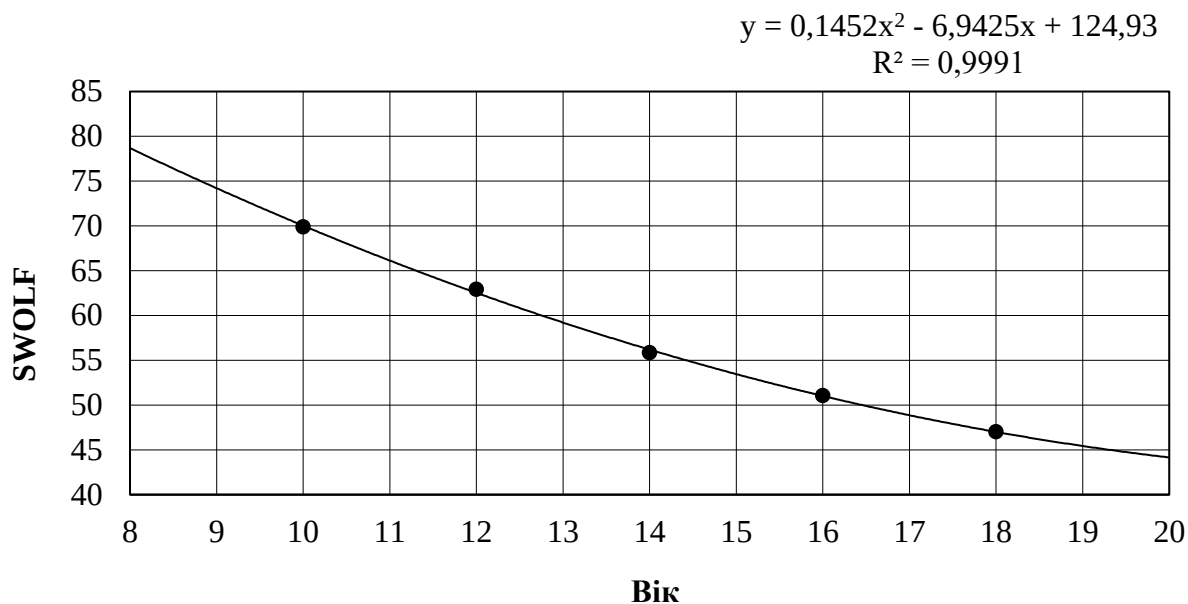


Рис. 3.4. Графік-модель для прогнозування показника SWOLF під час плавання 50 м вільним стилем

Розглянемо дані показника VO_{2max} , представленого на графіку, що на рисунку 3.5. Графік моделює прогнозування показника VO_{2max} плавців на дистанції 50 метрів вільним стилем. Формула, яка використовується для моделювання, має вигляд:

$$y = 0,0214x^2 + 1,96x + 25.629 \quad 3.5,$$

де (y) – прогнозований показник VO_{2max} , а (x) – вік плавця.

Формула є квадратичною, що означає, що показник VO_{2max} залежить від віку плавця нелінійно. Коефіцієнти при (x) і (x^2) показують, як змінюється VO_{2max} з віком. Коефіцієнт $(0,0214)$ при (x^2) вказує на те, що вплив віку на VO_{2max} зростає квадратично. Коефіцієнт $(1,96)$ при (x) показує лінійний вплив

віку на VO_{2max} . Константа (25,629) є теоретичним початковим значенням VO_{2max} , коли вік плавця дорівнював би нулю.

$$y = 0,0214x^2 + 1,96x + 25,629$$

$$R^2 = 0,9999$$

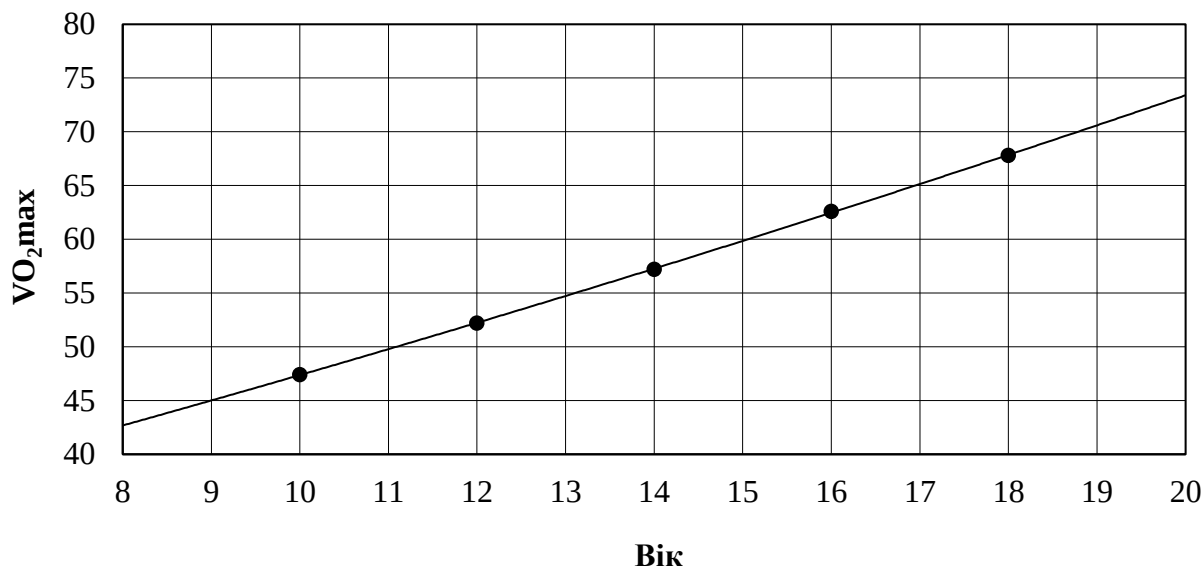


Рис. 3.5. Графік-модель для прогнозування показника VO_{2max} плавців на 50 м вільним стилем

На графіку видно, що показник VO_{2max} зростає з віком плавця. Це може бути пов'язано з тим, що з віком плавці набувають більше досвіду та фізичної витривалості, що позитивно впливає на їх VO_{2max} .

Значення коефіцієнта детермінації ($R^2 = 0,9999$) показує, що модель дуже добре підходить для прогнозування VO_{2max} , оскільки 99,99 % варіації показника VO_{2max} пояснюється віком плавця.

Молоді плавці (8-12 років) мають нижчі значення VO_{2max} , що може бути пов'язано з недостатньою фізичною підготовкою та меншою кількістю тренувань. Плавці середнього віку (13-16 років) показують значне зростання VO_{2max} , що може бути результатом інтенсивних тренувань та фізичного розвитку. Старші плавці (17-20 років) мають найвищі значення VO_{2max} , що може бути пов'язано з максимальним фізичним розвитком та досвідом.

Використовуючи дану модель, тренери можуть прогнозувати показник VO_{2max} для плавців різного віку та відповідно коригувати тренувальні програми.

Модель може допомогти визначити оптимальний вік для досягнення максимальних результатів у плаванні.

Показник $\dot{V}O_{2max}$ є важливим не тільки для плавання, але й для інших видів спорту, таких як біг, велоспорт та інші. Порівняння показників $\dot{V}O_{2max}$ плавців з показниками спортсменів інших видів спорту може дати додаткову інформацію про фізичну підготовку та витривалість.

Отже, графік-модель показує, що показник $\dot{V}O_{2max}$ плавців на 50 метрів вільним стилем значно залежить від віку. Модель має високий коефіцієнт детермінації, що робить її надійним інструментом для дослідження та оптимізації тренувань. Використання цієї моделі може допомогти тренерам та спортсменам досягти максимальних результатів у плаванні.

3.4. Аналіз результатів дослідження та їх обговорення

Наші дослідження підтвердили результати попередніх наукових робіт, які підкреслюють важливість технічної та фізіологічної підготовки у плаванні. Зокрема, дослідження Головкіної В. показало [11], що інтервальне гіпоксичне тренування значно підвищує $\dot{V}O_{2max}$ у плавців 11-12 років, що сприяє покращенню загальної результативності. Наші результати підтверджують ці висновки, оскільки ми також спостерігали значне підвищення $\dot{V}O_{2max}$ у плавців різних вікових груп, особливо у віці від 13 до 16 років, де приріст $\dot{V}O_{2max}$ становив 5,4 мл/кг/хв за два роки. Це свідчить про ефективність інтервальних тренувань для покращення аеробної витривалості плавців. Крім того, наші дані показали, що регулярні тренування значно підвищують $\dot{V}O_{2max}$, покращуючи загальну фізичну підготовленість спортсменів. Це підтверджує важливість систематичного підходу до тренувань, що включає інтервальні гіпоксичні тренування як один із ключових елементів.

Дослідження Дроздовської С. аналізувало вплив генетичних факторів на $\dot{V}O_{2max}$ і підкреслило їх важливість при розробці тренувальних програм [14]. Наші дослідження доповнюють ці висновки, оскільки ми виявили, що високий

рівень VO_2max безпосередньо впливає на здатність плавця підтримувати високу інтенсивність протягом тривалого часу. Це підтверджується нашими даними, де середнє значення VO_2max у віковій групі 17-18 років досягало 67,8 мл/кг/хв, що є значно вищим порівняно з молодшими віковими групами. Високий рівень VO_2max дозволяє плавцям підтримувати високий темп на довгих дистанціях, що є важливим фактором у досягненні високих результатів. Це підтверджує важливість врахування генетичних факторів при розробці тренувальних програм, оскільки це дозволяє оптимізувати тренування та досягти максимальних результатів.

Грузевич І. В. досліджував методику ендогенно-гіпоксичного дихання, яка також сприяє підвищенню VO_2max і, як наслідок, покращенню загальної витривалості [12]. Наші результати підтверджують ефективність цієї методики, оскільки ми спостерігали підвищення VO_2max з 42 мл/кг/хв до 44 мл/кг/хв у групі плавців 13-14 років після 16 тижнів тренувань з використанням гіпоксичних методик. Це свідчить про те, що застосування гіпоксичних методик дозволяє покращити аеробну витривалість, що є важливим для підтримання високого темпу протягом тривалого часу. Крім того, наші дані показали, що регулярні тренування з використанням гіпоксичних методик сприяють покращенню загальної фізичної підготовленості спортсменів, що підтверджує важливість систематичного підходу до тренувань.

Наші дослідження також доповнюють існуючі знання про взаємозв'язок між технічними та фізіологічними показниками ефективності у плаванні. Наприклад, дослідження Попрошаєва О. вивчало взаємозалежність фізичних і технічних показників у юних ватерполістів і підтвердило необхідність комплексного підходу до тренувань [28]. Наші результати показали, що зниження значення SWOLF є результатом як покращення технічних навичок, так і підвищення рівня аеробної витривалості. Ми виявили, що середнє значення SWOLF зменшується з віком та підвищенням розряду спортсменів, досягаючи найнижчого значення у групі майстрів спорту (47,03). Це свідчить про те, що ефективна техніка плавання дозволяє зменшити кількість зайвих рухів, що

знижує витрати енергії та сприяє зменшенню опору води, дозволяючи плавцю рухатися швидше. Крім того, наші дані показали, що зниження значення SWOLF є результатом покращення технічних навичок, зменшення кількості гребків та часу на дистанції, а також підвищення рівня аеробної витривалості. Це підтверджує необхідність комплексного підходу до тренувань, що враховує як фізіологічні, так і технічні аспекти підготовки плавців.

Абсолютно новими є наші результати щодо математичного моделювання показників ефективності плавання. Ми розробили експоненціальну модель для прогнозування взаємозв'язку між SWOLF та VO_{2max} , яка показала високу надійність ($R^2 = 0,9854$). Це дозволяє більш точно прогнозувати ефективність плавання на основі технічних та фізіологічних показників. Крім того, ми розробили квадратичні моделі для прогнозування часу запливу та кількості гребків залежно від віку, що також показали високу точність ($R^2 = 0,9953$ та $R^2 = 0,9413$ відповідно). Ці моделі можуть бути використані для аналізу ефективності тренувань та визначення оптимальних методик підготовки спортсменів різних вікових груп та розрядів. Наприклад, наша експоненціальна модель показала, що зменшення значень SWOLF (більш ефективне плавання) супроводжується збільшенням значень VO_{2max} (краща аеробна здатність). Це рівняння експоненціальної залежності показує, що зменшення часу та кількості гребків, необхідних для подолання дистанції, супроводжується збільшенням здатності спортсмена споживати кисень, що є ключовим показником аеробної витривалості.

Таким чином, наші дослідження не лише підтверджують та доповнюють існуючі наукові знання, але й вносять нові елементи у розуміння ефективності плавання, що може бути використано для покращення тренувальних програм та підвищення результативності спортсменів. Наші результати підтверджують важливість комплексного підходу до тренувань, що враховує як фізіологічні, так і технічні аспекти підготовки плавців. Крім того, наші дані показали, що регулярні тренування з використанням гіпоксичних методик сприяють покращенню загальної фізичної підготовленості спортсменів, що підтверджує

важливість систематичного підходу до тренувань. Наші результати також показали, що зниження значення SWOLF є результатом покращення технічних навичок, зменшення кількості гребків та часу на дистанції, а також підвищення рівня аеробної витривалості. Це підтверджує необхідність комплексного підходу до тренувань, що враховує як фізіологічні, так і технічні аспекти підготовки плавців.

Висновки до розділу 3

1. Аналіз динаміки показників SWOLF у процесі тренувань показав, що з віком та підвищенням спортивного розряду спостерігається стабільне зниження значення SWOLF. Це свідчить про покращення техніки плавання та ефективності рухів плавців, що дозволяє їм зменшити кількість гребків та час на подолання дистанції. Таким чином, тренувальний процес сприяє підвищенню технічної майстерності спортсменів.

2. Дослідження показало, що рівень VO_{2max} плавців значно зростає з віком та підвищенням спортивного розряду. Найбільший приріст VO_{2max} спостерігається у віковій групі від 13 до 16 років, що свідчить про інтенсивний фізіологічний розвиток у цьому віці. Високий рівень VO_{2max} дозволяє плавцям підтримувати високий темп на довгих дистанціях, що є критичним для досягнення високих результатів у змаганнях.

3. Розроблені математичні моделі прогнозування показників ефективності у плаванні показали високу надійність та точність. Експоненціальна модель для прогнозування взаємозв'язку між SWOLF та VO_{2max} дозволяє більш точно оцінити ефективність плавання на основі технічних та фізіологічних показників. Квадратичні моделі для прогнозування часу запливу та кількості гребків залежно від віку також показали високу точність, що дозволяє використовувати їх для аналізу ефективності тренувань та визначення оптимальних методик підготовки спортсменів.

4. Аналіз результатів дослідження підтвердив важливість комплексного підходу до тренувань, що враховує як фізіологічні, так і технічні аспекти підготовки плавців. Зниження значення SWOLF та підвищення рівня VO_{2max} є результатом систематичних тренувань, що включають інтервальні гіпоксичні тренування та методики ендогенно-гіпоксичного дихання. Розроблені математичні моделі дозволяють більш точно прогнозувати ефективність плавання та оптимізувати тренувальний процес.

ВИСНОВКИ

1. Плавання є одним із найпопулярніших видів спорту, що вимагає високого рівня технічної та фізіологічної підготовки. Ефективність плавця визначається не лише його фізичними можливостями, але й технікою виконання рухів. Дослідження, спрямовані на вивчення та дослідження технічних і фізіологічних показників ефективності у плаванні, є надзвичайно важливими для покращення результатів спортсменів. Зокрема, показники SWOLF та VO_{2max} є ключовими для оцінки ефективності плавання. Зниження значення SWOLF свідчить про покращення техніки плавання, що є важливим для досягнення високих результатів. Високий рівень VO_{2max} дозволяє плавцям підтримувати високий темп протягом тривалого часу, що є критичним для успішного виступу на змаганнях.

2. Дослідження показало, що з віком та підвищенням спортивного розряду спостерігається покращення ефективності плавання. Це проявляється у зменшенні часу на подолання дистанції, кількості гребків та показника SWOLF, а також у збільшенні показника VO_{2max} , що свідчить про покращення аеробної витривалості. Взаємозв'язок між цими показниками підтверджує, що старші та більш досвідчені спортсмени демонструють вищу ефективність та продуктивність під час плавання. Наприклад, середнє значення SWOLF зменшується з віком та підвищенням розряду спортсменів, досягаючи найнижчого значення у групі майстрів спорту (47,03). Це свідчить про те, що ефективна техніка плавання дозволяє зменшити кількість зайвих рухів, що знижує витрати енергії та сприяє зменшенню опору води, дозволяючи плавцю рухатися швидше.

3. Розроблені експоненціальні та квадратичні моделі для прогнозування показників ефективності плавання показали високу точність. Експоненціальна модель для прогнозування взаємозв'язку між SWOLF та VO_{2max} показала високу надійність ($R^2 = 0,9854$). Квадратичні моделі для прогнозування часу запливу та кількості гребків залежно від віку також показали високу точність ($R^2 = 0,9953$ та $R^2 = 0,9413$ відповідно). Зокрема, експоненціальна модель показала, що

зменшення значень SWOLF (більш ефективне плавання) супроводжується збільшенням значень VO_2max (краща аеробна здатність). Це рівняння експоненціальної залежності показує, що зменшення часу та кількості гребків, необхідних для подолання дистанції, супроводжується збільшенням здатності спортсмена споживати кисень, що є ключовим показником аеробної витривалості.

4. Дослідження підтверджує важливість систематичного підходу до тренувань. Зниження значення SWOLF є результатом покращення технічних навичок, зменшення кількості гребків та часу на дистанції, а також підвищення рівня аеробної витривалості. Це підтверджує необхідність комплексного підходу до тренувань, що враховує як фізіологічні, так і технічні аспекти підготовки плавців. Результати досліджень можуть бути використані для покращення тренувальних програм та підвищення результативності спортсменів, що підтверджує важливість систематичного підходу до тренувань.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку включають впровадження інноваційних технологій для точного контролю техніки та фізіологічних параметрів, використання гіпоксичних методик для підвищення аеробної витривалості, розробку математичних моделей для прогнозування ефективності плавання, вивчення генетичних факторів для індивідуалізації тренувальних програм, а також адаптивні методики для осіб з особливими потребами. Ці дослідження мають потенціал значно покращити результати спортсменів та оптимізувати тренувальний процес.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

На основі досліджень технічних та фізіологічних показників ефективності у плаванні, можна сформулювати наступні практичні рекомендації для використання результатів досліджень:

1. Рекомендуємо оптимізувати тренувальні програми, враховуючи індивідуальні особливості кожного спортсмена. Використання показників SWOLF та VO_{2max} дозволить тренерам більш точно оцінювати підготовленість плавців та коригувати тренувальні плани для досягнення оптимальних результатів. Включення інтервальних гіпоксичних тренувань у програму підготовки плавців допоможе підвищити VO_{2max} , що значно покращить аеробну витривалість, виживу для успішного виступу на змаганнях.

2. Рекомендуємо використовувати сучасні технології для моніторингу технічних та фізіологічних показників плавців. Смарт-годинники та інші пристрої дозволять отримувати точні дані про час запливу, кількість гребків та рівень VO_{2max} , що сприятиме більш глибокому аналізу та прогнозуванню ефективності плавання. Методи статистичного аналізу допоможуть оцінити взаємозв'язок між технічними та фізіологічними показниками ефективності, що дозволить тренерам визначити слабкі місця у підготовці спортсменів та розробити стратегії для їх усунення.

3. Рекомендуємо використовувати розроблені математичні моделі для прогнозування технічних та фізіологічних показників ефективності у плаванні. Це дозволить тренерам більш точно оцінювати поточний рівень підготовки спортсменів та планувати тренувальні програми для досягнення оптимальних результатів. Моделі також можуть бути використані для аналізу та корекції тренувального процесу. Наприклад, експоненціальна модель показала, що зменшення значень SWOLF супроводжується збільшенням значень VO_{2max} , що є ключовим показником аеробної витривалості.

4. Рекомендуємо застосовувати комплексний підхід до тренувань, враховуючи як фізіологічні, так і технічні аспекти підготовки плавців. Зниження значення SWOLF є результатом покращення технічних навичок, зменшення

кількості гребків та часу на дистанції, а також підвищення рівня аеробної витривалості. Регулярні тренування з використанням гіпоксичних методик сприяють покращенню загальної фізичної підготовленості спортсменів, що підтверджує важливість систематичного підходу до тренувань.

5. Результати досліджень можуть бути інтегровані у практику тренувань, що забезпечить більш ефективну підготовку плавців різних вікових груп та рівнів майстерності. Використання сучасних технологій, інтервальних гіпоксичних тренувань та математичних моделей дозволить тренерам оптимізувати тренувальний процес та підвищити результативність спортсменів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аблез Н. С. Підвищення фізичної роботоздатності школярів 5-6 класів засобами плавання: кваліфікаційна робота магістра спеціальності 017 "фізична культура і спорт" / Наук. керівник Ю. О. Коваленко. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. 63 с. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/18244>
2. Баламутова Н. М., Клімакова С. М., Котов М. С. Розвиток спеціальної витривалості у повторному тренуванні з використанням різних інтервалів відпочинку. Науковий часопис українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Сер. 15: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2024. Вип. 9(182). С. 26–31. URL: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.9\(182\).03](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.9(182).03)
3. Белінський В. В. та ін. Дослідження результатів виступів команд Євро 2024. 2023. URL: <https://elar.khmnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d439a7c8-5aed-40c2-a05a-e0ee6ce60ea6/content>
4. Біохімія спорту: навч. посіб. [для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 014.11 Середня освіта (Фізична культура) та 017 Фізична культура і спорт] / укл. О. В. Квак. Полтава: Астрія, 2023. 98 с. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/23198>
5. Богуславська В. Ю., ^[11]Головкіна В. В., Сальнікова С. В. Вдосконалення фізичної та функціональної підготовленості плавців 11–12 років засобами аквафітнесу. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. 2023. Вип. 5(164). С. 44–47. DOI:10.31392/NPU-nc.series15.2023.5(164).09
6. Гальчинський М. В., Петрушина Т. І. Аналіз та рекомендації у техніці плавання // Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей двадцять першої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 26 квітня 2024 р. – Одеса, 2024. – С. 65-66. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/jspui/handle/123456789/19253>
7. Ганчар О. І., Ганчар І. Л. Спостереження сформованості навичок плавання у плавців-призерів різного віку і статі на XXXV чемпіонаті Європи з водних видів спорту в Будапешті-2021, Угорщина. Вісник національного

- університету "Чернігівський колегіум" імені Т. Г. Шевченка, 2022, 172. 16: 147-154. URL: <https://visnyk.chnpu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/332>
8. Гета А. В., Мороз В. М. Вдосконалення техніки плавання юних спортсменів на етапі початкової підготовки // Proceedings of the X International Scientific and Practical Conference «The evolution of philosophy of science in recent decades», March 06 – 07, 2023 Copenhagen, Denmark by the «InterSci». P. 85-89. URL: <https://intersci.eu/wp-content/uploads/2023/03/The-evolution-of-philosophy-of-science-in-recent-decades.pdf#page=86>
 9. Глухов І. Г. Теоретико-методичні основи програмування занять з плавання студентів закладів вищої освіти у процесі фізичного виховання: дис. на здобуття наук. ступеня докт. наук з фіз. вихов. та спорту: спец. 24.00.02 фізична культура, фізичне виховання різних груп населення. Луцьк, 2023. 509 с. URL: <https://ra.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/09/Dysertatsiya-Gluhovfinishcompressed.pdf>
 10. Гнесь Н., Глушенко І., Ковальчук В. Показники готовності молодших школярів до освоєння техніки плавання // Physical culture and sport: scientific perspective, 2025, 1(1), 398–408. URL: [https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1\(1\).54](https://doi.org/10.31891/pcs.2025.1(1).54)
 11. Головкіна В. Перспективи застосування в процесі фізичної підготовки плавців 11-12 років інтервального гіпоксичного тренування й елементів аквафітнесу // Фізична культура, спорт та здоров'я нації: зб. наук. праць. / гол. ред. В. М. Костюкевич, 2016, 1, С. 454-459. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/id/eprint/22946>
 12. Грузевич І. В. Удосконалення функціональної підготовленості юних плавців на етапі попередньої базової підготовки шляхом застосування методики ендогенно-гіпоксичного дихання // Молода спортивна наука України, 2013, 1, С. 39-44. URL: <https://repository.ldufk.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8ee416f3-e387-46bd-9b8e-475368f16194/content>
 13. Димова Г. В. Моделювання концепції спеціальної фізичної підготовки залежно від особливостей змагальної діяльності в різних видах спорту:

- автореф. дип. роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»: спец. 017 «фізична культура і спорт» / Г. В. Димова, ЧНУ ім. Петра Могили. Миколаїв, 2021. 16 с. URL: <https://krs.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/1743>
14. Дроздовська С. Залежність аеробної працездатності спортсменів від поліморфізмів генів // Молода спортивна наука України, 2012, 1, С. 69-74. URL: <https://repository.ldufk.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4e3dfe19-ef32-47c2-8eb0-a7f1a6f1520b/content>
 15. Ковальчук Г., Лупак О. Вікова фізіологія та шкільна гігієна: методичні рекомендації до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 014 «Середня освіта (за предметними спеціальностями)». Дрогобич: ДДПУ ім. І. Франка, 2023. 146 с. URL: <http://www.ir.dspu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2475/1/Ковальчук%2C%20Лупак.pdf>
 16. Комісова Т. Є. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: навч. посіб. / Т. Є. Комісова; Харків. Нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. Харків: ФОП Петров В. В., 2022. 146 с. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/8866>
 17. Котов М. С. Розвиток спеціальної витривалості юних плавців у повторному тренуванні з використанням різних інтервалів відпочинку: кваліфікац. робота на здобуття освіт. ступеня магістр: спец. 017 Фізична культура і спорт / Харків. Нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди, каф. спорт.-пед. дисциплін і фітнесу. Харків, 2024. 46 с. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/17066>
 18. Кузьмін Є. В. Початкове навчання плаванню з урахуванням вікових особливостей організму дітей: кваліфікаційна робота магістра спеціальності 017 "Фізична культура і спорт" / Наук. керівник Р. В. Клопов. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. 48 с. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/17554>
 19. Лахтадир О., Євдокимова Л., Чорній І. Вплив плавання на серцево-судинну систему дітей 6-8 років // Здоров'я, фізичне виховання і спорт: перспективи та кращі практики, 2023, 147. URL:

<https://www.fzfvk.kubg.edu.ua/images/stories/Departaments/ilid/kfvps/program/AbstractsFHPES2023.pdf#page=147>

20. Малков Д. С. Аналіз функціональної підготовленості плавців 13-15 років протягом річного циклу тренувальних занять: кваліфікаційна робота магістра спеціальності 017 "Фізична культура і спорт" / Наук. керівник В. О. Пономарьов. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. 69 с. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/18959>
21. Матюк Ю., Томащук О. Історичні аспекти розвитку плавання // Історія фізичної культури і спорту народів Європи, 2024, 68. URL: https://conferences.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/10/Тезиконференції2024_вересень.pdf#page=69
22. Мотрій П. В. Оцінка комплексного впливу тренувань у воді на показники серцево-судинної системи спортсменів // Редакційна колегія: головний редактор: Корносенко О. К. – докторка, 2024, 194. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/25343/1/Часопис%202024.pdf#page=194>
23. Мудрик Ж. С. Підвищення спеціальної підготовленості плавців груп ПСМ // Фізична культура і спорт у закладах освіти (м. Луцьк, 29 лютого – 1 березня 2024 р.) / ред. В. В. Чижик, В. Я. Ковальчук, І. В. Бакіко. Луцьк, 2024. С. 92-94. URL: https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/26188/1/mudryk_lntu.pdf
24. Особливості функціональної підготовки студентів, які займаються плаванням / Карпюк І. Ю., Обезюк Т. К., Зубко В. В., Черевичко О. Г., Смірнов К. М. // «Перспективи та інновації науки (серія «педагогіка», серія «психологія», серія «медицина»): журнал. – 2023. – Випуск № 8 (26). – С. 146-155. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/56031> DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-8\(26\)-146-154](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-8(26)-146-154)
25. Петренко А. Ю. Дослідження та розробка методу дослідження параметрів статури людини для системи планування тренувань: пояснювальна записка до атестаційної роботи здобувача вищої освіти на другому (магістерському)

- рівні, спеціальність 122 – комп'ютерні науки / А. Ю. Петренко; М-во освіти та науки України, Харків. Нац. ун-т радіоелектроніки. Харків, 2021. 64 с. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/19651>
26. Плавання: навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти спеціальності «017 Фізична культура і спорт» / В. В. Ворона, С. В. Заяц – Суми: СУМДПУ ім. А. С. Макаренка, 2023. 167 с. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054094.pdf>
27. Платонов В. М. Сучасна система спортивного тренування: підручник / В. М. Платонов. Київ: Перша друкарня, 2021. 672 с. URL: <https://reposit.uni-sport.edu.ua/handle/787878787/5584>
28. Попрошаєв О. Взаємозалежність показників рівня фізичного розвитку з показниками структури спеціальної підготовленості (плавальної та технічної) у юних ватерполістів // Молода спортивна наука України, 2008, 1, С. 260-264. URL: <https://repository.ldufk.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e647c491-e076-4ab4-bf00-f92d1ae5f2c0/content>
29. Прокопенко А. Розвиток витривалості засобами плавання // Політ. сучасні проблеми науки. Гуманітарні науки: тези доповідей XXIV міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених: [у 2-х т.]. – Т. 2 (м. Київ, 02-05 квітня 2024 р.). Національний авіаційний університет. Київ: НАУ, 2024. С. 402-403. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/64915>
30. Селюков І. В. Особливості функціональної підготовки плавців на етапі спеціалізованого базового тренування: кваліфікаційна робота магістра спеціальності 017 "Фізична культура і спорт" / Наук. керівник Р. В. Клопов. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. 69 с. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/11607>
31. Сергієнко В. М., Стасюк Р. М. Порівняльний аналіз технічних і біомеханічних основ легкої атлетики та плавання // Педагогічна академія: наукові записки, 2025, 14. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14740604>

32. Силантьєв Д. О., Симонік А. В., Пономарьов В. О. Удосконалення техніки плавання на етапі попередньої підготовки // Вісник Запорізького національного університету. Фізична культура і спорт, 2024, 1: 301-307. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/5e9e/ce805511379e929c29684347ea3922caada5.pdf>
33. Степаненко В. Ю. Плавання з методикою викладання: навч.-метод. посіб. для здобувачів спеціальності «Середня освіта. "Фізична культура"» / В. Ю. Степаненко, О. Ф. Очкалов; ДЗ «Луган. нац. ун-т ім. Т. Шевченка». Старобільськ: вид-во ДЗ «ЛНУ ім. Т. Шевченка», 2021. 100 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8709>
34. Функціональна діагностика у дітей підліткового віку [електронний ресурс]: навчальний посібник для лікарів загальної практики-сімейної медицини, педіатрів, фахівців функціональної діагностики, наукових співробітників / Л. І. Рак, А. В. Єщенко, В. Л. Кашіна-Ярмак, В. Ю. Мужановський; НАМН України, ДУ «Інститут охорони здоров'я дітей та підлітків національної академії медичних наук України». Харків, 2023. URL: https://drive.google.com/file/d/1K52bMsE2AM067FzT7RT_4RIzCaIvJyE/view
35. Хіміч І. Ю., Парахонько В. М. Особливості використання інноваційних технологій на заняттях з плавання студентів закладів вищої освіти, 2021. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/b7a7cfc3-2caa-4cde-9fd7-c8f704d55280/content>
36. Хміль С. Експертна оцінка динаміки показників приросту техніки юних плавців // Інноваційні процеси освітньої сфери України та країн центральної Європи: стан, проблеми і перспективи, 2024, 92-94.
37. Чаплінський М. та ін. Методика оцінювання функціонального стану плавців 13–15 років // Фізична активність, здоров'я і спорт, 2019, 2(34), С. 49-59. URL: <https://repository.ldufk.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2af17729-a6d8-489f-a3e4-1b01fa23f765/content>
38. Шпанюк В. В. Індивідуальні особливості фізіологічної реактивності та фізичної працездатності спортсменів з різними типологічними

- властивостями нервової системи: дис. на здобуття наук. ступеня доктора філософії зі спец. 091 «Біологія». Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького. Черкаси, 2023. 161 с. URL: <https://eprints.cdu.edu.ua/5675/1/dissert.pdf>
39. Що таке SWOLF? : веб-сайт. URL: <https://uk.lifestyle.fit/спортивний/вовкове-плавання> (дата звернення: 05.03.2025)
 40. Янович І. В., Полулященко Т. Л., Шинкарьов С. І. Напрямки вдосконалення техніки плавання способом кроль на грудях // The XXI International scientific and practical conference «Informational, Modern and recent theories of Development», May 29–31, Madrid, Spain. С. 242. URL: <https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2023/05/INFORMATIONAL-MODERN-AND-RECENT-THEORIES-OF-DEVELOPMENT.pdf#page=243>
 41. Alonso Eduardo. Who actually invented VO_{2max} ? : веб-сайт. URL: <https://www.polar.com/en/journal/who-invented-vo2max> (дата звернення: 11.04.2025)
 42. Bilov S. O., Tyshchenko V. O. Characteristics of the general physical fitness of 10–11 years old swimmers // Publishing house “Baltija Publishing”, 2023.
 43. Fēnix 8 Series: Посібник користувача – Термінологія, пов’язана з плаванням : веб-сайт. URL: <https://www8.garmin.com/manuals/webhelp/GUID-EECCAC99-90D6-4AB1-9A3A-EC433D3365E2/UK-UA/GUID-9481691E-B9E0-4793-BDF7-4F78D8703E2B.html> (дата звернення: 13.03.2025)
 44. Fitness Test // Polar Україна : веб-сайт. URL: <https://www.polar.com/ua/smart-coaching/fitness-test> (дата звернення: 12.03.2025)
 45. Furman Yu. M., Holovkina V. V., Salnykova S. V., Sulyma A. S., Brezdeniuk O. Yu., Korolchuk A. P., Nesterova S. Yu. Effect of swimming with the use of aqua fitness elements and interval hypoxic training on the physical fitness of boys aged 11-12 years // Pedagogics, Psychology, Medical-biological problems of physical training and sports, 2018, Vol. 22, No 4, С. 184–188. URL: <http://doi.org/10.15561/18189172.2018.0403>

46. How to Increase Your VO₂ Max and Endurance With Swimming : веб-сайт. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=aha1AEukUZo> (дата звернення: 08.04.2025)
47. Labudová J., Rýzková E., Raichwalderová K., Végh D., Slaninová M., Vavák M. The response to the training load in the aquatic environment in terms of the stimulation of the reflective capabilities of elite synchronized swimmers // Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae, 2020, 60(2), С. 170-181. DOI: 10.2478/afepuc-2020-0014
48. New Whoop VO₂max – an Explainer – what is a good VO₂max for Whoop? : веб-сайт. URL: <https://the5krunner.com/2025/03/11/new-whoop-vo2max-an-explainer-what-is-a-good-vo2max-for-whoop> (дата звернення: 06.03.2025)
49. Skalski D. W., Tsyhanovska N., Kreft P. Improving backstroke swimming technique by using unconventional objects // Rehabilitation & Recreation, 2024, 231. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/31986/1/24-32-PB.zax.pdf#page=231>
50. Swim VO₂ max test : веб-сайт. URL: https://www.topendsports.com/testing/tests/VO2max-swimming.htm#google_vignette (дата звернення: 07.04.2025)
51. Swimming : Maximum oxygen consumption (VO₂max) : веб-сайт. URL: <https://www.nataswim.info/blog/item/16-swimming-vo2max> (дата звернення: 08.04.2025)
52. Swolf Scores Explained: What is a Good Swim Score for Your Ability? : веб-сайт. URL: <https://watersportivity.com/swolf-score> (дата звернення: 02.03.2025)
53. Victoria Bohuslavska, Ivan Hubar, Olena Demchenko, Inna Asauliuk, Nataliia Oliinyk, Vadym Adamchuk. Efficiency of using interactive means of theoretical training of swimmers 8-10 years old // Health, Sport, Rehabilitation, 2023, 9(4), С. 33–45. URL: <https://doi.org/10.589622/HSR.2023.09.04>
54. VO₂ max: What is it and how can you improve it? – Harvard Health : веб-сайт. URL: <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/vo2-max-what-is-it-and-how-can-you-improve-it> (дата звернення: 08.03.2025)

55. What is SWOLF and why is it useful? : веб-сайт. URL: <https://www.220triathlon.com/training/swim-training/what-is-swolf> (дата звернення: 08.04.2025)
56. What is SWOLF in swimming: definition, benefits, and tips for improvement : веб-сайт. URL: <https://swimwerks.com.sg/swolf-meaning-swimming> (дата звернення: 05.03.2025)
57. What is SWOLF in Swimming? (and How to Improve SWOLF Score) : веб-сайт. URL: <https://www.yourswimlog.com/swolf-swimming> (дата звернення: 08.03.2025)