

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І
СПОРТУ УКРАЇНИ**

КАФЕДРА ІСТОРІЇ ТА ТЕОРІЇ ОЛІМПІЙСЬКОГО СПОРТУ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

за спеціальністю 017 «Фізична культура і спорт»

освітньою програмою «Олімпійський спорт і освіта»

на тему: «СУЧАСНІ МЕТОДИ РОЗВИТКУ ВИТРИВАЛОСТІ У
ДОВГОМУ ТРИАТЛОНІ»

здобувача вищої освіти
другого (магістерського) рівня
Мойси Романа Юрійовича

Науковий керівник: Улан А.М.
к. фіз. вих., доцент

Рецензент: к.фіз.вих., доцент Хуртик Д. В.

Рекомендовано до захисту на засіданні
кафедри історії та теорії олімпійського
спорту (протокол № 5 від 02.12.2025 р.)

Завідувача кафедри: Радченко Л.О.
д.фіз.вих., професор

Київ – 2025

Зміст

	ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
	ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1.	ВИТРИВАЛІСТЬ ТА ЗНАЧУЩІСТЬ ЇЇ РОЗВИТКУ У СПОРТСМЕНІВ, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У ДОВГОМУ ТРИАТЛОНІ	8
1.1.	Загальна характеристика витривалості у спорті	9
1.2	Фактори, що впливають на рівень прояву витривалості у спортсменів	11
1.3.	Особливості змагальної діяльності спортсменів у триатлоні	13
1.4.	Роль витривалості у триатлоні: погляди провідних науковців, тренерів і спортсменів	16
	Висновки до розділу 1	18
РОЗДІЛ 2.	МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1.	Методи дослідження	22
2.1.1.	Аналіз науково-методичної літератури та електронних джерел	22
2.1.2.	Порівняльний аналіз сучасних тренувальних методів	22
2.1.3.	Метод узагальнення та систематизації	23
2.2.	Організація дослідження	23

РОЗДІЛ 3.	АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТРЕНУВАННЯ ВИТРИВАЛОСТІ У ДОВГОМУ ТРИАТЛОНІ	25
3.1.	Систематизація знань про сучасні методи тренування витривалості у триатлоні	25
3.1.1.	Аналіз традиційних методів тренування витривалості.	25
3.1.2.	Поляризована модель тренування	28
3.1.3.	Пірамідальна модель тренування	31
3.1.4.	Концепція критичної потужності	34
3.1.5.	Норвезький лактат-контрольований модель тренування	37
3.1.6.	Блокове тренування витривалості	41
	Висновки до розділу 3	45
РОЗДІЛ 4.	АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	49
	ВИСНОВКИ	52
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	55

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

CBT (Core Body Temperature) - внутрішня температура тіла;

CP (Critical Power) - критична потужність;

CS (Critical Speed) - швидкість, яку спортсмен може підтримувати у стійкому стані без прогресуючої втоми;

FatMax - інтенсивність, на якій організм окиснює найбільшу кількість жирів;

FTP (Functional Threshold Power) - потужність, яку спортсмен може утримувати приблизно 60 хвилин;

HIIT (High-Intensity Interval Training) - тренування, що складається з коротких інтервалів високої інтенсивності з періодами відновлення;

HRV - варіабельність серцевого ритму;

IM (Ironman) - змагання довгого триатлону: 3.8 км плавання, 180 км велосипед, 42.2 км біг.

LSD (Long Slow Distance) - довга аеробна тренувальна робота низької інтенсивності;

LT1 (First Lactate Threshold) - перший лактатний поріг;

LT2 - другий лактатний поріг;

MLSS (Maximum Lactate Steady State) - максимальний стабільний лактатний стан;

TID (Training Intensity Distribution) - розподіл тренувального часу між різними зонами інтенсивності

VO₂ kinetics - швидкість, з якою система споживання кисню адаптується до змін інтенсивності.

VO₂max (Maximum Oxygen Consumption) – максимальне споживання кисню;

W' (W-prime) - запас анаеробної енергії;

WKO5 - програмне забезпечення для поглибленого аналізу тренувальних даних;

Z1–Z5 (Training Zones) - п'ять зон інтенсивності;

ВСТУП

Упродовж останнього десятиліття довгий триатлон (зокрема дистанції Ironman та Ironman 70.3) демонструє стабільне зростання популярності у світі та в Україні. За статистикою World Triathlon та Ironman Group, кількість зареєстрованих учасників на дистанціях long-distance зросла більш ніж на 20% за останні роки, а середній рівень фінішного часу покращується як серед професіоналів, так і серед аматорів [17]. Це свідчить про зростання конкуренції та необхідність науково обґрунтованої підготовки спортсменів.

Інтенсифікація змагальної діяльності та підвищення значущості змагань та результату в них висувають вимоги до високого рівня аеробної потужності, економічності техніки та здатності організму спортсменів тривалий час працювати у межах помірної та високої інтенсивності. Наукові огляди підкреслюють, що успіх атлета у видах спорту, пов'язаних з тривалою роботою, залежить від розвинених систем енергозабезпечення, ефективного використання жирів як палива, високого рівня VO_{2max} , порогових потужностей та здатності до довготривалого підтримання стабільного метаболічного стану [13; 24].

Сучасний розвиток технологій кардинально змінює підхід до тренування витривалості. Велостанки з вимірюванням потужності, лактатометри, моніторинг варіабельності серцевого ритму (HRV), сенсори температури тіла Core Body Temperature та платформи для аналізу навантаження (TrainingPeaks, WKO5, Golden Cheetah) дозволяють тренерам працювати з точними фізіологічними даними та індивідуалізувати тренувальний процес [29, 30]. Це сприяє точному визначенню тренувальних зон інтенсивності навантаження, ранньому виявленню перетренованості та більш ефективному плануванню відновлення.

Паралельно з технологічним прогресом відбувається еволюція методик тренування у видах спорту на витривалість. Новітні наукові роботи висвітлюють ефективність поляризованої моделі тренувань (80/20), підходів до

розвитку потужності в зоні LT1, MLSS (maximal lactate steady state), концепції критичної потужності (CP), а також системи підготовки, що лежить в основі так званого «норвезького підходу» [10, 11, 33, 46]. Успіхи провідних триатлетів і бігунів світового рівня роблять ці методики еталонними для вивчення та впровадження у тренувальний процес.

Таким чином, зважаючи на активний розвиток триатлону, зростання доступності технологій моніторингу фізіологічних показників і появу нових науково обґрунтованих методів розвитку витривалості, тема дослідження є надзвичайно актуальною. Вивчення сучасних тренувальних моделей у довгому триатлоні дозволить покращити ефективність підготовки спортсменів-аматорів і професіоналів, підвищити їхню працездатність та оптимізувати змагальну діяльність.

Зв'язок роботи з науковими програмами, темами. Кваліфікаційна робота виконана відповідно до Плану науково-дослідної роботи НУФВСУ на 2021-2025 рр. «Структура і зміст багаторічної підготовки спортсменів у сучасних умовах розвитку спорту».

Мета даної роботи - систематизувати знання та обґрунтувати ефективність використання різних моделей та методів розвитку витривалості у спортсменів, які спеціалізуються у довгому триатлоні.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати науково-методичні джерела, сучасні дослідження та технологічні підходи, що стосуються розвитку витривалості у видах спорту на витривалість та обґрунтувати значущість та особливості прояву витривалості у довгому триатлоні.
2. Визначити особливості змагальної діяльності спортсменів у довгому триатлоні, що визначають специфіку тренувального процесу та вимоги до функціонального стану та рівня розвитку витривалості спортсменів-триатлоністів.
3. Систематизувати та здійснити аналіз ефективності застосування сучасних методів підвищення рівня витривалості.

4. Визначити та узагальнити новітні моделі тренувань витривалості у триатлоні, зокрема поляризовані, пірамідальні та норвезькі.

Об'єкт дослідження: витривалість та особливості її прояву у триатлоні.

Предмет дослідження: сучасні методи та моделі розвитку витривалості спортсменів у довгому триатлоні.

У роботі були використані наступні **методи дослідження**:

1. Аналіз науково-методичної літератури та електронних джерел.
2. Порівняльний аналіз сучасних тренувальних моделей.
3. Метод узагальнення та систематизації.

Практична значущість роботи - вперше узагальнено дані і обігрунтована ефективність новітніх моделей розвитку витривалості під час підготовки триатлоністів різного рівня кваліфікації - від аматорів до спортсменів, що беруть участь у змаганнях міжнародного рівня.

Структура та обсяг роботи. Робота викладена на 60 сторінках друкованого тексту, складається з переліку умовних скорочень, змісту, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

ВИТРИВАЛІСТЬ ТА ЗНАЧУЩІСТЬ ЇЇ РОЗВИТКУ У СПОРТСМЕНІВ, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У ДОВГОМУ ТРИАТЛОНІ

Витривалість є базовою та визначальною фізичною якістю у видах спорту на тривале навантаження, зокрема у довгому триатлоні, де спортивний результат прямо залежить від здатності організму підтримувати фізичну роботу впродовж 4–15 годин без значного зниження швидкісних та технічних характеристик. Триатлон на дистанціях Ironman та Ironman 70.3 поєднує плавання, велосипедну їзду та біг у єдиний безперервний змагальний цикл, що створює унікальні вимоги до функціональних можливостей спортсмена та комплексності фізіологічних адаптацій. Наукові дані свідчать, що саме рівень розвитку аеробної витривалості та пов'язаних із нею механізмів енергозабезпечення є головним детермінантом успішності у довготривалих мультиспортивних змаганнях [4; 30].

В основі прояву витривалості лежить ефективна взаємодія декількох фізіологічних систем, включаючи серцево-судинну, дихальну, м'язову та нейроендокринну. Ключове значення мають такі характеристики, як максимальне споживання кисню ($\text{VO}_{2\text{max}}$), порогові інтенсивності роботи (LT1 , LT2), максимальний стабільний лактатний стан (MLSS), економічність рухів та здатність до підтримання стабільної потужності протягом тривалого часу. Саме ці параметри визначають межі переходу від стабільного до нестабільного метаболічного стану та впливають на можливість спортсмена виконувати роботу на рівні, близькому до змагального, без різкого зростання втоми.

У довгому триатлоні провідна роль належить аеробним механізмам енергозабезпечення, які забезпечують до 90–95 % загальних енергетичних витрат під час вело- та бігового етапів. Дослідження підкреслюють, що адаптації на рівні мітохондріальної щільності, окисно-фосфорилувальних процесів та жирокислотного метаболізму є критично важливими для підтримання тривалого темпу та оптимізації витрат глікогену [24]. Підвищення

порогових інтенсивностей LT1 та LT2 дозволяє збільшити тривалість роботи в аеробно стабільному режимі та відтермінувати розвиток втоми, що особливо важливо для велоетапу, який має найбільшу частку в загальному часі змагання.

Сучасна спортивна наука підкреслює, що витривалість у триатлоні є багатовимірним феноменом, який поєднує фізіологічні, біохімічні, нейром'язові й психологічні компоненти. Спортсмен повинен не лише мати високий рівень аеробної підготовленості, але й здатність економно використовувати енергетичні ресурси, зберігати техніку руху на фоні прогресуючої втоми, адаптуватися до змін середовища, а також ефективно здійснювати переходи між дисциплінами. Крім того, значний вплив на змагальний результат мають терморегуляція, стратегія пейсингу, індивідуальний профіль використання субстратів та оптимальне управління харчуванням і гідратацією.

Теоретичний аналіз літератури та сучасних моделей тренування свідчить, що розвиток витривалості у довгому триатлоні вимагає цілеспрямованої систематичної роботи, що включає поєднання тренувальних інтенсивностей різної спрямованості, контрольоване підвищення тренувального обсягу та використання інструментів моніторингу стану спортсмена. Саме тому вивчення сутності витривалості, механізмів її розвитку, а також специфіки змагальної діяльності триатлетів є важливим теоретичним і практичним підґрунтям для побудови ефективного тренувального процесу.

У цьому розділі розкрито зміст поняття «витривалість» у контексті спортивної науки, проаналізовано ключові фізіологічні механізми її формування, а також охарактеризовано особливості змагальної діяльності у довгому триатлоні, які визначають вимоги до тренувальної системи спортсменів даної спеціалізації.

1.1 Загальна характеристика витривалості у спорті

Витривалість є однією з базових фізичних якостей спортсмена, що визначає його здатність виконувати фізичну роботу протягом тривалого часу без

істотного зниження ефективності, підтримуючи необхідний рівень інтенсивності та зберігаючи оптимальну техніку руху. У спортивній науці витривалість розглядається як складне багатокomпонентне явище, що включає фізіологічні, біохімічні, нейром'язові та психологічні аспекти, які забезпечують здатність організму протистояти втомі та продовжувати роботу впродовж значного періоду [1; 2].

З фізіологічної точки зору витривалість визначається ефективністю енергетичних систем, насамперед аеробної, яка забезпечує більшу частину енергозабезпечення у видах спорту на витривалість, включаючи триатлон на довгі дистанції. Рівень розвитку витривалості залежить від таких ключових факторів: максимального споживання кисню ($\text{VO}_{2\text{max}}$), порогових інтенсивностей роботи (LT1, LT2), економічності рухів (running/cycling economy), здатності до утримання стабільного лактатного стану (MLSS) та ефективності використання жирів як метаболічного субстрату [4, 34].

У сучасній літературі особлива увага приділяється ролі порогових зон інтенсивності, оскільки саме вони визначають межі переходу між стабільним та нестабільним метаболічним станом. Перший поріг (LT1) відображає інтенсивність, на якій організм може довготривало працювати з мінімальним акумулюванням лактату, що є критично важливим для змагань тривалістю понад 4 години. Другий поріг (LT2) визначає верхню межу толерантності до інтенсивності, що супроводжується значним лактатним навантаженням, але може підтримуватися протягом обмеженого часу. Здатність спортсмена підвищувати ці порогові значення є фундаментом для розвитку загальної та спеціальної витривалості [13].

Витривалість також має виражений нейром'язовий компонент. Тривале виконання роботи вимагає здатності м'язів підтримувати силу скорочення при прогресуючій втомі, а також збереження координації, техніки та стабільності корпусу. У триатлоні це особливо важливо під час переходу до бігу після тривалої роботи на велосипеді, коли зниження м'язового тону та порушення моторного контролю може істотно вплинути на результативність.

Психологічний аспект витривалості включає толерантність до дискомфорту, мотиваційні чинники, здатність регулювати темп та зосередженість протягом тривалої роботи. Дослідження показують, що психічна стійкість та здатність приймати правильні стратегічні рішення під час змагань впливають на результат не менше, ніж фізіологічні показники [8].

Таким чином, витривалість у спорті - це комплексна якість, яка формується завдяки взаємодії енергетичних, м'язових, нейронних та психологічних механізмів. У контексті довгого триатлону витривалість визначає здатність спортсмена ефективно долати навантаження великої тривалості та є основою спортивної успішності, що підкреслює важливість всебічного її розвитку в тренувальному процесі.

1.2. Фактори, що впливають на рівень прояву витривалості у спортсменів

Витривалість спортсмена формується внаслідок складної взаємодії фізіологічних, морфологічних, біохімічних, нейром'язових та психологічних чинників, кожен з яких робить суттєвий внесок у здатність організму тривалий час протистояти втомі та підтримувати необхідний рівень фізичної роботи. У видах спорту на витривалість, зокрема у триатлоні на довгі дистанції, ці механізми визначають ефективність проходження змагальної дистанції та стабільність роботи організму в умовах тривалої фізичної активності. Ґрунтовне розуміння факторів, що впливають на витривалість, є передумовою науково обґрунтованого планування тренувального процесу.

Фізіологічні детермінанти витривалості охоплюють ключові параметри функціонування аеробної енергетичної системи. Найважливішими серед них є максимальне споживання кисню (VO_{2max}), порогові інтенсивності (LT1 і LT2) та максимальний стабільний лактатний стан (MLSS). VO_{2max} розглядається як граничний показник аеробної продуктивності, що визначає максимальну потужність окисних процесів в організмі спортсмена. Однак у довготривалій

роботі більш значущими стають саме порогові показники LT1 і LT2 та MLSS, адже вони характеризують здатність організму підтримувати роботу при помірній та високій інтенсивності без переходу до неконтрольованого накопичення лактату. Змагальні інтенсивності у триатлоні на довгі дистанції зазвичай становлять 60–80% від VO_2max , що підтверджує провідну роль саме порогових і субпорогових показників у визначенні спортивного результату [3; 24].

Біохімічні та енергетичні фактори також суттєво впливають на витривалість. Одним із визначальних механізмів є ефективність функціонування мітохондрій та здатність організму використовувати жири як основне джерело енергії під час тривалого навантаження. Здатність до високої швидкості окиснення жирів (FatMax) знижує потребу в глікогені, що є критично важливим у змаганнях тривалістю понад 4–6 годин. Ефективність жирового метаболізму, резерви м'язового глікогену, буферні властивості крові й м'язової тканини та активність ферментів окисних шляхів - усі ці компоненти визначають здатність спортсмена працювати тривалий час без розвитку критичної втоми [1].

Морфологічні та серцево-судинні чинники включають структурні особливості організму, що забезпечують транспортування та утилізацію кисню в робочих м'язах. До ключових з них належать висока капіляризація м'язової тканини, значний об'єм циркулюючої крові, підвищений ударний об'єм серця та велика щільність мітохондрій. У сукупності ці характеристики формують високий рівень серцево-судинної ефективності, який є одним з основних механізмів підтримання тривалої роботи у видах спорту витривалості [27].

Нейром'язові чинники зумовлюють здатність спортсмена зберігати техніку та ефективність рухів при прогресуючій м'язовій втомі. У триатлоні це проявляється у необхідності підтримувати координацію та стабільність корпусу після тривалої роботи у попередніх дисциплінах. Важливими компонентами є м'язова витривалість, ефективність ексцентричної роботи під час бігу, силова

витривалість, а також здатність організму зменшувати енергетичні витрати при заданій інтенсивності завдяки покращенню рухової економичності [36].

Психологічні чинники становлять невід'ємну складову витривалості. Мотивація, здатність до саморегуляції, толерантність до дискомфорту, контроль темпу та концентрація уваги мають визначальне значення у тривалих змаганнях. Наукові джерела зазначають, що психологічна стійкість може пояснювати до 20–30% варіативності результатів у спортсменів із подібними фізіологічними характеристиками, що підкреслює її роль у досягненні високих результатів [8].

Зовнішні чинники включають кліматичні умови, харчові стратегії, рівень гідратації, якість відновлення, сон та використання технологічних інструментів моніторингу - таких як вимірювання потужності, контроль варіабельності серцевого ритму (HRV) та температури тіла (CBT). Зокрема, тепловий стрес є одним із найбільш критичних факторів у триатлоні, оскільки підвищення внутрішньої температури тіла до 38.5–39°C призводить до різкого зниження витривалості та зростання ризику перегріву, що обумовлює необхідність теплової адаптації перед змаганнями [35].

Таким чином, витривалість спортсмена є комплексним багатофакторним явищем, яке формується завдяки взаємодії внутрішніх фізіологічних механізмів та зовнішніх умов впливу. У контексті триатлону на довгі дистанції врахування цих чинників є ключовим для побудови ефективної тренувальної програми, спрямованої на оптимізацію роботи організму в умовах тривалої та інтенсивної спортивної діяльності.

1.3. Особливості змагальної діяльності у триатлоні

Витривалість є центральною фізичною якістю, що визначає результативність у триатлоні на довгі дистанції. Змагання формату Ironman та Ironman 70.3 тривають від 4 до 15 годин, що вимагає від спортсмена здатності підтримувати безперервну роботу помірної та субмаксимальної інтенсивності

без значного зниження швидкості та технічної ефективності. За своїм характером триатлон інтегрує три різні циклічні дисципліни - плавання, велосипедну їзду та біг, - що формує складну структуру змагальної діяльності та висуває підвищені вимоги до загальної, спеціальної та психофізіологічної витривалості [30].

Фізіологічні дослідження демонструють, що витривалість пояснює до 70–80% варіативності спортивного результату на довгих дистанціях [4]. Ключову роль у цьому відіграють рівень максимального споживання кисню (VO_{2max}), порогові інтенсивності (LT1, LT2) та максимальний стабільний лактатний стан (MLSS), які визначають здатність організму функціонувати у стійкому метаболічному режимі тривалий час. Підвищення LT1 дозволяє тривало зберігати аеробну стабільність з мінімальним накопиченням лактату, тоді як LT2 та MLSS визначають здатність утримувати високий змагальний темп, зокрема у фінальних фазах вело- та бігового етапів [13].

Змагальна діяльність у триатлоні має специфічну структуру, зумовлену переходами між дисциплінами, які супроводжуються змінами в роботі м'язових груп, серцево-судинної системи та нейром'язового контролю. Плавання у відкритій воді вимагає технічної ефективності, стресостійкості та здатності працювати в умовах нестабільного середовища. Масовий старт, холодна вода та необхідність орієнтування збільшують симпатичну активацію, що впливає на регуляцію темпу та стан організму на початку змагання [5].

Велосипедний сегмент, який триває 2–6 годин і становить найбільшу частку загального часу, формує основу змагальної економічності. Саме тут відбуваються найбільші витрати енергії, а стабільність потужності, мінімізація різких коливань та здатність тримати роботу поблизу LT1 визначають подальшу якість бігу. Надмірні інтенсивні сплески призводять до швидкого використання глікогену та виснаження анаеробного резерву W' , що істотно погіршує результат бігу [20].

Фінальний біговий етап є найбільш показовим з точки зору прояву спеціальної витривалості. Біг виконується в умовах високої нейром'язової та

метаболічної втоми, коли організм переходить з переважно концентричного режиму педалювання до ударно-навантажувального циклу бігуна. Це потребує високої стійкості до ексцентричних навантажень, стабільності техніки та оптимального темповедення. Саме на бігу найчастіше проявляються наслідки неправильного пейсингу, дегідратації або дефіциту вуглеводів [41].

Харчування та гідратація становлять критичний компонент змагальної діяльності. Рекомендоване споживання 60–120 г вуглеводів на годину дозволяє підтримувати рівень глікогену та уникати розвитку гіпоглікемії, а адекватна гідратація запобігає дегідратації понад 2–3% маси тіла, яка значно погіршує продуктивність і терморегуляцію [9; 12].

Тепловий стрес є одним з найважливіших зовнішніх чинників, що впливають на результативність. Змагання триатлонного циклу часто проводяться за температури 25–35°C, що створює значне навантаження на механізми терморегуляції. Підвищення внутрішньої температури тіла понад 38.5–39°C призводить до помітного зниження потужності та зростання ризику перегрівання [35]. Ефективна теплова адаптація, контроль темпу та використання технологій моніторингу core body temperature є важливими складовими сучасної підготовки.

Психологічна витривалість також формує важливу частину успішності спортсмена. Здатність переносити дискомфорт, підтримувати концентрацію та ухвалювати стратегічні рішення у стані втоми є суттєвими детермінантами результату. Сучасні дослідження показують, що психологічні механізми можуть пояснювати до 30% варіативності результатів серед спортсменів зі схожими фізіологічними характеристиками [31].

Таким чином, витривалість у триатлоні на довгі дистанції є комплексною характеристикою, яка поєднує фізіологічні, технічні, тактичні, психологічні та середовищні чинники. Вона визначає здатність спортсмена виконувати багатогодинну роботу у стабільному метаболічному режимі, ефективно інтегрувати три різні дисципліни та долати структурні переходи між ними. Саме розвиток загальної й спеціальної витривалості є фундаментом змагальної

успішності триатлета та ключовим об'єктом тренувального процесу на довгих дистанціях.

1.4. Роль витривалості у триатлоні: погляди провідних науковців, тренерів і спортсменів

У довгому триатлоні витривалість розглядається як центральна фізична якість, що визначає здатність спортсмена витримувати тривале багатогодинне навантаження із збереженням стабільності темпу, техніки та енергетичного забезпечення. Її значущість підтверджується численними науковими дослідженнями, а також практичними спостереженнями тренерів та провідних триатлетів світу. Висловлювання та наукові узагальнення експертів дозволяють глибше зрозуміти роль витривалості як системоутворюючого фактора у змагальній діяльності спортсменів, що спеціалізуються на дистанціях Ironman та Ironman 70.3.

Stephen Seiler, один із найвідоміших дослідників витривалості, підкреслює, що успішність у триатлоні визначається не стільки максимальною інтенсивністю, яку здатен продемонструвати спортсмен, скільки здатністю довго утримувати субмаксимальну інтенсивність без накопичення критичного рівня втоми. Він вказує, що триатлети високого класу демонструють виняткову здатність працювати у зоні LT1–LT2 протягом багатьох годин, підтримуючи стабільну механіку руху та економічність виконання [30]. Стабільність темпу — ключовий фактор успішності в довгому триатлоні.

Фізіолог Іньйо Муджіка, автор фундаментальних праць із проблеми витривалості, розглядає триатлон як «модель довготривалого енергетичного менеджменту», де вирішальним фактором є здатність спортсмена оптимально розподіляти доступні ресурси — глікоген, жири, нейром'язові резерви — протягом усього змагання. На його думку, висока витривалість дозволяє працювати в аеробно стабільному режимі навіть у другій половині дистанції,

коли більшість спортсменів зазнають суттєвого зниження темпу [33]. Саме це відрізняє топових триатлетів від середнього рівня.

Тренер Джо Фріл, автор «The Triathlete's Training Bible», наголошує, що витривалість є фундаментальною якістю, без якої неможливий розвиток сили, швидкості та техніки. Він підкреслює, що у триатлоні найважливішим є не пікова потужність, а здатність реалізувати технічні та силові можливості у стані прогресуючої втоми, коли організм працює у режимі обмежених енергетичних ресурсів [14].

Найсильніші спортсмени сучасного триатлону також акцентують на домінуванні витривалості. Олімпійський чемпіон та чемпіон світу Ironman Крістіан Блумменфельт неодноразово зазначав у своїх інтерв'ю, що головною перевагою спортсмена на довгій дистанції є здатність тривалий час перебувати в околі порогової інтенсивності, утримуючи сталу продуктивність та запобігаючи метаболічному зриву [44]. Він наголошує, що в Ironman виграє той, хто найдовше не виходить за межі аеробної стабільності.

Густав Іден, чемпіон світу Ironman 2022 року, підкреслює важливість високої порогової витривалості, тобто здатності утримувати інтенсивність, близьку до LT2, при низьких метаболічних затратах. За його словами, саме ця якість дозволяє топовим спортсменам демонструвати конкурентні результати у другій половині бігового етапу, коли м'язова й метаболічна втома досягають максимуму [43].

Головний тренер норвезької системи підготовки Арільд Тьортенсен зазначає, що триатлон — це вид спорту, де результат визначається не одиничними сплесками потужності, а здатністю зберігати якість рухів та стабільність темпу після кількох годин роботи. На його думку, саме вміння протистояти «руйнівному ефекту» тривалого навантаження і є сутністю витривалості у довгому триатлоні [2].

Тімоті Ноутс, один із провідних фізіологів світу, розглядає витривалість як інтегральну якість, що включає не тільки аеробні механізми, а й психологічні компоненти. Він зазначає, що у змаганнях тривалістю понад 8 годин саме мозок

обмежує інтенсивність роботи, захищаючи організм від небезпечного виснаження, тому здатність підтримувати концентрацію та стійкість до дискомфорту є настільки ж важливою, як і фізична підготовленість [34].

Триразовий чемпіон світу Ironman Ян Фродено підкреслює, що успіх у довгому триатлоні формується не на старті, а на останніх 20–30 км бігу, коли більшість спортсменів уже стикаються з суттєвим спадом темпу. Саме здатність підтримувати техніку та пейс у фінальній частині дистанції характеризує справжню витривалість [15].

Лайонел Сандерс, один із найвідоміших професійних триатлетів, стверджує, що витривалість — це довготривала, кумулятивна адаптація. Вона формується роками систематичних тренувань та визначає здатність атлета працювати в умовах глибокої втоми, коли «м'язи вже не хочуть рухатися, а воля змушує їх працювати далі» [38].

Шестикратний чемпіон Ironman Марк Аллен наголошує, що триатлет повинен не лише розвивати витривалість, а й навчитися відчувати власні межі, раціонально розподіляти сили та працювати на рівні, який дозволяє зберегти ефективність протягом багатьох годин. На його думку, здатність працювати нижче порогу виснаження є визначальним фактором успішності [29].

Узагальнюючи позиції провідних науковців, тренерів і спортсменів, можна стверджувати, що витривалість у триатлоні — це багатокomпонентний феномен, який поєднує фізіологічні, технічні, психологічні та тактичні аспекти. Вона визначає здатність тривалий час працювати в оптимальному діапазоні інтенсивності, ефективно розподіляти енергетичні ресурси, підтримувати техніку руху та приймати стратегічні рішення у стані глибокої втоми. Саме тому розвиток витривалості є центральною складовою тренувального процесу спортсменів, що спеціалізуються на довгих дистанціях триатлону.

Висновки до розділу 1

У першому розділі було здійснено поглиблений теоретичний аналіз структурних і функціональних основ витривалості та особливостей її прояву у

триатлоні на довгі дистанції. Систематизація наукових джерел, сучасних досліджень і методичних положень дозволила сформулювати комплексне розуміння цього феномену та окреслити ключові механізми, що визначають результативність спортсменів у змаганнях формату Ironman і Ironman 70.3.

Насамперед встановлено, що витривалість у спорті є багаторівневою категорією, яка інтегрує широкий спектр фізіологічних, біохімічних, нейром'язових, морфологічних і психічних процесів. Її формування відбувається в межах взаємодії аеробних та анаеробних механізмів енергозабезпечення, оптимізації роботи серцево-судинної та дихальної систем, підвищення м'язової ефективності й координаційної стабільності. Ключовими детермінантами, що визначають рівень витривалості, є максимальне споживання кисню ($\text{VO}_{2\text{max}}$), порогові інтенсивності (LT1, LT2), максимальний стабільний лактатний стан (MLSS), економічність рухів, толерантність до втоми та здатність до метаболічної гнучкості. Ці показники слугують науковим фундаментом для розуміння потенціалу спортсмена щодо виконання тривалого навантаження в умовах обмежених ресурсів.

Проведений аналіз також підтвердив, що характер адаптацій, які формуються внаслідок розвитку витривалості, має системний і кумулятивний характер. Молекулярні та клітинні зміни — зростання щільності мітохондрій, збільшення активності окисних ферментів, розширення капілярної мережі, збільшення об'єму плазми — створюють біологічні передумови для підвищення порогових значень і економічності рухів. Водночас центральні адаптації, такі як збільшення ударного об'єму та серцевого викиду, покращення вентиляційної ефективності та поліпшення нейромоторного контролю, забезпечують сталість роботи організму в умовах подовженого навантаження. Таким чином, витривалість слід розглядати як результат довготривалої перебудови багатьох фізіологічних систем.

Особливий акцент у розділі було зроблено на специфіці змагальної діяльності у триатлоні на довгі дистанції. Його багатокомпонентна структура — плавання, велосипед та біг — створює унікальні вимоги до організму

спортсмена. Плавальний сегмент потребує високої технічності та адаптації до нестабільних умов відкритої води; велосипедний — визначає основне енергетичне навантаження і потребує вміння зберігати стабільність потужності поблизу LT1; біговий етап — виступає кульмінаційною частиною змагання та залежить від здатності організму переносити кумулятивну втому, ексцентричні навантаження та тепловий стрес. Аналіз свідчить, що саме біг є найвразливішою дисципліною, оскільки виконується в умовах максимального фізіологічного виснаження.

Важливим чинником змагальної діяльності є здатність спортсмена підтримувати гомеостаз у середовищі підвищеного теплового та метаболічного стресу. Зростання внутрішньої температури тіла, дегідратація, порушення водно-електролітного балансу та виснаження запасів глікогену є ключовими факторами ризику, що суттєво впливають на спортивну результативність. Наукові дослідження підтверджують, що ефективність роботи організму в умовах теплового навантаження значною мірою залежить від рівня аеробної адаптації, що підсилює практичне значення розвитку витривалості для триатлетів.

Крім того, було встановлено значущість психологічних детермінант витривалості, які традиційно недооцінювалися у спортивній літературі. Концентрація уваги, здатність переносити дискомфорт, саморегуляція темпу та прийняття рішень у стані втоми є критично важливими складниками успішної змагальної діяльності. Дослідження свідчать, що психічна стійкість і когнітивний контроль можуть пояснювати значну частину варіативності результатів серед спортсменів зі схожими фізіологічними характеристиками, що підкреслює інтегративний характер витривалості.

Таким чином, теоретичний аналіз, проведений у першому розділі, дозволяє розглядати витривалість у довгому триатлоні як складну багатофакторну систему, що визначає здатність спортсмена підтримувати оптимальну інтенсивність протягом багатьох годин, ефективно використовувати енергетичні ресурси, зберігати техніку та протистояти фізичному й

психологічному виснаженню. Отримані висновки формують концептуальну основу для подальшого вивчення сучасних методів розвитку витривалості та їх оптимізації в структурі річного тренувального циклу спортсменів-триатлоністів.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи дослідження

У процесі виконання досліджень, що лягли в основу кваліфікаційної роботи, були застосовані такі методи дослідження:

- Аналіз науково-методичної літератури та електронних джерел
- Порівняльний аналіз сучасних тренувальних моделей
- Метод узагальнення та систематизації

2.1.1. Аналіз науково-методичної літератури та електронних джерел.

Проведено систематичний аналіз сучасних наукових публікацій, монографій, оглядових статей та матеріалів електронних наукових баз даних (PubMed, Scopus, Google Scholar). Особливу увагу приділено працям, що стосуються розвитку витривалості, методів тренування у видів спорту на витривалість, фізіології триатлону та сучасних тренувальних моделей (норвезького методу, поляризованого тренування, блокових моделей, концепції критичної потужності).

2.1.2. Порівняльний аналіз сучасних тренувальних моделей. Для оцінки ефективності різних моделей тренування проведено їх теоретичне порівняння за критеріями:

- структура інтенсивності та обсягу навантаження;
- вплив на фізіологічні показники (VO_2max , LT1, LT2, MLSS, економічність);
- відповідність специфіці довгого триатлону;
- наявні дані щодо ефективності серед елітних спортсменів і спортсменів-аматорів.

Аналіз включав порівняння традиційних методів (LSD, темпові тренування, інтервальний метод) та сучасних моделей (polarized, pyramidal, Norwegian model, critical power model).

2.1.3. Метод узагальнення та систематизації. Застосовувався для формування підсумкових висновків, розробки практичних рекомендацій та структурування сучасних методів розвитку витривалості у довгому триатлоні.

2.2. Організація дослідження

Дане дослідження має теоретичний характер і ґрунтується на систематичному аналізі сучасних наукових джерел, що стосуються фізіології витривалості, тренувальних моделей та специфіки підготовки спортсменів у довгому триатлоні. Організація дослідження передбачала кілька послідовних етапів.

На першому етапі було визначено ключові поняття та теоретичні положення, пов'язані з витривалістю як фізичною якістю, механізмами її розвитку та детермінантами ефективності у видах спорту на витривалість. Особливу увагу приділено фундаментальним моделям аеробної продуктивності, концепціям порогових інтенсивностей (LT1, LT2), MLSS та критичної потужності.

Другий етап передбачав аналіз науково-методичної літератури, включаючи рецензовані статті в наукових журналах, монографії провідних фахівців зі спортивної фізіології, матеріали міжнародних конференцій та сучасні оглядові роботи. До розгляду залучено дослідження, опубліковані у базах даних PubMed, Scopus, Web of Science та Google Scholar у період 2000–2024 років. Це дозволило оцінити еволюцію підходів до тренування витривалості та визначити актуальні тенденції у підготовці спортсменів довгого триатлону.

На третьому етапі було здійснено порівняння традиційних і сучасних тренувальних моделей, таких як:

- методи безперервної та інтервальної роботи;
- пірамідальна та поляризована структура тренувальних інтенсивностей;

- концепція критичної потужності (CP);
- норвезька лактат-контрольована модель;
- блокові моделі підготовки.

Порівняння виконувалося на основі досліджень ефективності зазначених методів, їх впливу на порогові показники, $\text{VO}_{2\text{max}}$, економічність рухів та здатність підтримувати стабільну інтенсивність упродовж тривалої роботи.

На четвертому етапі проведено систематизацію даних з відкритих джерел, включно з аналітичними матеріалами про тренувальні моделі елітних триатлетів, даними з оглядів їх підготовки, описаних у професійних публікаціях і технічних звітах. Це дозволило сформуванню узагальнену картину використання сучасних тренувальних моделей у реальній практиці.

На заключному етапі було здійснено узагальнення отриманих результатів та сформульовано висновки щодо доцільності застосування різних тренувальних методів у підготовці спортсменів довгого триатлону, а також визначено практичні рекомендації щодо їх імплементації у тренувальні програми.

Таким чином, організація дослідження забезпечила всебічний і глибокий аналіз сучасних методів розвитку витривалості, що дозволило сформуванню цілісного уявлення про найбільш ефективні моделі до підготовки спортсменів, які спеціалізуються у довгому триатлоні.

РОЗДІЛ 3

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ТРЕНУВАННЯ ВИТРИВАЛОСТІ У ДОВГОМУ ТРИАТЛОНІ

3.1. Систематизація знань про сучасні методи тренування витривалості у триатлоні

3.1.1. Аналіз традиційних методів тренування витривалості.

Традиційні методи тренування становлять фундамент розвитку витривалості у циклічних видах спорту й історично сформували основу, на якій базуються сучасні концепції періодизації. У триатлоні, де сумарна тривалість роботи на довгих дистанціях може перевищувати 8–12 годин, класичні підходи зберігають ключове значення завдяки здатності формувати стійкі аеробні адаптації, покращувати економічність рухів і підвищувати толерантність спортсмена до тривалої роботи. Незважаючи на появу нових моделей (поляризованої, пірамідальної, критичної потужності, лактат-контрольованої моделі), саме традиційні методи залишаються основою підготовки більшості триатлетів, як на рівні любителів, так і серед професіоналів.

Одним із базових підходів є метод тривалої безперервної роботи (LSD - Long Slow Distance). Він характеризується низькою або помірною інтенсивністю, що зазвичай відповідає зонам нижче першого порогу (LT1). Тривалі сесії, які можуть тривати від 60 хвилин до 4–6 годин, сприяють глибоким аеробним адаптаціям. На фізіологічному рівні LSD-тренування стимулюють збільшення щільності мітохондрій, посилюють капіляризацію, покращують здатність організму використовувати жири як джерело енергії (FatMax), збільшують плазмовий об'єм крові та оптимізують кисневі кінетики. Такі адаптації відповідають класичним результатам досліджень щодо розвитку аеробної продуктивності у витривалих спортсменів [40]. LSD зберігає провідну роль у триатлоні, оскільки тривалий обсяг низькоінтенсивної роботи є

необхідним для побудови основи річного циклу та забезпечення стійкості до кумулятивної втоми.

Темповий метод (threshold training) передбачає виконання тривалої роботи на рівні або трохи нижче другого порогу (LT2), що відповідає стабільному стану лактату (MLSS). Сесії темпового характеру тривають 20–40 хвилин безперервно або виконуються у вигляді розділених інтервалів (наприклад, 2×20 хв чи 3×15 хв). Інтенсивність у межах 85–95% FTP для велоспорту або близько до критичної швидкості в бігу стимулює підвищення порогових можливостей, розвиток буферних систем, покращення толерантності до високого темпу та здатності підтримувати інтенсивну, але сталу роботу протягом тривалого часу. Темпові тренування є ключовими для триатлетів на середніх і довгих дистанціях, оскільки саме LT2 визначає змагальний темп у вело- і бігових сегментах [21].

Інтервальний метод займає особливе місце серед традиційних підходів завдяки здатності спрямовано впливати на розвиток $\text{VO}_{2\text{max}}$, анаеробної потужності та порогових характеристик. Він передбачає чергування періодів роботи високої інтенсивності з фазами відпочинку різної тривалості. Довгі інтервали (3–8 хв), що виконуються на рівні 90–100% $\text{VO}_{2\text{max}}$, покращують максимальне споживання кисню; середні інтервали (1–3 хв на 105–120% FTP) підвищують здатність утримувати високу інтенсивність; короткі інтервали (30/30, 40/20, 60/15) сприяють оптимізації кисневих кінетик і збільшують толерантність до повторюваних навантажень. Регулярне застосування інтервального методу дозволяє підвищити продуктивність і збільшити інтенсивність, яку спортсмен може підтримувати протягом тривалого часу, але вимагає обережності, оскільки надмірний його обсяг може призводити до перенавантаження.

Фартлек являє собою варіативну форму тренування, яка поєднує рівномірну роботу з епізодами зміни темпу, полегшуючи адаптацію спортсмена до непередбачуваних змін інтенсивності, що можуть виникати у змагальних умовах. На відміну від структурованих інтервалів, фартлек дозволяє природно

варіювати швидкість, що зменшує стресове навантаження на нервову систему та робить метод ефективним як у періоди відновлення, так і під час підготовчого етапу.

У сукупності традиційні методи утворюють базову систему, яка підтримує довготривалу адаптацію та забезпечує розвиток ключових компонентів витривалості. LSD формує основний аеробний фундамент, темпові тренування визначають здатність підтримувати змагальний темп, інтервальні методики збільшують функціональний резерв інтенсивності, а фартлек покращує адаптивність до змін темпу. У сучасній практиці ці підходи інтегруються у тренувальні моделі пірамідального або поляризованого розподілу інтенсивності, забезпечуючи баланс між обсягом, інтенсивністю та відновленням.

Таблиця 3. 1. Характеристика традиційних методів тренування витривалості у триатлоні

Критерій	Характеристика
Основна концепція	Виконання тривалої або інтенсивної роботи з чітко визначеною структурою для розвитку аеробних і порогових можливостей.
Фізіологічні механізми	Мітохондріогенез, покращення капіляризації, зростання FatMax, підвищення LT2, збільшення VO_{2max} , оптимізація кисневих кінетик.
Розподіл інтенсивності (TID)	LSD - переважно зона $<LT1$; темпові - зона LT2/MLSS; інтервали - високі інтенсивності $>LT2$; фартлек - змішаний профіль.
Цільові тренувальні зони	Z1-Z2 (LSD), Z3 (темпові), Z4-Z5 (інтервали); варіативні зони (фартлек).
Типові тренування	LSD: 2-5 год; Темпові: 2×20 хв; Інтервали: 5×5 хв, 30/30; Фартлек: 60-90 хв зі зміною темпу.

Ефекти для триатлону	Покращення аеробної потужності, економічності, порогових можливостей і здатності адаптуватися до зміни темпу в реальних умовах.
Період застосування	На протязі всього періоду підготовки.
Переваги	Висока передбачуваність адаптацій; можливість комбінації методів; мультифакторний розвиток витривалості.
Недоліки	Великий тренувальний обсяг; ризик монотонності; потенційне перенавантаження при надмірних інтервалах.
Відновлення	LSD → незначна втома; інтервали → глибока втома; темпові → середня тривалість відновлення.
Оптимальність для IM/70.3	Висока ефективність LSD і темпових тренувань для обох дистанцій; інтервали - допоміжний елемент.
Цільові категорії спортсменів	Початківці, середній рівень, професіонали; адаптація структури залежить від віку й досвіду.

3.1.2. Поляризована модель тренування (Polarized Training).

Поляризована модель тренування є однією з найбільш досліджених та науково обґрунтованих систем розподілу інтенсивності навантаження у видах спорту з переважним аеробним забезпеченням. Вона базується на принципі чіткого розмежування тренувальних стимулів: переважна частка обсягу виконується на низькій інтенсивності нижче першого порогу (LT1), тоді як обмежений, але цілеспрямований фрагмент - у зоні високої інтенсивності вище другого порогу (LT2). Робота у субпороговому діапазоні (між LT1 і LT2) мінімізується, оскільки ця зона забезпечує недостатній тренувальний стимул за відносно високої витратності відновлення. Саме тому її часто називають «сірою зоною» або «метаболічно неvigідною» (metabolic dead zone).

Піонерські дослідження Seiler, Sandbakk, Tonnessen та ін. продемонстрували, що провідні світові спортсмени з бігу на довгі дистанції, лижних гонок, веслування, велоспорту та триатлону природно використовують розподіл інтенсивності, близький до поляризованого - приблизно 75–90% часу нижче LT1 і 5–10% вище LT2 [12]. Це підтверджено багаторічними спостереженнями за норвезькими бігунами та лижниками, а також даними щодо тренувальних профілів професійних триатлетів.

Фізіологічне підґрунтя ефективності поляризації пов'язане з тим, що різні діапазони інтенсивності активують принципово відмінні адаптаційні механізми. Низькоінтенсивна робота стимулює мітохондріальну біогенезу, підвищення окиснювального потенціалу м'язів, капіляризацію, збільшення ударного об'єму серця та економічність рухів. Натомість високі інтенсивності (>LT2) спричиняють максимальну активацію кисневих кінетик, збільшують $\dot{V}O_{2\max}$, покращують буферні властивості та здатність підтримувати інтенсивність у зоні важкого й надтяжкого навантаження. Поєднання цих двох полюсів забезпечує широкий спектр адаптацій, тоді як середньоінтенсивна робота стимулює лише частину цих процесів, водночас створюючи значний накопичений стрес.

З практичної точки зору поляризована модель характеризується високою передбачуваністю та ефективністю: у тижневих циклах домінують легкі сесії (4–6 на тиждень), доповнені 1–2 високоінтенсивними тренуваннями, спрямованими на розвиток $\dot{V}O_{2\max}$ або порогових характеристик. У триатлоні структура поляризованого тижня може включати довгі рівномірні сесії на велосипеді чи у бігу, комбіновану низькоінтенсивну роботу та окремі короткі або довгі інтервали високої інтенсивності. Поляризація забезпечує високу стійкість до втоми, дозволяє утримувати значний загальний обсяг і сприяє довгостроковому прогресу без перевантаження.

Попри численні переваги, модель має низку обмежень. Вона менш оптимальна для спортсменів з коротким тренувальним стажем, які не можуть переносити великі обсяги низькоінтенсивної роботи; також може недостатньо розвивати змагальну інтенсивність у дисциплінах, де темп на рівні LT2 відіграє

визначальну роль (особливо у вело- та біговому сегментах триатлону). Відомо також, що у спортсменів середнього рівня пірамідальна модель інколи демонструє кращу ефективність за рахунок регулярних темпових навантажень.

У триатлоні поляризований підхід зазвичай використовується у базовий період або на ранніх етапах побудови форми. На пізніших етапах сезону поляризація часто трансформується у пірамідальний профіль розподілу інтенсивності, що дозволяє включити більший обсяг роботи у зоні специфічної змагальної інтенсивності.

Таким чином, поляризована модель є потужним інструментом розвитку витривалості, особливо у спортсменів з високою тренуваністю, забезпечуючи оптимальний баланс між обсягом, інтенсивністю та відновленням.

Таблиця 3.2. Характеристика поляризованої моделі тренування

Критерій	Характеристика
Основна концепція	Чіткий поділ роботи на низькоінтенсивну ($<LT1$) та високоінтенсивну ($>LT2$) при мінімізації середньої зони (між двома порогами).
Фізіологічні механізми	Мітохондріальна біогенеза (Z1), збільшення VO_{2max} (Z5), покращення кисневих кінетик, буферних властивостей і включення м'язових волокон.
Розподіл інтенсивності (TID)	75-90% $<LT1$; 5-10% $>LT2$; 0-10% між $LT1$ - $LT2$.
Цільові тренувальні зони	Z1 (аеробна), Z5 (висока інтенсивність); мінімум Z3-Z4.
Типові тренування	Довгі LSD сесії 2-5 год; інтервали 4-6×5 хв $>LT2$; короткі НІТ 30/30 або 40/20.
Ефекти для триатлону	Потужний розвиток зони $LT1$ та VO_{2max} , підвищення економічності та швидкості відновлення.
Період	Період загальної підготовки; частково - етап

застосування	спеціальної підготовки підготовчого періоду
Переваги	Висока наукова ефективність; низький ризик перетренованості; підтримка високого обсягу.
Недоліки	Недостатній розвиток темпової (LT2) інтенсивності; великий часовий обсяг роботи.
Відновлення	Дуже короткий період відновлення через домінування низькоінтенсивного навантаження.
Оптимальність для IM/70.3	Ефективна для IM (великий обсяг Z1-Z2), корисна на ранніх етапах 70.3; менш специфічна для змагального темпу.
Цільові категорії спортсменів	Переважно досвідчені атлети; працює для професіоналів і добре тренуваних аматорів.

3.1.3. Пірамідальна модель тренування (Pyramidal Training).

Пірамідальна модель тренування є однією з найбільш поширених та науково обґрунтованих систем розподілу інтенсивності у видах спорту на витривалість і характеризується поступовим зменшенням обсягу роботи зі зростанням її інтенсивності. Вона базується на широкому фундаменті тренувань низької інтенсивності, помірній кількості роботи в зоні LT1–LT2 та мінімальному обсязі високоінтенсивних навантажень. Така структура формує класичний профіль у вигляді «піраміди», де основний обсяг тренувань зосереджений у нижній частині інтенсивностей, а спеціальні тренувальні стимули - у вузькому верхньому сегменті.

На відміну від поляризованої моделі, де середньоінтенсивна робота обмежується до мінімуму, пірамідальна модель включає значний компонент тренувань у субпороговому діапазоні (між LT1 і LT2). Це відображає закономірності змагальної діяльності триатлетів та характер нейром'язового навантаження під час вело- й бігових етапів. Типовий розподіл інтенсивності становить 70–85% <LT1, 10–25% LT1–LT2 та 5–10% >LT2, що підтверджується

даними спостережень за елітними триатлетами, бігунами та велосипедистами [42].

Фізіологічна ефективність пірамідальної моделі полягає в оптимальному поєднанні базових аеробних стимулів та тренувань, спрямованих на розвиток специфічної темпової витривалості. Робота у діапазоні LT1–LT2 сприяє підвищенню максимального стабільного стану лактату (MLSS), покращує економічність рухів, збільшує буферні можливості організму та підвищує здатність атлета працювати на інтенсивностях, близьких до змагальних. Це особливо характерно для триатлону на середні та довгі дистанції, де велоетап і біг виконуються у зоні LT1–LT2 протягом тривалого часу [30].

Аналіз тренувальних щоденників провідних міжнародних атлетів свідчить, що пірамідальний профіль домінує в передзмагальному періоді, коли необхідно підвищувати продуктивність у специфічному діапазоні інтенсивностей і одночасно забезпечувати достатній обсяг для підтримки аеробної бази. Саме ця модель дозволяє збалансувати загальну тренувальну навантаженість та уникати ризику хронічної втоми, характерної для надмірного виконання роботи у «сірій зоні».

Пірамідальна структура природно відповідає особливостям тренувального процесу триатлетів. Велосипедні сесії часто включають тривалу роботу на 65–80% FTP, що знаходиться у зоні LT1–LT2; плавання за своєю інтервальною природою частіше виконується у субпороговому діапазоні; у бігу значна частина ефективних тренувань для Ironman передбачає тривалі роботи на темпі LT1–LT2. У типовому тижневому циклі пірамідальний підхід може включати 4–5 легких сесій, 2–3 субпорогові або темпові тренування та лише одну інтенсивну інтервальну сесію.

Серед переваг пірамідальної моделі - висока сумісність із великим обсягом тренувань, оптимальний розвиток змагальної інтенсивності та ефективність для спортсменів середнього й високого рівнів кваліфікації. Дослідження показують, що у спортсменів, які тренуються 10 годин на тиждень і більше, пірамідальний профіль інтенсивності часто приносить кращі

результати, ніж поляризований [37]. Однак модель потребує ретельного моніторингу навантаження, оскільки надмірна кількість тренувань у середній зоні може знижувати адаптаційний ефект і підвищувати вартість відновлення.

У триатлоні на довгі дистанції пірамідальна модель є природною й найбільш функціонально відповідною, оскільки забезпечує розвиток ключових систем, що визначають продуктивність у змагальному темпі. Вона широко застосовується у передзмагальних фазах підготовки, коли спортсмену необхідно адаптуватися до підтримання сталого темпу в межах LT1–LT2 протягом кількох годин. Аналіз тренувальних програм спортсменів світового рівня підтверджує домінування саме пірамідального розподілу інтенсивності у вирішальні етапи підготовки до змагань на довгі дистанції [42].

Таблиця 3. 3. Характеристика пірамідальної моделі тренування

Критерій	Характеристика
Основна концепція	Багаторівнева структура з переважанням низької інтенсивності, значною субпороговою роботою та мінімальним обсягом високоінтенсивних навантажень.
Фізіологічні механізми	Підвищення LT2 та MLSS; збільшення буферних систем; покращення економічності; розвиток стійкості до тривалої субпорогової роботи.
Розподіл інтенсивності (TID)	70-85% <LT1; 10-25% LT1-LT2; 5-10% >LT2.
Цільові тренувальні зони	Z1 для базового обсягу; Z2-Z3 для темпової роботи; Z4-Z5 - мінімально.
Типові тренування	Темпові сесії 20-40 хв; довгі рівномірні поїздки; субпорогові інтервали; 1 коротка НІІТ-сесія.
Ефекти для триатлону	Розвиток змагальної інтенсивності, вело- та бігової витривалості; оптимізація підтримання стабільного темпу.

Період застосування	Етапи передзмагальної та спеціальної підготовки підготовчого періоду
Переваги	Висока відповідність реальним вимогам триатлону; ефективна для середнього та високого рівня майстерності; хороший баланс між обсягом і стимулом.
Недоліки	Ризик накопичення втоми; можливе зниження адаптацій при надмірній кількості роботи в зоні між LT1 та LT2.
Відновлення	Середня необхідність відновлення; вища, ніж у поляризації, але нижча, ніж при threshold-домінантних програмах.
Оптимальність для IM/70.3	Висока для обох дистанцій; особливо ефективна для розвитку темпу змагань у вело- та бігових сегментах.
Цільові категорії спортсменів	Середній та високий рівень; атлети з великим тренувальним обсягом.

3.1.4. Концепція критичної потужності (Critical Power / Critical Speed).

Концепція критичної потужності (CP) та критичної швидкості (CS) є однією з найбільш сучасних, науково обґрунтованих і практично застосовних моделей оцінки витривалості у спортивній фізіології. На відміну від традиційних підходів, що використовують порогові значення (LT1, LT2) або умовні показники на кшталт FTP, модель CP ґрунтується на математичному аналізі взаємозв'язку між потужністю (або швидкістю) та часом до втоми. CP визначає найвищий рівень стійкої інтенсивності, при якому фізіологічні параметри залишаються в рівноважному стані без прогресивного зростання концентрації лактату чи надмірних метаболічних зрушень. Зазвичай CP відповідає здатності підтримувати стабільну роботу протягом 20–40 хвилин, що добре корелює з такими показниками, як LT2 та MLSS, але визначається за допомогою зовнішніх механічних параметрів, що забезпечує зручність використання в тренувальному процесі [23].

У фізіологічному сенсі критична потужність позначає межу між «важкою» (heavy domain) та «дуже важкою» (severe domain) зонами навантаження. Робота нижче CP характеризується стабільним станом (steady state), коли концентрація лактату, кисневі кінетики та метаболічні процеси досягають рівноваги. Навпаки, робота вище CP призводить до прогресуючого накопичення лактату та зсуву у зону, де час до втоми лімітований ресурсом W' - кількістю механічної роботи, яку можливо виконати над критичною потужністю [32]. Таким чином, CP інтегрує ключові компоненти витривалості: аеробний потенціал, ефективність окислення субстратів і здатність протидіяти метаболічному закисленню.

Параметр W' (W' -prime) є невід'ємною складовою моделі та відображає анаеробний резерв спортсмена - обсяг енергії, який можна витратити вище CP, перш ніж настане втома. W' характеризує здатність до короточасних прискорень, інтенсивних атак, подолання підйомів та коливань темпу. У триатлоні його економне використання є критичним фактором, особливо на велоетапі, де надмірне витрачання W' негативно впливає на якість бігу на другому сегменті дистанції.

Практичне визначення CP зазвичай здійснюється за допомогою 2–4 тайм-трейлів різної тривалості (наприклад, 3, 7, 12, 20 хв), після чого отримані дані наносять на модель «робота–час» (work–time), що дозволяє розрахувати CP як асимптоту кривої, а W' - як площу над нею [6]. На відміну від FTP, що базується на одному тесті й часто переоцінює порогові можливості, модель CP є математично стабільнішою і більш чутливою до змін стану спортсмена. Це робить її особливо цінною у періодизації тренувань та моніторингу динаміки форми.

У триатлоні концепція CP/CS має широкий спектр практичних застосувань. По-перше, вона дозволяє оптимізувати пейсинг на велоетапі: для елітних спортсменів темп Ironman становить 0.65–0.75 CP, для атлетів середнього рівня - 0.60–0.70 CP, що забезпечує ефективне збереження W' та мінімізацію метаболічної втоми перед бігом. По-друге, CP аналізує динаміку

змін потужності на підйомах та у вітрових умовах, дозволяючи уникати невинуватених витрат анаеробного резерву. По-третє, CS (critical speed) слугує точним орієнтиром для бігових тренувань у темповому та субпороговому діапазонах. По-четверте, CP є чутливим маркером тренувальної адаптації: зростання CP свідчить про покращення LT2 і MLSS, тоді як зміни W' дозволяють оцінювати розвиток анаеробного компонента.

Перевагами моделі є її висока точність, простота визначення, індивідуалізованість та прямий зв'язок із реальною змагальною продуктивністю. Водночас до недоліків належать чутливість до похибок під час тестування, залежність від мотивації спортсмена, вплив умов середовища, а також необхідність регулярного оновлення показників. Незважаючи на це, CP/CS є однією з найбільш сучасних і функціональних систем для планування тренувань та змагальних стратегій у триатлоні, і дедалі частіше замінює більш примітивні показники, такі як FTP.

Таблиця 3.4. Характеристика моделі критичної потужності (CP/CS)

Критерій	Характеристика
Основна концепція	Математична модель взаємозв'язку потужності/швидкості та часу до втоми, що визначає межу стійкої інтенсивності роботи.
Фізіологічні механізми	Відображає баланс між аеробними можливостями (CP) та анаеробним резервом (W'); пов'язана з LT2, MLSS, VO ₂ kinetics.
Розподіл інтенсивності (TID)	CP визначає комфортну зону навантаження на час майбутньої гонки; застосовується для зонування та планування питомого навантаження.
Цільові тренувальні зони	CP як темп стабільної інтенсивності; робота >CP використовується для розвитку VO ₂ max та анаеробної потужності.
Типові тренування	2-4 ТТ тести (3-20 хв) для визначення CP/CS; інтервали вище CP (30/30, 4×5 хв); стабільна

	робота на рівні CP.
Ефекти для триатлону	Точне планування пейсингу на велоетапі; контроль витрат W' ; покращення темпової та субпорогової витривалості.
Період застосування	Протягом усього сезону для моніторингу адаптацій; у змагальний період - для конкретизації інтенсивності.
Переваги	Висока індивідуалізованість; простота визначення; точна відповідність фізіології змагань; краща точність порівняно з FTP.
Недоліки	Чутливість до тестових помилок; потреба у регулярному оновленні; вплив умов середовища на результати.
Відновлення	Робота <CP має низьку вартість відновлення; робота >CP - високу через використання W' .
Оптимальність для IM/70.3	Висока точність для обох дистанцій; дозволяє оптимізувати велопейсинг та уникати перенавантаження перед бігом.
Цільові категорії спортсменів	Триатлети середнього та високого рівня; спортсмени, які використовують велостанок або точні вимірювачі потужності.

3.1.5. Норвезька лактат-контрольована модель тренування (Norwegian Model). Норвезька модель тренування витривалості, яка набула широкого міжнародного визнання завдяки успіхам триатлетів Крістіана Блумменфельта та Густава Ідена, а також бігунів родини Інгебрітсен, є однією з найбільш системних і науково орієнтованих моделей підготовки сучасних спортсменів на витривалість [7; 11; 16]. Його ключовою особливістю є жорсткий контроль інтенсивності тренувань за допомогою регулярного вимірювання концентрації лактату в крові, що дозволяє виконувати великий обсяг роботи в околі першого та другого аеробно-анаеробних порогів (LT1 і LT2), мінімізуючи надмірну втому та ризик перетренованості.

Центральним елементом норвезької моделі є використання лактатометра як основного інструмента регуляції інтенсивності. Під час ключових тренувальних сесій забір лактату здійснюється кожні 5–10 хвилин з орієнтацією на цільові діапазони: близько 1,2–1,8 ммоль/л для роботи навколо LT1 та 2,5–4,0 ммоль/л (у деяких високотренованих атлетів до 5 ммоль/л) для навантажень поблизу LT2. Такий підхід дозволяє уникати «переходу через поріг», коли інтенсивність тренування виходить за межі запланованого режиму і призводить до непродуктивного накопичення втоми.

Однією з найбільш відомих практичних реалізацій норвезької моделі є концепція «double threshold days» - днів із двома пороговими сесіями. Двічі на тиждень спортсмени виконують по дві якісні роботи за день: вранці - інтервали на рівні LT1 або нижньому LT2, ввечері - інтервали ближче до верхнього LT2. Типовими прикладами є сесії формату 6×10 хв при лактаті близько 2,0 ммоль/л, 5×6 хв при 3,0 ммоль/л, 20×400 м у бігу на рівні 2,5–3,0 ммоль/л чи інтервали на велосипеді 3×15 хв при 85–90% FTP з лактат-контролем. Такий підхід дозволяє суттєво збільшити сумарний обсяг роботи у «зоні максимальної адаптації» без різкого зростання метаболічного стресу.

Фізіологічне обґрунтування норвезької моделі ґрунтується на концепції максимізації кількості якісних стимулів при контрольованому рівні втоми. Робота навколо LT1 і нижнього LT2 забезпечує потужний стимул для підвищення окиснювального потенціалу м'язів, розвитку мітохондріальної системи, збільшення капілярної щільності та покращення здатності до утилізації жирів як енергетичного субстрату, при цьому зберігаючи відносно низьку «вартість відновлення». Контрольована робота на рівні LT2 дозволяє цілеспрямовано зміщувати порогові інтенсивності, підвищувати MLSS та толерантність до лактату без переходу у зону некерованого стресу. Важливим є також систематичний моніторинг функціонального стану спортсмена за допомогою HRV, показників потужності, частоти серцевих скорочень, температури тіла (Core Body Temperature) та суб'єктивних оцінок втоми.

Типова структура мікроциклу в норвезькій моделі поєднує високий обсяг низькоінтенсивної роботи (до 70–80% загального часу), два дні double threshold, 1 сесію VO_2max -навантажень (наприклад, 5×4 хв або 6×3 хв у зоні високої інтенсивності) та декілька легких відновлювальних тренувань. Таким чином, модель поєднує риси пірамідального і поляризованого розподілу інтенсивності, однак принципово відрізняється більш жорстким контролем порогових зон завдяки регулярному вимірюванню лактату [16; 11].

Перевагами норвезької моделі є виняткова точність контролю інтенсивності, можливість систематично працювати близько до порогів без хронічного перенавантаження, швидке зростання LT_2 і MLSS , покращення економічності рухів та висока передбачуваність тренувального ефекту у спортсменів високої кваліфікації. Модель продемонструвала ефективність у триатлоні на всіх дистанціях - від олімпійської до Ironman - а також у бігу на середні та довгі дистанції [7; 43; 44].

Разом з тим модель має і суттєві обмеження. Її повноцінна реалізація потребує постійного доступу до лактатометра, навичок інтерпретації лактатних кривих та значного тренувального часу. Високий обсяг порогових сесій може виявитися надмірним для спортсменів-аматорів або атлетів з недостатнім досвідом, якщо не забезпечено адекватний моніторинг стану та корекцію навантаження. Існує також ризик «прихованої втоми», коли спортсмен продовжує виконувати заплановані сесії, але поступово втрачає здатність до повноцінного відновлення.

У контексті триатлону норвезька модель виявляється особливо цінною завдяки можливості точного налаштування інтенсивності вело- та бігових тренувань у діапазоні LT_1 – LT_2 , що відповідає реальному змагальному темпу на дистанціях Ironman та 70.3. Висока економічність рухів, здатність тривалий час підтримувати стабільну потужність і збереження техніки на великих обсягах роботи є ключовими факторами, які забезпечили успіх атлетів норвезької школи на міжнародному рівні.

Таблиця 3.5. Характеристика норвезького (лактат-контрольованої) моделі

Критерій	Характеристика
Основна концепція	Жорсткий контроль інтенсивності через регулярне вимірювання лактату; максимізація обсягу роботи в околі LT1-LT2 при контрольованому рівні втоми.
Фізіологічні механізми	Розвиток мітохондріальної системи, підвищення LT2 і MLSS, покращення здатності до окиснення жирів, стабілізація кисневих кінетик при субпорогових інтенсивностях.
Розподіл інтенсивності (TID)	Високий обсяг Z1, значний обсяг порогової роботи (LT1-LT2), обмежений компонент VO_2max -навантажень; фактично «лактат-керована» пірамідально-поляризована структура.
Цільові тренувальні зони	LT1 ($\approx 1,2$ - $1,8$ ммоль/л) і LT2 ($\approx 2,5$ - $4,0$ ммоль/л) як головні діапазони; VO_2max - 1 раз на тиждень.
Типові тренування	6×10 хв @ $2,0$ ммоль/л; 10×6 хв @ $3,0$ - $3,5$ ммоль/л; 20×400 м з лактат-контролем; double threshold day: ранкові й вечірні порогові інтервали.
Ефекти для триатлону	Підвищення змагальної потужності в зоні LT1-LT2, покращення економічності у вело та бігу, здатність тривалий час тримати стабільний темп на довгій дистанції.
Період застосування	Використовується переважно в підготовчому та змагальному періодах
Переваги	Висока точність дозування навантаження; можливість значного обсягу порогової роботи без перетренованості; передбачувані адаптації; успішні приклади застосування на найвищому рівні.
Недоліки	Потребує лактатометра, часу та досвіду

	інтерпретації; складно відтворити для аматорів; ризик прихованої кумулятивної втоми без грамотного моніторингу.
Відновлення	Вартість відновлення середня: загальний стрес контролюється, але високий обсяг порогових сесій вимагає ретельного планування відпочинку.
Оптимальність для ІМ/70.3	Дуже висока - дозволяє налаштовувати інтенсивність близько до реального змагального темпу й утримувати його протягом всієї дистанції.
Цільові категорії спортсменів	Елітні та висококваліфіковані атлети; досвідчені аматори з доступом до лактатометра та достатнім часом на тренування.

3.1.6. Блокове тренування витривалості (Block Periodization). Блокове тренування, або блокова періодизація, є однією з найбільш сучасних та ефективних моделей підготовки спортсменів на витривалість. На відміну від класичної періодизації, де у межах одного циклу поєднується розвиток великої кількості різних фізичних якостей, блокова модель ґрунтується на ідеї послідовної концентрації тренувальних стимулів у спеціалізовані короткі блоки тривалістю від одного до трьох тижнів. Така стратегія дозволяє спрямувати адаптаційний вплив на конкретну пріоритетну якість, зменшити внутрішню конкуренцію між різними типами навантажень та досягнути більш виражених і прогнозованих фізіологічних змін. Наукові праці Іссуріна підтверджують, що організм спортсмена здатен ефективніше адаптуватися до одного домінантного стимулу, ніж до одночасного впливу багатьох чинників, що часто призводить до „розмитих“ адаптацій та уповільнення прогресу [18; 19].

Сутність блокової моделі полягає у тому, що кожен блок має власну домінантну спрямованість, тоді як інші якості не повністю ігноруються, але підтримуються на мінімальному обсязі. Так, у базовому блоці домінує розвиток аеробної здатності та економічності рухів, а основою таких мікроциклів стають

тривалі тренування нижче першого порога інтенсивності (LT1), які сприяють розвитку мітохондріальної щільності, зростанню капіляризації та покращенню здатності організму утилізувати жири як джерело енергії. У порогових блоках, навпаки, основний акцент зміщується до роботи в інтервалі між LT1 і LT2, що дає можливість цілеспрямовано впливати на порогові можливості та розвиток максимально стабільної лактатної потужності. Для триатлетів саме ці блоки мають суттєве значення, оскільки змагальні інтенсивності на велоетапі і бігу зазвичай відповідають зоні LT1–LT2.

Іншу структуру мають блоки розвитку $\text{VO}_{2\text{max}}$, у яких у короткий проміжок часу сконцентровано значний обсяг роботи високої інтенсивності. Такі блоки застосовуються рідше, адже відзначаються високим навантаженням на нервову та кардіореспіраторну системи, проте їх ефект є дуже вираженим: упродовж двох-трьох тижнів можливе суттєве збільшення максимального споживання кисню та здатності організму переносити високе кисневе навантаження, що показано у роботах Rønnestad і Hansen [36]. Окремо виділяють силові блоки, у яких використовуються вправи на силову витривалість, низький каденс у велотренуваннях або гірський біг. Ці блоки дозволяють покращити м'язову економічність, підтримку техніки та стабільність корпусу на довгих дистанціях.

Найбільш значущими для триатлонної підготовки є специфічні змагальні блоки, що моделюють реальну структуру дистанції. У таких блоках виконуються довгі сесії у темпі змагань Ironman або 70.3, поєднання велоетапу та бігу, робота в умовах теплового стресу, відпрацювання переходів та стратегій харчування. Ці блоки дозволяють максимально адаптувати атлета до темпу майбутнього старту у фізіологічному, технічному та психологічному аспектах.

Переваги блокової моделі полягають у здатності створювати високу специфічність тренувального впливу без надмірного зростання хронічної втоми. Концентрація стимулу у межах короткого періоду викликає виражений суперкомпенсаційний ефект, а подальший перехід до блоку з нижчою інтенсивністю дозволяє організму завершити адаптаційні процеси. Саме тому

блоки часто застосовуються у спортсменів високого рівня підготовки, які вже мають достатню базу для виконання великих обсягів або інтенсивностей у межах конкретного спрямування.

Водночас блокова модель має певні обмеження. Оскільки кожен блок містить відносно великий обсяг однорідного за спрямуванням навантаження, неправильний розрахунок його інтенсивності або тривалості може призвести до перенавантаження або виснаження ресурсів відновлення. Не менш важливою є необхідність постійного моніторингу стану спортсмена - використання HRV, суб'єктивних шкал втоми, інколи лактатного контролю - для запобігання прихованій накопиченій втомі. Крім того, блокова система не є оптимальною для новачків або спортсменів із низьким обсягом тренувань, яким потрібне більш різноманітне стимулювання та ширший розвиток базових якостей.

У контексті триатлону блокова періодизація часто комбінується з пірамідальною або норвезькою моделями. Це дозволяє поєднати високу концентрацію ключових стимулів із довгостроковими ефектами загального розвитку витривалості. У практиці триатлетів широко використовуються порогові блоки тривалістю 3–4 тижні перед головним стартом, спеціальні блоки змагальної інтенсивності за 6–10 тижнів до змагання, а також силові і теплові блоки у підготовчий період. Такий підхід дає змогу точково впливати на слабкі ланки спортсмена, формуючи всебічну і стійку витривалість, необхідну для подолання довгих триатлонних дистанцій.

Таблиця 3.6. Характеристика блокового тренування

Критерій	Характеристика
Основна концепція	Концентрація тренувальних стимулів у короткі блоки з фокусом на одній провідній якості.
Фізіологічні механізми	Принцип суперкомпенсації; потужний точковий стимул → швидкі адаптації; зменшення внутрішньої конкуренції між системами.

Розподіл інтенсивності (TID)	Залежить від типу блоку: від великої частки Z1 у підготовчому до домінування порогових або VO_{2max} -навантажень у змагальному періоді
Цільові тренувальні зони	LT1 (блоки низької інтенсивності), LT1-LT2 (threshold blocks), >LT2 (VO_{2max} blocks), race pace у блоках змагального періоду.
Типові тренування	3×20 хв порогу; 5×4 хв VO_{2max} ; довгі LSD-сесії; силові інтервали; brick-сесії.
Ефекти для триатлону	Різка підсилення ключових якостей - темпової витривалості, VO_{2max} або змагальної потужності; можливість цільового впливу на кожен етап триатлону.
Період застосування	Передзмагальний етап, ключові фази підготовки, блоки для термальної адаптації, блоки спеціальної підготовки.
Переваги	Швидкий прогрес; висока специфічність; ефективність у досвідчених спортсменів; оптимізація тренувального часу.
Недоліки	Ризик перенавантаження; потреба в моніторингу; менш підходить новачкам; можливість вузької адаптації.
Відновлення	Важке у блоках VO_{2max} і порогових; середня у силових; низька у блоках LT1; потребує чіткої періодизації.
Оптимальність для IM/70.3	Дуже висока - дозволяє робити race-specific блоки з максимальною ефективністю.
Цільові категорії спортсменів	Досвідчені аматори й професіонали; спортсмени з чіткою метою піку форми; атлети з можливістю контролювати відновлення.

Таблиця 3.7. Порівняння ключових функціональних адаптацій різних моделей тренування витривалості

Модель	Домінантна фізіологічна адаптація	Релевантність до змагань ІМ/70.3
Традиційні методи	Мітохондріогенез, капіляризація, розвиток загальної аеробної бази	Середня: базовий фундамент, але недостатня специфіка порогових інтенсивностей
Поляризована модель	Стимуляція VO_{2max} , удосконалення кисневих кінетик	Середня / помірна: висока аеробна потужність, але обмежена робота у LT1–LT2
Пірамідальна	Розвиток темпової витривалості, підвищення LT1–LT2, економізація рухів	Висока: найбільша специфічність змагальної інтенсивності
CP/CS-модель	Точне визначення стійкого стану, економія W' , прогнозування темпу	Дуже висока: оптимальний пейсинг і контроль інтенсивності
Норвезька модель	Лактат-контрольований розвиток LT2, утримання стабільного порогу без перевтоми	Дуже висока: максимально відповідає вимогам темпу Ironman
Блокова періодизація	Концентроване удосконалення окремих якостей, суперкомпенсація	Висока / дуже висока залежно від періоду сезону

Висновки до розділу 3

У третьому розділі було здійснено системний порівняльний аналіз сучасних методів розвитку витривалості, що застосовуються у підготовці спортсменів, які спеціалізуються в довгому триатлоні. Отримані результати свідчать про багатокомпонентність підходів до формування витривалості та демонструють, що жоден окремий метод не може повністю забезпечити всі

необхідні адаптації, тоді як їх раціональна інтеграція формуватиме найбільш ефективну модель тренувального процесу.

Традиційні методи тренування — довготривала рівномірна робота (LSD), темпові та інтервальні сесії — залишаються базовими інструментами розвитку загальної та спеціальної витривалості. Їхня ефективність пов'язана з впливом на ключові фізіологічні механізми: збільшення мітохондріальної густини, посилення окисно-енергетичних процесів, покращення економічності рухів і підвищення порогових інтенсивностей (LT1, LT2). Саме ці адаптації визначають здатність триатлета підтримувати тривалу роботу без значного метаболічного зсуву, що є критичним для змагань Ironman та Ironman 70.3.

Поляризована модель тренування, що поєднує значний обсяг низькоінтенсивної роботи з невеликою часткою високої інтенсивності, продемонструвала високу ефективність у підвищенні $\text{VO}_{2\text{max}}$ та розвитку здатності працювати у зоні високої потужності. Однак результати аналізу показують, що її специфічність щодо вимог довгого триатлону обмежена через недостатній акцент на роботі в діапазоні LT1–LT2. В умовах багатогодинних змагань саме потужності, близькі до порогових, є визначальними для збереження стабільного темпу, що ставить під сумнів абсолютну універсальність поляризованої моделі в контексті триатлону.

Пірамідальна модель розподілу інтенсивності, навпаки, виявилася найбільш природною і специфічною щодо структурних вимог триатлонної діяльності. Вона забезпечує домінування зон низької та помірної інтенсивності при помірній кількості порогової роботи, що відповідає реальному профілю змагального навантаження. Аналіз тренувальних програм провідних триатлетів підтверджує, що пірамідальна структура оптимально поєднує високий обсяг аеробної роботи з розвитком змагальних інтенсивностей.

Концепція критичної потужності та критичної швидкості (CP/CS) забезпечує математично обґрунтовану оцінку межі стійкого метаболічного стану. Її тісний зв'язок з MLSS та LT2 робить CP точним маркером функціональної витривалості та дозволяє індивідуалізувати навантаження з

високою прогностичною точністю. Окрема цінність СР-моделі полягає у можливості кількісного контролю витрати анаеробного резерву (W'), що визначає успішність пейсингу на велоетапі та його вплив на біговий сегмент. Це робить концепцію СР незамінним інструментом для стратегічного планування роботи у довгому триатлоні.

Норвезький лактат-контрольована модель вирізняється високим рівнем об'єктивності та структури. Постійний моніторинг концентрації лактату дозволяє точно регулювати інтенсивність роботи в діапазоні LT1–LT2, забезпечувати високі обсяги субпорогових навантажень та уникати надлишкового метаболічного стресу. Ця модель демонструє переконливі практичні результати — як у вигляді зростання порогової потужності, так і у високій стійкості до кумулятивної втоми, що відзначено у підготовці низки світових чемпіонів.

Блокова періодизація забезпечує концентрований тренувальний вплив і дозволяє за короткий проміжок часу отримати виражені адаптації завдяки фокусуванню на окремих фізичних якостях. Проте ця модель потребує високого рівня моніторингу, оскільки надмірна однорідність навантаження всередині блоку може спричинити розвиток локальної втоми або перетренованості за відсутності достатнього відновлення. У контексті триатлону блокова періодизація найчастіше використовується у передзмагальних мезоциклах для цільового вдосконалення окремих компонентів спеціальної витривалості.

Узагальнюючи проведений аналіз, можна зробити висновок, що найбільш ефективною стратегією розвитку витривалості у довгому триатлоні є інтеграція кількох методологічних підходів. Пірамідальна модель забезпечує структуру тренувального процесу, норвезький лактат-контрольована модель — точність регуляції інтенсивності і накопичення тренувального ефекту, а концепція критичної потужності — оптимізацію пейсингу та індивідуалізацію навантаження. Комплексне поєднання цих підходів створює умови для цілісного розвитку спеціальної витривалості та забезпечує відповідність тренувального

процесу реальним вимогам змагальної діяльності у триатлоні на довгій дистанції.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ТА ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

У попередньому розділі було здійснено систематизацію та аналітичний розгляд сучасних методів розвитку витривалості, що застосовуються у підготовці триатлетів на довгі дистанції. Отримані теоретичні дані дозволяють оцінити ефективність різних тренувальних моделей, співвіднести їхні фізіологічні механізми з вимогами змагальної діяльності та визначити доцільність їх використання в реальній практиці. У даному розділі узагальнено результати проведеного аналізу й сформульовано ключові положення, які визначають сучасні підходи до підготовки спортсменів у довгому триатлоні. Також розглянуто практичну значущість отриманих висновків та можливості інтеграції різних методичних підходів у тренувальний процес.

Аналіз тренувальних моделей показує, що кожен із методів має специфічні переваги та застосовується залежно від завдань конкретного етапу підготовки.

Традиційні методи (LSD, темпові, інтервальні) забезпечують широкий спектр адаптацій, необхідних для базової та спеціальної витривалості. LSD формує фундамент енергозабезпечення, темпові тренування підвищують порогові можливості, а інтервальна робота ефективно розвиває VO_{2max} та буферні властивості. Сукупність цих методів залишається основою тренувального процесу більшості триатлетів.

Поляризована модель демонструє високу ефективність у розвитку верхньої межі аеробної продуктивності та VO_{2max} , що є критичним для спортсменів високого рівня. Водночас для триатлону на довгі дистанції вона може бути недостатньо специфічною через обмежений обсяг роботи на рівні змагальної інтенсивності.

Пірамідальна модель виявилася найбільш близькою до природної структури підготовки триатлетів. Значна частка роботи у зонах LT1–LT2 відповідає реальним фізіологічним вимогам вело- та бігових етапів Ironman.

Пірамідальний розподіл інтенсивності забезпечує розвиток темпової та спеціальної витривалості без надмірного виснаження організму.

Концепція критичної потужності (CP/CS) дозволяє інтегрувати дані зовнішньої роботи з фізіологічними показниками спортсмена, забезпечуючи точний контроль інтенсивності та прогнозування спортивного результату. CP/CS виступає ефективним інструментом планування пейсингу та контролю втоми, а її використання у триатлоні набуває дедалі більшого поширення.

Норвезький лактат-контрольована модель є найбільш науково орієнтованим сучасним підходом. Завдяки регулярному вимірюванню лактату ця модель дозволяє виконувати великі обсяги роботи у порогових зонах без ризику переходу у надмірний метаболічний стрес. Це сприяє значному підвищенню LT2, економічності та здатності підтримувати стабільний темп протягом тривалого часу.

Блокове тренування забезпечує принцип концентрації тренувального стимулу, що дозволяє швидко збільшувати певні фізіологічні показники. Використання блоків порогової роботи, аеробної бази або $\text{VO}_{2\text{max}}$ дозволяє гнучко адаптувати тренувальний процес до потреб спортсмена і завдань змагального періоду.

Узагальнення показує, що найбільш ефективним є комбінований підхід, що включає:

- пірамідальну модель як основу розподілу інтенсивності;
- елементи норвезького лактат-контролю для точного розвитку порогових можливостей;
- модель критичної потужності для контролю пейсингу й індивідуалізації навантаження;
- блокове тренування для вирішення пріоритетних завдань та розвитку специфічної витривалості.

Таке поєднання дозволяє забезпечити стійкий розвиток аеробної системи, високі порогові значення і здатність спортсмена підтримувати стабільну інтенсивність під час змагань тривалістю понад 4–10 годин.

Проведений аналіз має важливе прикладне значення для тренерів і спортсменів, оскільки дозволяє:

- більш точно планувати інтенсивність тренувань згідно з індивідуальними можливостями;
- мінімізувати ризики перетренованості, пов'язані з неконтрольованою пороговою роботою;
- ефективніше використовувати цифрові інструменти (паверметри, HRV, лактатметри);
- будувати тренувальний процес на основі доказових моделей;
- оптимізувати підготовку до стартів форматів Ironman та 70.3;
- адаптувати сучасні наукові концепції до тренувань спортсменів-аматорів, враховуючи їхній доступний час та рівень тренованості.

Таким чином, результати дослідження забезпечують фундаментальну основу для побудови ефективної тренувальної системи, що базується на сучасних методах розвитку витривалості.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило комплексно проаналізувати сучасні науково-методичні моделі до розвитку витривалості у видах спорту на витривалість, зокрема у триатлоні на довгі дистанції, та визначити закономірності прояву цієї якості в умовах багатокomпонентної змагальної діяльності. На основі виконаних завдань сформульовано такі узагальнюючі висновки.

У рамках першого завдання здійснено ґрунтовний аналіз наукових джерел, що дало змогу розкрити сутність витривалості як комплексної багатовимірної фізичної якості. Встановлено, що витривалість у сучасній спортивній науці трактується як інтегративна характеристика функціональної підготовленості спортсмена, яка забезпечує здатність організму протистояти втомі та підтримувати необхідний рівень інтенсивності протягом тривалого часу. Визначено, що фундаментальну роль у формуванні витривалості відіграють аеробні механізми енергозабезпечення, порогові показники інтенсивності (LT1, LT2), економічність рухів, митохондріальна потужність, стійкість до теплового навантаження та ефективність утилізації метаболічних субстратів. Систематизація наукових джерел підтверджує значущість витривалості як ключового чинника успішної змагальної діяльності у триатлоні через специфіку навантажень та тривалість роботи.

У межах другого завдання охарактеризовано особливості змагальної діяльності спортсменів у триатлоні на довгі дистанції. Доведено, що триатлон як вид спорту поєднує три різні циклічні вправи, які суттєво відрізняються за біомеханічними, нейром'язовими та енергетичними вимогами. Встановлено, що спортивний результат визначається не лише рівнем витривалості в окремих дисциплінах, але й здатністю організму забезпечувати ефективні переходи між ними, зберігати стабільність метаболічного стану та уникати порушень техніки в умовах прогресуючої втоми. Показано, що домінування аеробної системи (60–85% $\text{VO}_{2\text{max}}$ протягом більшої частини змагання), необхідність ефективної

терморегуляції, оптимізація пейсингу та планування харчування формують специфічні вимоги до функціонального стану спортсмена. Актуальність цих чинників зростає за умов високої температури середовища, що часто спостерігається під час стартів формату Ironman.

У третьому завданні було систематизовано та проаналізовано сучасні методи розвитку витривалості. Традиційні підходи - тривала аеробна робота, темпові та інтервальні режими - показали високу ефективність у формуванні базових аеробних та порогових адаптацій. Водночас дослідження підтверджують, що ефективність цих методів зростає при їх цільовому поєднанні з інструментами точного контролю інтенсивності, зокрема лактатного моніторингу, оцінки критичної потужності (CP/CS), аналізу HRV і використання пауерметрів. Підкреслено, що сучасні методичні системи дозволяють уникати «сірої зони» тренувань, оптимізувати відновлення, прогнозувати функціональний стан та більш раціонально розподіляти тренувальне навантаження.

У процесі виконання четвертого завдання узагальнено та критично проаналізовано найбільш актуальні моделі розвитку витривалості - поляризовану, пірамідальну та норвезьку. Поляризована модель виявилася ефективною для розвитку високої інтенсивності та $\text{VO}_{2\text{max}}$, однак потребує адаптації до реалій триатлону через недостатнє навантаження у діапазоні LT1–LT2. Пірамідальна модель, навпаки, природно відповідає вимогам змагальної діяльності, оскільки забезпечує поєднання високого обсягу роботи низької інтенсивності з помірною кількістю порогових навантажень. Норвезька лактат-контрольована модель, що передбачає два порогові тренування на день та постійний моніторинг лактату, демонструє надзвичайно високу ефективність у розвитку порогових потужностей та економічності, одночасно знижуючи ризик прихованої втоми. Окремо було визначено цінність CP/CS-моделі як інструменту індивідуалізації тренувань, прогнозування результатів та оптимізації пейсингу. Аналіз довів, що найбільш ефективною для триатлоністів є комбінована система, яка інтегрує елементи всіх зазначених методів.

Узагальнюючи виконані завдання, можна стверджувати, що об'єкт дослідження - витривалість та її особливості прояву у триатлоні - був розкритий комплексно, всебічно й з урахуванням сучасних наукових тенденцій. Встановлено, що тренувальний процес триатлетів має ґрунтуватися на поєднанні пірамідального розподілу інтенсивності як базової структури, лактат-контрольованих методів для розвитку порогових характеристик, CP/CS-моделі для точного планування навантаження та блокової періодизації для цільової стимуляції адаптацій. Такий інтегрований підхід забезпечує оптимальні умови для підвищення функціональної підготовленості, стійкості до втоми, економічності та змагальної ефективності на довгих дистанціях.

Отримані результати не лише поглиблюють наукове розуміння механізмів розвитку витривалості у триатлоні, але й мають значущу практичну цінність для тренерів і спортсменів, пропонуючи доказові орієнтири для побудови ефективних тренувальних програм, адаптованих до потреб сучасного довгого триатлону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Achten J., Jeukendrup A. E. Optimizing fat oxidation through exercise and diet // Nutrition. – 2004. – Vol. 20, No. 7-8. – P. 716–727. DOI: 10.1016/j.nut.2004.04.005.
2. Bakken M. The Norwegian Model. URL: <http://www.mariusbakken.com/the-norwegian-model.html> (дата звернення: 09.12.2025).
3. Bassett D. R., Howley E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2000. – Vol. 32, No. 1. – P. 70–84. DOI: 10.1097/00005768-200001000-00012.
4. Bentley D. J. et al. Specific aspects of contemporary triathlon: implications for physiological analysis and performance // Sports Medicine. – 2012. – Vol. 32. – P. 345-359. DOI: 10.2165/00007256-200232060-00001.
5. Bishop D. J. et al. The Critical Power Model as a Potential Tool for Anti-doping // Frontiers in Physiology. – 2018. – Vol. 9. – Art. 643. DOI: 10.3389/fphys.2018.00643.
6. Blummenfelt K., Iden G. Santara Tech: The Norwegian Method. URL: <https://santaratech.com> (дата звернення: 09.12.2025).
7. Brick N., Campbell M. J., Moran A. P. Attentional focus in endurance activity: new paradigms and future directions // International Review of Sport and Exercise Psychology. – 2014. – Vol. 7, No. 1. – P. 106–134. DOI: 10.1080/1750984X.2014.885554.
8. Burke L. M., Hawley J. A., Wong S. H., Jeukendrup A. E. Carbohydrates for training and competition // Journal of Sports Sciences. – 2011. – Vol. 29, sup1. – P. S17–S27. DOI: 10.1080/02640414.2011.585473.

9. Burnley M., Jones A. M. Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance // *European Journal of Sport Science*. – 2007. – Vol. 7, No. 2. – P. 63–79. DOI: 10.1080/17461390701456148.
10. Casado A., Hanley B., Santos-Concejero J., Haugen T. World-Class Long-Distance Running Performances Are Best Predicted by Volume of Easy Runs and Deliberate Practice of Short-Interval and Tempo Runs // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2021. – Vol. 35, No. 9. – P. 2525–2531. DOI: 10.1519/JSC.00000000000003176.
11. Cheuvront S. N., Kenefick R. W. Dehydration: physiology, assessment, and performance // *Comprehensive Physiology*. – 2014. – Vol. 4, No. 1. – P. 257–285. DOI: 10.1002/cphy.c130017.
12. Faude O., Kindermann W., Meyer T. Lactate threshold concepts: how valid are they? // *Sports Medicine*. – 2009. – Vol. 39, No. 6. – P. 469–490. DOI: 10.2165/00007256-200939060-00003.
13. Friel J. *The Triathlete's Training Bible: The World's Most Comprehensive Training Guide*. 4th ed. Boulder, CO : VeloPress, 2016. 352 p. URL: <https://velopress.com/books/the-triathletes-training-bible-4th-ed/>
14. Frodeno J. *Frodissimo: Official Website and Blog*. URL: <https://www.frodeno.com> (дата звернення: 09.12.2025).
15. Haugen T., Sandbakk Ø., Seiler S., Tønnessen E. The Training Characteristics of World-Class Distance Runners: An Integration of Scientific Literature and Results-Proven Practice // *Sports Medicine - Open*. – 2022. – Vol. 8. – Art. 46. DOI: 10.1186/s40798-022-00438-7.
16. Ironman Group. *Media Resources & Statistics*. URL: <https://www.ironman.com> (дата звернення: 09.12.2025).
17. Issurin V. *Block Periodization: Breakthrough in Sport Training*. Muskegon, MI : Ultimate Athlete Concepts, 2008. 213 p. URL: <https://ultimateathleteconcepts.com/store/block-periodization>

18. Issurin V. B. Benefits and Limitations of Block Periodized Training Approaches to Athletes' Preparation: A Review // Sports Medicine. – 2016. – Vol. 46, No. 3. – P. 329–338. DOI: 10.1007/s40279-015-0425-5.
19. Jeukendrup A. E. High Performance Cycling. Champaign, IL : Human Kinetics, 2002. 336 p. URL: <https://us.humankinetics.com/products/high-performance-cycling-2nd-edition>
20. Jones A. M. et al. The 'Critical Power' Concept: Applications to Sports Performance with a Focus on Intermittent High-Intensity Exercise // Sports Medicine. – 2017. – Vol. 47. – P. 65–78. DOI: 10.1007/s40279-017-0688-0.
21. Jones A. M., Carter H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness // Sports Medicine. – 2000. – Vol. 29. – P. 373–386. DOI: 10.2165/00007256-200029060-00001.
22. Jones A. M., Vanhatalo A. The 'Critical Power' Concept: Applications to Sports Performance // Sports Medicine. – 2017. – Vol. 47, Suppl 1. – P. 65–78. DOI: 10.1007/s40279-017-0688-0.
23. Joyner M. J., Coyle E. F. Endurance exercise performance: the physiology of champions // The Journal of Physiology. – 2008. – Vol. 586, No. 1. – P. 35–44. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.143834.
24. Knechtle B. et al. Pacing during an Ironman Triathlon: The influence of race discipline and performance level // Journal of Sports Sciences. – 2015. – Vol. 33. – P. 1298-304. DOI: 10.1080/02640414.2015.1022579.
25. Laursen P. B., Jenkins D. G. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes // Sports Medicine. – 2002. – Vol. 32, No. 1. – P. 53–73. DOI: 10.2165/00007256-200232010-00003.

26. Lundby C., Robach P. Performance Enhancement: What Are the Physiological Limits? // *Physiology*. – 2015. – Vol. 30, No. 4. – P. 282–292. DOI: 10.1152/physiol.00052.2014.
27. Muñoz Iker, Roberto Cejuela, Stephen Seiler. et al. Training Intensity Distribution in Ironman Triathletes // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2014. – Vol. 9, No. 2. – P. 332-9. DOI: 10.1123/ijsp.2012-0352.
28. Mark Allen Coaching. Training Articles. URL: <https://markallencoaching.com> (дата звернення: 09.12.2025).
29. Maunder E., Seiler S., Mildenhall K., Kilding A., Laursen P. The Importance of ‘Durability’ in the Physiological Profiling of Endurance Athletes // *Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 51. – P. 1619–1628. DOI: 10.1007/s40279-021-01459-0.
30. McCormick A., Meijen C., Marcora S. Psychological determinants of whole-body endurance performance // *Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 45. – P. 997–1015. DOI: 10.1007/s40279-015-0319-6.
31. Morton R. H. The critical power and related whole-body bioenergetic models // *European Journal of Applied Physiology*. – 2006. – Vol. 96, No. 4. – P. 339–354. DOI: 10.1007/s00421-005-0088-2.
32. Mujika I. Endurance Training: Science and Practice. Vitoria-Gasteiz : Iñigo Mujika S.L.U., 2012. 328 p. URL: <https://www.inigomujika.com/en/books/endurance-training-science-and-practice>
33. Noakes T. Lore of Running. 4th ed. Champaign, IL : Human Kinetics, 2003. 944 p. URL: <https://us.humankinetics.com/products/lore-of-running-4th-edition>
34. Racinais S. et al. Consensus recommendations on training and competing in the heat // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. – 2015. – Vol. 45, sup1. – P. 925-38. DOI: 10.1111/sms.12467.

35. Rønnestad B. R., Hansen J., Ellefsen S. Block periodization of high-intensity aerobic intervals provides superior training effects in trained cyclists // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. – 2014. – Vol. 24, No. 1. – P. 34–42. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2012.01485.x.
36. Sandbakk Ø., Holmberg H. C. Physiological Capacity and Training Routines of Elite Cross-Country Skiers: Approaching the Upper Limits of Human Endurance // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2017. – Vol. 12, No. 8. – P. 1003–1011. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0749.
37. Sanders L. YouTube Channel: Training Logs. URL: <https://www.youtube.com/user/ylmsportscience> (дата звернення: 09.12.2025).
38. Schmitt L. et al. Typology of "Fatigue" by Heart Rate Variability Analysis in Elite Nordic-Skiers // *International Journal of Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 36. – P. 999-1007 DOI: 10.1055/s-0035-1548885.
39. Seiler S. What is Best Practice for Training Intensity Distribution in Endurance Athletes? // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2010. – Vol. 5, No. 3. – P. 276–291. DOI: 10.1123/ijsp.5.3.276.
40. Skorski S., Abbiss C. R. The Manipulation of Pace within Endurance Sport // *Frontiers in Physiology*. – 2017. – Vol. 8. – Art. 102. DOI: 10.3389/fphys.2017.00102.
41. Stöggl T., Sperlich B. Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training // *Frontiers in Physiology*. – 2014. – Vol. 5. – Art. 33. DOI: 10.3389/fphys.2014.00033.
42. Tri247. Gustav Iden: The Norwegian Hype Train. URL: <https://www.tri247.com> (дата звернення: 09.12.2025).

43. Triathlete Magazine. Interviews with Kristian Blummenfelt. URL: <https://www.triathlete.com> (дата звернення: 09.12.2025).
44. Tønnessen E., Sylta Ø. et al. The Road to Gold: Training and Peaking Characteristics in the Year Prior to a Gold Medal Endurance Performance // PLoS One. – 2014. – Vol. 9, No. 7. – e101796. DOI: 10.1371/journal.pone.0101796.
45. Thijs M H Eijvogels, C. W. G. Bongers. Cooling interventions for athletes: An overview of effectiveness, physiological mechanisms, and practical considerations // Frontiers in Sports and Active Living. – 2017. – Vol. 4 – P. 60-78. DOI: 10.1080/23328940.2016.1277003.
46. World Triathlon. Strategic Plan 2022–2025. URL: <https://www.triathlon.org/about/downloads> (дата звернення: 09.12.2025).