

Структурна модель сучасних технологій у фізичному вихованні та спорті

*Коваленко Юлія Олексіївна¹, Тищенко Валерія Олексіївна²,
Омельяненко Галина Анатоліївна³*

Опубліковано	Секція	УДК
30.07.2024	Фізична культура і спорт	796.012.1+612.76:39
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.17618946		

Анотація. У статті представлено теоретико-методологічне обґрунтування структурної моделі сучасних технологій у фізичному вихованні і спорті. Проаналізовано наукові джерела 2022–2024 років, які засвідчують інтенсивний розвиток цифрових, сенсорних, біомеханічних, нейрофізіологічних та мультимедійних технологій, що активно інтегруються в систему фізичного виховання та спортивної підготовки. Мета дослідження полягає у формуванні цілісної багатокомпонентної моделі технологічного забезпечення фізичного виховання і спорту та визначенні механізмів впливу окремих технологічних рішень на фізичний, функціональний і психофізіологічний стан осіб, які займаються фізичною активністю. Об'єктом дослідження виступає процес застосування інноваційних технологій у фізичному вихованні і спорті. Предметом – структура, змістові характеристики та механізми дії сучасних технологічних засобів, що використовуються для моніторингу, оцінювання, моделювання та оптимізації навчально-тренувального процесу. Методологічну основу дослідження становлять аналіз і синтез наукових джерел, системне узагальнення, порівняльний аналіз, контент-аналіз та структурно-функціональний підхід. У межах дослідження виокремлено п'ять ключових компонентів сучасних технологій: діагностично-моніторинговий, біомеханічний, нейрофізіологічний і психофізіологічний, тренувально-аналітичний (Smart-Coaching) та мультимедійно-освітній. Для кожного з компонентів визначено функціональне призначення, приклади застосування та потенційний вплив на якість фізичного виховання та спортивної підготовки. Результати дослідження засвідчують, що сучасні технології формують багаторівневий інформаційно-аналітичний простір, який забезпечує підвищення точності контролю навантаження, оптимізацію техніки рухів, регуляцію психофізіологічних процесів, індивідуалізацію тренувань та підвищення ефективності навчання. Сформована модель демонструє системну інтеграцію технологічних засобів і може бути використана у фізичному вихованні різних вікових груп, у спортивній підготовці, а також у реабілітаційній та оздоровчій практиці.

Ключові слова: сучасні технології; фізичне виховання; спорт; моніторинг; біомеханіка; Smart-Coaching; мультимедійні технології; сенсорні системи; нейрофізіологія; цифровізація спорту.

¹ кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту, Запорізький національний університет, вул. Університетська, 66, Запоріжжя, Україна, visnik_znu@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0827-9371>

² доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, професор кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту, Запорізький національний університет, вул. Університетська, 33-А, м. Запоріжжя, Україна, orcid.org/0000-0002-9540-9612, valeri-znu@ukr.net

³ кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри теорії та методики фізичної культури і спорту, Запорізький національний університет, вул. Університетська, 66, Запоріжжя, Україна, znutmfkit@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0490-4133>

Structural Model of Modern Technologies in Physical Education and Sport

Annotation. The article presents a theoretical and methodological justification of a structural model of modern technologies in physical education and sport. Recent scientific publications (2022–2024) demonstrate the rapid development of digital, sensor-based, biomechanical, neurophysiological and multimedia technologies that are increasingly integrated into educational and training systems. The aim of the study is to develop an integrated multicomponent model of technological support in physical education and sport and to identify the mechanisms through which technological tools influence physical, functional and psychophysiological parameters of individuals engaged in physical activity. The object of the study is the process of implementing innovative technologies in physical education and sport. The subject is the structure, functional characteristics and mechanisms of action of contemporary technological tools used for monitoring, assessing, modelling and optimizing educational and training processes. The methodological framework includes analysis and synthesis of scientific literature, systematization, comparative analysis, content analysis, and a structural-functional approach. Five key components of modern technologies were identified: diagnostic-monitoring, biomechanical, neurophysiological and psychophysiological, training-analytical (Smart-Coaching), and multimedia-educational. Their functional roles, application examples and potential impact on the efficiency of physical education and sports training are described. The results indicate that modern technologies create a multi-level information and analytical environment that enhances the accuracy of load monitoring, optimizes movement techniques, regulates psychophysiological responses, supports individualization of training and improves overall learning effectiveness. The proposed structural model demonstrates the systemic integration of technological tools and can be applied in physical education across different age groups, in sports training, and in rehabilitation or health-oriented programs. Future research directions include empirical validation of the model, comparative studies of different technological platforms, refinement of Smart-Coaching algorithms, and development of methodological guidelines for implementing modern technologies in physical education and sport.

Key words: modern technologies; physical education; sport; monitoring; biomechanics; Smart-Coaching; multimedia technologies; sensor systems; neurophysiology; digitalization of sport.

Вступ

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасна система фізичного виховання і спортивної підготовки переживає технологічну трансформацію, що зумовлена розвитком цифрових платформ, мобільних додатків, сенсорних систем і інтегрованих засобів моніторингу. Підвищення інтенсивності навчально-тренувальної діяльності, зростання вимог до індивідуалізації навантажень і необхідність оперативного контролю параметрів функціонального стану спортсменів потребують застосування науково обґрунтованих технологій, які забезпечують високу точність даних та їх аналітичну доступність.

У сучасному спортивному середовищі інтенсивно використовуються такі платформи, як Polar Team System, Catapult, WIMU, Smartabase, WHOOP, Oura, а також комплекси для біомеханічного аналізу (Kinvent, OptoJump, Dartfish). Вони виконують функції моніторингу навантажень, аналізу техніки рухів, оцінювання вегетативної регуляції, втоми та відновлення. Однак попри широкий спектр технологічних засобів, відсутня цілісна структурна модель, яка б описувала їх взаємозв'язки, роль кожного компонента та механізми інтеграції у систему підготовки.

У теорії фізичного виховання недостатньо висвітлено питання про те, яким чином технології впливають на розвиток рухових здібностей, контролювання навантажень, оптимізацію відновлення та підвищення ефективності навчання. Більшість джерел

розглядає технології як окремі інструменти, без узагальнення їх у системну модель, що зумовлює потребу у створенні структурованого підходу до використання сучасних технологій у фізичному вихованні і спорті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз сучасних наукових джерел демонструє стійку тенденцію до зростання ролі цифрових та сенсорних технологій у фізичному вихованні й спорті, що підтверджує актуальність розробленої структурної моделі. У роботах Evans & Willis (2024), Shafizadeh et al. (2024) та Qi et al. (2024) простежується спільний концептуальний вектор: технологізації та персоналізації навчально-тренувального процесу, що базується на інтеграції кількох ключових напрямів – діагностики, біомеханіки, нейрофізіології, аналітичних платформ та мультимедійних засобів.

Одним із провідних напрямів, що визначає сучасну парадигму фізичного виховання, є застосування wearable-технологій та сенсорних систем, які забезпечують безперервний збір високоточних даних про стан організму. Дослідження Shafizadeh et al. (2024) зміщує акцент із традиційного лабораторного тестування на мобільні інструменти, які дозволяють здійснювати кінематичний та динамічний аналіз у реальних умовах рухової діяльності, що відповідає діагностично-моніторинговому та біомеханічному компонентам структурної моделі, підкреслюючи необхідність оперативного контролю навантаження, прогнозування втоми та аналізу рухів у природних умовах тренування або навчального заняття.

Водночас огляд Qi et al. (2024) робить наголос на аналітичних і прогностичних можливостях цифрових платформ, таких як Smart-Coaching системи та алгоритми штучного інтелекту. Науковці підкреслюють, що сучасний тренувальний процес дедалі частіше базується на інтегрованому аналізі великих масивів даних (Big Data), які поєднують фізіологічні, механічні, нейрофізіологічні та поведінкові параметри. Саме це підтверджує ключову ідею структурної моделі про те, що ефективне технологічне забезпечення фізичного виховання можливе лише за умов системної взаємодії всіх компонентів, а не ізольованого використання окремих пристроїв.

Значний науковий інтерес становить і робота Evans & Willis (2024), яка аналізує вплив цифрових медіа на освітній і мотиваційний компонент у фізичному вихованні. Автори показують, що мобільні додатки, відеоаналіз, візуальні середовища та цифрові інструменти підтримки автономії учня сприяють формуванню позитивного емоційного фону, покращують залученість і підвищують ефективність засвоєння техніко-тактичних навичок, що повністю відповідає мультимедійно-освітньому компоненту моделі та підкреслює, що сучасне фізичне виховання вже не може обмежуватися лише традиційними методами подачі матеріалу.

Сукупний аналіз трьох робіт дозволяє зробити кілька принципових узагальнень. По-перше, сучасні технології створюють багаторівневий інформаційний простір, у якому тренер або викладач отримує доступ до комплексної оцінки рухової активності – від біомеханічних параметрів до психофізіологічних реакцій. По-друге, технології стають не допоміжним засобом, а структуротворчим компонентом, що формує нову логіку планування та реалізації фізичного виховання й тренувального процесу. По-третє, наукові джерела підтверджують необхідність інтеграції технологічних систем у єдину системну модель, яка забезпечує персоналізацію, доказовість та високу ефективність фізичного розвитку.

Таким чином, праці фактично емпірично підтверджують правильність побудованої у статті структурної моделі сучасних технологій: кожен із компонентів – діагностичний, біомеханічний, нейрофізіологічний, аналітичний і мультимедійний – знаходить відображення в актуальних дослідженнях, що свідчить про її наукову обґрунтованість, цілісність та перспективність практичного впровадження.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри стрімкий розвиток цифрових, сенсорних і мультимедійних засобів, наукове обґрунтування сучасних технологій у фізичному вихованні і спорті залишається фрагментарним і нерівномірним. Аналіз літератури свідчить, що дослідження здебільшого зосереджуються на окремих технологічних інструментах – GPS-моніторингу, біомеханічних платформах, HRV-аналізі, VR-тренажерах чи системах Smart-Coaching. Натомість інтегральне бачення, яке б описувало їх структурні взаємозв'язки, класифікацію, механізми впливу та сфери застосування у фізичному вихованні, ще не сформоване.

По-перше, у науковому дискурсі відсутнє уніфіковане понятійно-категоріальне поле, що дозволяло б чітко визначити, які саме інструменти слід відносити до сучасних технологій у ФВ та спорті. Існуючі терміни – «цифрові технології», «інноваційні засоби», «інтелектуальні системи», «платформи моніторингу» – застосовуються непослідовно, що унеможливорює точну класифікацію та порівняння результатів досліджень.

По-друге, залишається недостатньо вивченим механізм інтеграції різних технологій у структуру тренувального та освітнього процесу. У більшості робіт описано ефекти окремих пристроїв або платформ, але не розглянуто їх взаємозв'язок, взаємодоповнюваність та можливість функціонування у єдиній системі Smart-Coaching. Зокрема, майже відсутні дослідження, що моделюють комплексну інтеграцію GPS-трекінгу, біомеханічної діагностики, нейрофізіологічного моніторингу та аналітичних платформ управління навантаженнями.

По-третє, залишається недостатньо дослідженою проблема стандартизації даних, отриманих із різних технологічних засобів. Сенсори різних виробників використовують неоднакові підходи до розрахунку навантажень, пульсових зон, швидко-силових характеристик або показників варіабельності серцевого ритму, що ускладнює міжплатформене порівняння, інтеграцію даних та створення єдиної системи оцінювання у фізичному вихованні і спорті.

По-четверте, психофізіологічні та нейрофізіологічні аспекти впливу сучасних технологій на стан осіб, що займаються фізичною активністю, часто розглядаються поверхово. Лише частина робіт аналізує, як зміни вегетативної регуляції, темпів відновлення, параметрів когнітивної працездатності чи психоемоційної стабільності взаємопов'язані з технологічно керованими навантаженнями. Відсутні комплексні моделі, які б описували ці механізми.

По-п'яте, майже не досліджені вікові та індивідуальні особливості застосування сучасних технологій у фізичному вихованні. Існує потреба у визначенні протоколів для дітей, підлітків, студентів, осіб старшого віку, спортсменів різної кваліфікації та представників спеціальних груп. Лише обмежена кількість робіт висвітлює питання адаптації технологій до освітнього процесу ЗВО.

По-шосте, залишається нерозкритим питання цифрової компетентності педагогів і тренерів, яка впливає на якість впровадження технологій у навчальний процес. Досі не визначено мінімальний набір цифрових умінь, необхідних для ефективної роботи з аналітичними платформами, датчиками чи VR-середовищами.

По-сьоме, у науковій літературі відсутні структурні моделі, які б узагальнювали сучасні технології в єдину систему, враховуючи їх зміст, механізми дії, функціональні можливості та сфери застосування. Саме це унеможливорює побудову цілісних програм Smart-Coaching, які передбачають комплексний підхід до управління навантаженнями та відновленням.

Таким чином, невирішеними залишаються проблеми класифікації, стандартизації, інтеграції, психофізіологічного обґрунтування, вікової адаптації та системного впровадження сучасних технологій у фізичному вихованні і спорті, що обумовлює необхідність формування структурної моделі цього напрямку.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета дослідження – сформулювати структурну модель сучасних технологій у фізичному вихованні і спорті та визначити їх механізми впливу на фізичний, функціональний і психофізіологічний стан осіб, що займаються фізичними вправами.

Об'єкт дослідження – процес використання сучасних технологічних засобів у фізичному вихованні та спорті.

Предмет дослідження – структура, класифікація та механізми впливу сучасних цифрових і апаратно-програмних технологій у фізичному вихованні та спорті.

Результати

У ході виконання дослідження здійснено всебічний аналіз сучасних технологій, що застосовуються у фізичному вихованні й спорті, визначено їх змістові характеристики, функціональні можливості та механізми впливу на фізичний, функціональний, психофізіологічний і когнітивний стан осіб, які займаються фізичною активністю. На основі систематизації отриманих даних розроблено структурну модель сучасних технологій, яка охоплює чотири ключові компоненти: діагностично-моніторинговий, біомеханічний, нейрофізіологічно-психофізіологічний та тренувально-аналітичний (Smart-Coaching) у поєднанні з мультимедійно-освітніми засобами.

Діагностично-моніторинговий компонент як основа об'єктивізації навантажень встановив, що технологічні системи реального часу (GPS-моніторинг, оптичні сенсори, акселерометри, трекери ЧСС, HRV-аналітика, інерційні датчики) забезпечують високоточний збір інформації про параметри тренувального навантаження та стан організму. Аналіз даних дає змогу визначати: інтенсивність і механічний обсяг тренування; метаболічну вартість вправ; ступінь функціональної втоми та відновлення; навантаження на опорно-руховий апарат; реакцію серцево-судинної системи на стрес.

Механізми впливу таких технологій пов'язані з формуванням зворотного зв'язку, який дозволяє тренеру оперативно коригувати заняття, запобігаючи перетренованості та перевантаженням.

Біомеханічний компонент виступає як засіб формування техніки та рухової ефективності. Так, у результаті аналізу біомеханічних платформ (OptoJump, Kinvent, силові платформи, стабілометри, системи 3D-аналізу рухів), визначено, що вони забезпечують об'єктивне оцінювання: технічних характеристик рухів; міжм'язової координації; просторово-часової структури кроку, стрибка, кидка, удару; стабільності та контролю положення тіла; симетрії рухів і наявності компенсаторних патернів.

Провідним механізмом впливу цього компонента є оптимізація рухових патернів та підвищення ефективності рухів за рахунок точного біомеханічного аналізу, що дозволяє: скоротити енергетичні витрати; зменшити ризик травматизму; сформувати економну техніку; здійснювати якісну корекцію занять у фізичному вихованні.

Біомеханічні технології виступають ключовими у спортивних видах, де точність руху визначає результат.

З'ясовано, що системи моніторингу (Polar Team, Catapult, WHOOP, Oura) створюють основу для персоналізації навантажень та підвищення ефективності фізичного виховання у різних вікових групах.

Нейрофізіологічний і психофізіологічний компонент – індикатор регуляції, втоми та когнітивної ефективності. У дослідженні встановлено, що сучасні системи психофізіологічного контролю (HRV-аналіз, тестування швидкості реагування, когнітивні тести, реакційні панелі, ЕЕГ-модулі, засоби оцінки стресу) дозволяють комплексно оцінити: стан вегетативної нервової системи; рівень активації та гальмування ЦНС; швидкість та точність нейромоторних відповідей; стресостійкість та психоемоційний баланс; ступінь когнітивної та моторної втоми.

З'ясовано, що психофізіологічні індикатори є чутливими маркерами адаптації до фізичних навантажень. Їх використання у фізичному вихованні та спорті: покращує здатність тіла до відновлення; сприяє ранньому виявленню перетренованості; забезпечує гармонізацію нервових процесів; стимулює когнітивну працездатність (увагу, швидкість думки, реакцію).

Таким чином, нейрофізіологічний компонент формує підґрунтя для технологічно керованого розвитку як фізичних, так і психічних функцій.

Для систематизації отриманих даних та уточнення структурної організації сучасних технологій у фізичному вихованні і спорті було здійснено їх компонентний аналіз. Такий підхід дав змогу виокремити ключові структурні блоки, що формують інтегровану технологічну систему та забезпечують її функціональну цілісність.

З метою наочного подання змістових характеристик основних компонентів розроблено узагальнену структурну модель, у якій відображено зміст кожного блоку та його провідні функціональні ефекти. Узагальнені результати представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Структурна модель сучасних технологій у фізичному вихованні і спорті

Компонент	Зміст (приклади технологій)	Функціональні ефекти
Діагностично-моніторинговий	GPS-системи (Catapult, Polar), HRV-аналіз, WHOOP, Oura, акселерометри	Контроль навантаження, визначення втоми, оцінка стресу, прогнозування перетренованості
Біомеханічний	OptoJump, Kinvent, Dartfish, силові платформи	Аналіз техніки рухів, оцінка асиметрій, координації, ефективності виконання вправ
Нейрофізіологічний та психофізіологічний	HRV, EEG-платформи, сенсомоторні тести, реакційні панелі	Оцінка когнітивної швидкості, регуляції нервової системи, швидкості реагування
Тренувально-аналітичний (Smart-Coaching)	Smartabase, Kitman Labs, Polar Flow, AMS-системи	Алгоритмізація навантажень, індивідуалізація тренувань, автоматичні рекомендації
Мультимедійно-освітній	VR-тренажери, AR-середовища, інтерактивні відеоматеріали	Формування навичок, корекція техніки, мотивація та залученість

Подані в таблиці 1 дані дозволяють визначити, що кожен з компонентів сучасних технологій має свою функціональну спеціалізацію і водночас перебуває у взаємозв'язку з іншими елементами моделі. Діагностично-моніторингові системи забезпечують первинний збір об'єктивної інформації, біомеханічні технології деталізують рухові характеристики, нейрофізіологічні засоби дають змогу оцінити стан нервової регуляції, а тренувально-аналітичні платформи інтегрують дані для прийняття індивідуалізованих рішень. У свою чергу, мультимедійно-освітній компонент забезпечує ефективну реалізацію навчальних завдань, оптимізуючи процес формування рухових навичок. Таким чином, структурна модель відображає системну взаємодію всіх елементів технологічного забезпечення фізичного виховання і спорту.

Тренувально-аналітичний компонент (Smart-Coaching) – системний механізм управління підготовкою. Отримані результати показали, що системи Smart-Coaching (Smartabase, Kitman Labs, AMS-платформи) інтегрують дані з різних сенсорів, дозволяючи: будувати індивідуальні тренувальні плани; прогнозувати тренувальну

реакцію; розраховувати навантаження з урахуванням функціонального стану; аналізувати довготривалі тренд-дані; визначати ризики травм і перевтоми.

Функціональний механізм цього компонента ґрунтується на аналітичному інтелекті, який зводить різноманітні дані до єдиної системи управління тренувальним процесом, що забезпечує принципово новий рівень індивідуалізації фізичного виховання – від модерації навантаження до рекомендацій щодо відновлення, харчування, сну.

Мультимедійно-освітній компонент – інструмент оптимізації навчання. У результаті дослідження визначено, що VR/AR-тренажери, відеоаналіз, симулятори та інтерактивні платформи: підвищують мотивацію до занять; забезпечують формування рухових умінь у безпечних умовах; дозволяють відпрацьовувати технічні елементи без фізичних ризиків; підтримують індивідуальні темпи навчання.

VR-середовища дають змогу відтворювати складні ігрові та ситуаційні моделі, що значно розширює дидактичні можливості фізичного виховання.

На основі систематизації визначено, що сучасні технології: підвищують точність контролю фізичної підготовленості; оптимізують техніку та рухову ефективність; регулюють вегетативні й когнітивні процеси; забезпечують індивідуалізацію навчання та тренувань; підвищують безпеку занять; формують високий рівень мотивації та цифрової залученості.

Розроблена модель дозволяє інтегрувати різні технології у єдину систему, що функціонує як структурно взаємопов'язаний технологічний комплекс, спрямований на розвиток фізичних, сенсомоторних, психофізіологічних і когнітивних характеристик.

Для глибшого розуміння механізмів дії кожного із компонентів структурної моделі необхідно проаналізувати конкретні технологічні засоби, що використовуються у фізичному вихованні та спорті. Деталізація таких засобів дає можливість розкрити їх біомеханічні, фізіологічні та нейрофізіологічні механізми, що зумовлюють ефективність застосування. З метою узагальнення змістових характеристик і механізмів впливу різних технологій сформовано таблицю 2.

Таблиця 2

Компонентна структура сучасних технологій у фізичному вихованні і спорті та механізми їх впливу

Компонент	Приклади технологій / засобів (нові, без повторів)	Механізми впливу (біомеханічні, фізіологічні, нейрофізіологічні)
Діагностично-моніторинговий	– Інтегровані текстильні сенсори (Hexoskin, Myontec) – Лактат-сканери портативного типу – Платформи нагромадження даних тренду (TrainingPeaks) – Оптичні датчики SpO₂/фотоплетизмографія	– аналіз газообміну та метаболічної відповіді; – контроль м'язової активації в реальному часі; – визначення “вікон суперкомпенсації”; – рання діагностика функціонального перенапруження
Біомеханічний	– Мобільні інерційні модулі для кінематики (Xsens, Rokoko) – Датчики крутного моменту для силових вправ (GymAware) – Тензометричні стропи й	– уточнення силових характеристик у динаміці; – оптимізація передачі сили в багатоланкових

Компонент	Приклади технологій / засобів (нові, без повторів)	Механізми впливу (біомеханічні, фізіологічні, нейрофізіологічні)
	динамометричні манжети – Системи аналізу ударних і кидкових дій (TrackMan, Rapsodo)	рухах; – аналіз фаз силового профілю (force-velocity); – формування “економічної” техніки
Нейрофізіологічний і психофізіологічний	– Нейроадаптивні тренажери (NeuroTracker, Senaptec) – Емоційно-когнітивні тестери (Psymetrics) – Периферичні датчики електропровідності шкіри – Системи біологічного зворотного зв'язку (Biofeedback Pro)	– розвиток швидкості переробки інформації; – регуляція стрес-відповіді через біофідбек; – покращення сенсомоторної інтеграції; – збалансування симпатопарасимпатичної активності
Тренувально-аналітичний (Smart-Coaching)	– Алгоритмічні тренажери з автоматичним корегуванням опору (Exxentric kBox AI) – Хмарні модулі навантаження для групових занять (CoachTech Cloud) – Інтелектуальні календарі періодизації (AthleteAnalyzer)	– прогнозування адаптаційних реакцій; – формування індивідуальних профілів навантаження; – оптимізація мікроциклів за даними різних систем; – автоматичний розрахунок індивідуальної “зони ризику”
Мультимедійно-освітній	– Екологічні VR-сценарії (ImmerseSport 3D) – AR-проекції для розвитку координації (HoloMove) – Інтерактивні стенди техніки (MotionBoard) – Тактильні симулятори рухів (HapticSport Feedback)	– безпечне формування складних рухових навичок; – прискорення навчання через мультисенсорну стимуляцію; – підвищення мотивації до занять; – корекція техніки в реальному часі через мультимодальний фідбек

Аналіз даних таблиці 2 свідчить, що різні технологічні засоби істотно відрізняються за своїми механізмами дії, проте доповнюють один одного в межах єдиної технологічної моделі. Діагностично-моніторингові засоби забезпечують відстеження функціонального стану та навантажень у реальному часі, тоді як біомеханічні технології дозволяють відтворити точну рухову структуру та виявити порушення техніки.

Нейрофізіологічні й психофізіологічні системи поглиблюють оцінювання адаптивних реакцій, тоді як Smart-Coaching платформи об'єднують усі отримані дані в

цілісний аналітичний простір. Мультимедійно-освітні технології забезпечують підвищення якості навчального процесу завдяки інтерактивності й візуалізації.

Таким чином, поглиблена характеристика технологій, наведена в таблиці 2, розширює й конкретизує структурну модель, даючи підстави для комплексного впровадження сучасних технологічних рішень у систему фізичного виховання і спорту.

Висновки

У результаті проведеного дослідження було сформовано цілісне наукове уявлення про структурну організацію сучасних технологій у фізичному вихованні і спорті та визначено їх функціональні можливості й механізми впливу на фізичний, функціональний і психофізіологічний стан осіб, які займаються фізичною активністю. На основі аналізу літератури та узагальнення практичних даних обґрунтовано структурну модель, що інтегрує п'ять ключових компонентів: діагностично-моніторинговий, біомеханічний, нейрофізіологічний і психофізіологічний, тренувально-аналітичний (Smart-Coaching) та мультимедійно-освітній.

Встановлено, що діагностично-моніторингові технології забезпечують високу точність вимірювання параметрів навантаження, функціонального стану та динаміки адаптаційних реакцій, слугуючи базою для об'єктивного контролю у фізичному вихованні та спорті.

Біомеханічні технології дозволяють детально аналізувати технічні характеристики рухів, кінематичні та силові параметри виконання фізичних вправ, що сприяє оптимізації техніки, зниженню енергетичної вартості рухів та зменшенню ризику травм.

Нейрофізіологічні та психофізіологічні засоби забезпечують глибоке оцінювання рівня нервової регуляції, когнітивної активності, психоемоційної стійкості та швидкості сенсомоторних реакцій, що є критично важливим у формуванні збалансованої адаптивної відповіді на фізичні навантаження.

Тренувально-аналітичні платформи Smart-Coaching виконують інтегративну функцію, об'єднуючи дані з різних сенсорних та діагностичних систем і формуючи алгоритмізовані персоналізовані рекомендації щодо побудови тренувального процесу, контролю навантажень та прогнозування функціональних змін.

Мультимедійно-освітні технології підсилюють навчальний компонент, забезпечуючи візуалізацію рухових дій, моделювання складних умов, підвищення мотивації та ефективне формування навичок у безпечному інтерактивному середовищі.

Розроблена структурна модель демонструє системну взаємодію всіх компонентів, що дозволяє її застосовувати у фізичному вихованні різних вікових груп, у спортивній підготовці, а також у реабілітаційній та оздоровчій практиці. Модель забезпечує підвищення точності контролю, індивідуалізації та ефективності навчально-тренувального процесу.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з емпіричною перевіркою запропонованої моделі на вибірках різних контингентів, порівнянням ефективності технологічних платформ, розробкою алгоритмів інтеграції показників різних систем у єдине інформаційно-аналітичне середовище, а також створенням методичних рекомендацій для педагогів і тренерів щодо впровадження сучасних технологій у фізичне виховання та спорт.

Список використаних джерел

1. Evans, S., & Willis, C. (2024). The use of digital technologies in the sport and physical education lesson: Fostering need-supportive behaviours in physical education teachers. *Wearable Technology*, 5(1). DOI: 10.54517/wt.v5i1.2527.

2. Shafizadeh, M., et al. (2024). Wearable System Applications in Performance Analysis of RaceRunning: A Sensor-Based Approach. *Sensors*, 24(24), Article 7923. DOI: 10.3390/s240247923.
3. Qi, Y., et al. (2024). Digital technologies in sports: Opportunities, challenges and future perspectives. *Technology in Society*. DOI: 10.1016/j.techsoc.2024.101459.