



”

Бондаренко Р., Коваль С., Абдула А., Кофанов І., Єфременко А. Гейміфікація кондиційного тренування футболістів з використанням вправ легкої атлетики: можливості інтернету речей. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2025. Том 13, № 10. С. 8-15. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i10-001>.

Bondarenko R., Koval S., Abdula A., Kofanov I., Yefremenko A. Heimifikatsiia kondytsiinoho trenuvannya futbolistiv z vykorystanniam vprav lehkoї atletyky: mozhlyvosti internetu rechei [Gamification of conditioning training of football players using athletics exercises: internet of things opportunities]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2025. Vol. 13, No 10. S. 8-15. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i10-001>.

УДК 796.332:004.9:796.012.1

DOI: 10.31110/2616-650X-vol13i10-001

Роман БОНДАРЕНКО¹, Святослав КОВАЛЬ²,
Анатолій АБДУЛА³, Іван КОФАНОВ⁴, Андрій ЄФРЕМЕНКО⁵

¹⁻⁵ Харківська державна академія фізичної культури, Україна

¹ <https://orcid.org/0009-0001-1211-4115>, lector.khsapc@gmail.com

² <https://orcid.org/0000-0001-7140-6276>, koval.s.s.79@gmail.com

³ <https://orcid.org/0000-0002-3832-3716>, anatoliy.ab12@gmail.com

⁴ <https://orcid.org/0009-0002-4484-7417>, kofanov_90@gmail.com

⁵ <https://orcid.org/0000-0003-0924-0281>, literasearchukr@gmail.com

ГЕЙМІФІКАЦІЯ КОНДИЦІЙНОГО ТРЕНУВАННЯ ФУТБОЛІСТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВПРАВ ЛЕГКОЇ АТЛЕТИКИ: МОЖЛИВОСТІ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Анотація. Гейміфікація та технології Інтернету речей (IoT) набувають важливого значення у сфері спортивної підготовки, пропонуючи механізми адаптивного тренування та підвищення мотивації. Незважаючи на потенціал, існує недостатність емпіричних доказів та єдиної концептуальної моделі, що поєднує поведінкові, технологічні та фізіологічні чинники у контексті кондиційної підготовки футболістів. Мета дослідження полягає у визначенні наукових підходів, тенденцій і закономірностей застосування гейміфікації та технологій Інтернету речей у кондиційному тренуванні футболістів із використанням вправ легкої атлетики. Дослідження є структурованим оглядом, проведеним на основі пошуку в базі наукової інформації Web of Science. Розширений пошуковий запит не мав часових обмежень. На першому етапі було ідентифіковано 66 документів. Для картування дослідницького поля та кластеризації використано інструмент VOSviewer (v.1.6.19). Після аналізу повних текстів і застосування критеріїв включення/виключення, бібліографічний аналіз було зосереджено на 38 релевантних джерелах, що забезпечило відповідність кожної праці щонайменше одному тематичному кластеру. Аналіз результатів картування виявив 7 тематичних кластерів, що відображають міждисциплінарний характер досліджуваного поля на перетині психології мотивації, інженерії сенсорних систем та спортивної науки. Основні наукові пошуки зосереджені на технологічній інфраструктурі та мотиваційно-поведінкових моделях. Встановлено, що застосування ігрових елементів сприяє підвищенню залученості, проте наголошується на ризикі зниження внутрішньої мотивації за умови надмірного використання зовнішніх стимулів. Емпіричні дані підтверджують ефективність гейміфікованих програм у підвищенні кардіореспіраторної витривалості у загальній популяції. Водночас, дослідники фіксують значну фрагментарність емпіричних перевірок та обмежену кількість лонгітюдних досліджень, особливо у контексті професійних командних видів спорту, таких як футбол. Дослідження демонструють перехід від простого збору даних IoT до інтеграції сенсорних показників у реальному часі для забезпечення поведінкового зворотного зв'язку та створення адаптивного тренувального середовища. Наукове поле гейміфікації кондиційного тренування з IoT є міждисциплінарним та має чітку логічну еволюцію від технологічного прийняття до осмислення психофізіологічних ефектів. Проведений аналіз підтверджує необхідність інтеграції збору даних через сенсори з гейміфікованими механізмами, що ґрунтуються на Теорії самовизначення та Теорії запланованої поведінки. Подальші дослідження повинні зосередитися на розробці цілісних міждисциплінарних моделей, валідації IoT-архітектур та оцінці фізіологічних показників спортсменів (аеробна потужність, маркери перевантаження) у специфічних умовах підготовки футболістів.

Ключові слова: гейміфікація; IoT; футбол; легка атлетика; кондиційне тренування; мотивація; залученість; самовизначення.

Роман BONDARENKO¹, Sviatoslav KOVAL²,
Anatolii ABDULA³, Ivan KOFANOV⁴, Andrii YEFREMENKO⁵

¹⁻⁵ Kharkiv State Academy of Physical Culture, Ukraine

¹ <https://orcid.org/0009-0001-1211-4115>, lector.khsapc@gmail.com

² <https://orcid.org/0000-0001-7140-6276>, koval.s.s.79@gmail.com

³ <https://orcid.org/0000-0002-3832-3716>, anatoliy.ab12@gmail.com

⁴ <https://orcid.org/0009-0002-4484-7417>, kofanov_90@gmail.com

⁵ <https://orcid.org/0000-0003-0924-0281>, literasearchukr@gmail.com

GAMIFICATION OF CONDITIONING TRAINING OF FOOTBALL PLAYERS USING ATHLETICS EXERCISES: INTERNET OF THINGS OPPORTUNITIES

Abstract. Gamification and Internet of Things (IoT) technologies are gaining significant prominence in sports training, offering mechanisms for adaptive conditioning and enhanced motivation. Despite this potential, there is a scarcity of empirical evidence and a lack of a unified conceptual model integrating behavioral, technological, and physiological factors within the context of conditioning training for football players. The purpose of this study is to investigate the scientific approaches, trends, and patterns in the application of gamification

and Internet of Things technologies in conditioning training for football players, utilizing track and field exercises. The research employed a structured literature review based on a search within the Web of Science scientific information database. An extended search query was not limited by time, aiming to cover the entire evolving research field. Initially, 66 documents were identified. The VOSviewer tool (version 1.6.19) was used to map the research field and cluster the identified keywords. Following a full-text analysis and the application of predefined inclusion/exclusion criteria, the bibliographical analysis focused on 38 relevant sources, ensuring that each work aligned with at least one thematic cluster. The analysis of the mapping results revealed 7 thematic clusters, which reflect the interdisciplinary nature of the field at the intersection of motivation psychology, sensor system engineering, and sports science. The primary research areas are concentrated on technological infrastructure and motivational-behavioral models. It was established that the use of game elements contributes to increased engagement; however, the risk of diminishing intrinsic motivation due to excessive use of extrinsic stimuli is also noted. Empirical data support the effectiveness of gamified programs in enhancing cardiorespiratory endurance in the general population. Nevertheless, researchers report significant fragmentation of empirical validation and a limited number of longitudinal studies, particularly within the context of professional team sports, such as football. The research demonstrates a transition from mere IoT data collection to the real-time integration of sensor indicators, providing behavioral feedback and creating an adaptive training environment. The scientific domain of gamification in conditioning training with IoT is interdisciplinary and exhibits a clear logical evolution from technological adoption to the conceptualization of psycho-physiological effects. The conducted analysis confirms the necessity of integrating data collection via sensors with gamified mechanics based on Self-Determination Theory and Theory of Planned Behavior. Further research should focus on developing holistic interdisciplinary models, validating IoT architectures, and evaluating athletes' physiological outcomes (aerobic power, overload markers) in the specific conditions of football training.

Keywords: gamification; IoT; football; track and field; athletics; conditioning training; motivation; engagement; self-determination.

Постановка проблеми. Гейміфікація набуває зростаючого значення у сфері спортивного тренування, поєднуючи мотиваційні механізми з можливостями цифрових технологій. Застосування Інтернету речей і носимих сенсорів у тренувальному процесі створює умови для формування адаптивних програм кондиційної підготовки, де зворотний зв'язок і адресне стимулювання сприяють підвищенню ефективності занять. Використання легкоатлетичних вправ у кондиційному тренуванні футболістів відкриває нові можливості для розвитку витривалості, швидко-силових і координаційних якостей. Розвиток цього напрямку потребує узгодження технологічних рішень із теоріями мотивації та поведінкової регуляції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гейміфікація кондиційного тренування з використанням вправ легкої атлетики та технологій Інтернету речей (IoT), утворює міждисциплінарне поле на перетині психології мотивації, інженерії сенсорних систем, дизайну інтерфейсів та спортивної науки. Теорія самовизначення виступає провідною у більшості робіт, що розглядають механізми гейміфікації і залучення користувачів [1, 2]. Концепції поведінкової зміни, зокрема Теорію запланованої поведінки, використовували для пояснення прийняття технологій і намірів до тренувань [3, 4]. Паралельно з цими психологічними моделями існують інженерні та інформаційно-технологічні рамки, що задають вимоги до збору й обробки даних [5, 6, 7]. Сукупність робіт створює логіку переходу від проектування мотивуючих інтерфейсів до технічної інтеграції сенсорних даних у режимі реального часу [8]. Більшість досліджень зосереджені на вивченні впливу гейміфікації на мотиваційні механізми участі у тренуваннях і підтримці фізичної активності [1, 2]. Встановлено, що використання ігрових елементів сприяє зростанню залученості, особливо за умов узгодження із внутрішніми мотивами користувача [9]. Емпіричні дані свідчать про підвищення кардіореспіраторної витривалості та показників учасників аеробної потужності у результаті застосування гейміфікованих програм [10]. Разом із тим наголошується на ризиках зниження внутрішньої мотивації за умов надмірного використання зовнішніх стимулів [7]. Дослідження демонструють потенціал IoT у створенні тренувальних систем, які поєднують моніторинг біомеханічних показників і мотиваційний супровід в реальному часі [11]. Однак наявна література виявляє фрагментарність емпіричних перевірок у контексті командних видів спорту, зокрема футболу, де використання гейміфікації та IoT потребує глибшого вивчення. Недостатня кількість лонгітюдних досліджень і стандартизованих протоколів вимірювання ефективності обмежує можливість узагальнення висновків. Відсутність єдиної концептуальної моделі, що поєднує мотиваційні, поведінкові й фізіологічні компоненти, ускладнює побудову практично орієнтованих рішень для кондиційної підготовки футболістів з використанням легкоатлетичних вправ.

Проблема полягає у тому, що сучасна система підготовки спортсменів недостатньо використовує потенціал гейміфікації та IoT для підвищення ефективності кондиційного тренування. Недостатня кількість експериментальних підтверджень у спортивному середовищі не дозволяє оцінити реальну результативність поєднання гейміфікованих втручань в тренувальний процес. Технологічні можливості IoT переважно використовуються для збору даних, тоді як поведінкові механізми зворотного впливу залишаються недостатньо дослідженими. Потрібне поглиблене вивчення можливостей гейміфікації кондиційного тренування футболістів з використанням вправ легкої атлетики опосередковане використанням IoT.

Мета дослідження полягає у визначенні наукових підходів, тенденцій і закономірностей застосування гейміфікації та технологій Інтернету речей у кондиційному тренуванні футболістів із використанням вправ легкої атлетики.

Методи дослідження. Первинні дані були зібрані за допомогою інструментів розширеного пошуку в базі наукової інформації Web of Science. Для забезпечення максимальної релевантності та охоплення цільової області було використано ретельно розроблений розширений пошуковий запит не був обмежений часом проведення досліджень, що пов'язано з необхідністю охоплення всього дослідницького поля, яке розвивається, за ключовими словами: «fitness», «gamification», «IoT», «strength and conditioning», «exercise», «gamified», «internet of things», «wearable», «sensor», «HIIT», «fitness training», «conditioning». Пошук здійснювали за назвою документу. Було включено лише документи типу «стаття», «огляд» та «матеріали конференції/семінару/воркшопу», що дозволило зосередитися на рецензованих матеріалах. На першому етапі було ідентифіковано 66 документів, з яких після вилучення дублів (1 документ) та ретракцій (6 документів) залишилося 59 статей. На другому етапі було здійснено картування з використанням інструменту VOSviewer (v.1.6.19) для здійснення кластеризації досліджуваного поля за ключовими словами, що стало основою для проведення подальшого тематичного аналізу. Після аналізу назв та анотацій статей для подальшого аналізу повнотекстових документів було залишено 51 документ. Два дослідники незалежно здійснили пошук та аналіз повнотекстових документів на основі заздалегідь визначених критеріїв включення та виключення. Дослідження включали, якщо вони: містили статистично перевірені результати, експериментальні дані або валідацію моделей. Дослідження виключалися, якщо вони: не пов'язані з гейміфікацією або фізичним вихованням/спортом; були присвячені суто відеоіграм без тренувального або фітнес-контексту; освітнім або корпоративним формам гейміфікації, не пов'язаним із руховою діяльністю; технологічним розробкам IoT без поведінкового чи тренувального виміру; не містили опису вибірки, інструментів вимірювання або статистичних процедур; досліджували гейміфікацію у медичній або реабілітаційній терапії без зв'язку з кондиційним/фітнес тренуванням; містили однакові результати були опубліковані кілька разів або представлені у різних статтях однієї групи авторів без новизни (до аналізу бралася найповніша версія); відсутність доступу до повного тексту. Застосування цих критеріїв дозволило консенсуально відібрати 44 джерела, для 6 з яких не було отримано повного тексту статті. Таким чином, бібліографічний аналіз був зосереджений на 38 релевантних джерелах літератури, які відображають сучасні тенденції, методологічну різноманітність і міждисциплінарний характер досліджень гейміфікації та інтернету речей у фізичному вихованні та спорті. Відбір забезпечив відповідність кожної праці щонайменше одному з тематичних кластерів, сформованих у результаті картографування.

Виклад основного матеріалу. Результати кластеризації VOSviewer, відображені на рисунку (рис. 1). Аналіз результатів картування наукової літератури дозволив виявити сім тематичних кластерів (рис. 2). Таким чином, не зважаючи на обмежену кількість релевантних джерел спостерігається різноманітність вивчення ефектів гейміфікованих втручань з використанням інтернету речей в кондиційному тренуванні. Просторові відстані між вузлами демонструють логічні переходи.

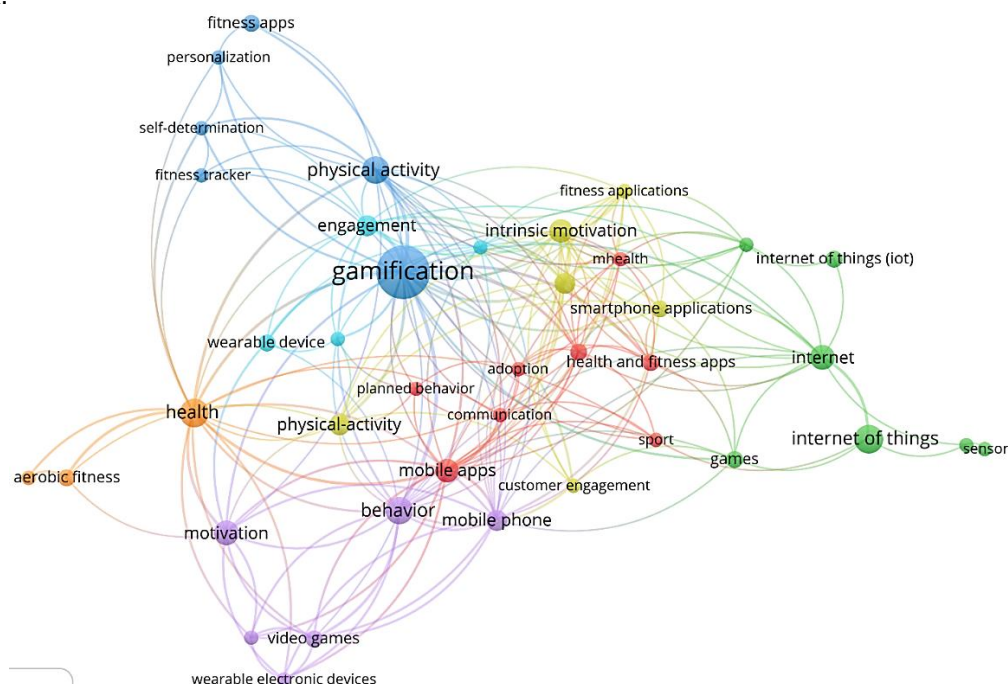


Рис. 1. Картування згадок гейміфікації та інтернету речей в дослідженнях, пов'язаних з кондиційним тренуванням

Примітка: рисунок створено програмою VOSviewer



Рис. 2. Кластеризація дослідницького поля гейміфікованих втручань з використанням можливостей інтернету речей, пов'язаних з кондиційним тренуванням

Примітка: складено авторами на основі результатів дослідження

Дослідження кластеру 1 зосереджені на питаннях впровадження і комунікації цифрових рішень у сфері фізичного виховання та спорту. Роль цього кластеру полягає у координації технологічних розробок з прийняттям і мотиваційними моделями, що свідчить про концептуальну вагу теоретичних підходів до впровадження інноваційних інструментів у практику. Кластер 2 зосереджений на технологічній інфраструктурі. Технологічні рішення й архітектури (IoT-платформи, сенсори, інфраструктура інтернету) формують технічний фундамент для реалізації гейміфікованих механік і для інтеграції даних з тренувань, з урахуванням міждисциплінарності цифрових платформ і ігрових методів. У центрі досліджень кластеру 3 знаходиться безпосередньо термін «gamification». Допоміжні категорії сконцентровані на розробці і дослідженнях щодо ігрових механік, персоналізації контенту та моніторингу фізичної активності.

Кластер 4 поєднує теоретико-прикладні дослідження мотивації й залучення у додатках. Поєднання класичних теорій самовизначення з емпіричними дослідженнями мобільних технологій, відображає методичну орієнтацію на механіки підтримки внутрішньої мотивації у програмних продуктах для тренувань. Кластер 5 формує зв'язок між поведінковими підходами, носимими та ігровими втручаннями. Констатовано сильний потенціал для конструювання впливових механік переконання та взаємодії через мобільні інтерфейси, а також підкреслює запозичення ігрових патернів для розробки тренувальних програм. Кластер 6 фокусується на залученні, самоефективності та збереженні здоров'я. Кластер асоціюється з вимірюваннями, де носимі технології і показники самооцінки дозволяють фіксувати проміжні ефекти гейміфікованих втручань. Кластер 7 концентрує індикатори фізичного стану та безпеки тренувань. Відокремлення цього кластера від технологічної та мотиваційної площини вказує на те, що вимірювані результати тренувань і питання безпеки здоров'я утворюють окремий фокус дослідницького інтересу.

Зафіксовано збільшення кількості публікацій у 2020–2022 роках, що відповідає фазі інтенсифікації досліджень цифрових інструментів для фізичного виховання та спорту після 2018–2019 років. Проте, спостерігається недостатня увага дослідників до контексту командних видів спорту та обмежена кількість досліджень, які безпосередньо пов'язані з використанням вправ легкої атлетики у середовищі підготовки футболістів. Частіше за все учасниками дослідження були студенти або випадкові користувачі додатків, натомість досліджень за участю спортсменів високого рівня або у командних контекстах обмаль. Значним є обмеження для узагальнення висновків у футболі, оскільки тренувальна специфіка, навантаження і мотиваційні чинники у спортсменів відрізняються від загальної популяції. Проведення багатовимірних довготривалих емпіричних досліджень, які включають IoT-сенсори, адаптивну гейміфікацію та методи оцінки здоров'я (аеробні якості, кардіо ризику), стане наступним логічним кроком для нарощування доказової бази.

Сукупний розгляд тематичних кластерів демонструє поступову інтеграцію технологічних, поведінкових і фізіологічних компонентів у єдину дослідницьку парадигму. Взаємозв'язки між кластерами 1, 2 та 3 визначають перехід від технологічного прийняття до усвідомленої використання гейміфікації та інтернету речей в спортивному тренуванні. Сутнісні характеристики кластерів 3, 4 і 5 формують логіку внутрішньої мотивації, емоційного залучення і поведінкової сталості впровадження технологій в процес підготовки спортсменів. Комплементарність кластерів 6 і 7 підкреслює зв'язок між суб'єктивним відчуттям ефективності і реальними фізіологічними змінами організму спортсменів.

Мета огляду полягала не лише в підсумовуванні існуючих результатів, але й критичній оцінці методологічної якості наявних досліджень, а також з'ясування проблематики досліджуваного поля, щоб запропонувати науково обґрунтовані рекомендації для подальших втручань. Проведення огляду включених джерел дозволяє визначити ключові напрямки розробки кондиційного тренування футболістів з використанням легкоатлетичних вправ в умовах реалізації концепції гейміфікації з використанням можливостей інтернету речей. Ряд досліджень фокусується на процесах прийняття цифрових технологій у сфері фізичного виховання та спорту. Продемонстровано взаємозалежність між комунікаційними каналами, соціальним підтвердженням та намірами користувачів інтегрувати мобільні додатки у щоденну тренувальну практику. Це створює концептуальне підґрунтя для розуміння механізмів цифрової адаптації та поширення технологій, формуючи поведінкову готовність до участі у цифровому тренувальному середовищі.

Теорія самовизначення виступає провідною у більшості робіт, що розглядають механізми гейміфікації і залучення користувачів [1, 2]. Концепції поведінкової зміни, зокрема Теорія запланованої поведінки, використовували для пояснення прийняття технологій і намірів до тренувань [3, 4, 12]. Паралельно з цими психологічними моделями виділяють інструментальні та інформаційно-технологічні підходи, що формують вимоги до збору й обробки даних [5, 6, 7]. В результаті, спостерігається перехід від проектування мотивуючих інтерфейсів до технічної інтеграції сенсорних даних у режимі реального часу. Реалізація когнітивно-поведінкових та комунікативних підходів демонструє, як гейміфікація може бути інструментом переконання і формування звичок регулярної фізичної активності [13]. Особливу увагу приділено носимим пристроям, що не лише реєструють показники, а й підтримують поведінковий зворотний зв'язок, сприяючи саморефлексії користувача. Використання інтерактивних і гейміфікованих систем підвищує відчуття контролю над власною діяльністю, сприяє самопідтримці та формує сталі поведінкові патерни. Акцент робиться на зв'язку між довірою до технологічних систем, відчуттям успіху й підтриманням довготривалої фізичної активності. Таким чином, гейміфікацію презентують як форму поведінкового дизайну, орієнтованого на довготривалу саморегуляцію. Що вкрай важливим, емпірично підтверджується ефективність гейміфікованих і IoT-орієнтованих тренувань. У межах цього напрямку демонструється покращення кардіореспіраторної витривалості, зниження факторів серцево-судинного ризику та формування здорового способу життя як результат системного застосування цифрових інструментів контролю та мотивації [14]. Проте, зафіксовано домінування крос-секційних і короткострокових втручань знижує переконливість висновків щодо причинності між гейміфікованими втручаннями та фізіологічними результатами [4, 15]. У багатьох емпіричних дослідженнях період втручання обмежений кількома тижнями, що не дозволяє оцінити сталість поведінкових змін і ризику демотивації [16, 17].

У технологічному ядрі сучасних підходів до тренування ключову роль відіграють дослідження, що демонструють інтеграцію сенсорних систем, хмарних сервісів і аналітичних алгоритмів, які забезпечують збір та інтерпретацію біомеханічних даних спортсменів. Архітектури IoT та алгоритми розпізнавання руху відкривають можливості для реального часу корекції техніки виконання і адресних тренувальних настанов [7, 11, 18]. Систематичні огляди вказують на прогрес у точності сенсорів, але наголошують на відсутності єдиних протоколів калібрування і відкритих репрезентативних даних стосовно легкоатлетичних вправ [19, 20, 21]. IoT-технології розглядаються не лише як інструменти моніторингу, а як засіб створення інтелектуального тренувального простору, де взаємодія з ігровими механіками відбувається на основі реальних фізичних показників. Дослідження повідомляють про покращення кардіореспіраторної підготовленості серед студентів і робітників при використанні гейміфікованих програм [22, 23, 24]. Докази щодо спортсменів професійного рівня відсутні або точкові. Необхідні рандомізовані контрольовані дослідження з фокусом на об'єктивні показники аеробної потужності, відновлення та маркери перевантаження.

У центрі уваги перебуває персоналізація ігрового досвіду, що сприяє переходу від зовнішньої мотивації до внутрішньої, забезпечуючи стійку участь користувачів у тренувальних програмах [25, 26]. Багато досліджень базуються на інструментах самооцінювання намірів і задоволення, тоді як об'єктивні дані, отримані за допомогою IoT інструментів використовуються рідко або не стандартизовано [16, 27, 28]. Калібрування сенсорів, валідація алгоритмів розпізнавання руху та реплікованість даних часто невідомі або недостатньо описані [7, 20, 29]. Концепції внутрішньої мотивації та залучення розглядаються як провідні чинники поведінкової сталості, що забезпечують

довготривале використання фітнес-додатків [30]. В результаті реалізуються базові принципи формування автономії, компетентності й пов'язаності – трьох детермінантів внутрішнього мотиваційного циклу. Гейміфіковані тренувальні впливи підвищують короткострокову залученість та задоволення користувачів, особливо коли дизайн узгоджується з внутрішніми мотиваційними чинниками та ігровою персоналізацією [31, 32]. Наративний дизайн і персоналізація підвищують ймовірність тривалого використання за умови, що елементи стимулювання не орієнтовані виключно на зовнішні винагороди [33, 34]. Водночас експериментальні роботи вказують на ризик «темної сторони» гейміфікації, коли надмірні зовнішні стимули спричиняють зниження внутрішньої мотивації і психофізіологічне виснаження [35]. У публікаціях, що включають аналіз приватності і безпеки, відзначено ризики неправомірного доступу до даних та маніпуляції поведінкою користувачів [36, 37, 38]. Питання згоди, прозорості алгоритмів і обмеження використання поведінкових маніпуляцій мають стати невід'ємною частиною дослідницьких протоколів, особливо у роботі зі спортсменами.

Таким чином, аналіз масиву досліджень свідчить, що сучасна наука переходить від вивчення ізольованих компонентів гейміфікації до цілісних моделей, у яких цифрові технології, психологічна мотивація й фізична підготовленість виступають взаємопов'язаними детермінантами ефективності тренувального процесу. Таким чином, розглянуті напрямки утворюють міждисциплінарне поле на перетині психології мотивації, інженерії сенсорних систем, дизайну інтерфейсів та спортивної науки. Для формування доказової бази для розробки кондиційних тренувань футболістів з використанням вправ легкої атлетики та IoT, необхідні системні міждисциплінарні дослідження з чіткою методологією та стандартизованими вимірюваннями.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Узагальнення результатів проведеного аналізу продемонструвало, що наукове поле, присвячене гейміфікації кондиційного тренування із застосуванням вправ легкої атлетики та технологій Інтернету речей, характеризується високим ступенем міждисциплінарності, поєднуючи досягнення педагогіки, психології, інформаційних технологій, спортивної науки та медицини. Отримана кластерна структура відображає логічну еволюцію наукових пошуків – від моделювання цифрового середовища до осмислення його впливу на мотиваційні, поведінкові та фізіологічні результати тренувальної діяльності. Виокремлені сім кластерів відображають диференціацію наукових підходів та практичної реалізації можливостей гейміфікації з використанням інтернету речей у спортивному тренуванні. Загальний висновок аналізу семантичної карти вказує на наявність двох головних полюсів у науковій літературі – технологічного та мотиваційно-поведінкового, що утворюють продуктивну зону для інновацій у сфері кондиційного тренування футболістів. Впровадження гейміфікації в розробку кондиційного тренування футболістів полягатимуть у поєднанні збору даних через сенсори та IoT-інфраструктуру з гейміфікованими механіками та адресним контентом. Такий підхід має бути реалізований з опорою на теорії зміни поведінки і мотивації. Теорія самовизначення та Теорія запланованої поведінки забезпечують методологічні критерії для побудови внутрішньої мотивації й очікуваної поведінки. Комунікація з використанням мобільних додатків та соціальні медіа сприятимуть прийняттю та впровадженню управлінських рішень, а системи вимірювання залучення, самоефективності та показників підготовленості та працездатності дадуть змогу контролювати як проміжні, так і остаточні результати підготовки. Таким чином, проведений аналіз підтверджує формування нового наукового напрямку, у межах якого гейміфікація, легкоатлетичні вправи та цифрові технології постають як взаємопов'язані інструменти розвитку мотивації, ефективності й здоров'я спортсменів.

Подальші дослідження мають зосередитися на поєднанні розробці IoT-архітектур, дизайні гейміфікованих інтерфейсів, валідацію через показники залучення і самоефективності, в також оцінку фізіологічних результатів у специфічних умовах спортивного тренування футболістів.

Конфлікт інтересів. Автори підтверджують відсутність фінансових, особистих чи інших інтересів, що можуть розглядатися як потенційний конфлікт інтересів щодо публікації цієї статті.

Фінансування. Робота виконана за відсутності фінансової підтримки з боку будь-яких організацій.

Доступність даних. Це теоретичне дослідження не передбачає використання додаткових наборів даних.

Використання штучного інтелекту. Інструменти штучного інтелекту використовувались для оформлення списку джерел та References згідно вимог видання.

Список використаних джерел / References

1. Zhao, Z., Arya, A., Orji, R., & Chan, G. (2020). Effects of a personalized fitness recommender system using gamification and continuous player modeling: System design and long-term validation study. *JMIR Serious Games*, 8(4), e19968. <https://doi.org/10.2196/19968>

2. Li, M., Wang, Y., Wu, Y., & Liu, H. (2021). Gamification narrative design as a predictor for mobile fitness app user persistent usage intentions: A goal priming perspective. *Enterprise Information Systems*, 15(10), 1501–1545. <https://doi.org/10.1080/17517575.2021.1941271>
3. Esmaeilzadeh, P. (2021a). The effects of gamification on the post-adoption behaviors of health and fitness apps' users: The mediating role of IT identity Completed Research. *Digital Innovation and Entrepreneurship (AMCIS 2021)*. ASSOC INFORMATION SYSTEMS. <https://scholar.archive.org/work/zk4dfiy5uvvggnk4bkhobhemice/access/wayback/https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1038&context=amcis202>
4. Yang, Y., & Koenigstorfer, J. (2021). Determinants of fitness app usage and moderating impacts of education-, motivation-, and gamification-related app features on physical activity intentions: Cross-sectional survey study. *Journal of Medical Internet Research*, 23(7), e26063. <https://doi.org/10.2196/26063>
5. Yong, B., Xu, Z., Wang, X., Cheng, L., Li, X., Wu, X., & Zhou, Q. (2018). IoT-based intelligent fitness system. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 118(1), 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2017.05.006>
6. Jamil, F., Kahng, H. K., Kim, S., & Kim, D.-H. (2021). Towards secure fitness framework based on IoT-enabled blockchain network integrated with machine learning algorithms. *Sensors*, 21(5), 1640. <https://doi.org/10.3390/s21051640>
7. Li, J., Gong, R., & Wang, G. (2024). Enhancing fitness action recognition with ResNet-TransFit: Integrating IoT and deep learning techniques for real-time monitoring. *Alexandria Engineering Journal*, 109, 89–101. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2024.07.068>
8. Ling, T. H. Y., Wong, L. J., & Moore, R. (2019). IoT fitness device with real time health assessment and cloud storage. *2019 7th International Conference on Smart Computing & Communications (ICSCC)* (p. 148–152). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSCC.2019.8843690>
9. Kao, Y.-S., Nawata, K., & Huang, C.-Y. (2019). An exploration and confirmation of the factors influencing adoption of IoT-based wearable fitness trackers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(18), 3227. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183227>
10. Mora-Gonzalez, J., Perez-Lopez, I. J., & Delgado-Fernandez, M. (2020). The “\$in TIME” gamification project: Using a mobile app to improve cardiorespiratory fitness levels of college students. *Games for Health Journal*, 9(1), 37–44. <https://doi.org/10.1089/g4h.2019.0001>
11. Hsu, C.-T., Chang, Y.-H., Chen, J.-S., Lin, H.-H., & Chou, J.-Y. (2020). Implementation of IoT device on public fitness equipment for health physical fitness improvement. *2nd International Conference on Mathematics and Computers in Science and Engineering (MACISE 2020)* (p. 236–239). IEEE COMPUTER SOC. <https://doi.org/10.1109/MACISE49704.2020.00050>
12. Esmaeilzadeh, P. (2021b). The influence of gamification and information technology identity on postadoption behaviors of health and fitness app users: Empirical study in the United States. *JMIR Serious Games*, 9(3), e28282. <https://doi.org/10.2196/28282>
13. Ma, Z., Gao, Q., Tian, Y., Chen, Y., & Yuan, Q. (2024). Effectiveness of cooperative and competitive gamification in mobile fitness applications among occasional exercisers. *Behaviour & Information Technology*, 43(11), 2401–2423. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2023.2246593>
14. Lister, C., West, J. H., Cannon, B., Sax, T., & Brodegard, D. (2014). Just a fad? Gamification in health and fitness apps. *JMIR Serious Games*, 2(2), 51–62. <https://doi.org/10.2196/games.3413>
15. Feng, W., Tu, R., & Hsieh, P. (2020). Can gamification increases consumers' engagement in fitness apps? The moderating role of commensurability of the game elements. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 57, 102229. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102229>
16. Zhao, Z., Etemad, S. A., & Arya, A. (2016). Gamification of exercise and fitness using wearable activity trackers. In *Proceedings of the 10th International Symposium on Computer Science in Sports (ISCSS)* (Vol. 392, p. 233–240). SPRINGER-VERLAG BERLIN. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24560-7_30
17. Zhao, Z., Etemad, S. A., Arya, A., & Whitehead, A. (2016). Usability and motivational effects of a gamified exercise and fitness system based on wearable devices. In *Design, user experience, and usability: Novel user experiences, PT II* (Vol. 9747, p. 333–344). SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40355-7_32
18. Liu, J., & Zhou, Y. (2025). Smart fitness with YOLO-Fit IoT: Real-time pose analysis and personalized training via IoT and RL. *Alexandria Engineering Journal*, 129, 216–225. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2025.05.068>
19. Passos, J., Lopes, S. I., Clemente, F. M., Moreira, P. M., Rico-Gonzalez, M., Bezerra, P., & Rodrigues, L. P. (2021). Wearables and Internet of Things (IoT) technologies for fitness assessment: A systematic review. *Sensors*, 21(16), 5418. <https://doi.org/10.3390/s21165418>
20. Reda, R., & Carbonaro, A. (2018). Design and development of a Linked Open Data-based web portal for sharing IoT health and fitness datasets. *GOODTECHS '18: Proceedings of the 4th EAI International Conference on Smart Objects and Technologies for Social Good (GOODTECHS)* (c. 43–48). ASSOC COMPUTING MACHINERY. <https://doi.org/10.1145/3284869.3284890>
21. Cho, I., Kaplanidou, K., & Sato, S. (2021). Gamified wearable fitness tracker for physical activity: A comprehensive literature review. *Sustainability*, 13(13), 7017. <https://doi.org/10.3390/su13137017>
22. Mora-Gonzalez, J., Perez-Lopez, I. J., Esteban-Cornejo, I., & Delgado-Fernandez, M. (2020). A gamification-based intervention program that encourages physical activity improves cardiorespiratory fitness of college students: 'The Matrix rEFvolution Program'. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 877. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030877>
23. Cai, F., Dai, G., & Han, T. (2016). Gamification design based research on fitness mobile application for university students. In *Design, user experience, and usability: Novel user experiences, PT II* (Vol. 9747, p. 240–251). SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-40355-7_23

24. Nobakht, M., Sui, Y., Seneviratne, A., & Hu, W. (2018). Permission analysis of health and fitness apps in IoT programming frameworks. *2018 17th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (IEEE TrustCom) / 12th IEEE International Conference on Big Data Science and Engineering (IEEE BigDataSE)* (p. 533–538). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TrustCom/BigDataSE.2018.00081>
25. Nalyvaiko, O., Zhukova, O., Ivanenko, L., Shvedova, Y., & Nekrashevych, T. (2021). Gamification as a new format of projects method in blended learning conditions studying disciplines of the pedagogical cycle. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 13(4), 17–30. <https://doi.org/10.18662/rrem/13.4/468>
26. Tu, R., Hsieh, P., & Feng, W. (2019). Walking for fun or for “likes”? The impacts of different gamification orientations of fitness apps on consumers’ physical activities. *Sport Management Review*, 22(5), 682–693. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2018.10.005>
27. Cotton, V., & Patel, M. S. (2019). Gamification use and design in popular health and fitness mobile applications. *American Journal of Health Promotion*, 33(3), 448–451. <https://doi.org/10.1177/0890117118790394>
28. Jin, R., Cai, C., Deng, T., Li, Q., & Zheng, R. (2021). MotionBeep: Enabling fitness game for collocated players with acoustic-enabled IoT devices. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(13), 10755–10765. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2021.3050436>
29. Yin, S., Cai, X., Wang, Z., Zhang, Y., Luo, S., & Ma, J. (2022). Impact of gamification elements on user satisfaction in health and fitness applications: A comprehensive approach based on the Kano model. *Computers in Human Behavior*, 128, 107106. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107106>
30. Domuta, A. D., Libal, O., & Strauss, C. (2023). Health and fitness apps: An analysis of gamification elements in Austria. In *6th International Conference on Informatics & Data-Driven Medicine, IDDM 2023* (Vol. 3609). RWTH AACHEN. <https://ceur-ws.org/Vol-3609/paper9.pdf>
31. Sienel, N., Muenster, P., & Zimmermann, G. (2021). Player-type-based personalization of gamification in fitness apps. In *HEALTHINF: Proceedings of the 14th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies – Vol. 5: HEALTHINF* (p. 361–368). SCITEPRESS. <https://doi.org/10.5220/0010230603610368>
32. Windasari, N. A., & Lin, F. (2021). Why do people continue using fitness wearables? The effect of interactivity and gamification. *Sage Open*, 11(4), 21582440211056606. <https://doi.org/10.1177/21582440211056606>
33. Zhao, Z., Etemad, S. A., Whitehead, A., & Arya, A. (2016). Motivational impacts and sustainability analysis of a wearable-based gamified exercise and fitness system. *CHI Play 2016: Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion* (p. 359–365). ASSOC COMPUTING MACHINERY. <https://doi.org/10.1145/2968120.2987726>
34. Kang, S., Kim, S., & Kim, J. (2020). Forensic analysis for IoT fitness trackers and its application. *Peer-to-Peer Networking and Applications*, 13(2, SI), 564–573. <https://doi.org/10.1007/s12083-018-0708-3>
35. Ozdamli, F., & Milrich, F. (2023). Positive and negative impacts of gamification on the fitness industry. *European Journal of Investigation in Health Psychology and Education*, 13(8), 1411–1422. <https://doi.org/10.3390/ejihpe13080103>
36. Nobakht, M., Sui, Y., Seneviratne, A., & Hu, W. (2020). PGFIT: Static permission analysis of health and fitness apps in IoT programming frameworks. *Journal of Network and Computer Applications*, 152?, 102509. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.102509>
37. Zhou, W., & Piramuthu, S. (2014). Security/privacy of wearable fitness tracking IoT devices. In *2014 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (p. 1–5). IEEE. https://www.researchgate.net/profile/Wei-Zhou-5/publication/269268685_Securityprivacy_of_wearable_fitness_tracking_IoT_devices/links/56068cb608ae8e08c08e80cc/Security-privacy-of-wearable-fitness-tracking-IoT-devices.pdf
38. Arora, C., & Razavian, M. (2021). Ethics of gamification in health and fitness-tracking. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11052. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111052>

/ Матеріал надійшов до редакції: 17.10.2025 р. / Прийнято до друку: 26.11.2025 р. / Опубліковано: 30.12.2025 р. /

