



ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИКА НАВЧАННЯ

УДК 796:004.9:612.76

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.18345429>

Гейміфіковані алгоритми підвищення рухової активності підлітків через мобільні платформи біомеханічного аналізу рухів

Поврозьний Андрій Богданович,

Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди,
м. Харків, Україна, <https://orcid.org/0009-0005-1945-3960>

Прийнято: 06.01.2026 | Опубліковано: 23.01.2026

***Анотація.** Актуальність дослідження зумовлена стійкою тенденцією до зниження рівня рухової активності підлітків в умовах цифровізації повсякденного життя та обмеженою ефективністю традиційних підходів до її стимулювання. Водночас більшість наявних цифрових рішень орієнтовані переважно на кількісні показники активності й не враховують індивідуальні біомеханічні особливості рухової діяльності, що обмежує їхній оздоровчий потенціал і безпеку застосування. **Мета статті** полягає в науковому обґрунтуванні можливостей і результативності використання гейміфікованих алгоритмів у складі мобільних платформ біомеханічного аналізу рухів як засобу підвищення рухової активності підлітків з урахуванням їхніх індивідуальних біомеханічних характеристик і мотиваційних чинників. **Методи дослідження** включають аналіз і узагальнення наукових джерел із проблем цифрового стимулювання рухової активності, біомеханічного аналізу рухів і гейміфікації, порівняльний аналіз функціональних можливостей мобільних платформ, логіко-структурний аналіз алгоритмів інтеграції*



біомеханічних даних та гейміфікаційних механізмів, а також теоретичне моделювання ефектів їх застосування в підлітковому середовищі. **Результати дослідження** свідчать, що інтеграція біомеханічного аналізу рухів і гейміфікаційних механізмів дозволяє перейти від формального стимулювання активності до індивідуалізованого управління руховою діяльністю. Доведено, що використання біомеханічних параметрів у гейміфікованих алгоритмах сприяє підвищенню якості виконання рухів, формуванню усвідомленого контролю навантажень і зниженню ризику перевантажень. Виявлено ключові науково-практичні проблеми застосування таких платформ, пов'язані з точністю сенсорних даних, віковими психофізіологічними обмеженнями та нестійкістю мотиваційного ефекту в довготривалій перспективі. **Висновки.** Встановлено, що гейміфіковані алгоритми в мобільних платформах біомеханічного аналізу рухів доцільно розглядати як ефективний допоміжний інструмент системи фізичного виховання та оздоровчих програм, здатний забезпечити індивідуалізацію, безпеку і якість рухової активності підлітків. Перспективи подальших досліджень пов'язані з емпіричною перевіркою довготривалого впливу гейміфікованих платформ на рухову поведінку підлітків, удосконаленням алгоритмів біомеханічного аналізу з урахуванням вікових особливостей та розробленням педагогічно й етично обґрунтованих моделей їх інтеграції в освітнє середовище.

Ключові слова: цифрові оздоровчі технології, рухова поведінка підлітків, індивідуалізація фізичного навантаження, мотиваційні механізми, якість рухів, профілактика гіподинамії, цифрові інтервенції у фізичному вихованні.



Gamified algorithms for enhancing adolescents' physical activity through mobile platforms for biomechanical movement analysis

Andrii Povroznyi,

H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University,
Kharkiv, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0005-1945-3960>

***Abstract.** The study's relevance stems from the persistent decline in adolescent motor activity amid the digitalization of everyday life and the limited effectiveness of traditional approaches to stimulating it. At the same time, most available digital solutions focus mainly on quantitative indicators of activity and do not account for individual biomechanical features of motor activity, limiting their health-improving potential and safety of use. The **purpose of the article** is to scientifically substantiate the feasibility and effectiveness of using gamified algorithms on mobile platforms for biomechanical analysis of movements to increase adolescents' motor activity, while accounting for their individual biomechanical characteristics and motivational factors. The **research methods** include analysis and generalization of scientific sources on the problems of digital stimulation of motor activity, biomechanical analysis of movements and gamification, comparative analysis of the functional capabilities of mobile platforms, logical-structural analysis of algorithms for integrating biomechanical data and gamification mechanisms, as well as theoretical modeling of the effects of their use in the adolescent environment. The **results of the study** indicate that integrating biomechanical analysis of movements and gamification mechanisms enables us to move from formal stimulation of activity to individualized management of motor activity. It is proven that the use of biomechanical parameters in gamified algorithms improves movement performance, promotes conscious control of loads, and reduces the risk of overload. Key scientific and practical problems in using such*



*platforms, including the accuracy of sensory data, age-related psychophysiological limitations, and the instability of the motivational effect over the long term, have been identified. **Conclusions.** It has been established that gamified algorithms on mobile platforms for biomechanical analysis of movements should be considered an effective auxiliary tool for the system of physical education and health programs, capable of ensuring individualization, safety, and the quality of motor activity in adolescents. Prospects for further research include empirical verification of the long-term impact of gamified platforms on adolescents' motor behavior, improvement of biomechanical analysis algorithms that account for age-specific characteristics, and the development of pedagogically and ethically justified models for their integration into the educational environment.*

Keywords: *digital health technologies, adolescent motor behavior, physical load individualization, motivational mechanisms, movement quality, hypodynamia prevention, digital interventions in physical education.*

Постановка проблеми. Сучасні тенденції цифровізації повсякденного життя підлітків супроводжуються зниженням рівня їхньої рухової активності, що набуває характеру стійкої медико-соціальної проблеми з довготривалими наслідками для фізичного розвитку, функціонального стану опорно-рухового апарату та формування здоров'язбережувальної поведінки. Традиційні підходи до стимулювання фізичної активності цієї вікової групи демонструють обмежену ефективність в умовах високої конкуренції з боку цифрових розваг і не враховують індивідуальних біомеханічних особливостей рухової діяльності підлітків. У цьому контексті актуалізується необхідність пошуку інноваційних інструментів мотивації, здатних поєднати звичне для підлітків цифрове середовище з науково обґрунтованими механізмами контролю та корекції рухової активності.



Розвиток мобільних платформ біомеханічного аналізу рухів, заснованих на використанні сенсорів, комп'ютерного зору та алгоритмів оброблення рухових даних, створює передумови для переходу від формального обліку фізичної активності до її якісного оцінювання з позицій безпеки, ефективності та індивідуальної адекватності. Водночас без інтеграції мотиваційних механізмів такі технології залишаються інструментами пасивного моніторингу і не забезпечують стійкої залученості користувачів підліткового віку. Саме тому впровадження гейміфікованих алгоритмів, які трансформують біомеханічні параметри рухів в ігрові сценарії, зворотний зв'язок і досяжні цілі, розглядається як перспективний напрям підвищення рухової активності з огляду на психофізіологічні особливості підлітків.

Проблема тісно пов'язана з важливими науковими завданнями в галузях біомеханіки, цифрової кінезіології та прикладних інформаційних технологій, зокрема з розробленням алгоритмів інтерпретації рухових даних у режимі реального часу, моделюванням індивідуальних рухових патернів та оцінюванням впливу гейміфікації на формування стійкої рухової мотивації. Практичний аспект проблеми полягає у створенні доступних мобільних рішень для системи фізичного виховання, превентивної медицини та позашкільної оздоровчої діяльності, які здатні підвищити рівень рухової активності підлітків, знизити ризики порушень опорно-рухового апарату та сприяти формуванню довготривалих навичок активного способу життя. Таким чином, дослідження гейміфікованих алгоритмів у складі мобільних платформ біомеханічного аналізу рухів відповідає актуальним науковим викликам і має безпосередню прикладну значущість для розв'язання комплексних завдань охорони здоров'я та освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Огляд сучасних досліджень свідчить про багатовимірність цієї проблематики та наявність кількох стійких дослідницьких ліній. Значну частину праць зосереджено на психологічних,



нейропсихологічних і ціннісних детермінантах мотивації до рухової активності в умовах цифровізації. Зокрема, у дослідженні Б. Максимчук (B. Maksymchuk) та співавторів розкрито нейропсихологічні механізми профілактики прокрастинації. Авторами доведено, що саморегуляція, внутрішня мотивація та структурований зворотний зв'язок є ключовими чинниками формування стійких поведінкових патернів, релевантних і для рухової активності [1]. Подібну логіку підтримують В. В. Овчарук та співавтори, які підкреслюють аксіологічні засади фізичного самовдосконалення молоді, наголошуючи, що цифрові та гейміфіковані інструменти є ефективними лише за умови внутрішнього прийняття цінностей здоров'я та активного способу життя [2]. З позицій взаємодії користувача з цифровими інтерфейсами Г. М. Кім (H. M. Kim) та співавтори показують, що комплексне поєднання ігрових елементів у фітнес-застосунках підвищує мотивацію та регулярність рухової активності [3].

Інший масив робіт пов'язаний з алгоритмізацією рухової діяльності на основі фізіологічних, координаційних і пропріоцептивних параметрів. У дослідженні Д. Безпам'ятного (D. Bezramiatnyi) обґрунтовано підходи до вдосконалення нейром'язової координації, що створює методичну основу для формалізації рухових завдань у цифрових середовищах [4]. В іншій праці цього ж автора доведено ефективність інтервенцій, спрямованих на розвиток пропріоцепції, що підтверджує доцільність використання сенсорного зворотного зв'язку як базового елементу адаптивних гейміфікованих алгоритмів [5]. На рівні доказової медицини Т. Ю (T. Yu) та співавтори в систематичному огляді й метааналізі демонструють, що гейміфіковані мобільні інтервенції на основі mobile health забезпечують статистично значуще підвищення фізичної активності, підтверджуючи ефективність поєднання мотиваційних і фізіологічно обґрунтованих підходів [6].



Важливий пласт досліджень стосується аналізу мобільних застосунків та поведінкових технік зміни, орієнтованих саме на підліткову аудиторію. У наративному огляді Г. В. Перейра (H. V. Pereira) та співавтори систематизують ключові поведінкові техніки зміни, зокрема самоспостереження, постановку цілей і соціальну підтримку як основу ефективних гейміфікованих рішень для стимулювання рухової активності [7]. Якісні дані, отримані Л. Гомеш (L. Gomes) та співавторами, свідчать, що суб'єктивне сприйняття гейміфікації підлітками істотно впливає на регулярність використання застосунків і сталість поведінкових змін [8]. Ці результати доповнює С. Е. Нурсескасатмата (S. E. Nurseskasatmata), розглядаючи розумні носимі пристрої як інструменти раннього виявлення ризиків малорухомості, що посилює потенціал мобільних платформ у гейміфікованому управлінні активністю молоді [9].

Окрему групу становлять роботи, присвячені цифрово-інтелектуальним і біомеханічним технологіям як інструментальній основі персоналізації рухової активності. У систематичному огляді Ц. Чжун (Q. Zhong) та співавтори узагальнюють застосування цифрово-інтелектуальних технологій у фізичному вихованні, підкреслюючи можливості інтеграції аналітики даних і біомеханічного аналізу в освітні та тренувальні процеси [10]. К. Інтаванг (K. Intawong) та співавтори пропонують рамку розроблення мобільної гейміфікації з використанням доповненої реальності, що розширює інструментарій мотиваційного впливу на рухову активність [11]. Сучасні технології у фізичному вихованні як засіб оновлення педагогічних підходів і підвищення залученості учнів розглядає М. Ахсан (M. Ahsan) [12], тоді як М. Лі (M. Li) обґрунтовує доцільність використання біомеханічного аналізу для оптимізації техніки рухів і підвищення якості навчання рухових дій [13].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.
Незважаючи на зростання кількості досліджень, присвячених використанню



мобільних цифрових платформ для стимулювання рухової активності підлітків, низка аспектів проблеми залишається нерозглянутою. Недостатньо досліджено можливості системної інтеграції біомеханічного аналізу рухів у гейміфіковані алгоритми, а також їх вплив на індивідуалізацію, безпечність і якість рухової діяльності. Обмежено висвітленими є питання точності біомеханічних даних у масових мобільних рішеннях, урахування вікових психофізіологічних особливостей підлітків і стабільності мотиваційного ефекту в довготривалій перспективі, що знижує прикладну цінність наявних підходів.

Запропоноване дослідження спрямовано на заповнення зазначених прогалин шляхом комплексного аналізу сучасних мобільних платформ та їх оцінювання з позицій індивідуалізації, безпечності та якості рухової активності підлітків.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета статті – обґрунтувати можливості та ефективність застосування гейміфікованих алгоритмів у мобільних платформах біомеханічного аналізу рухів для підвищення рівня рухової активності підлітків з урахуванням їхніх індивідуальних біомеханічних і мотиваційних особливостей.

Для досягнення мети в статті передбачено розв'язання таких завдань:

- 1) проаналізувати сучасні мобільні цифрові платформи стимулювання рухової активності підлітків та їх можливості щодо біомеханічного аналізу рухів;
- 2) охарактеризувати гейміфіковані алгоритми на основі біомеханічних параметрів рухової діяльності та оцінити ефекти їх інтеграції з позицій індивідуалізації, безпечності та якості рухової активності підлітків;
- 3) виявити науково-практичні проблеми застосування гейміфікованих алгоритмів у мобільних платформах біомеханічного аналізу рухів і

обґрунтувати рекомендації щодо їх упровадження в систему фізичного виховання та оздоровчих програм для підлітків.

Виклад основного матеріалу дослідження. У сучасних умовах цифрової трансформації сфери фізичного виховання та охорони здоров'я мобільні цифрові платформи розглядаються як один із ключових інструментів стимулювання рухової активності підлітків, оскільки поєднують доступність, персоналізований зворотний зв'язок і можливість безперервного збирання рухових даних. Переорієнтація підходів від епізодичного контролю фізичної активності до її постійного цифрового супроводу зумовлює зростання інтересу до платформ, здатних не лише фіксувати кількісні показники руху, а й здійснювати біомеханічний аналіз рухів з огляду на індивідуальні особливості підліткового організму [11, р. 108]. Саме інтеграція сенсорних технологій, алгоритмів оброблення рухових сигналів і мобільних інтерфейсів створює підґрунтя для формування нової якості мотиваційних механізмів фізичної активності.

Отже, сучасні мобільні цифрові платформи відіграють роль зручного інструмента стимулювання рухової активності підлітків шляхом поєднання обліку фізичної активності, зворотного зв'язку та елементів мотиваційного дизайну (табл. 1).

Таблиця 1

Мобільні цифрові платформи для стимулювання рухової активності підлітків та їхні можливості щодо біомеханічного аналізу рухів

Типи платформ	Приклади платформ	Можливості біомеханічного аналізу	Практичне значення для стимулювання рухової активності
Фітнес-трекінгові платформи	Polar Beat, Nike Training Club	Аналіз частоти, інтенсивності та ритмічності рухів на основі сенсорних даних	Формування регулярності рухової активності та самоконтролю навантажень



Типи платформ	Приклади платформ	Можливості біомеханічного аналізу	Практичне значення для стимулювання рухової активності
Платформи з комп'ютерним зором	My Jump Lab, Coach's Eye	Оцінювання техніки виконання рухів, амплітуди, симетрії та вибухової сили	Підвищення якості рухів і зниження ризику помилкових моторних патернів
Гейміфіковані мобільні платформи	Pokémon GO, Zombies, Run!	Перетворення просторово-часових параметрів руху в ігрові показники	Підвищення мотивації через ігрову взаємодію та сюжетні завдання
Освітньо-оздоровчі платформи	Polar GoFit, Google Fit (Education use)	Індивідуалізований аналіз рухової активності в освітньому середовищі	Інтеграція рухової активності в освітній процес
Профілактичні та реабілітаційні платформи	My Jump Lab, PhysioVision (mobile use)	Виявлення асиметрій і порушень координації рухів	Рання профілактика перевантажень та порушень опорно-рухового апарату

Джерело: сформовано автором на основі [3, р. 2081; 6; 7, р. 36; 8, р. 89; 9, р. 80; 11, р. 108; 13]

Доступні нині мобільні платформи забезпечують підтримку рухової активності молоді на різних рівнях. Зокрема, застосунок Polar Beat використовується як мобільний фітнес-трекер, що дозволяє реєструвати тривалість, інтенсивність і просторові параметри рухової активності, а також інтегрувати дані серцевого ритму за наявності сумісних датчиків [14]. У практиці фізичного виховання це створює умови для переходу від формального виконання нормативів до індивідуалізованого контролю навантажень і формування навичок саморегуляції рухової поведінки. Поряд із трекінговими рішеннями зростає роль гейміфікованих мобільних платформ, які стимулюють фізичну активність через ігрові сценарії та сюжетні завдання. Прикладом є застосунок Zombies, Run!, офіційно доступний у цифрових магазинах додатків, у якому біг або швидка ходьба інтегруються в аудіосюжет із виконанням місій, що підвищує залученість користувачів і регулярність рухової активності [15]. Такий підхід є особливо ефективним у підлітковому



віці, оскільки поєднує фізичне навантаження з емоційною та ігровою мотивацією.

Ефективність мобільних застосунків для підвищення рівня фізичної активності дітей і підлітків підтверджується узагальненими науковими даними. Метааналіз, опублікований у фаховому журналі JMIR mHealth and uHealth, показав, що використання mHealth-інтервенцій, зокрема фітнес-додатків, має статистично значущий позитивний вплив на показники фізичної активності та фізичної підготовленості в молодіжних групах [16]. Це свідчить про доцільність інтеграції мобільних платформ у системи фізичного виховання та профілактики малорухомого способу життя. Водночас практична ефективність мобільних рішень значною мірою залежить від наявності поведінкових і мотиваційних компонентів, як-от постановка цілей, зворотний зв'язок і залучення користувачів у процес самоконтролю [17]. Дослідження підкреслюють, що цифрові інтервенції для підлітків демонструють найбільший ефект за умови поєднання технологічних засобів зі зрозумілою структурою завдань і регулярною взаємодією користувача з платформою [18, р. 177]. Зокрема, сучасні мобільні цифрові платформи – від фітнес-трекерів до гейміфікованих додатків – функціонують як реальні інструменти стимулювання рухової активності підлітків, забезпечуючи вимірюваність фізичного навантаження, мотиваційний зворотний зв'язок і передумови для впровадження елементів біомеханічного аналізу рухів у масовій освітній та оздоровчій практиці.

У контексті підвищення рухової активності підлітків гейміфіковані алгоритми, побудовані на основі біомеханічних параметрів рухової діяльності, розглядаються як інструмент поєднання об'єктивного аналізу рухів із мотиваційними механізмами цифрового середовища. Їх принципова відмінність від традиційних фітнес-рішень полягає не в самому факті ігрової подачі, а в алгоритмічному перетворенні кількісних і якісних біомеханічних

характеристик рухів (швидкість, амплітуда, ритмічність, симетрія, стабільність) у значущі для користувача ігрові стимули. Такий підхід дозволяє зберегти наукову обґрунтованість контролю рухової діяльності й водночас адаптувати її до когнітивних і мотиваційних особливостей підліткового віку, для якого характерні потреба в досягненнях, змагальність і негайний зворотний зв'язок (табл. 2).

Таблиця 2

Принципи побудови гейміфікованих алгоритмів на основі біомеханічних параметрів рухової діяльності

Принцип	Біомеханічна основа	Алгоритмічна реалізація	Очікуваний ефект
Об'єктивності рухових даних	Кінематичні та динамічні параметри руху	Автоматичне збирання й оброблення сенсорних або відеоданих	Довіра до результатів і прийняття зворотного зв'язку
Персоналізації	Індивідуальні рухові патерни	Адаптація складності завдань до можливостей користувача	Підтримка досяжності цілей
Негайного зворотного зв'язку	Відхилення параметрів руху від оптимальних	Візуалізація результатів у реальному часі	Посилення усвідомленості рухів
Прогресивності	Динаміка змін рухових показників	Нарахування балів, рівнів, досягнень	Формування відчуття розвитку
Безпечності	Ознаки перевантаження або асиметрії	Алгоритмічні обмеження та попередження	Зниження ризику травматизації

Джерело: сформовано автором на основі [1, р. 7; 3, р. 2083; 4, р. 149; 5, р. 55; 7, р. 38; 11, р. 112]

У сучасній практиці гейміфіковані алгоритми, побудовані на основі біомеханічних параметрів рухової діяльності, функціонують як інструменти алгоритмічного перетворення об'єктивних рухових характеристик у мотиваційно значущі стимули для підлітків. Їх прикладна цінність полягає в тому, що ядро таких систем оперує кількісними кінематичними й динамічними показниками рухів, які автоматично оцінюються та транслюються у вигляді



ігрового зворотного зв'язку, що забезпечує поєднання наукової обґрунтованості контролю рухів і психологічної привабливості взаємодії з платформою. Практична реалізація цих алгоритмів орієнтована на оцінювання якості рухів, а не лише їх кількості [7, р. 38]. Алгоритми аналізують ритмічність, стабільність і симетрію рухів та прив'язують ігрові винагороди до відповідності оптимальним біомеханічним параметрам. У навчально-оздоровчих програмах це сприяє формуванню коректних моторних стереотипів і зменшенню формального виконання вправ. Водночас фіксація динаміки біомеханічних показників у часі дозволяє адаптувати складність завдань, підтримуючи мотивацію через відчуття поступового прогресу [3, р. 2083]. Персоналізовані гейміфіковані алгоритми забезпечують індивідуалізацію рухових програм у групах з різним рівнем фізичної підготовленості. Через урахування індивідуальних рухових патернів однакові за змістом вправи реалізуються через різні сценарії досягнення результату, що знижує демотиваційний ефект порівняння та зберігає внутрішню залученість підлітків. Негайний зворотний зв'язок у вигляді візуальних або ігрових сигналів дозволяє здійснювати самокорекцію рухів у процесі виконання завдань без зовнішнього контролю. З позицій безпеки гейміфіковані алгоритми на основі біомеханічних параметрів інтегрують механізми обмеження навантаження та попередження перевантажень, що реалізується через автоматичну зміну складності або ігрових умов у разі виявлення небажаних відхилень рухових показників. Таким чином, у сучасних умовах такі алгоритми поєднують мотиваційний потенціал гейміфікації з науково обґрунтованим контролем якості та безпеки рухової активності підлітків.

Інтеграція біомеханічного аналізу рухів і гейміфікаційних механізмів у мобільних платформах формує нову якість управління руховою активністю підлітків, у межах якої цифрові інструменти виконують не лише мотиваційну, а й регуляторну та коригувальну функцію. На відміну від підходів,

орієнтованих виключно на стимулювання активності, поєднання біомеханічних даних із гейміфікацією дозволяє одночасно враховувати індивідуальні рухові можливості, контролювати безпечність навантажень і забезпечувати якість виконання рухів. Такий підхід переводить мобільні платформи з рівня засобів заохочення до руху на рівень інструментів індивідуалізованого управління руховою діяльністю підлітків у повсякденних умовах (табл. 3).

Таблиця 3

Ефекти інтеграції біомеханічного аналізу та гейміфікаційних механізмів у мобільних платформах рухової активності підлітків

Критерій оцінювання	Біомеханічний компонент	Гейміфікаційний компонент	Очікуваний ефект
Індивідуалізація	Аналіз індивідуальних рухових патернів	Персоналізовані ігрові сценарії	Адаптація навантажень до можливостей підлітків
Безпечність	Контроль асиметрій і перевантажень	Обмеження або зміна ігрових умов	Зниження ризику травматизації
Якість рухів	Оцінювання точності та стабільності рухів	Винагороди за коректне виконання	Формування правильних моторних навичок
Стійкість мотивації	Динаміка рухових показників	Поступове ускладнення ігрових завдань	Підтримка довготривалої залученості
Саморегуляція	Зворотний зв'язок у реальному часі	Візуальні та ігрові сигнали	Розвиток усвідомленого контролю рухів

Джерело: сформовано автором на основі [2, с. 62; 6; 8, р. 92; 9, р. 83; 10; 13]

Інтеграція біомеханічного аналізу рухів і гейміфікаційних механізмів у мобільних платформах проявляється насамперед у зміні характеру рухової активності підлітків – від кількісно орієнтованої до якісно контрольованої та індивідуально адаптованої. Використання біомеханічних даних у поєднанні з ігровими сценаріями дозволяє підліткам виконувати фізичні вправи з урахуванням власних функціональних можливостей, що знижує розрив між мотиваційним залученням і реальними руховими результатами. Ефект



індивідуалізації проявляється у формуванні різних траєкторій рухової активності в межах одного цифрового середовища. У практиці фізичного виховання це означає, що підлітки з різним рівнем підготовленості досягають ігрових результатів через різну якість і складність рухів, а не через уніфіковані нормативи [2, с. 62]. Такий підхід зменшує психоемоційне напруження, пов'язане з порівнянням результатів, і сприяє збереженню залученості менш фізично підготовлених учасників. З позицій безпеки інтегровані платформи забезпечують перехід від реактивного до превентивного контролю рухової діяльності. У реальних умовах це проявляється в автоматичному обмеженні інтенсивності або зміні рухових завдань у разі накопичення ознак втоми чи нестабільності рухів, що знижує ризик перевантажень без зниження мотиваційного ефекту [13]. Таким чином, контроль безпеки стає невід'ємною частиною рухової активності, а не зовнішнім регулятором. Якість рухової активності підлітків у таких системах підвищується завдяки орієнтації на відтворюваність і коректність рухів упродовж часу. У практичному вимірі це проявляється в поступовому вдосконаленні координації, стабільності та контролю рухів, що має значення не лише для короткострокових ігрових результатів, а й для формування довготривалих рухових навичок [6]. Отже, ефект інтеграції біомеханічного аналізу та гейміфікації полягає не в самій цифровій взаємодії, а в трансформації рухової поведінки підлітків у напрямі усвідомленої, безпечної та якісної фізичної активності.

Застосування гейміфікованих алгоритмів у мобільних платформах біомеханічного аналізу рухів супроводжується низкою науково-практичних проблем, що обмежують стабільність і відтворюваність отриманих результатів у підлітковій віковій групі. Однією з ключових проблем є обмежена точність і надійність біомеханічних даних, зумовлена використанням побутових сенсорів, варіативністю умов вимірювання та залежністю алгоритмів від положення пристрою або якості відеозапису [3, р. 2082]. Це ускладнює



інтерпретацію рухових параметрів і створює ризик формування некоректного зворотного зв'язку, який може закріплювати неефективні або небажані моторні патерни. Суттєвим обмеженням є вікові психофізіологічні особливості підлітків, зокрема нерівномірність розвитку координації, швидкі темпи соматичних змін і підвищена чутливість до зовнішньої оцінки. У таких умовах стандартизовані алгоритмічні критерії можуть не відповідати індивідуальним можливостям, що знижує як коректність біомеханічного аналізу, так і мотиваційний ефект гейміфікації. Додаткову складність становить обмежена здатність частини підлітків до саморегуляції навантажень, що підвищує ризик перевантажень у разі некоректної інтерпретації ігрових стимулів. Окремою проблемою є нестійкість мотиваційного ефекту гейміфікованих рішень у довготривалій перспективі. Ефект новизни та ігрової залученості часто має короточасний характер і знижується в міру звикання користувачів до ігрових механік, особливо за відсутності глибокої персоналізації та варіативності сценаріїв [9, р. 80]. За таких умов гейміфікація ризикує перетворитися на формальний інтерфейс, не пов'язаний із реальним покращенням рухових показників. Науково-практичні труднощі також становлять: обмежена валідація алгоритмів у масових умовах, складність інтеграції таких платформ в освітні та оздоровчі програми, а також етичні аспекти збирання та оброблення рухових даних неповнолітніх.

Розроблення та впровадження гейміфікованих алгоритмів у мобільні платформи біомеханічного аналізу рухів у системі фізичного виховання та оздоровчих програм для підлітків доцільно орієнтувати на поєднання технологічної доцільності, педагогічної керованості та вікової адекватності. Насамперед такі алгоритми мають базуватися на валідованих біомеханічних показниках, для яких визначено допустимі діапазони індивідуальних коливань, що дозволяє уникнути некоректної інтерпретації рухових даних у масовій практиці та гарантувати безпечність навантажень. Гейміфікаційні



механізми доцільно використовувати не як самоціль, а як засіб підтримки регулярності й усвідомленості рухової активності, прив'язуючи ігрові винагороди до якості виконання рухів і динаміки індивідуального прогресу. У практиці фізичного виховання впровадження таких платформ доцільно здійснювати як доповнення до традиційних занять, інтегруючи мобільні рішення в структуру уроків або позаурочних активностей для самостійної роботи підлітків. Це дозволяє використовувати цифрові алгоритми як інструмент диференціації навантажень і формування навичок самоконтролю без повної заміни педагогічного супроводу. В оздоровчих програмах гейміфіковані алгоритми доцільно застосовувати в режимі поступового ускладнення рухових завдань з огляду на функціональний стан підлітків, передбачаючи алгоритмічні обмеження, що запобігають перевантаженню та формалізації ігрової мотивації. Особливу увагу слід приділяти персоналізації алгоритмів і варіативності ігрових сценаріїв, що є ключовою умовою підтримання мотиваційного ефекту в середньо- та довготривалій перспективі. Доцільним є також поєднання індивідуального і групового форматів взаємодії, коли ігрові елементи сприяють соціальній підтримці без прямого порівняння фізичних можливостей учасників. Загалом, ефективне впровадження гейміфікованих алгоритмів у мобільні платформи біомеханічного аналізу рухів потребує міждисциплінарного підходу, що поєднує знання з біомеханіки, педагогіки, психології та цифрових технологій, і має бути спрямовано на формування стійких, безпечних і якісних практик рухової активності підлітків.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що гейміфіковані алгоритми в мобільних платформах біомеханічного аналізу рухів створюють ефективні передумови для підвищення рухової активності підлітків шляхом поєднання мотиваційних механізмів з об'єктивним контролем якості рухів. Показано, що інтеграція біомеханічних параметрів у гейміфіковане



середовище забезпечує індивідуалізацію навантажень, підвищує безпечність рухової діяльності та сприяє формуванню усвідомлених і стійких моторних навичок. Виявлено, що основними науково-практичними проблемами застосування таких платформ є обмежена точність сенсорних даних, складність урахування вікових психофізіологічних особливостей підлітків у стандартизованих алгоритмах, а також нестійкість мотиваційного ефекту в довготривалій перспективі. Обмежувальними чинниками також виступають недостатня валідація алгоритмів у масовій освітньо-оздоровчій практиці та труднощі їх інтеграції в чинні програми фізичного виховання. Сформульовані рекомендації вказують на доцільність використання гейміфікованих алгоритмів як допоміжного інструмента фізичного виховання, орієнтованого на підтримку регулярності рухової активності, диференціацію навантажень і розвиток навичок саморегуляції. Перспективи подальших досліджень пов'язані з удосконаленням алгоритмів біомеханічного аналізу, емпіричною оцінкою їх довготривалого впливу на рухову поведінку підлітків та розробленням моделей безпечної й педагогічно доцільної інтеграції цифрових платформ у систему фізичного виховання.

Список використаних джерел

1. Maksymchuk B., Absalyamova L., Kryukova M., Chorna O., Bader S., Anastasova N. Neuropsychological prevention of students' procrastination. *BRAIN. Broad research in artificial intelligence and neuroscience*. 2024. Vol. 15, № 1. P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.18662/brain/15.1/530>.

2. Овчарук В. В., Максимчук Б. А., Баштовенко О. А., Головченко О. І., Адамчук В. В. Аксиологічні засади самовдосконалення фізичного розвитку студентської молоді в контексті сучасних освітніх інновацій. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. 2024. № 100. С. 60–64. DOI: <https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series5.2024.100.12>.



3. Kim H. M., Cho I., Kim M. Gamification aspects of fitness apps: Implications of mHealth for physical activities. *International journal of human–computer interaction*. 2023. Vol. 39, № 10. P. 2076–2089. DOI: <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2073322>.

4. Bezpamiatnyi D. Advanced approaches to improving neuromuscular coordination in athletes. *SWorld journal*. 2025. Vol. 4, № 31-04. P. 144–154. DOI: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2025-31-04-021>.

5. Bezpamiatnyi D. Interventions to enhance proprioceptive function in older adults. *European journal of interdisciplinary issues*. 2025. Vol. 2, № 1. P. 52–57. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15766270>.

6. Yu T., Parry M., Yu T., Xu L., Wu Y., Zeng T., Li F. Effectiveness of mobile health–based gamification interventions for improving physical activity in individuals with cardiovascular diseases: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *JMIR serious games*. 2025. Vol. 13. Article e64410. DOI: <https://doi.org/10.2196/64410>.

7. Pereira H. V., Teixeira D. S., Slawinska M., Davis P., López-Flores M., Nyström M., Gomes L. Physical activity promotion apps for adolescents. Narrative review of key behavior change techniques and central features. *Retos*. 2025. Vol. 65. P. 32–43. DOI: <https://doi.org/10.47197/retos.v65.110823>.

8. Gomes L., Teixeira D., Slawinska M., Davis P., López-Flores M., Nyström M., Pereira H. Adolescents' perspectives on smartphone applications for physical activity promotion: insights from focus group discussions. *Retos*. 2024. Vol. 56. P. 85–94. DOI: <https://doi.org/10.47197/retos.v56.104357>.

9. Nurseskasatmata S. E. Smart wearables as early warning systems for sedentary-induced health risks in youth: a scoping review of sport and health perspectives. *Journal of health, sport, and nursing*. 2025. Vol. 1, № 02. P. 73–95. URL: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jhsn/article/view/74439/53164> (дата звернення: 14.01.2026).



10. Zhong Q., Jiang J., Bai W., Yin Z., Liao Z., Zhong X. Application of digital-intelligent technologies in physical education: a systematic review. *Frontiers in public health*. 2025. Vol. 13. Article 1626603. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1626603>.

11. Intawong K., Puritat K. A Framework of developing mobile gamification to improve user engagement of physical activity: a case study of location-based augmented reality mobile game for promoting physical health. *International journal of online & biomedical engineering*. 2021. Vol. 17, № 7. P. 100–122. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijoe.v17i07.22349>.

12. Ahsan M. The use of modern technology in physical education teaching and learning process. *International journal of sports and physical education*. 2024. Vol. 10, № 1. P. 14–16. DOI: <https://doi.org/10.20431/2454-6380.1001003>.

13. Li M. Research on the application of biomechanics analysis in optimizing physical education movement techniques. *Molecular & cellular biomechanics*. 2024. Vol. 21, № 3. P. 496–496. DOI: <https://doi.org/10.62617/mcb496>.

14. *Polar Beat*. *Google Play*: вебсайт. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=fi.polar.beat> (дата звернення: 14.11.2025).

15. *Zombies, Run!*. *Google Play*: вебсайт. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sixtostart.zombiesrunclient> (дата звернення: 14.11.2025).

16. Wang J. W., Zhu Z., Shulign Z., Fan J., Jin Y., Gao Z. L., Li X. Effectiveness of mHealth app-based interventions for increasing physical activity and improving physical fitness in children and adolescents: Systematic review and meta-analysis. *JMIR mHealth and uHealth*. 2024. Vol 12. № 1. Article e51478. DOI: <https://doi.org/10.2196/51478>.

17. He Z., Wu H., Yu F., Fu J., Sun S., Huang T., Quan M. Effects of smartphone-based interventions on physical activity in children and adolescents:



systematic review and meta-analysis. *JMIR mHealth and uHealth*. 2021.Vol. 9. № 2. Article e22601. DOI: <https://doi.org/10.2196/22601>.

18. Melo G. L. R., Santo R. E., Clavel E. M., Prous M. B., Koehler K., Vidal-Alaball J., Agostinis-Sobrinho C. Digital dietary interventions for healthy adolescents: a systematic review of behavior change techniques, engagement strategies, and adherence. *Clinical nutrition*. 2025. Vol. 45. P. 176-192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2025.01.012>.