

УДК 797.178:796.015 (045)

DOI <https://doi.org/10.24195/olympicus/2026-1.17>**Тельянов Антон Олександрович**

аспірант кафедри водних видів спорту,
ННІ «Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту»
Українського державного університету науки і технологій
ORCID ID: 0009-0006-4347-0637

Микитчик Ольга Сергіївна

кандидат наук з фізичного виховання та спорту, професор,
професор кафедри водних видів спорту
ННІ «Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту»
Українського державного університету науки і технологій
ORCID ID: 0000-0002-8656-0943

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ І ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТАБЛИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ТА МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВІ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ У СПОРТИВНІЙ НАУЦІ

Актуальність проблеми. У статті розглядаються два підходи до математичного моделювання процесів у спортивній науці: табличні моделі на базі MS Excel та моделі, що використовують системи диференціальних рівнянь (ODE-моделі). Дане питання актуалізується через зростання потреби в доступних і гнучких інструментах моделювання (Excel) поряд із необхідністю підвищення точності та глибини аналізу складних взаємодій (ODE). **Мета** – провести порівняльний аналіз підходів до математичного моделювання у спортивній науці: табличних моделей на базі MS Excel та моделей, де за основу беруться диференціальні рівняння та їх системи. **Методи** – теоретичний аналіз та узагальнення наукової, науково-методичної та технічної літератури з питань математичного моделювання; порівняння, синтез, абстрагування, узагальнення та систематизація. **Результати дослідження.** З'ясовано, що різні вимоги до знань і засобів ускладнюють інтеграцію цих підходів у єдиний освітній та тренувальний процес. Проведено аналіз структури, гнучкості, глибини аналізу та вимог до реалізації обох типів моделей. Основна увага приділена порівнянню ключових характеристик, таких як тип представлення часу, прозорість, необхідна кваліфікація для використання та придатність для польових умов чи наукових досліджень. Розглянуті найбільш значущі фактори, що впливають на вибір моделі, зокрема практична простота проти аналітичної глибини та інтуїтивна прозорість проти математичної складності. Зроблені висновки та надані рекомендації щодо доцільності використання кожного підходу залежно від цілей користувача. Висновки. Отримані результати підтверджують, що обидва підходи є цінними інструментами: Excel – для навчання та оперативної тренерської практики, а ODE – для глибоких наукових симуляцій та досліджень. Інтеграція табличних та ODE-моделей у спортивну освіту та практику сприятиме розвитку дослідницьких навичок, критичного мислення та підвищенню якості підготовки фахівців, що зрештою призведе до підвищення спортивних результатів.

Ключові слова: моделювання, цифрові технології, спорт, ODE, MS Excel, дискретний, безперервний підходи.

Вступ. Математичне моделювання є ключовим інструментом у науці. Зокрема у спортивній науці воно дозволяє аналізувати фізіологічні процеси, оптимізувати тренувальні навантаження та прогнозувати реакцію організму спортсменів до різних видів навантаження [10]. У той же час, з розвитком цифрових технологій зросла потреба у доступних і гнучких інструментах моделювання, серед яких особливе місце займають табличні моделі на базі MS Excel та моделі, побудовані на системах диференціальних рівнянь (Ordinary Differential



Equations – ODE) [2]. Дані моделі використовуються для опису, аналізу та прогнозування різних процесів, наприклад фізіологічних.

Excel-моделі вирізняються простотою реалізації, наочністю та можливістю швидкої адаптації до польових умов, що особливо актуально для тренерів та викладачів без доступу до спеціалізованого програмного забезпечення [1], та тих, хто не має змоги використовувати більш складні методи. Натомість моделі на основі диференціальних рівнянь забезпечують вищу точність та глибину аналізу, дозволяючи описувати динаміку змін фізіологічних параметрів у реальному часі [12], хоча й вимагають більш високої спеціальної кваліфікації або залучення окремого, кваліфікованого аналітика чи дослідника.

Слід зауважити, що науково-технічний прогрес зумовлює важливість інтеграції обох підходів – як для навчання основам моделювання, так і для практичного застосування в тренувальному процесі [3]. Це сприяє розвитку дослідницьких навичок, критичного мислення та підвищенню якості підготовки фахівців, що зрештою повинно призвести до підвищення спортивних результатів. Таким чином актуальність обраної теми обумовлена необхідністю проведення порівняльного аналізу та оцінці ефективності означених вище підходів до математичного моделювання у спортивній науці.

Мета та завдання. Мета дослідження – провести порівняльний аналіз підходів до математичного моделювання у спортивній науці: табличних моделей на базі MS Excel та моделей, де за основу беруться диференціальні рівняння та їх системи.

Завдання дослідження:

1. Дослідити особливості застосування на практиці Excel та ODE –моделей.
2. Виявити відмінності у використанні Excel та ODE – моделей.
3. З'ясувати критерії обґрунтованого вибору між Excel–моделями та ODE–моделями.

Передбачається, що проведений аналіз дозволить оцінити ефективність у практичному застосуванні MS Excel та ODE–моделей, їх точність у відтворенні фізіологічних процесів та можливість застосування у тренувальному, освітньому та дослідницькому контекстах.

Методи дослідження – теоретичний аналіз та узагальнення наукової, науково-методичної та технічної літератури з питань математичного моделювання; порівняння, синтез, абстрагування, узагальнення та систематизація.

Результати дослідження. За результатами аналізу з'ясовано, що Excel–моделі базуються на дискретних обчисленнях, логічних формулах та сценаріях. Це дозволяє швидко адаптувати їх до конкретних завдань тренувального процесу, оперативного аналізу, візуалізації даних та при плануванні видів тренувального навантаження. Вони зручні та прості для візуалізації, інтеграції з польовими даними та використанні у навчальному середовищі [12]. Такі моделі легко розробляти та модифікувати без глибоких знань програмування чи математики [2], що робить їх доступними для більшого числа тренерів і викладачів [3].

Натомість ODE–моделі використовують системи диференціальних рівнянь для опису безперервної динаміки змін фізіологічних параметрів – таких як частота серцевих скорочень, рівень лактату, енергетичні витрати тощо [12]. Вони забезпечують високу точність, більш глибоке відображення динаміки фізіологічних змін, дозволяють враховувати часові лаги, нелінійність, зворотні зв'язки та взаємодію змінних, що є критично важливим для наукових досліджень [10; 7]. Реалізація таких моделей потребує математичної підготовки та використання спеціалізованих середовищ (Python, MATLAB, MathCad, Maple тощо), але відкриває ширші можливості для досліджень, візуалізації та симуляцій [10].

Порівняння табличних моделей та моделей на основі диференціальних рівнянь демонструє суттєві відмінності у структурі, гнучкості та глибині аналізу. Однією з ключових характеристик є тип представлення часу: Excel–моделі працюють у дискретному форматі, де зміни фіксуються покроково (наприклад, по хвилинах або сесіях), тоді як ODE–моделі описують процеси у безперервному часі, що дозволяє точніше відтворювати динаміку фізіологічних змін [12].

Ще одна важлива відмінність – прозорість. Excel–моделі можна легко читати, редагувати та пояснювати [2]. Користувач може бачити всі формули, змінні та залежності без потреби

в програмуванні. Натомість ODE–моделі, хоч і забезпечують вищу точність, є складнішими у реалізації, потребують математичної підготовки та використання спеціалізованих програмних та апаратних засобів [9].

У польових умовах, де важлива оперативність і доступність, Excel–моделі мають перевагу. Водночас, для наукових досліджень, що потребують моделювання складних взаємодій (наприклад, регуляції серцевого ритму, енергетичних потоків), ODE–моделі є незамінними [5].

Таким чином, вибір між дискретним і безперервним підходом залежить від цілей: практична простота проти аналітичної глибини, інтуїтивна прозорість проти математичної складності.

Excel–моделі базуються на дискретному підході, де процеси, наприклад фізіологічні, описуються через послідовні, або дискретні обчислення у табличному форматі. Основу таких моделей становлять логічні формули, вбудовані функції (IF–ЯКЩО, VLOOKUP–ВПР, INDEX–ИНДЕКС, TREND), надбудови (SOLVER), а також умовні сценарії, що дозволяють моделювати варіативність різних показників чи, наприклад, тренувальних навантажень:

- IF, AND, OR – для умовної логіки;
- VLOOKUP, INDEX, MATCH – для пошуку та зв'язування даних;
- TREND, FORECAST, LINEST – для побудови трендів і регресії;
- SOLVER – для оптимізації параметрів моделі [3].

Типовими прикладами є моделі для розрахунку тренувального обсягу, інтервального навантаження, відновлення, пульсових зон, енергетичних витрат. Наприклад, формула для накопичення тренувального стресу може виглядати як:

=IF(B2>Прг, B2·КВпл, B2)

де B2 – значення навантаження, Прг – поріг, КВпл – коефіцієнт впливу.

Excel також дозволяє будувати динамічні графіки, використовувати макроси для автоматизації розрахунків, а через надбудови на кшталт Power Query – інтегрувати дані з зовнішніх джерел зокрема GPS–трекерів, пульсометрів або Google Forms. Це дає можливість розширення функціональності навіть у польових умовах [1; 3].

Однак табличні моделі мають низку обмежень:

- вони не описують безперервну динаміку змін (наприклад, лактатної кривої чи серцевого ритму);
- обмежені у врахуванні часових лагів, нелінійних взаємодій та стохастичних процесів (набору випадкових величин, який залежить від параметру чи аргументу) [12];
- вимагають ручного налаштування при зміні структури моделі або введенні нових змінних.

Попри це, Excel залишається універсальним інструментом для тренерів, викладачів і здобувачів освіти, особливо у польових умовах, де немає доступу до спеціалізованого програмного забезпечення [12] та потужних комп'ютерів.

Натомість моделі на основі звичайних диференціальних рівнянь (ODE) широко використовуються для опису безперервної динаміки фізіологічних процесів [12]. Найпоширенішими типами рівнянь є:

- лінійні ODE – для моделювання простих процесів, наприклад, відновлення після навантаження;
- нелінійні ODE – для складних систем з взаємодією змінних (наприклад, модель регуляції серцевого ритму);
- системи ODE – коли кілька змінних змінюються одночасно (наприклад, модель енергетичного балансу з урахуванням глікогену, жирового обміну та лактату) [5].

Для розв'язання таких рівнянь використовуються чисельні методи, зокрема:

- метод Ейлера – простий, але менш точний;
- метод тод Рунге–Кутта (4–го порядку) – оптимальний для більшості задач;
- адаптивні методи (Dormand–Prince, ode45 у MATLAB) – для складних систем з нелінійностями [9].

Прикладом ODE – моделі є опис відновлення запасу роботи W' після інтервального навантаження:

$$\frac{dW'}{dt} = \frac{W'_{max} - W'}{\tau},$$

де W' – поточний запас роботи, W'_{max} – максимальний запас, τ – часовий параметр відновлення.

Таким чином такі моделі дозволяють враховувати індивідуальні параметри спортсмена, часові лаги, нелінійність реакцій, що робить їх незамінними у дослідницькій роботі та високоточному моделюванні [10].

Слід також зауважити, що для порівняння Excel–моделей та ODE–моделей важливим етапом є вибір об'єкта моделювання – тобто фізіологічного або біомеханічного процесу, який буде описано математично. Об'єкт має бути достатньо репрезентативним, щоб продемонструвати переваги та обмеження кожного підходу [12].

Найбільш характерними об'єктами моделювання у спортивній науці є:

- динаміка запасу роботи (W') – показник, що відображає здатність спортсмена виконувати роботу понад критичну потужність. Його відновлення після навантаження часто моделюється через експоненціальні рівняння або табличні сценарії [11];

- відновлення після навантаження – включає зміну частоти серцевих скорочень, рівня лактату, максимальної вентиляції легень. Excel дозволяє будувати сценарії з фіксованими інтервалами, тоді як ODE–моделі описують безперервну динаміку з урахуванням індивідуальних параметрів [5];

- пульсова реакція – один із найпростіших об'єктів для моделювання, особливо у табличному форматі. Проте для точного опису адаптації до інтервального навантаження потрібні нелінійні ODE–моделі [10];

- лактатна крива – складний об'єкт, що демонструє нелінійність і залежність від інтенсивності навантаження. Для її моделювання використовуються системи рівнянь, що враховують продукцію та елімінацію лактату [4].

Вибір об'єкта залежить від мети дослідження: для освітніх і тренувальних завдань доцільні прості Excel–моделі, тоді як для наукових досліджень – складні ODE–моделі з чисельним інтегруванням.

Таким чином побудова Excel–моделі у спортивній науці передбачає створення структурованої табличної системи, яка дозволяє описати, аналізувати та прогнозувати фізіологічні процеси на основі дискретних даних. Основу моделі становить логічна структура, що включає вхідні параметри (навантаження, пульс, час), обчислювальні формули та вихідні показники (наприклад, тренувальний стрес, енергетичні витрати, індекс відновлення) [2].

Для реалізації обчислень використовуються стандартні вбудовані функції Excel, а валідація моделі може здійснюватися різними шляхами, зокрема:

- порівнянням результатів з реальними даними спортсмена (пульс, лактат, час відновлення);

- перевіркою на логічну узгодженість (наприклад, чи не перевищують модельні значення фізіологічно допустимі межі);

- тестування на різних сценаріях навантаження.

Моделювання фізіологічних процесів за допомогою систем звичайних диференціальних рівнянь (ODE) дозволяє описати безперервну динаміку змін у часі [6]. Таким чином типова ODE–модель включає:

- систему рівнянь, що описує зміну фізіологічних параметрів (наприклад, пульс, VO_2 , лактат, запас роботи W') залежно від часу та навантаження;

- початкові умови, що задають стартові значення змінних;

- параметри, які можуть бути індивідуалізовані для конкретного спортсмена (наприклад, час відновлення, VO_{2Max}).

Валідація ODE–моделі здійснюється шляхом порівняння її результатів з емпіричними даними (наприклад, пульс, VO_2 , лактат), а також через оцінку похибки, стабільності та чутливості до параметрів [8].

Висновки. Зважаючи на все вищевикладене маємо зробити висновок, що для обґрунтованого вибору між Excel–моделями та ODE–моделями слід застосовувати чіткі критерії, що враховують як наукову точність, так і практичну доцільність у тренувальному процесі, а саме:

1. *Точність.* ODE–моделі забезпечують високу точність завдяки здатності описувати безперервну динаміку змін, враховувати часові лаги, нелінійність та взаємодію змінних. Вони дозволяють моделювати складні фізіологічні процеси, наприклад, регуляцію серцевого ритму або метаболічні переходи. Excel–моделі, натомість, працюють у дискретному форматі, що обмежує їхню здатність до точного відтворення динаміки, особливо при високій частоті змін.

2. *Адаптивність.* Excel–моделі мають високу адаптивність: їх легко модифікувати, масштабувати, інтегрувати з польовими даними (GPS, пульс, анкети), а також адаптувати під конкретні види спорту чи індивідуальні особливості спортсменів. ODE–моделі потребують математичної реконфігурації при зміні структури або параметрів, що ускладнює їх адаптацію без спеціальної підготовки.

3. *Обчислювальні ресурси.* Excel–моделі працюють у середовищі, доступному на більшості пристроїв, не потребують високих обчислювальних потужностей і можуть бути реалізовані навіть на смартфоні. ODE–моделі, особливо з великою кількістю змінних або параметрів, потребують спеціального програмного середовища та іноді – потужного графічного процесора (GPU) для симуляцій у реальному часі.

4. *Зручність.* Для тренера Excel–моделі є інтуїтивно зрозумілими, прозорими та легко інтегруються у щоденну практику. Вони дозволяють швидко отримувати зворотний зв'язок, планувати навантаження, аналізувати тренувальні мікроцикли. ODE–моделі, хоча й потужніші, часто потребують залучення аналітика або дослідника, що обмежує їхнє використання у польових умовах.

Таким чином отримані результати підтверджують, що обидва підходи є цінними інструментами: Excel – для навчання та оперативної тренерської практики, а ODE – для глибоких наукових симуляцій та досліджень.

Література:

1. Алексеева І., Жерновнікова Я. Біомеханічний відеоаналіз у пілонному спорті з використанням комп'ютерного програмного забезпечення. *Науково-методичний збірник ХДАФК*, 2023. № 7. С. 55–63. URL: <https://journals.uran.ua/itfcs/article/view/285815>
2. Горда І.М., Флегантов Л.О. Комп'ютерне моделювання процесу механічного руху тіла засобами MS Excel. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2015. Вип. 47(3). С. 99–109. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v47i3.1245>
3. Флегантов Л.О., Канівець І.М. Моделювання руху тіла у щільному середовищі засобами MS Excel. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, 2016. № 7-8. С. 242–250. URL: <https://repository.sspu.edu.ua/items/f65f0590-f24d-46d6-8d9e-9076b5579822>
4. Beneke R., Leithäuser R. M., Ochentel O. Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2011. Vol. 6, no. 1. P. 8–24. URL: <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.1.8>
5. Chen L., Chen M., Yang X., Hu Y., Qiu C., Fu Y., Lan X., Luo G., Liu Q., Liu M. Energy metabolism in cardiovascular diseases: Unlocking the hidden powerhouse of cardiac pathophysiology. *Frontiers in Endocrinology*, 2025. Vol. 16. Art. 1617305. URL: <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1617305>
6. Demirkaya A., Lockwood K., Stratis G., Imbiriba T., Ilies I., Rampersad S. et al. A hybrid ODE–NN framework for modeling incomplete physiological systems. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 2025. URL: <https://doi.org/10.1109/TBME.2024.3505796>
7. Drake J., Axel F., Richard A. F. Modelling human endurance: Power laws vs critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05274-5>
8. Gahtan B., Vedula S., Samuelly G., Kodesh E., Bronstein A. M. From lab to wrist: Bridging metabolic modeling and consumer wearables. *arXiv preprint*, 2025. URL: <https://arxiv.org/pdf/2505.00101v1>

9. Higham D. J. An algorithmic introduction to numerical simulation of stochastic differential equations. *SIAM Review*, 2001. Vol. 43, no. 3. P. 525–546. URL: <https://doi.org/10.1137/S0036144500378302>
10. Rebelo A., Martinho D.V., Valente-dos-Santos J. *et al.* From data to action: A scoping review of wearable technologies and biomechanical assessments informing injury prevention strategies in sport. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 2023. Vol. 15. Art. 169. URL: <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00783-4>
11. Skiba P. F., Fulford J., Clarke D. C., Vanhatalo A., Jones A. M. Intramuscular determinants of the ability to recover work capacity above critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 2015. Vol. 115, no. 4. P. 703–713. URL: <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3050-3>
12. Sreedhara V. S. M., Mocko G. M., Hutchison R. E. A survey of mathematical models of human performance using power and energy. *Sports Medicine – Open*, 2019. Vol. 5, no. 1. P. 1–17. URL: <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0230-z>

References:

1. Alekseieva, I., & Zhernovnikova, Ya. (2023). Biomekhanichniy videoanaliz u pilonnomu sporti z vykorystanniam kompiuternoho prohramnoho zabezpechennia [Biomechanical video analysis in pole sport using computer software]. *Naukovo-metodychnyi zbirnyk KhDAFK*, (7), 55–63. <https://journals.uran.ua/itfcs/article/view/285815>
2. Horda, I. M., & Flehantov, L. O. (2015). Kompiuterne modeliuвання protsesu mekhanichnoho rukhu tila zasobamy MS Excel [Computer modeling of the process of mechanical motion of a body using MS Excel]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, 47(3), 99–109. <https://doi.org/10.33407/itlt.v47i3.1245>
3. Flehantov, L. O., & Kanivets, I.M. (2016). Modeliuвання rukhu tila u shchilnomu seredovyshchi zasobamy MS Excel [Modeling of body motion in a dense medium using MS Excel]. *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity*, 7-8, 242–250. <https://repository.sspu.edu.ua/items/f65f0590-f24d-46d6-8d9e-9076b5579822>
4. Beneke, R., Leithäuser, R. M., & Ochentel, O. (2011). Blood lactate diagnostics in exercise testing and training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(1), 8–24. <https://doi.org/10.1123/ijspp.6.1.8>
5. Chen, L., Chen, M., Yang, X., Hu, Y., Qiu, C., Fu, Y., Lan, X., Luo, G., Liu, Q., & Liu, M. (2025). Energy metabolism in cardiovascular diseases: Unlocking the hidden powerhouse of cardiac pathophysiology. *Frontiers in Endocrinology*, 16, Article 1617305. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1617305>
6. Demirkaya, A., Lockwood, K., Stratis, G., Imbiriba, T., Ilies, I., Rampersad, S., & et al. (2025). A hybrid ODE–NN framework for modeling incomplete physiological systems. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. <https://doi.org/10.1109/TBME.2024.3505796>
7. Drake, J., Axel, F., & Richard, A. F. (2023). Modelling human endurance: Power laws vs critical power. *European Journal of Applied Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00421-023-05274-5>
8. Gahtan, B., Vedula, S., Samuelly, G., Kodesh, E., & Bronstein, A. M. (2025). From lab to wrist: Bridging metabolic modeling and consumer wearables. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/pdf/2505.00101v1>
9. Higham, D. J. (2001). An algorithmic introduction to numerical simulation of stochastic differential equations. *SIAM Review*, 43(3), 525–546. <https://doi.org/10.1137/S0036144500378302>
10. Rebelo, A., Martinho, D.V., Valente-dos-Santos, J. *et al.* (2023). From data to action: A scoping review of wearable technologies and biomechanical assessments informing injury prevention strategies in sport. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15, Article 169. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00783-4>
11. Skiba, P. F., Fulford, J., Clarke, D. C., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2015). Intramuscular determinants of the ability to recover work capacity above critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 115(4), 703–713. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3050-3>
12. Sreedhara, V. S. M., Mocko, G. M., & Hutchison, R. E. (2019). A survey of mathematical models of human performance using power and energy. *Sports Medicine – Open*, 5(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0230-z>

Telyanov Anton, Mykytchuk Olha

COMPARATIVE ANALYSIS AND EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF TABLE MODELS AND MODELS BASED ON DIFFERENTIAL EQUATIONS IN SPORTS SCIENCE

Relevance of the problem. The article examines two approaches to mathematical modeling in sports science: spreadsheet models based on MS Excel and models using systems of ordinary differential equations (ODE models). This issue is relevant due to the increasing need for accessible and flexible modeling tools like Excel alongside the requirement for higher accuracy and deeper analysis of complex interactions provided by ODEs. **The aim** is to conduct a comparative analysis of these two approaches to mathematical modeling in sports science. **Methods** include theoretical analysis and generalization of scientific, methodological, and technical literature on mathematical modeling, as well as comparison, synthesis, abstraction, and systematization. **Research results.** It was found that different requirements for knowledge and software tools make it difficult to integrate these approaches into a single educational and training process. The study provides an analysis of the structure, flexibility, depth of analysis, and implementation requirements for both model types. The main focus is placed on comparing key characteristics, such as the representation of time, transparency, the necessary qualifications for use, and suitability for field conditions versus scientific research. The most significant factors influencing model choice were considered, specifically practical simplicity versus analytical depth and intuitive transparency versus mathematical complexity. Conclusions were drawn and recommendations were provided regarding the suitability of each approach depending on the user's goals. **Conclusions.** The results confirm that both approaches are valuable tools: Excel for education and daily coaching practice, and ODE for deep scientific simulations and research. Integrating spreadsheet and ODE models into sports education and practice will promote the development of research skills, critical thinking, and the quality of specialist training, which will ultimately lead to improved athletic results.

Key words: modeling, digital technologies, sports, ODE, MS Excel, discrete, continuous approaches.

Дата першого надходження статті до видання: 22.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 01.05.2026