
Від гри до концептуального розуміння: гейміфікація як засіб подолання формалізму знань із кінематики

*Наталія Богданова,
магістрантка фізико-математичного факультету
Харківського національного педагогічного університету
імені Г. С. Сковороди, м. Харків, Україна
pro100natalyab@gmail.com*

У статті досліджується проблема математичного формалізму під час вивчення кінематики в старшій школі. Запропоновано авторську технологію «візуально-операційного якоріння», що інтегрує гейміфіковані симуляції PhET (зокрема «Maze Game»), традиційну роботу з побудови графіків і формувальне оцінювання в системі Classtime. Доведено, що перехід від інтуїтивно-ігрового керування векторами до геометричного виведення формул дозволяє учням усвідомити фізичний зміст кінематичних рівнянь (наприклад, походження множника $\frac{1}{2}$). Експериментально підтверджено ефективність методики: учні експериментальної групи продемонстрували 100% успішності у візуально-концептуальній ідентифікації прискорення порівняно з масовими помилками контрольної групи під час роботи з алгебраїчними рівняннями.

Ключові слова: гейміфікація, методика навчання фізики, кінематика, PhET, Classtime, математичний формалізм, візуально-операційне якоріння.

Постановка проблеми. Вивчення розділу «Кінематика» у старшій школі традиційно супроводжується стрімким зростанням рівня абстракції. Сучасна шкільна практика демонструє тривожну тенденцію: учні механічно заучують рівняння руху, не усвідомлюючи фізичного та геометричного змісту їхніх компонентів. Наприклад, у базовому рівнянні рівноприскореного руху $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x}{2}t^2$ множник $\frac{1}{2}$ часто сприймається здобувачами освіти як абстрактна математична даність [1, с. 14], а прискорення хибно ототожнюється виключно з напрямком руху. Це призводить до виникнення математичного формалізму – явища, коли учень здатний механічно підставити цифри у формулу, але не розуміє реального фізичного процесу, який за нею стоїть. Подолати цей когнітивний бар'єр традиційними репродуктивними методами вкрай складно, що зумовлює потребу в пошуку нових, інтерактивних інструментів навчання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема подолання формалізму знань є предметом постійної уваги дидактів. Значення навчального експерименту та його еволюцію в умовах цифровізації фізичної освіти ґрунтовно досліджено у працях С. П. Величка, який розглядає експеримент як джерело знань і засіб активізації пізнавальної діяльності [2, с. 15]. Психологічне підґрунтя формування наукових понять глибоко розкрито Л. С. Виготським, який наголошував, що поняття не можна передати в готовому вигляді; воно має визріти через власну діяльність дитини [3, с. 161]. Водночас потужним сучасним трендом є гейміфікація освіти, яку дослідниця О. В. Ткаченко визначає як використання ігрових механік і елементів у неігровому контексті для підвищення мотивації та залучення здобувачів до вирішення навчальних проблем [4, с. 305]. Проте дидактичний потенціал гейміфікації як засобу трансформації абстрактних математичних моделей в інтуїтивно зрозумілі операційні дії на уроках фізики залишається недостатньо розкритим.

Формулювання цілей статті (Мета дослідження). Метою статті є теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності когнітивного механізму подолання математичного формалізму за допомогою симуляції PhET «Лабіринт» (Maze Game) у поєднанні з платформою формувального оцінювання Classtime.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для розв'язання проблеми формалізму було впроваджено авторську технологію «візуально-операційного якоріння». Її сутність полягає у створенні стійкого нейронного зв'язку між абстрактною формулою, графічним образом і власним моторним досвідом учня, отриманим у гейміфікованому середовищі.

Дидактичний цикл розпочинається з ігрового виклику. Через інтерактивний робочий аркуш учень отримує проблемне завдання: зупинити об'єкт, що рухається на стіну, маючи в арсеналі лише «педаль» прискорення. Для виконання завдання використовується віртуальна лабораторія PhET Interactive Simulations, зокрема гра «Лабіринт» [6]. На найскладнішому рівні цієї симуляції керування рухом кульки відбувається не традиційними клавішами напрямку, а виключно через зміну вектора прискорення.

Коли кулька на швидкості летить прямо на стіну, учень інстинктивно ховає вектор (прибирає прискорення), очікуючи негайної зупинки. Проте тіло продовжує рух за інерцією та розбивається. Після серії ігрових спроб і помилок здобувач освіти здійснює ключове відкриття: щоб зупинити об'єкт, керуючий вектор прискорення необхідно різко спрямувати **назустріч руху** (рис. 1).

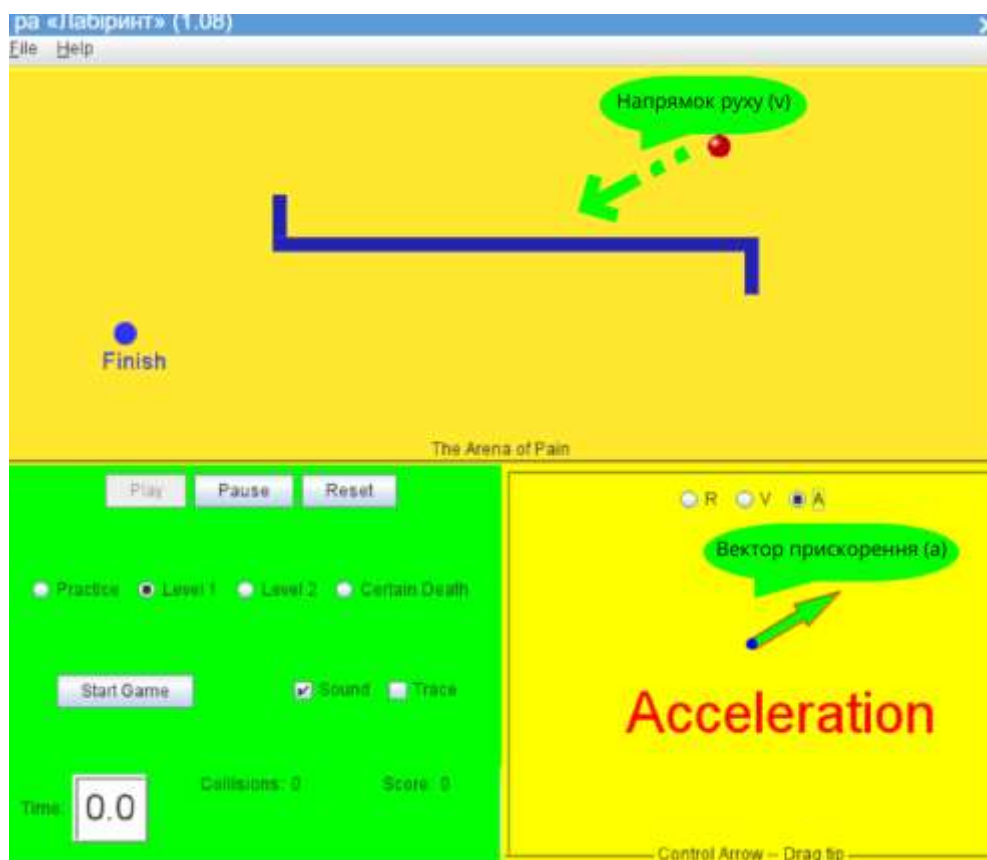


Рис. 1. Операційне засвоєння векторів руху та прискорення в гейміфікованій симуляції PhET «Лабіринт» (напрямок руху позначено пунктиром)

Цей етап формує глибоке операційно-моторне розуміння того, що прискорення — це векторна фізична величина, яка впливає на зміну швидкості в часі, а процес гальмування математично описується знаком «мінус» саме через протилежну спрямованість векторів v та a .

Однак сама по собі гра не пояснює алгебраїчних структур. Вона слугує психологічним і феноменологічним підґрунтям для наступного кроку – матеріалізації та математизації знань. Після проходження ігрового рівня учень власноруч будує в робочому зошиті графік залежності швидкості від часу $v(t)$ для рівноприскореного руху, що візуалізується як пряма похила лінія. Спираючись на геометричний зміст переміщення (шлях дорівнює площі фігури під графіком $v(t)$), учень заштриховує утворений прямокутний трикутник. Вираховуючи площу цього трикутника за класичною формулою ($S = \frac{1}{2} \cdot \text{основа} \cdot \text{висота}$), учень самостійно, крок за кроком, виводить множник $\frac{1}{2}$ у формулі переміщення. Завдяки цьому гібридному підходу абстрактна математика набуває для учня прозорого геометричного та фізичного сенсу.

Експериментальне доведення ефективності.

Для діагностики результатів і фіксації факту трансферу знань з ігрового середовища у площину наукових понять було використано платформу Classtime [5]. З метою наочної демонстрації різниці між механічним відтворенням інформації та глибоким концептуальним розумінням педагогічний експеримент у 10 класі (тема «Кінематика. Рівноприскорений рух») передбачав диференційований підхід до діагностики. Контрольний (КГ) та експериментальний (ЕГ) групам було запропоновано завдання одного компетентнісного спрямування (ідентифікація параметрів прискорення), але принципово різного формату подачі (рис. 2).

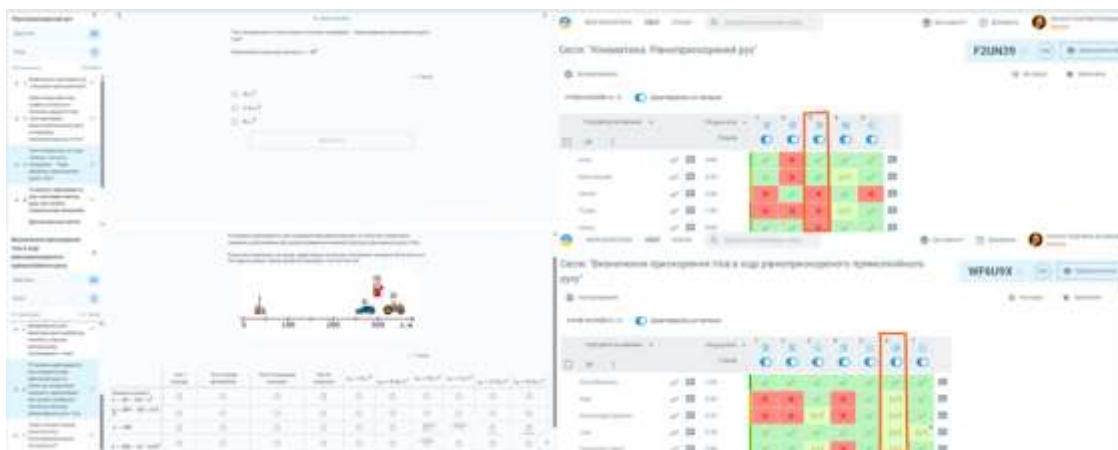


Рис. 2. Результати компетентнісної діагностики в системі Classtime: алгебраїчне завдання для КГ (зверху) та візуально-концептуальне завдання для ЕГ (знизу)

Учням КГ, які навчалися за традиційною моделлю (лекційно-репродуктивною), було запропоновано стандартне алгебраїчне завдання: визначити прискорення тіла, рух якого задано рівнянням $x = 3t^2$. Відповідна матриця результатів КГ зафіксувала масовий провал: переважна більшість учнів обрала дистрактор $a = 3 \text{ м/с}^2$. Вони здійснили механічне зіставлення цифри з формулою,

повністю проігнорувавши знаменник 2. Це є класичним проявом формалізму — учні не змогли уявити реальний фізичний рух за набором алгебраїчних символів. Натомість учням ЕГ, які попередньо пройшли повний цикл «гра + графічне виведення формули», було запропоновано завдання на встановлення відповідності за візуальним малюнком (ідентифікація напрямків векторів швидкості та прискорення для різних характерів руху). Матриця результатів ЕГ засвідчила 100% успішності.

Завдяки попередньому ігровому досвіду керування віртуальним об'єктом учні безпомилково ідентифікували характер руху. Кількісний аналіз фінального тестування підтвердив: в експериментальній групі частка здобувачів освіти з високим (синтетичним) рівнем навчальних досягнень зросла втричі (з 13% до 40%), а початковий рівень було повністю подолано (0% в ЕГ проти 14% у КГ).

Висновки з даного дослідження та перспективи подальших розвідок.

Проведене дослідження доводить, що впровадження гейміфікованих віртуальних симуляцій, таких як PhET, докорінно змінює якість фізичної освіти в старшій школі. Гейміфікація успішно знімає психологічний бар'єр перед складними темами, стимулюючи пізнавальний інтерес. Доведено, що поєднання операційного досвіду, отриманого у грі, з власноручною побудовою графіків повністю пояснює походження математичних коефіцієнтів у формулах.

Цифрова діагностика в середовищі Classtime об'єктивно підтверджує: такий гібридний дидактичний цикл ефективно руйнує математичний формалізм. Він перетворює механічне зазубрювання формул на глибоке концептуальне розуміння законів природи. Розробка та впровадження таких інноваційних гейміфікованих методик є важливим кроком у мотиваційно-ціннісній професійній самореалізації сучасного педагога, адже дозволяє відійти від репродуктивних шаблонів і стати справжнім фасилітатором пізнавального процесу. Перспективи подальших досліджень у розширенні технології «візуально-операційного якоріння» на розділі динаміки та електродинаміки.

Список використаних джерел:

1. Биков В. Ю., Буров О. Ю. Цифрове навчальне середовище: нові технології та вимоги до здобувачів знань. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання*. 2020. Вип. 55. С. 11–22.
2. Величко С. П. Розвиток системи навчального фізичного експерименту в сучасній середній школі : автореф. дис. д-ра пед. наук : 13.00.02. Київ, 1998. 36 с.
3. Виготський Л. С. Мислення і мова. Київ : Знання, 1999. 272 с.
4. Ткаченко О. В. Гейміфікація освіти: формальні і неформальні простори. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2015. Вип. 11. С. 303–309.
5. Classtime – помічник вчителя для проведення оцінювання та моніторингу прогресу учнів : онлайн-платформа. URL: (дата звернення: 05.03.2026).
6. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. URL: (дата звернення: 05.03.2026).