

*Володимир Бодик, учитель фізики школи "Амаль", м. Хадера, Ізраїль
Вадим Гавронський, старший викладач кафедри методики
природничо-математичної освіти і технологій
ІППО КУ імені Бориса Грінченка*

Комп'ютерна симуляція як інтерактивна форма навчання та засіб візуалізації навчальної інформації

Комп'ютеризація всіх сфер суспільної діяльності та повсякденного життя людини – самий вражаючий феномен кінця ХХ – початку ХХІ ст. Особливої уваги заслуговують можливості використання комп'ютерних технологій у навчанні.

Серед різноманіття сучасних комп'ютерних технологій особливе місце займають комп'ютерні симуляції. Їх основне призначення – додавати в навчання віртуальну реальність.

Симуляція – це перенесення учнів у «фіктивні, які імітують реальні» ситуації для навчання або отримання оцінки виконаної роботи, іншими словами це навчання дією або в дії.

Освітня симуляція – структурований сценарій з детально розробленою системою правил, завдань і стратегій, які створені з цілком певною метою: сформувати специфічні компетенції, які можуть бути прямо перенесені в реальний світ. [1]

Приклади сьогодення

Американські пілоти ще з 70-х років тренують свої навички на авіасимуляторах – це виявилось дешевше і в ряді випадків ефективніше тренувальних польотів. Сьогодні будь-хто може досягнути ази керування автомобілем за допомогою автосимуляторів [SimuRide](#) або навчитися будувати бізнес в комп'ютерній грі [Virtonomics](#). Більш амбітним учням можна порадити політичний симулятор [Democracy](#), який дозволяє придбати навички управління демократичною країною. [2]

Комп'ютерна симуляція як інтерактивна форма навчання має величезні можливості:

- створює образ реальних атрибутів діяльності;
- виступає як віртуальний аналог реальної взаємодії;
- створює умови заміщення реального виконання соціальних чи професійних ролей;

- є формою контролю ефективності навчання.

Основні відмінності комп'ютерної симуляції від традиційних тренінгів у навчанні:

- практична спрямованість комп'ютерних симуляцій;
- персональний зворотній зв'язок;
- моделювання стандартних і нестандартних ситуацій, рівнів складності у вирішенні освітніх завдань тощо;
- різноманітність форм реалізації освітнього змісту засобами комп'ютерного моделювання. [1]

Наведемо декілька прикладів експериментальних завдань з фізики, заснованих на комп'ютерних симуляціях. У Всесвітній мережі можна знайти багато комп'ютерних симуляцій (аплетів), які дозволяють досить вдало імітувати реальні фізичні процеси. У багатьох з них передбачена інтерактивна участь під час вивчення фізичного процесу або явища. Дитина має можливість втручатися в його хід, змінюючи ті чи інші його параметри.

Приклад 1. Вивчення коливань пружинного маятника (варіант 1)

Цей аплет Java демонструє зміну відхилення від стану рівноваги, швидкості, прискорення, сили та енергії під час коливань пружинного маятника (передбачається, без тертя).

Кнопка "Скидання" повертає тіло маятника у вихідне положення. Ви можете запустити/зупинити і продовжити моделювання відповідними кнопками «Старт/продовжити». Якщо ви оберете опцію «Повільний рух», рух буде в десять разів повільнішим. Жорсткість, маса, гравітаційне прискорення, амплітуда коливання можуть бути змінені в певних межах. Для того, щоб обрати інший формат залежності фізичної величини від часу необхідно встановити відповідну опцію: відхилення, швидкість, прискорення, сила, енергія.

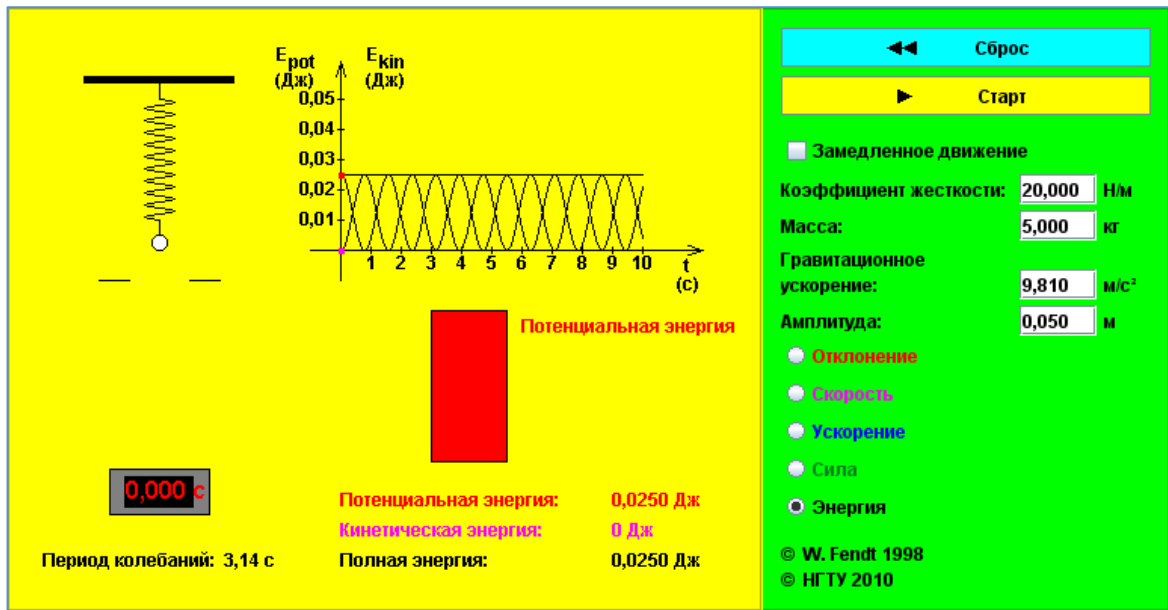


Рис. 1

Для симуляції коливаний пружинного маятника були обрані такі параметри системи: $k = 20 \text{ Н/м}$; $m = 5 \text{ кг}$; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; $x_{\text{max}} = 0,05 \text{ м}$ (рис. 1).

Ми зупинилися на дослідженні залежності енергій від часу, а далі звернемося і до інших можливих варіантів показу:

а) залежності сили пружності від часу (рис. 2);

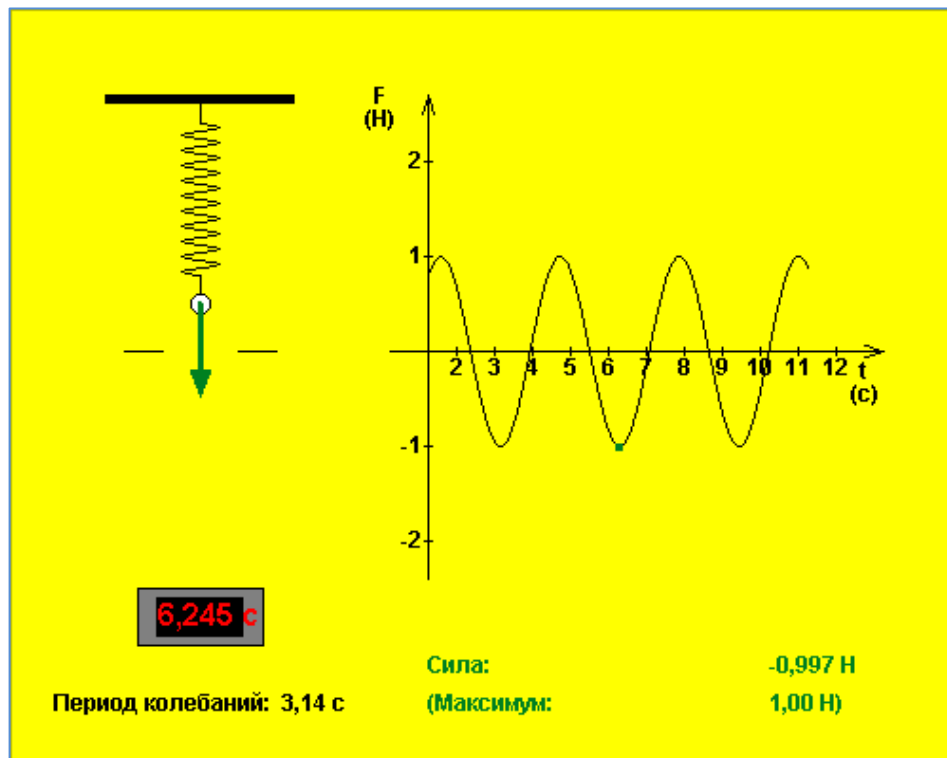


Рис. 2

б) прискорення тіла на пружині від часу (рис. 3);

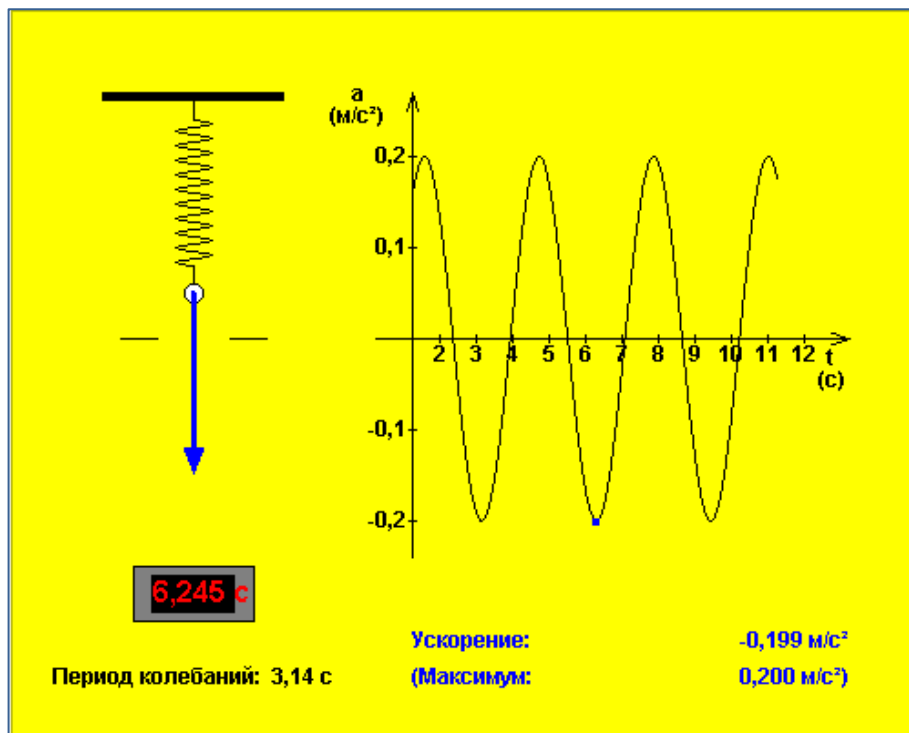


Рис. 3

в) швидкості тіла на пружині від часу (рис. 4);

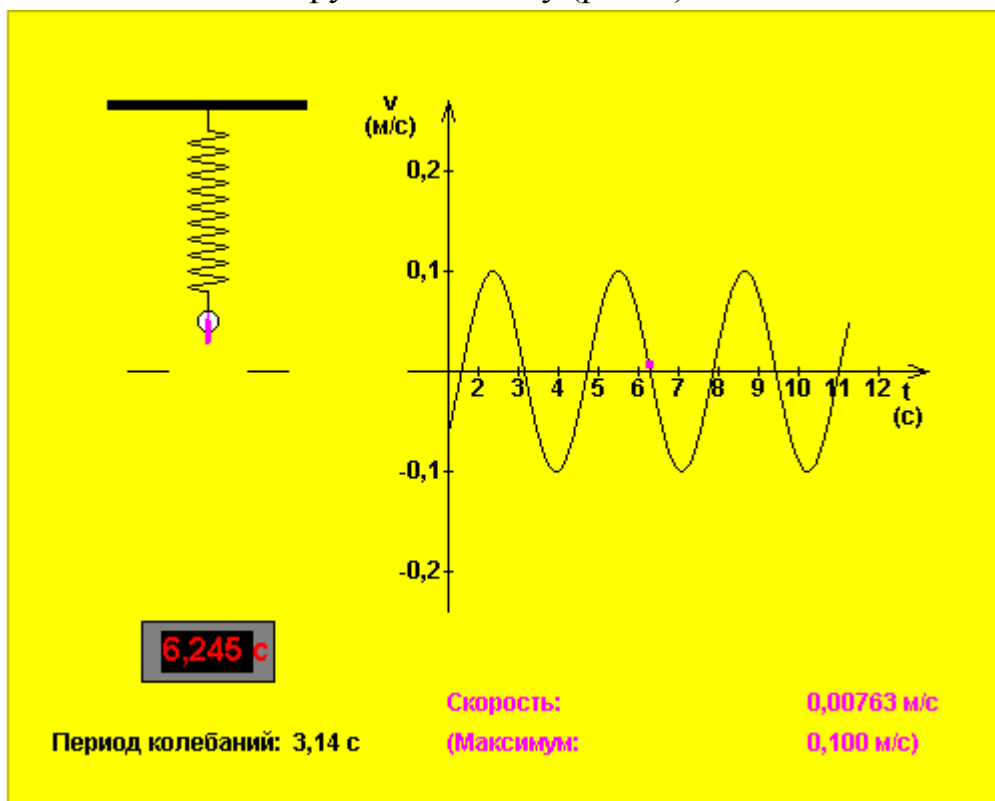


Рис. 4

г) переміщення тіла на пружині від часу (рис. 5);

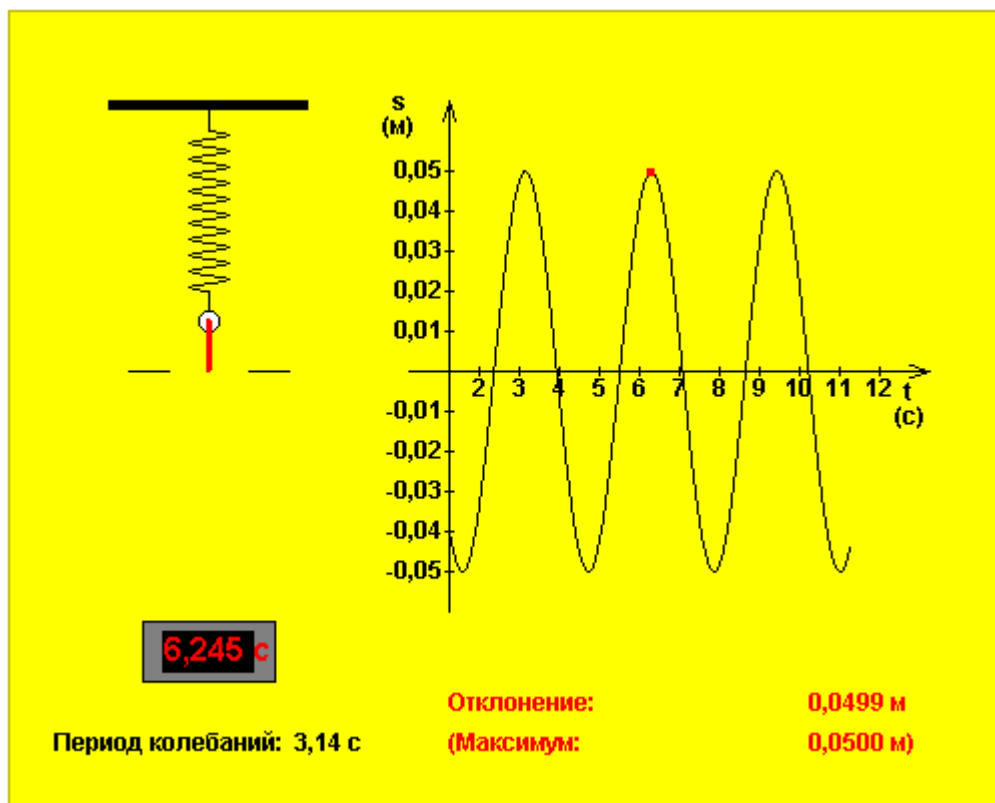


Рис. 5

Аплет Java відкриває справжній простір для допитливого дослідника, бо можна поєднувати різні види графіків для аналізу коливань, змінювати параметри системи і візуально фіксувати їх вплив на ті чи інші величини, що їх характеризують. Додамо лише, що під керівництвом учителя (якщо дозволяють технічні можливості кабінету) можна організовувати презентацію, колективне дослідження явища або використати індивідуально-групові форми роботи.

Приклад 2. [Вивчення коливань пружинного маятника \(варіант 2\)](#)

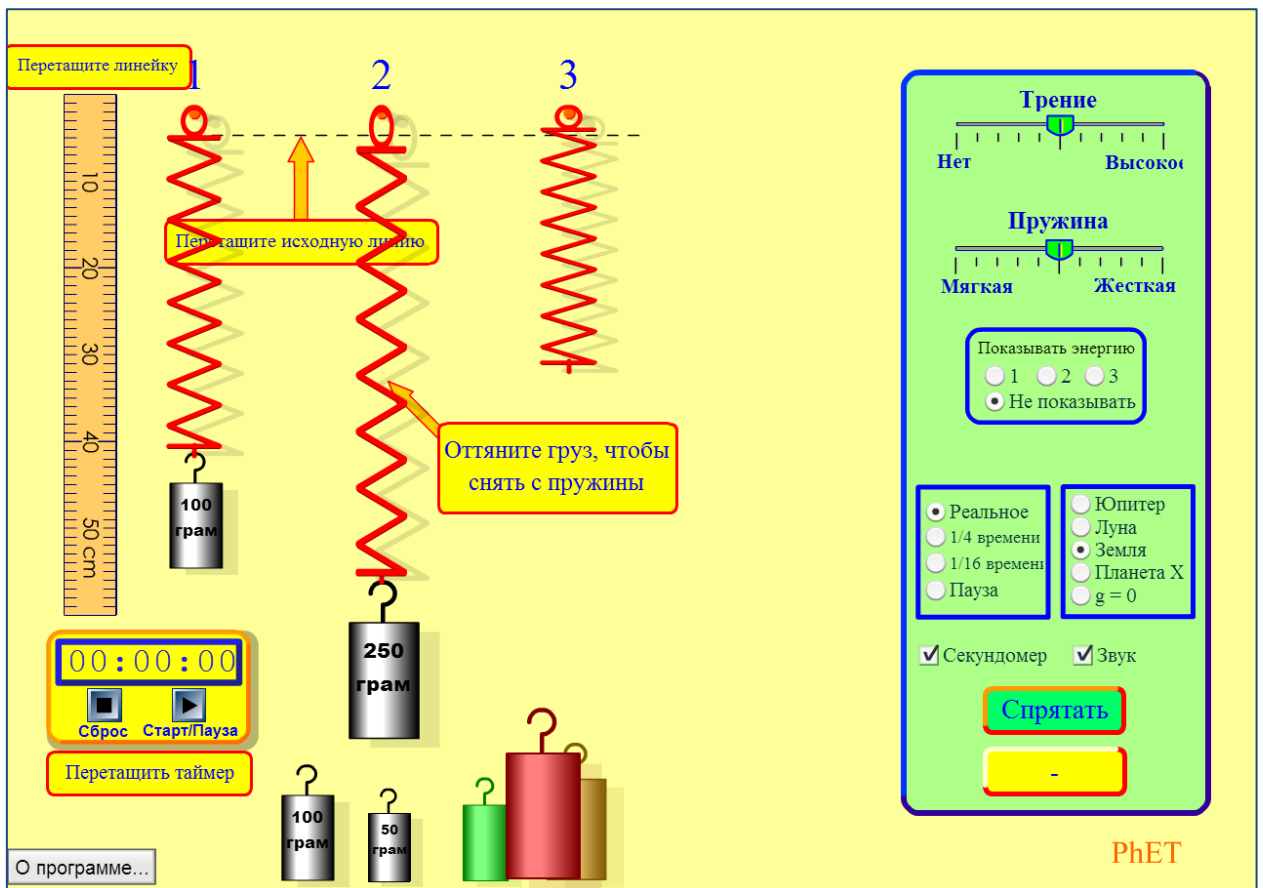
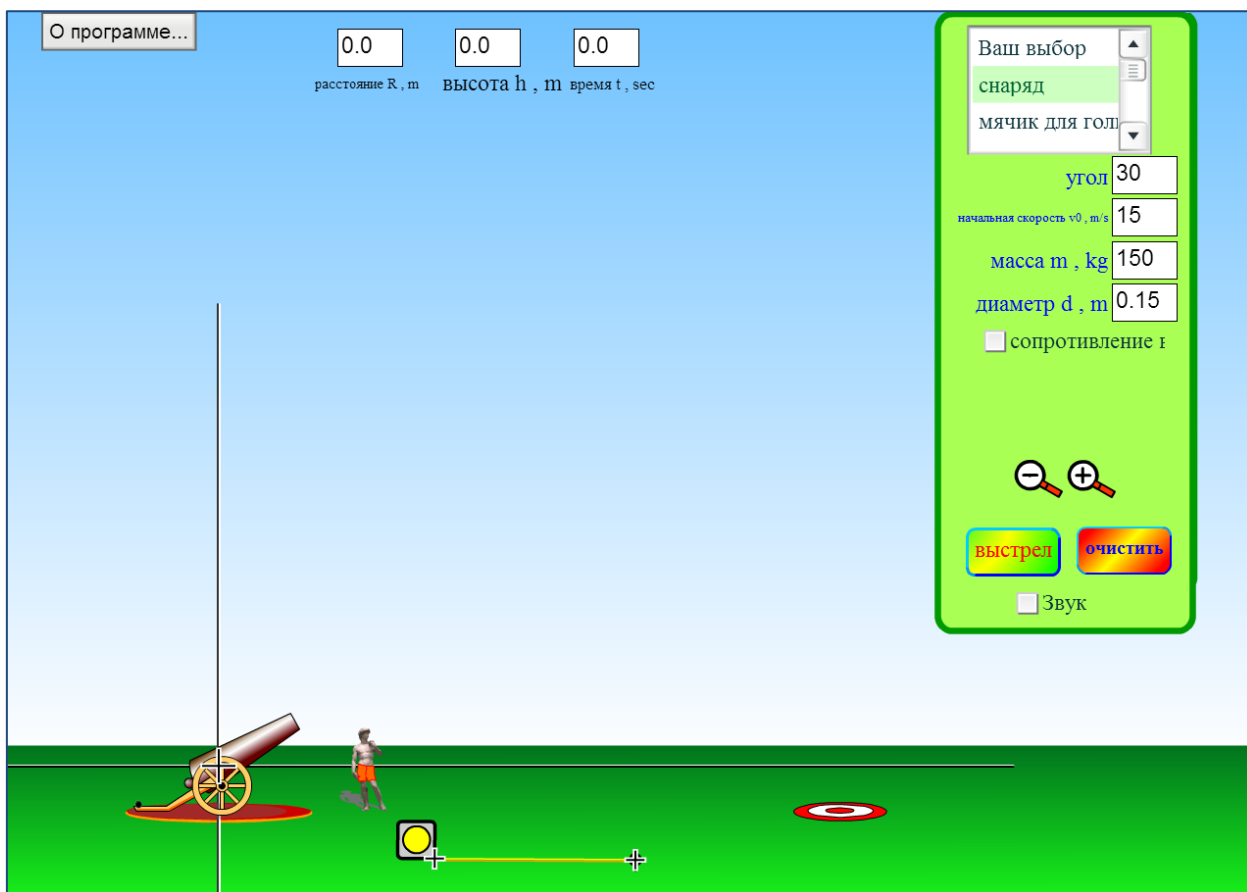


Рис. 5

За допомогою цієї анімації можна виконати цілу серію досліджень як в ідеальних умовах, так і в реальних (наприклад, з урахуванням сили опору повітря), так і в абсолютно нереальних (з повітрям і на Місяці!?).

Наочність тут страждає, але є можливість вимірювати лінійкою і секундоміром, зупиняючи і відтворюючи повну картину процесу. І в цьому випадку простір для творчості величезний.

Приклад 3. [Дослідження руху тіла в полі тяжіння Землі](#)



Покажемо кілька конкретних прикладів використання даної симуляції.

Залежність максимальної висоти підйому від кута стрільби

1. Виберіть наступні параметри системи: м'ячик для гольфу, початкова висота $h = 0$, початкова швидкість $v_0 = 18$ м/с, опір повітря відсутній. Для цього необхідно набрати потрібні значення величин у відповідних полях або за допомогою курсору миші пересунути, змінити кут нахилу тощо.

2. Виконавши серію вимірювань, заповніть наступну таблицю:

α , град	$\sin \alpha$	$\sin 2\alpha$	h_{max} , м
20			
30			
45			
60			
70			

3. Побудуйте графік $h_{max} = f(\sin^2 \alpha)$ і знайдіть прискорення вільного падіння.

Розв'язок.

1. Після вибору зазначених параметрів картинка має вигляд (рис. 8):

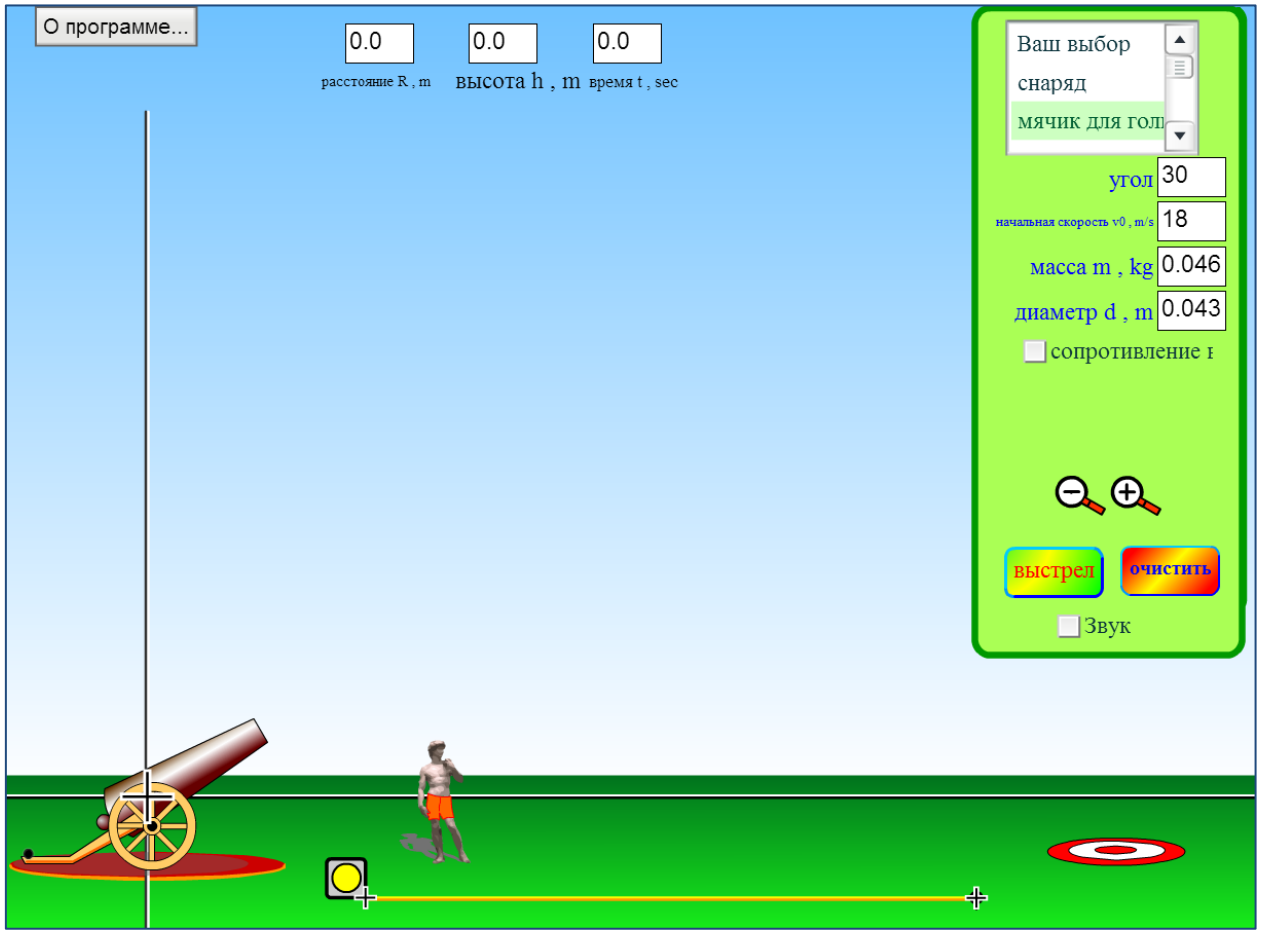


Рис. 8

2. Для кожного акту стрільби змінюємо кут нахилу гармати α , користуючись горизонтальною і вертикальною лінійкою (вона одна), знаходимо значення максимальної висоти підйому кульки. Результати вимірювань та обчислень запишемо в таблицю:

α , град	$\sin \alpha$	$\sin^2 \alpha$	h_{max} , м
20	0,34	0,12	1,93
30	0,50	0,25	4,15
45	0,71	0,5	8,16
50	0,77	0,59	9,65
60	0,87	0,75	12,22
70	0,94	0,88	14,49

3. Побудуємо графік залежності $h_{max} = f(\sin^2 \alpha)$ (рис. 9):

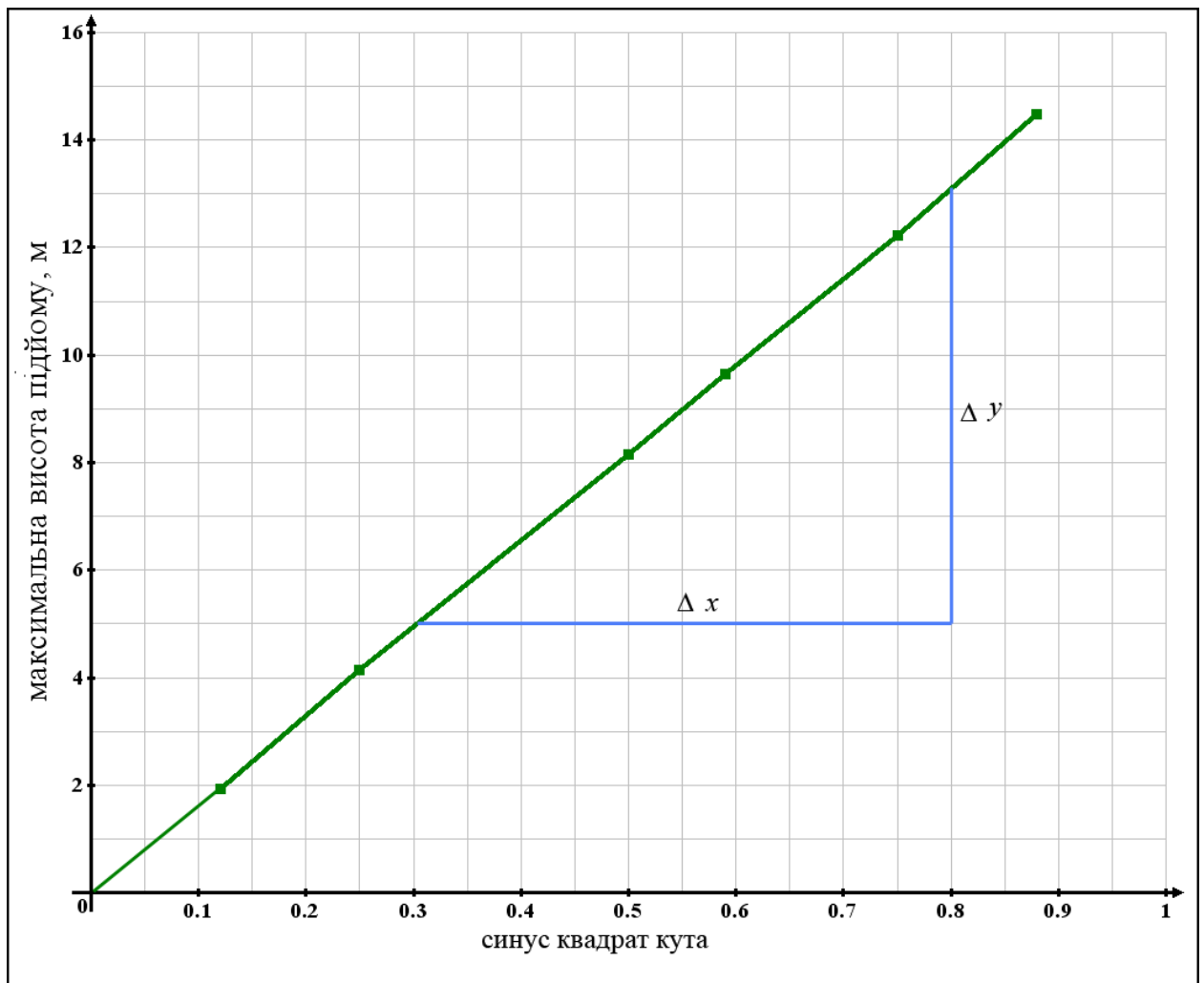


Рис. 9

З теорії випливає, що $h_{max} = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha$. Тому не дивно, що графік, який ми отримали – пряма лінія, що проходить через початок координат. На графіку синьою лінією показані збільшення аргументу і функції відповідно. З кутового коефіцієнта прямої випливає:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{13-5 \text{ м}}{(0,8-0,5)} = 16 \text{ м} = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{18^2}{2g} \Rightarrow g \approx 10,13 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Зверніть увагу, що, незважаючи на ідеальні умови експерименту, його результат вийшов з похибкою близько 3%.

У чому по-вашому причина неточності?

Залежність горизонтального переміщення від кута стрільби

1. Покажіть, що горизонтальне переміщення (дальність польоту) – визначається виразом:

$$L = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

2. Для вищезазначених параметрів системи виконайте подібні попереднім дії і заповніть таблицю:

α , град	$\sin 2\alpha$	L , м
20		
30		
45		
60		
70		

3. Побудуйте графік і знайдіть прискорення вільного падіння.

Розв'язок.

1. Горизонтальне переміщення (дальність польоту) при рівномірному горизонтальному русі за повний час польоту складається з часу підйому і часу падіння тіла:

$$L = v_x \cdot T = v_x \cdot (t_{\uparrow} + t_{\downarrow}) = v_x \cdot 2 t_{\uparrow} = v_0 \cos \alpha \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha$$

2. Заповнена таблиця виглядає так:

α , град	$\sin 2\alpha$	L , м
20	0,64	21,30
30	0,87	28,48
45	1	33,10
60	0,87	28,60
70	0,64	21,30

3. Графік, побудований за табличними даними, показаний на рис. 10.

Оскільки, як було показано вище, графік є прямою, яка проходить через початок координат, для знаходження його кутового коефіцієнта виберемо лише одну точку на прямій (друга за замовчуванням – початок відліку):

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{23-0 \text{ м}}{(0,7-0)} = 32,86 \text{ м} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{324}{g} \Rightarrow g \approx 9,86 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Зазначимо, що для деяких пар кутів дальність польоту однакова. З чим це пов'язано?

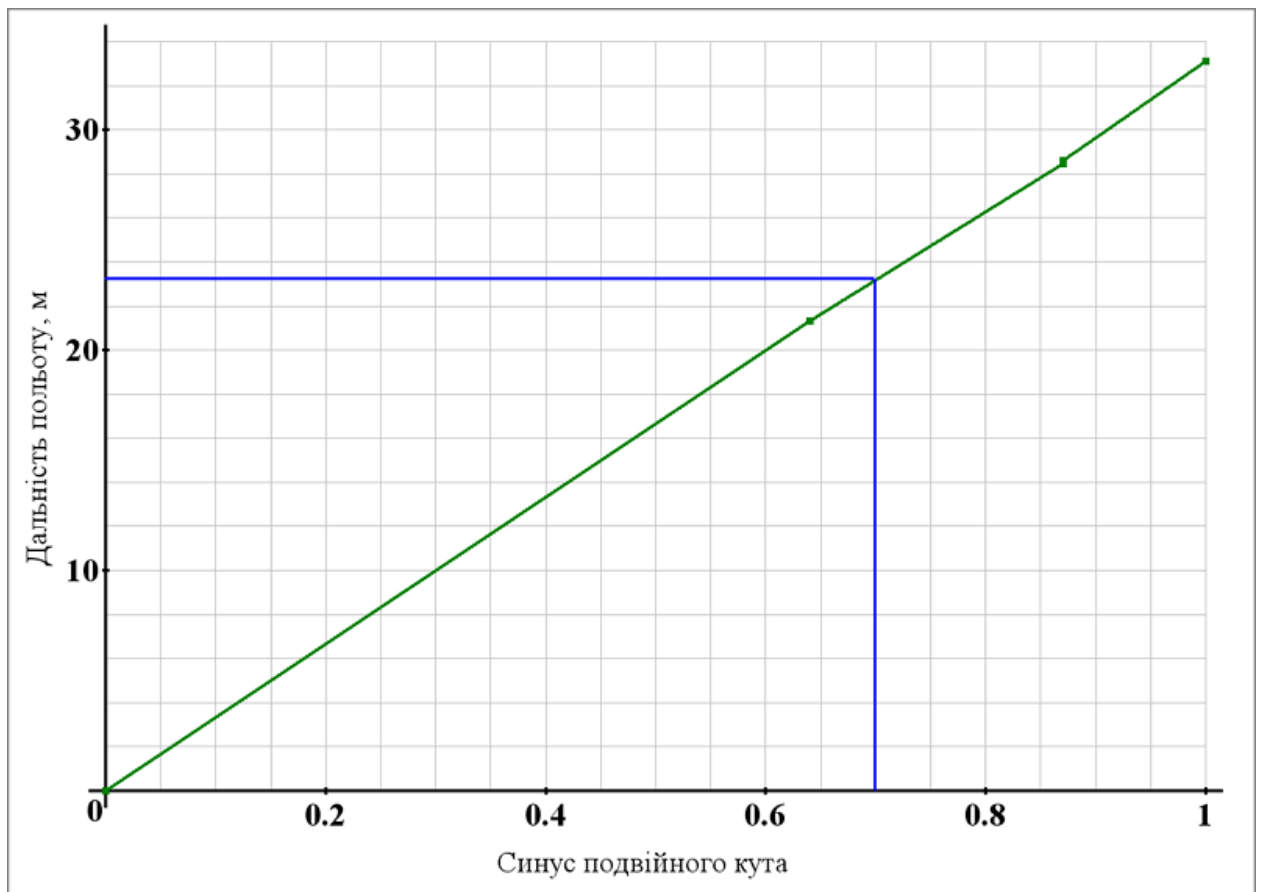


Рис. 10

Зупинимося ще на одній серії дослідів.

**Залежність максимальної висоти і дальності польоту
від початкової швидкості кидка**

1. Залишимо початкові параметри системи, зафіксуємо постійний кут 45° і, змінюючи початкову швидкість, визначимо максимальні висоту і дальність польоту. Дані цих вимірювань представлені в новій таблиці:

$v_0, \text{ м/с}$	$v_0^2, (\text{ м/с})^2$	$L, \text{ м}$	$H_{max}, \text{ м}$
10	100	10,22	2,56
12	144	14,56	3,65
14	196	19,92	5,04
16	256	26,00	6,47
18	324	33,10	8,16

2. Побудуємо в одній системі координат графіки обох залежностей:

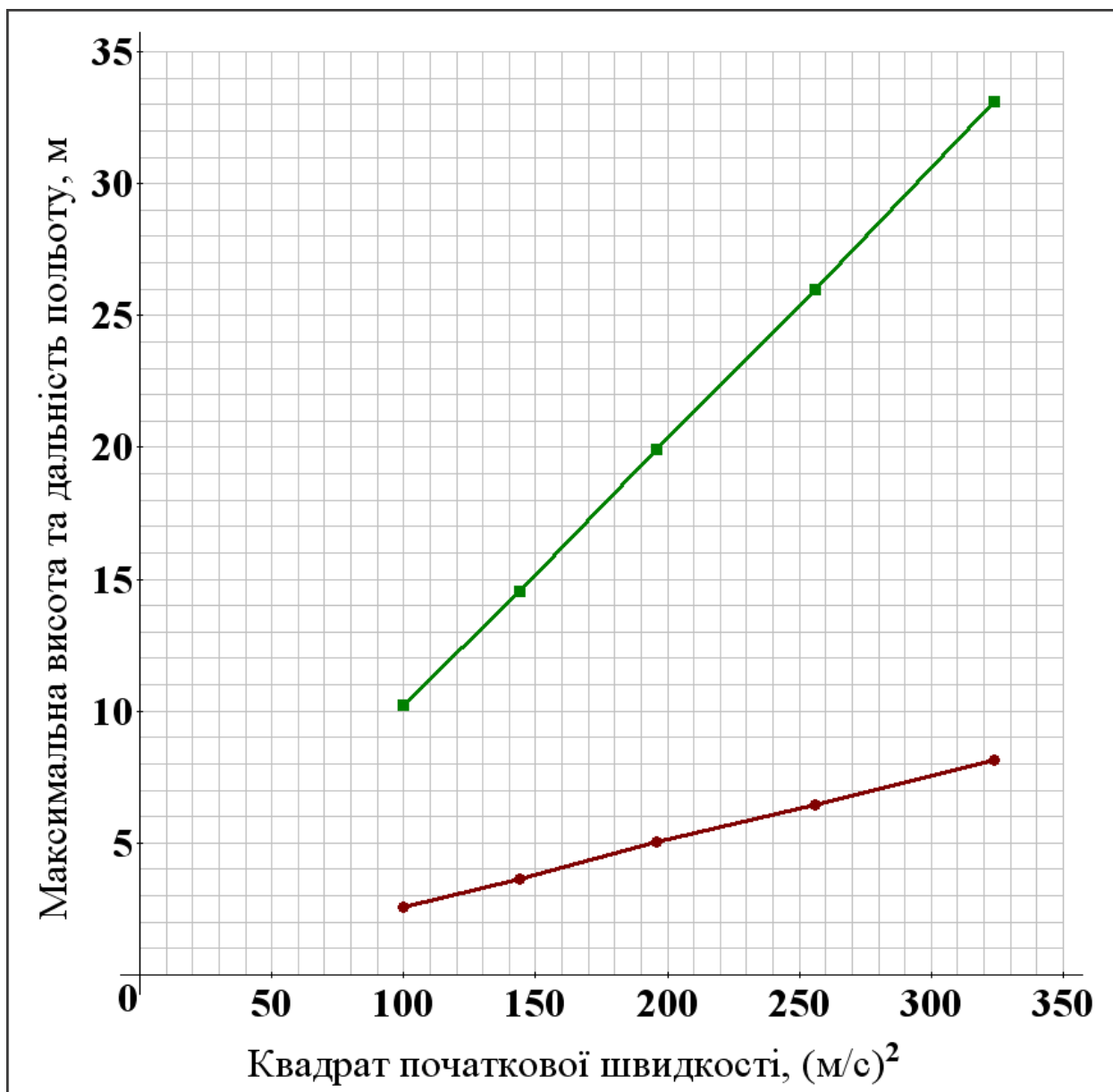


Рис. 11

Знайдіть відношення кутових коефіцієнтів двох прямих. Як пояснити цей результат?

Ми зупинилися лише на декількох демонстраціях можливостей комп'ютерних симуляцій. Для цього аплету існують величезні резерви. Так, є можливість змінювати форму, розміри і масу тіл, враховувати опір повітря, аналізувати траєкторії польотів, залучати енергетичні міркування.

Можна припустити, що в майбутньому спектр комп'ютерних симуляцій буде неухильно розширюватися і ринок комп'ютерних технологій відгукнеться на нові запити з боку освітньої спільноти.