

## ПЕРЕКОНЛИВИЙ ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ ЯК ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ ЗМІНИ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ЗАКОНІВ НЬЮТОНА

**Федачківський Віталій Дмитрович**

Старший лаборант кафедри фізики та методики її навчання,  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
[fedachkivskyy@gmail.com](mailto:fedachkivskyy@gmail.com)

**Дрогобицький Юрій Володимирович**

Кандидат фізико-математичних наук, викладач кафедри фізики та методики її навчання,  
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
[daodrg@gmail.com](mailto:daodrg@gmail.com)

Чимало людей, які недостатньо знайомі з основними фізичними законами, мають хибні переконання, що не узгоджуються з науковою картиною світу. На наш погляд, причина таких переконань може критися, зосібна, в щоденних спостереженнях з їх подальшою неправильною інтерпретацією. Не винятком є й учні. Приміром, поширеним є помилкове переконання про те, що для того, щоб тіла рухалися, необхідно постійно до тіл прикладати силу. Під час же вивчення законів Ньютона учні дізнаються, що це не так. Однак людському мозку властиво опиратися змінам та з недовірою ставитись до нової інформації, яка суперечить набутому життєвому досвіду та переконанням, тим паче, коли ці хибні переконання доволі добре слугують на практиці у повсякденному житті [1]. Тому з часом учні можуть, навіть, просто забувати перший закон Ньютона, адже мозок, в тому числі, на підсвідомому рівні створює опір будь-яким концептуальним змінам [1]. Актуальність проблеми концептуальної зміни підтверджується численними дослідженнями цієї тематики [1, 2]. Хоча б частково допомогти у вирішенні окресленої проблеми може переконливий демонстраційний експеримент, адже свої хибні переконання учні нерідко також черпають з «експерименту» (спостережень).

Слід зазначити, що за земних умов доволі важко продемонструвати «в дії» перший закон Ньютона. Шкільні демонстраційні експерименти, які використовують із цією метою, здебільшого, або лише частково демонструють перший закон Ньютона або ж демонструють його опосередковано. Приміром, демонстрація руху за інерцією кульки вздовж деякого візка під час його різкої зупинки чи розгону (рис. 1а) не надає змоги показати того, що впродовж тривалого проміжку часу кулька зберігатиме свою швидкість сталою, оскільки значними можуть виявитись дисипативні сили, а площина візка може не бути строго горизонтальною. Це ж саме можна сказати також, наприклад, і про демонстрацію руху за інерцією кульки по майже ідеально гладкій поверхні стола, адже внаслідок, навіть, незначних відхилень площини стола від горизонтальної рух кульки може виявитись прискореним чи сповільненим. Інші типові досліди, які використовують із метою демонстрації першого закону Ньютона, стосуються лише часткового випадку цього закону, а саме демонструють те, що відносно

інерціальних систем відліку тіла, які перебувають у стані спокою, зберігають цей стан, якщо на них не діють зовнішні сили або їхня дія скомпенсована. До таких демонстрацій належить, зокрема, дослід із різкого витягування аркуша паперу з-під склянки, різкого виштовхування гладкої дощечки з-під нерухомої кульки (рис. 1б), дослід, пов'язаний із перебиванням підвішеної на вузьких паперових кільцях тонкої дерев'яної палки різким ударом по її середині (рис. 1в), тощо. До того ж, ці досліди можуть видатись учням недостатньо переконливими, адже, наприклад, якщо прискорення візка (рис. 1а) буде невеликим, то кулька, що на ньому знаходиться, може і не зміститись відносно візка через наявну силу тертя спокою. Аналогічно, якщо до дерев'яної палки (рис. 1в) прикласти невелику силу, то палка залишиться цілою, а паперові кільця порвуться.

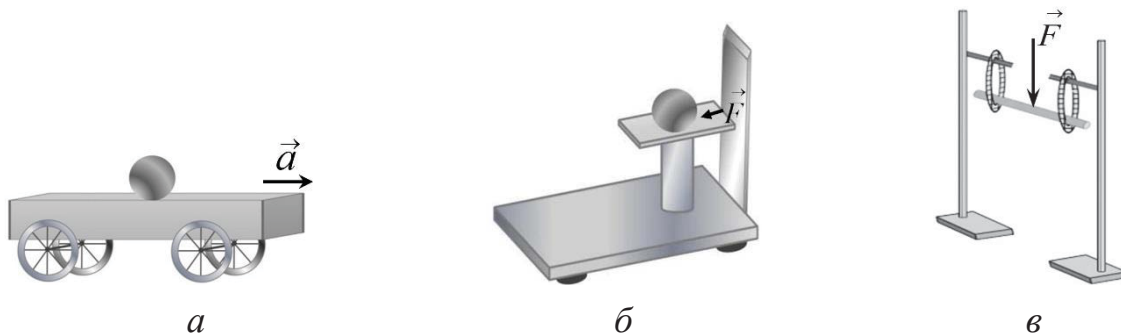


Рис. 1. Типові досліди-демонстрації першого закону Ньютона.

Натомість, демонстрація першого закону Ньютона не становить значних труднощів за умов невагомості. Тому з метою такої демонстрації можна використовувати відео відзняті на штучних супутниках Землі. Для прикладу, під час відео-уроку з космосу «Механіка» космонавт О. Серебров у невагомості демонструє політ кульки за інерцією [3]. Як можна наочно бачити на цьому відео, кулька рухається прямолінійно і, разом із тим, бодай невелике пришвидшення чи сповільнення її руху не є помітним людському оку.

До того ж, таку демонстрацію першого закону Ньютона можна істотно вдосконалити за допомогою використання комп'ютерних засобів обробки експериментальних даних. З цією метою спочатку належало б скористатись однією з комп'ютерних програм, призначених для обробки відео з відзнятими дослідями, наприклад, програмою Tracker. Відеоролик з уроком із космосу «Механіка» належало б завантажити на комп'ютер, а відтак відкрити це відео в програмі Tracker. Ця програма розбиває все відео на окремі відеокадри, на кожному з яких експериментатору належить натисканням лівої кнопки комп'ютерної мишки вказати місце знаходження кульки. До того ж, під час обробки програмою Tracker зазначеного відеоролику можна як завгодно обирати систему декартових координат та задавати довільний масштаб зображення на відео. У такому разі всі відстані на відеоролику будуть визначатись у деяких умовних одиницях довжини (*y.o.d*), а швидкість кульки – у цих же умовних

одиницях довжини за секунду (*y.o.d./c*). У такий спосіб за допомогою програми Tracker можна отримати набір координат кульки в різні моменти часу ( $t_i; x_i; y_i$ ), де  $i$  – номер відеокадру,  $t_i$  – час, який відповідає  $i$ -тому відеокадру й визначається комп'ютерною програмою Tracker автоматично,  $(x_i; y_i)$  – координати кульки на  $i$ -тому відеокадрі (у момент часу  $t_i$ ).

Згодом на моніторі комп'ютера можна, наприклад, засобами табличного процесора MS Excel зобразити наочно експериментальні точки траєкторії кульки та, апроксимувавши їх лінійною залежністю, переконатись у тому, що кулька рухалась прямолінійно (рис. 2).

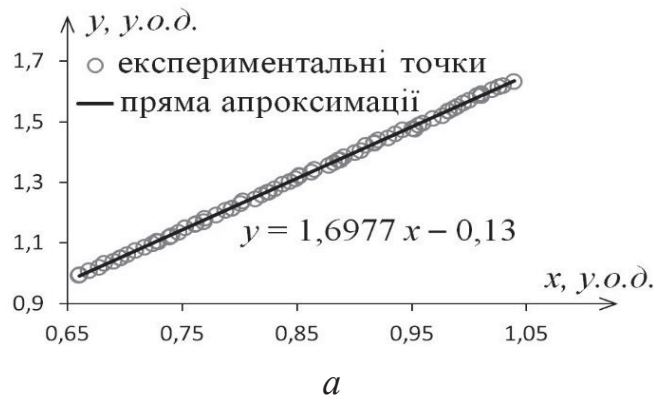


Рис. 2. Траєкторія руху кульки за інерцією у невагомості.

А втім, найбільша цінність такої комп'ютерної обробки експериментальних даних полягає в можливості доволі точної перевірки того, що на відзнятому в невагомості відео кулька з високою точністю рухалась рівномірно. Апроксимувавши засобами MS Excel експериментальні залежності  $x_i(t_i)$  та  $y_i(t_i)$ , можна переконатись у тому, що кулька за інерцією, справді, рухалась зі сталою швидкістю (рис. 3а,б).

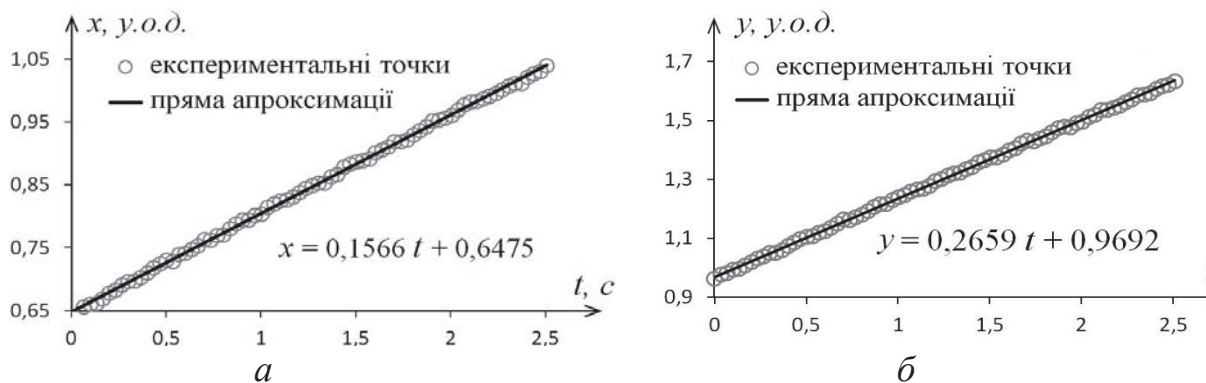


Рис. 3. Рівняння руху кульки за інерцією у невагомості.

Демонстрація учням описаного вище фрагменту відеоролику (із використанням комп'ютерних засобів обробки експериментальних даних чи без них) надає змогу безпосередньо наочно продемонструвати перший закон

Ньютона «в дії». Використання ж у цьому разі відповідних комп'ютерних засобів розширює можливості такої демонстрації, надаючи змогу, зокрема, підтвердити рівномірність руху кульки за інерцією, що практично неможливо достеменно встановити «на око» під час перегляду відеоролика.

### Список використаних джерел

1. Mareschal D. The neuroscience of conceptual learning in science and mathematics. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 2016; 10: 114–118.
2. Kwon Y. J., Lawson, A. E. Linking brain growth with the development of scientific reasoning ability and conceptual change during adolescence. *Journal of Research in Science Teaching*, 2000; 37: 44–62.
3. Уроки из космоса. Механика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=uNKuPAM5PBA>

## ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ У ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ТА ВИЩОЇ ОСВІТИ У ПЕРІОД ПАНДЕМІЇ

**Коссак Григорій Михайлович**

Кандидат педагогічних наук, доцент кафедри біології та хімії, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка  
[gr\\_kossak@ukr.net](mailto:gr_kossak@ukr.net)

**Монастирська Світлана Семенівна**

Кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та хімії, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка  
[svitlana.monastyrska@gmail.com](mailto:svitlana.monastyrska@gmail.com)

Підготовка учнівської та студентської молоді у період пандемії, ставить нові вимоги до організації процесу навчання, адже важливо забезпечити повноцінне, системне і систематичне здобуття молоддю людиною наукових знань, якісне формування певного рівня умінь відповідно до програмних результатів навчання, що закладені в освітніх програмах та передбачають набуття ними певних компетентностей необхідних для подальшого навчання або професійного становлення.

Відповідно до листа-роз'яснення Міністерства освіти і науки України щодо застосування нового Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти, зазначається, що карантин та інші надзвичайні обставини, що тимчасово унеможливають відвідування закладів освіти, освітній процес продовжується з використанням технологій дистанційного навчання [3].

Тому педагогічні працівники та здобувачі середньої та вищої освіти мають володіти різноманітними інформаційно-комунікаційних технологіями для онлайн-проведення освітнього процесу.

Адже, як зазначено у Законі України “Про освіту”, “Про повну загальну середню освіту” та включено у державний стандарт базової середньої освіти