

УДК 372.853

Черченко О.А., Савченко В.Ф., Мітус Н.О.

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАДАЧІ В ПОЗАУРОЧНІЙ РОБОТІ З ФІЗИКИ**

*У статті розглядається проблема використання експериментальних задач у навчально-виховному процесі з фізики. Звертається увага на проблеми розв'язування експериментальних задач на заняттях фізичного гуртка.*

*This article is about problem of experimental tasks usage in a modern teaching process from physics. Our attention applies on the problems decision of experimental tasks on lessons of physical circle*

**Ключові слова:** експериментальна задача, фізичний гурток, шкільний експеримент.

Перед освітою поставлено ряд завдань, одним з яких є розвиток в учнів творчого мислення, ініціативності, вміння логічно думати ... Усе це реалізується різними засобами і велику роль в цьому відіграють фізичні задачі [3; 11; 13], а особливо такий вид задач, як експериментальні.

Їхня роль в активізації навчальної і творчої діяльності учнів з фізики не викликає сумніву. Адже можна виділити ряд переваг [13], які вказують на актуальність використання їх у навчальному процесі:

1. Експериментальні задачі в значній мірі сприяють підвищенню активності учнів на уроках, розвитку їх логічного мислення, привчають аналізувати фізичні явища, спонукають учнів до напружених роздумів із залученням всіх наявних у них на той час теоретичних знань і практичних умінь, до активних намагань власними силами здобути знання, пізнавати оточуючий їх світ.
2. Експериментальні задачі запобігають формалізму в знаннях учнів.
3. Самостійний розв'язок учнями експериментальних задач сприяє активному набуттю експериментальних умінь і навичок дослідницького характеру, розвитку їх творчих здібностей. Учням при цьому доводиться планувати свою експериментально-пошукову роботу конкретного змісту, визначати способи отримання деяких необхідних їм даних, самостійно збирати експериментальні установки, відбирати, а то й конструювати потрібні їм прилади для відтворення того чи іншого фізичного явища.
4. Здобуті учнями уміння і навички розв'язувати експериментальні задачі стають в нагоді при розв'язуванні розрахункових задач, оскільки забезпечують краще розуміння фізичного змісту в ході підстановки даних в умови значень фізичних величин та констант у формули та рівняння.

І все ж, на сьогодні, експериментальні задачі не є широко поширеним явищем у позаурочній роботі з фізики. Причиною цього є те, що витрачається багато часу на виконання і підготовку задач, недостатньо приділяється уваги при підготовці майбутніх учителів з питань методики організації і роботи з розв'язання експериментальних задач, незрозуміло, яке використовувати обладнання під час розв'язку цих задач, яка методика їх організації, проведення і підбір завдання.

Перша проблема частково розв'язується на практиці досить просто – застосовувати ці задачі на спарених уроках з фізики [13], або на позаурочних заняттях з фізики (факультативи, фізичні гуртки) [1; 2; 16].

Другу проблему можна розв'язати, вводячи в список виконуваних студентами шкільних і демонстраційних робіт, які розглядаються з методики навчання фізики, роботи, зміст якої нагадує експериментальну задачу. Під час практичних занять з методики навчання фізики можна дати завдання розробити експериментальну задачу з певної тематики, підібрати самим обладнання і матеріали. А на лекціях – розповісти про методику підготовки, організації і проведення експериментальної задачі.

Такий підхід допоможе студентам зрозуміти суть і необхідність експериментальної задачі в навчанні фізики.

Бурхливий розвиток інформаційних технологій, широке введення комп'ютера в різні галузі людського життя спричинило масове використання його і різного роду навчальних про-

грам у школі. Над проблемою використання інформаційних технологій на уроках фізики працюють педагоги, вчителі, науковці [5; 7; 9; 12; 14; 15], а особливу увагу звертають на використання інформаційних технологій в навчальному фізичному експерименті [6; 9], де умовно розглядають розвиток навчального фізичного експерименту у трьох напрямках:

1) Розробка й модернізація традиційного устаткування для демонстрацій і лабораторного фізичного експерименту.

2) Моделювання фізичних процесів за допомогою комп'ютера.

3) Використання інтерфейсних блоків і датчиків фізичних величин, що з'єднуються з ЕОМ, для демонстраційного й лабораторного навчального фізичного експерименту.

Крім того, із розвитком техніки вчителі-новатори, педагоги, вчені удосконалюють уже застарілі лабораторні установки, прилади [4; 10], що дає можливість підвищити точність вимірювань фізичних величин, покращити подачу нового матеріалу доступніше для учнів.

На початковому етапі заняття дітей ділять на групи по 4-6 чоловік. Це дає змогу вирішувати цілу низку педагогічних завдань [8]. По-перше, всі учні включаються в роботу й активно працюють над знаходженням правильної відповіді, усвідомлюють свою причетність до цього процесу. По-друге, стимулюється творче мислення, підтримуються нестандартні ідеї. По-третє, учень може усвідомити й розвинути своє психологічне амплуа (генератор ідей, інтелектуальний чи емоціональний лідер, організатор, розумний скептик), а також виявити свої слабкі місця. По-четверте, групова діяльність дає змогу забезпечити широкий тематичний обсяг, за якого кожний учень докладно вивчає один з аспектів теми, а з іншими ознайомлюється оглядово, слухаючи відповіді товаришів. По-п'яте, під час групової роботи можна здійснити диференційоване навчання.

Діти, які займаються в гуртку, мають різні рівні знань, умінь і навичок, тому зміст задачі підбирається із врахуванням цих особливостей, як реалізації особистісно-орієнтованого підходу через диференціацію завдань, диференціацію ролі в робочій групі.

Далі подаємо структуру заняття у вигляді плану-конспекту.

#### **ТЕМА: РОЗВ'ЯЗУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЗАДАЧІ З МЕХАНІКИ**

**Тип заняття:** експериментальний.

**Мета. Навчитись:** користуватися демонстраційним і лабораторним шкільним обладнанням не тільки для використання його на конкретних лабораторних роботах, а й для розв'язування інших задач; використовувати теоретичні знання з механіки на практиці; експериментально встановлювати залежність і графічно її зображати; аналізувати і узагальнювати отримані дані з експерименту.

**Розвинути** експериментаторські здібності, вміння творчо підходити до розв'язку поставленої проблеми, вміння працювати командою, організовувати поетапне розв'язування проблеми. Розвинути логічне, творче, образне і абстрактне мислення.

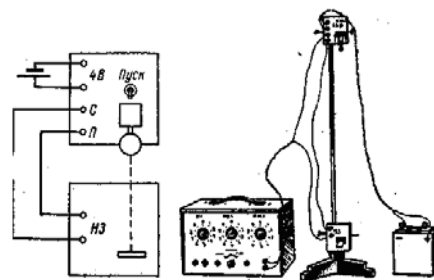
**Виховати** охайність, обережність, вміння слухати інших, відстоювати і обґрунтовувати свою точку зору, виховувати колективізм.

**Обладнання.** залізна кулька, секундомір електромеханічний або електронний «Кварц-1», приставки – панелі до секундоміра, жолоби Галілея, джерело постійного струму на 3,5-4 В, провідники, штатив універсальний, лінійка.

#### **Хід заняття**

*Організаційний момент.*

Ділимо дітей на групи по 4-6 чоловік. У кожній групі повинен бути хоча б один учень із рівнем знань, умінь і навичок «олімпіадника», 2-3 учні із рівнем знань «невизначені» і 1-2 з



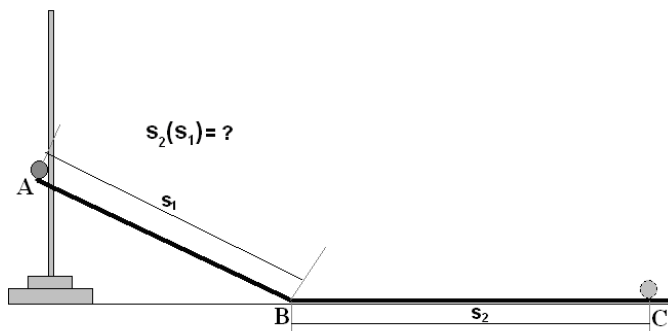
Мал. 1

рівнем «невстигаючі» [16]. Такий розподіл забезпечує ефективну командну роботу, де всі учасники отримують певні знання, уміння і розвивають навички. Це реалізується таким чином: «невстигаючі» беруть активну участь у вимірюванні потрібних параметрів; «невизначені» підставляють отримані виміри у вже знайдені формули і частково беруть участь у виведенні цих формул; «олімпіадники» разом з іншими організують теоретичну і експериментальну частину розв'язку задачі і слідкують за вірним її ходом.

### 1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Ознайомлюємо учнів із обладнанням, яке вони будуть використовувати. Пояснюємо, як зібрати схему для визначення часу, протягом якого рухається кулька (мал.1) і формулюємо зміст завдання.

*Завдання.* Використовуючи дане обладнання визначити відстань  $s_2$ , на яку прокотиться кулька по горизонтальному жолобу, скотившись з похилого жолоба довжиною  $s_1$  (мал. 2) (основне завдання). Для цієї задачі ми вибрали рух кульки, а не бруска тому, що він має відносно велике тертя.



Мал. 2

Щоб виконати це завдання, його поділяють на ряд підзавдань:

- Визначити коефіцієнт тертя кочення  $\mu$  між залізною кулькою і жолобом Галілея.
- Визначити прискорення, з яким кулька рухається похилою площиною  $a_1$  і горизонтальною  $a_2$ .
- Визначити швидкість кульки біля підніжжя похилої площини.

### 2. РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ

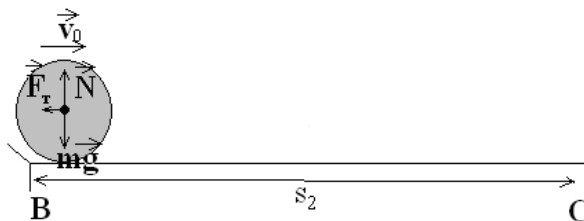
Під час розв'язку задачі ми допускаємо свідому неточність в тому, що не розглядаємо момент імпульсу кульки. Розв'язання проблеми відбувається в два етапи (теоретичний і практичний).

*Перший етап* (теоретичний).

На малюнку 2 видно, що кулька рухається рівноприскорено: на ділянці  $AB$ , довжина якої  $s_1$ , модуль прискорення додатній, а на ділянці  $BC$  довжина якої  $s_2$ , модуль прискорення від'ємний. Тому для першого етапу обговорення задачі доцільно поділити її на дві частини: в першій частині обговорюється рівноприскорений рух, модуль прискорення якого додатній, а в другій – рівноприскорений рух, модуль прискорення якого від'ємний.

Оскільки нам відомий результат, який ми повинні отримати (знайти на яку відстань  $s_2$  переміститься кулька по горизонтальному жолобу, скотившись ділянкою  $AB$ , довжина якої  $s_1$  (Мал.2)), то доцільно розгляд завдання почати з тієї частини руху модуль прискорення якого від'ємний, тобто знайдемо, що нам потрібно для того щоб знайти  $s_2$ . Виконується пошуковий етап розв'язку задачі на основі дедуктивного підходу. Розглянемо це детальніше:

Рух на ділянці BC (мал. 3):



Мал. 3

Учні знають, що вони можуть виміряти час скочення кульки, виміряти фізичні параметри системи (висоту, довжину...).

Відстань, яку пройде кулька після скочення, можемо знайти з виразу (розглядаємо скалярний вид рівняння руху):  $2s_2a_2 = v^2 - v_0^2$  звідси  $s_2 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a_2}$ , оскільки  $v = 0$  то  $s_2 = -\frac{v_0^2}{2a_2}$  (1)

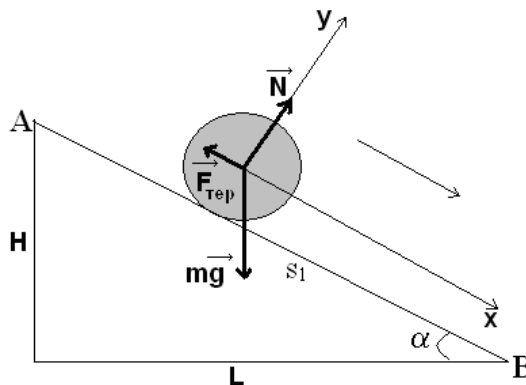
де  $v_0$  – швидкість у момент скочення кульки з похилого жолоба,  $a_2$  – прискорення на ділянці BC.

Отже щоб знайти  $s_2$  потрібно знати  $v_0$  і  $a_2$ .

Прискорення ми можемо знайти, записавши II закон Ньютона для рівноприскореного руху (мал.3) у скалярному вигляді:  $ma_2 = -F_m$ ,  $ma_2 = -\mu mg$ , звідси  $a_2 = -\mu g$ , підставляючи у вираз (1) отримаємо  $s_2 = \frac{v_0^2}{2g\mu}$ .

Отже, учні бачать, що для знаходження  $s_2$  потрібно знати коефіцієнт тертя кочення між кулькою і жолобом та швидкість у момент скочення кульки. Ці дані можна знайти із розгляду рівноприскореного руху на ділянці  $s_1$ .

Рух на ділянці AB (мал.4):



Мал. 4

Швидкість у момент скочення кульки можна знайти з виразу  $a_1 = \frac{v - v_0}{t}$ , звідси  $v = a_1 t - v_0$ . Оскільки початкова швидкість кульки дорівнює нулю то  $v = a_1 t$  (2). Ми можемо знайти швидкість у момент скочення кульки з жолоба, якщо будемо знати прискорення, з яким рухається кулька. Його ми можемо знайти з виразу  $s_1 = v_0 t + \frac{a_1 t^2}{2}$ . Вже було зазначено, що початкова швидкість руху кульки дорівнює нулю. Тоді прискорення  $a_1 = \frac{2s_1}{t^2}$ . Підставляючи значення  $a_1$  у вираз (2) отримаємо  $v = \frac{2s_1}{t}$ .

Для знаходження другої невідомої потрібно для кульки, що рухається жолобом, записати II закон Ньютона. Для цього розставимо сили, які діють на кульку (мал.4) і запишемо рівняння у векторній формі:

$$m\vec{a}_1 = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_m, \text{ спроектуємо ці сили на осі OX і OY:}$$

Де  $\vec{N}$  – сила реакції опори, яка виникає в результаті дії кульки на жолоб;

$\vec{F}_m$  – сила тертя кочення між кулькою і жолобом;

$$\text{OX: } ma_1 = mg \sin \alpha - F_m \quad (3);$$

$$\text{OY: } 0 = N - mg \cos \alpha \quad (4);$$

З (3) отримаємо  $F_m = mg \sin \alpha - ma_1$ . За означенням  $F_m = \mu N$  (5). З виразу (5) знаходимо,

$$\text{що коефіцієнт тертя кочення кульки об жолоб дорівнює } \mu = \frac{F_m}{N} \quad (6)$$

Підставляючи у вираз (6) значення сили реакції опори з виразу (4) і вираз сили тертя отримаємо  $\mu = \frac{g \sin \alpha - a_1}{g \cos \alpha}$ . Із малюнка (мал. 4) видно, що  $\sin \alpha = \frac{H}{s_1}$  а  $\cos \alpha = \frac{L}{s_1}$ . Тоді коефі-

цієнт тертя кочення можна знайти з виразу:  $\mu = \frac{H}{L} - \frac{a_1 s_1}{gL}$ .

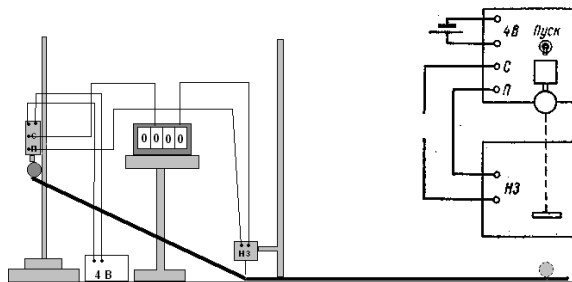
*Другий етап (практичний).*

Суть другого етапу полягає у тому, що потрібно проаналізувати отримані теоретичні дані і виділити ті фізичні величини, які потрібно виміряти, щоб розв'язати поставлену на початку задачу.

$$\text{Ми отримали такі вирази: } s_2 = \frac{v_0^2}{2g\mu}, v = \frac{2s_1}{t}, \mu = \frac{H}{L} - \frac{a_1 s_1}{gL}, a_1 = \frac{2s_1}{t^2}.$$

З них видно, що для того, щоб знайти, на яку відстань  $s_2$  відкотиться кулька, скотившись із похилого жолоба, потрібно: визначити час скочення кульки з похилого жолоба  $t$ , виміряти довжину  $s_1$ ,  $L$  і висоту  $H$  (мал.2).

Визначившись із величинами, які потрібно виміряти, розподіляють їх між членами групи. Частина учнів, які мають слабку підготовку і мотивацію з фізики («невстигаючі»), виконують прості вимірювання:  $s_1$ ,  $L$ ,  $H$ . Для вимірювання часу потрібно скласти установку (мал. 5), цим і займається решта учнів групи.



Мал. 5

Вимірювання часу здійснюється достатню кількість разів для знаходження найбільш точнішого значення.

Вимірявши необхідні фізичні величини, підставляють їх у формули таким чином, що частина групи знаходить  $\mu$  і  $a_1$ , а інша  $s_2$  і  $v$ .

Така організація розв'язку експериментальної задачі дає можливість виховати в дітей відповідальність, почуття колективізму, вміння працювати в групі. У процесі розв'язання такої задачі учні повторили рівнозмінний рух, другий закон Ньютона, значення сили тертя, вміння працювати з векторами, а також розвинули експериментаторські вміння під час застосування теоретичних знань на практиці.

Якщо група складається із «олімпіадників» і «невизначених», то можна ускладнити завдання. Запропонувати вивести функціональну залежність довжини  $s_2$  ділянки  $BC$ , на яку

кулька переміститься після скочення з похилої ділянки  $AB$  (Мал.2), від довжини  $s_1$  і експериментально на установці (мал.5) її перевірити.

У попередній задачі ми знаходили залежність  $s_2(s_1)$  при сталому куті  $\alpha$  – кута нахилу жолоба. Можна запропонувати таку експериментальну задачу, де потрібно знайти залежність  $s_2(\sin \alpha)$  при сталій довжині похилого жолоба  $s_1$ .

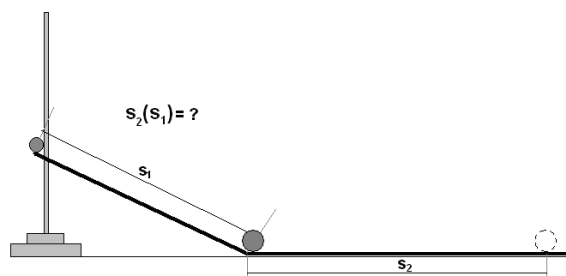
#### 4. ВИСНОВОК

Під час порівняння значень теоретичних розрахунків і експериментальних даних ( $s_2$  – довжина шляху, визначена теоретично за даними попереднього вимірювання і  $s_2$  – довжина шляху, виміряна після того, як скотилась кулька по жолобу) помічаємо, що є розходження у значенні фізичних величин. З'ясуємо причини цих неточностей і пропонуємо знайти шляхи покращення, удосконалення установки для точнішого вимірювання фізичних величин. У нашому випадку значні похибки траплялися під час вимірювання часу скочення кульки з похилого жолоба. Учні пропонують: «для того, щоб підвищити точність вимірювання потрібно використовувати новітню техніку: використання фоторезисторів, комп'ютерну техніку, яка фіксує проходження кульки в певний момент часу і так далі.»

Під кінець заняття доцільно ще раз повторити хід розв'язку експериментальної задачі, наголосити про етапи розв'язку: спочатку розбираємо теоретично проблему, виводимо необхідні формули; визначаємо дані, які ми можемо знайти; потім реалізуємо практичну частину експериментальної задачі і на практиці перевіряємо теоретичний результат, з'ясуємо розбіжності теорії з практикою і шукаємо шляхи виходу з такої ситуації.

Дану установку для вимірювання проміжку часу (мал.1) і її удосконалення можна використовувати не тільки для подібного типу експериментальних задач, а й для вивчення законів збереження в механіці. Для прикладу наведемо умови цих задач:

**1. Закон збереження імпульсу.** Для цієї експериментальної задачі використовують те ж обладнання, що і в описаній установці, тільки на шляху, біля підніжжя похилого жолобу, кладуть залізну кульку більшої маси (мал.6). Розглядаємо пружний удар і той випадок, коли вдарившись, перша кулька повністю зупинилась і увесь імпульс передала іншій кульці, а також коефіцієнт тертя кочення для обох кульок однаковий. Перед учнями ставиться завдання – визначити залежність  $s_2(s_1)$  при сталому  $\alpha$  і  $s_2(\sin \alpha)$  при сталій довжині похилого жолоба. Де  $s_2$  – шлях, який пройшла більша кулька,  $s_1$  – шлях, який пройшла маленька кулька.



Мал. 6

**2. Закон збереження енергії.** Для цієї експериментальної задачі використовують те ж обладнання, що і в вище описаній, тільки додають пружину, коефіцієнт жорсткості якої і потрібно визначити.

Як бачимо, застосування існуючого і саморобного демонстраційного і лабораторного обладнання дає можливість підсилити ефективність і значення експериментальних фізичних задач у навчально-виховному процесі з фізики. Учні, використовуючи його і вносячи свої пропозиції щодо покращення обладнання, розвивають в собі новаторські здібності.

Як показала практика, систематичне використання такого типу задач підвищує інтерес учнів до фізики, активізує їхню роботу на занятті, а це в свою чергу створює необхідні умови для подальшого гармонічного розвитку особистості.

Звичайно, не можна абсолютизувати даний підхід. І експериментальна задача, без створення попередньої проблемної ситуації в «живому» вигляді, не завжди може набувати відповідного дидактичного змісту. Але, удосконалення шкільного демонстраційного і лабораторного

експерименту за рахунок впровадження інноваційних технологій дозволяє усунути ряд проблем, які заважають широкому використанню експериментальних задач, а це в свою чергу сприяє активізації навчальної і творчої діяльності учнів з фізики як на уроках, так і на заняттях фізичних гуртків, що в свою чергу дає можливість розв'язати ряд поставлених перед освітою завдань.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Віднічук М. Методика розвитку творчої особистості в позаурочній, позакласній і позашкільній роботі в курсах фізики й технічної праці // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – №4. – С. 20.
2. Віднічук М. Формування навичок творчого стилю мислення учнів у позашкільній роботі // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №2.
3. Волошина А. Задачі як метод навчання фізики: історичний аспект // Фізика та астрономія – 2001.
4. Гребенюк М.К. Демонстраційні досліди з механіки рівноприскореного руху // Дидактичні проблеми фізичної освіти в Україні: Матеріали науково-практичної конференції. – Чернігів: ЧДПУ імені Т.Г.Шевченка. 1998. – С. 40-42.
5. Гриценко С. Чи варто на уроках фізики використовувати комп'ютер // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №4. – С. 47.
6. Двораківський В., Сиротюк В. Проблеми шкільного навчального експерименту з фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – № 2.
7. Дошчик О. Використання комп'ютерної технології на уроках розв'язування фізичних задач // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – №1. – С. 44-46.
8. Кисла І., Дякова Л. Інтегральний крок з фізики і хімії. Теоретико-дослідницьке вивчення нового матеріалу у формі групової діяльності // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – №1. – С. 2.
9. Мартинюк О. Нові інформаційні технології в навчальному фізичному експерименті // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №4. – С. 44-46.
10. Миргородський Б. Ю. Шкільний фізичний експеримент. – К.: Рад. шк., 1972. – 200 с.
11. Опачко М. Профорієнтація при розв'язуванні фізичних задач // Фізика та астрономія у школі. – 2001. – №4. – С. 28.
12. Сільвейстр А. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики з використанням комп'ютера // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №4. – С. 48-50.
13. Тищук В.І. Дидактичне навантаження експериментальних задач при вивченні фізики // Дидактичні проблеми фізичної освіти в Україні: Матеріали науково-практичної конференції. – Чернігів: ЧДПУ імені Т.Г.Шевченка. – 1998. – С. 147-151.
14. Тичук Р. Організація самостійної роботи учнів з використанням інформаційних технологій. // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №2. – С. 41-42.
15. Теплицький І., Семеріков С. Необмежені можливості та можливі обмеження застосувань комп'ютера у фізичному лабораторному експерименті // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – №2. – С. 47-49.
16. Черченко О.А., Савченко В.Ф. Позаурочна робота, як невід'ємний елемент сучасного навчально-виховного процесу з фізики. // Збірник наукових праць Кам'янець – Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ. – 2005. – Вип.11. – С. 170-173.

*Стаття рекомендована кафедрою педагогіки, психології і методики викладання фізики  
Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г.Шевченка*

*Надійшла до редакції 27.03.2006 р.*