

**Висновок.** Фундаменталізація як тенденція і головна умова удосконалення професійної освіти передбачає: досягнення компетентності фахівця; посилення загальноосвітніх компонентів у професійних освітніх програмах; посилення наукового потенціалу навчальних закладів; перехід до фахівців широкого профілю.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Башарин, В.Ф. Фундаментальные методы познания физики: в 3 ч. / В.Ф. Башарин. – Казань: ИСПО РАО, 1999. – Ч. 3. – 2001.
2. Большая советская энциклопедия: // в 30 т. – 3-е, изд. – М: Сов. энцикл., 1978. – т.28. – 616 с.
3. Валова О.В. Функції та пріоритети сучасної освіти у полі зору єдиного освітнього простору / С.П. Величко: // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський держ. ун-т, РВВ, 2006. – Вип. 12. – С.18–21.
4. Гомоюнов К.К. О фундаментализации технического образования / К.К. Гомоюнов // Вестник высшей школы. – 1989. – №4. – С.83–91.
5. Елгіна Л.С. Фундаментализация образования в контексте устойчивого развития общества: совокупность, концептуальные

основания: дис... канд. философ. наук: / Л.С. Елгина – Улан-Уде, 2000. – 140 с.

6. Новиков, А.М. Принципы фундаментализации образования / А.М. Новиков // Специалист. – 2005. – №1. – С. 2–5.

7. Образцов, П. И. Дидактика высшей военной школы: учеб. пособие / П. И. Образцов, В. М. Косухин. – Орел: Академия спецсвязи России, 2004. – 317с.

8. Семашенко, В. Болонский процесс и качество образования / В.Семашенко, Г. Ткач // Alma mater. – 2003. – №8. – С.8–14.

9. Субетто, А.И. Проблемы фундаментализации и источников формирования содержания высшего образования: грани государственной политики. / А.И. Субетто. – Кострома: Костром. пед. ун-т, 1995. – 332 с.

10. Цапко, Е.А. Концепция фундаментализации и ее статус в парадигме образовательного феномена технического университета: дисс. канд. фил. наук / Е.А. Цапко. – НБ ТГУ, 1999. – 144с.

11. Читалин, Н.А. Многоуровневая фундаментализация содержания профессионального образования / Н.А. Читалин. – Казань: Изд-во Казан.ун-та, 2005. – 272 с.

### ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Шатковська Галина Іванівна** - докторант НПУ ім. М.П. Драгоманова, кандидат педагогічних наук, доцент.

*Наукові інтереси:* професійна освіта.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ТЕМИ “ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООВОГО РОЗШИРЕННЯ ТВЕРДИХ ТІЛ”

**Олександр ШКОЛА**

*Розглядається методика організації і проведення оригінальної лабораторної роботи з теплового розширення твердих тіл, використання якої дозволить поглибити рівень та якість знань студентів під час вивчення курсу загальної фізики.*

*The article deals with the methods of carrying out of laboratory work. The theme of this work is the thermal expansion of solid bodies. Using this material will deepen the level and quality of students' knowledge.*

**Постановка проблеми.** Одним з головних завдань курсу загальної фізики педвузу є створення у студентів найповнішого уявлення про сучасну

фізичну картину світу шляхом знайомства з фундаментальними фізичними дослідженнями і теоріями; формування їх наукового світогляду, стилю мислення; розвиток умінь і навичок із застосування набутих знань при розв'язуванні практичних і теоретичних завдань сучасної науки, спостереженні і проведенні експериментальних досліджень. Сьогодні не можна оволодіти сучасною технікою без знання фізики, вірним є й те, що глибоке розуміння фізики

неможливо без розгляду її технічного застосування.

Традиційно вивчення курсу загальної фізики у вищих педагогічних навчальних закладах спирається на методичну систему, важливою складовою якої є демонстраційний експеримент і лабораторний практикум. Ці форми навчально-пізнавальної діяльності мають на меті розвинути практичні уміння і навички студентів, поглибити теоретичні знання та пов'язати їх з практикою, ознайомити із сучасними технічними засобами і методами дослідження, а також сприяти докладнішому вивченню фізичних понять, явищ і законів.

Сьогодні існує цілий комплекс лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму, який і складає основу експериментального методу навчання фізиці в середній загальноосвітній школі і вищому педагогічному навчальному закладі [1, 3 – 6]. Проте проблема удосконалення навчального фізичного експерименту є ще далеко нерозв'язаною, і навряд чи це взагалі можливо за умов постійного розвитку сучасної науки і техніки, коли сфера експериментальних досліджень увесь час розширюється, охоплюючи дедалі складніші явища природи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Навчальний фізичний експеримент, як відомо, – це відтворення за допомогою спеціального обладнання фізичного явища на уроці в умовах, що є найбільш зручними для його вивчення. Тому він слугує одночасно джерелом знань, методом навчання і видом наочності. У навчальному процесі педвузу навчальний експеримент є одним з методів вивчення фізики як науки і засобом професійної підготовки вчителя фізики. Важливі й виховні аспекти експерименту: він сприяє розвитку спостережливості, конструктивного мислення, інтересу до

предмету і творчого підходу до отримання знань. Навчальний фізичний експеримент не є чимось ізольованим, він – одна з складових частин цілісного навчального процесу, в якому відображається єдність теорії з практикою, практичного досвіду з наукою в пізнанні природи.

Сучасна теорія і практика системи навчального фізичного експерименту збагатилася завдяки плідним дослідженням Л.П. Гримака, Н.М. Звереві, О.М. Леонтєва, С.Л. Рубінштейна (психолого-педагогічні основи застосування експерименту в процесі навчання фізики); Л.І. Анциферова, О.І. Бугайова, С.П. Величка, Г.М. Гайдучка, С.У. Гончаренка, Л.Р. Калапуші, Є.В. Коршака, Д.Я. Костюкевича, О.І. Ляшенка, Б.Ю. Миргородського, В.Г. Нижника, М.Й. Розенберга, В.Ф. Савченка, О.В. Сергєєва, В.І. Тищука, М.С. Шульги (питання вдосконалення змісту, методики і техніки навчального фізичного експерименту; створення відповідних навчальних приладів і засобів наочності; тенденції розвитку); В.П. Вовкотруба, Ю.М. Галатюка, М.І. Жалдака, О.М. Желюка, Ю.О. Жука, О.І. Іваницького, Н.Л. Сосницької (використання обчислювальної техніки та нових інформаційних технологій в навчальному курсі фізики) тощо.

Постановка лабораторного практикуму з курсу загальної фізики у вищих навчальних закладах супроводжується певними труднощами, серед яких нестача належного обладнання сьогодні є найголовнішою. Проте, у деяких педвузах України є зразкові фізичні лабораторії, що мають у своєму розпорядженні як серійні прилади, так й оригінальне устаткування, виготовлене за власними проектами. До таких можна віднести лабораторії молекулярної фізики та

оптики Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова; механіки та ядерної фізики Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна; електрики, оптики і квантової фізики Вінницького державного педагогічного університету та ін. Для поліпшення якості фізичного практикуму слід забезпечувати лабораторії відповідним сучасним устаткуванням у необхідній кількості, включаючи розмноження оригінальних приладів та установок, а також поширювати досвід кращих навчальних лабораторій.

Зміст лабораторного практикуму у педвузі визначається програмою загального курсу фізики. Він включає завдання на дослідження фізичних явищ і процесів, вимірювання різних фізичних характеристик речовин і визначення фізичних констант, досліду перевірку фізичних законів і закономірностей. Така структура фізичного практикуму відповідає сутності предмету, комплексно відображаючи засоби й методи наукового пізнання природи, єдність теорії і досвіду, передбачаючи придбання студентами відповідних практичних умінь і навичок.

Вивченню властивостей твердих тіл у курсі загальної фізики педвузу надається велике значення. Наявність твердих матеріалів, що відповідають різноманітним вимогам, істотним чином визначають прогрес сучасної науки і техніки. Провідна роль у науковому обґрунтуванні технології виробництва і обробки матеріалів належить, серед інших наук, фізиці твердого тіла. Ознайомлення студентів з основами цієї науки у рамках загального курсу фізики – важливий етап у формуванні їх діалектико-матеріалістичного світогляду та сучасних уявлень про фізичну картину світу. Його зміст складає: властивості моно- і полікристалів, типи та дефекти

елементарних комірок, теорія теплоємності твердого тіла, особливості теплового розширення, агрегатні перетворення, фазові переходи I та II роду, діаграма стану тощо.

Цей навчальний матеріал курсу фізики є одним з тих, що важко засвоюється, оскільки відрізняється глибиною абстракції, складністю введення основних фізичних понять, високим рівнем математичних розрахунків. Саме з цієї причини фізичний експеримент у навчальному процесі має особливе значення, оскільки лише на експериментальній основі студенти можуть усвідомити сутність фізичних явищ і процесів, що вивчаються.

До останнього часу у постановці навчального фізичного експерименту з теплового розширення твердих тіл у нашому педвузі були певні труднощі, пов'язані головним чином з відсутністю належного обладнання. Тому відновлення, проведення та аналіз відповідного навчального експерименту й обумовили його актуальність. **Метою статті** є узагальнення результатів розробки та проведення навчального фізичного експерименту з теплового розширення твердих тіл, використання якого, на нашу думку, дозволить поглибити рівень та якість знань студентів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як відомо, всі речовини незалежно від їх агрегатного стану при нагріванні розширюються, а при охолодженні стискаються (виключення становлять в певному інтервалі температур води, чавун, вісмут і деякі сплави). Це явище називають тепловим розширенням і воно відіграє важливу роль у природі і практиці. Побудова ліній електропередач, створення точних приладів, деформація деталей різних конструкцій, машин та установок при їх експлуатації в режимах змінних

температур потребує врахування цього явища.

На основі молекулярно-кінетичної теорії будови речовини теплове розширення пояснюється змінами відстаней між частинками (атомами, молекулами, іонами) при зміні температури. Внаслідок ангармонічності теплових коливань частинок середня відстань між ними збільшується на величину, прямо пропорційну температурі речовини. З дослідів відомо, що за сталого тиску відносна зміна довжини твердих тіл пропорційна зміні температури:  $(dl/l) = \alpha dT$ , де  $\alpha$  – коефіцієнт лінійного розширення,  $dl$  – абсолютна зміна довжини тіла,  $l$  – початкова довжина.

Розв'язок диференціального рівняння має вигляд:  $\ln l = \alpha T + C$ . Константу інтегрування  $C$  знаходимо з початкових умов – за  $T = 0$ ,  $C = \ln l_0$ . Отже, основне рівняння лінійного теплового розширення твердих тіл:

$$l = l_0 e^{\alpha T}, \quad (1)$$

де  $l$  – довжина тіла за температури  $T$ ;  $l_0$  – довжина тіла за абсолютного нуля. Експериментально встановлено, що коефіцієнт  $\alpha$  не являється сталою величиною, а є функцією температури, що особливо помітно за низьких температур.

З рівняння (1) видно, що із зміною температури довжина тіла змінюється за експоненціальним законом. Однак на практиці частіше всього використовують наближену формулу, яку одержують при розкладі  $e^{\alpha T}$  в ряд. За  $\alpha T \ll 1$ , маємо:  $e^{\alpha T} = 1 + \alpha T + \dots$ . Нехтуючи членами із степенями вище першої за температурою, отримуємо:  $l = l_0(1 + \alpha T)$ .

Оскільки довжина досліджуваного тіла  $l_0$  за абсолютного нуля практично не може бути визначена, то зручно,

використовуючи експоненціальний закон, знайти

довжини  $l_1$  і  $l_2$  за довільних температур:  $l_1 = l_0 e^{\alpha T_1}$  та  $l_2 = l_0 e^{\alpha T_2}$ , звідки виходить

$$l_2 = l_1 e^{\langle \alpha \rangle \Delta T} \text{ або наближено} \\ l_2 = l_1 (1 + \langle \alpha \rangle \Delta T), \quad (2)$$

де  $\langle \alpha \rangle$  – середній коефіцієнт лінійного розширення тіла в інтервалі температур  $\Delta T$ . На практиці частіше всього за  $T_1$  беруть температуру танення льоду за нормальних умов, тобто  $273,15 K$  (або  $t = 0^\circ C$ ), а за  $l_1$  відповідно довжину тіла  $l_0$  за  $T_1$ . Тоді довжина тіла  $l$  за будь-якої температури  $t$  (за шкалою Цельсія) може бути виражена рівнянням:

$$l = l_0 (1 + \langle \alpha \rangle t). \quad (3)$$

Визначивши експериментально  $\langle \alpha \rangle$  довільного твердого тіла, можна на основі закону Гука розрахувати деформації і напруги, які виникають в деталях і конструкціях за їх теплового розширення. Оскільки  $\langle \alpha \rangle$  залежить від  $T$ , то в багатьох практично важливих випадках виникає необхідність експериментально дослідити цю залежність.

Опис установки та проведення експериментального дослідження. Досліджуваний зразок 1 розміщують в нагрівнику 2 (рис.1). Правий його кінець впирається в рухомий шток 3, розміщений у стійці 4, положення якої може регулюватися мікрометричним гвинтом 5 (з метою установки нуля манометра й віджимання зразка). Лівий його кінець впирається в шток 6, розміщений у стійці 7, який за розширення зразка деформує гофровану коробку (сільфон) 8, з'єднану шлангом з чутливим U-подібним рідинним манометром 9. За показами останнього й визначається видовження зразка під час нагрівання.

Для досягнення більшої точності експерименту обидва штки виготовлені з графіту, тому під час нагрівання зразка похибка, пов'язана з розширенням останніх, буде

мінімальною; важливим також у цьому зв'язку є й використання у гідравлічному манометрі підфарбованої води.

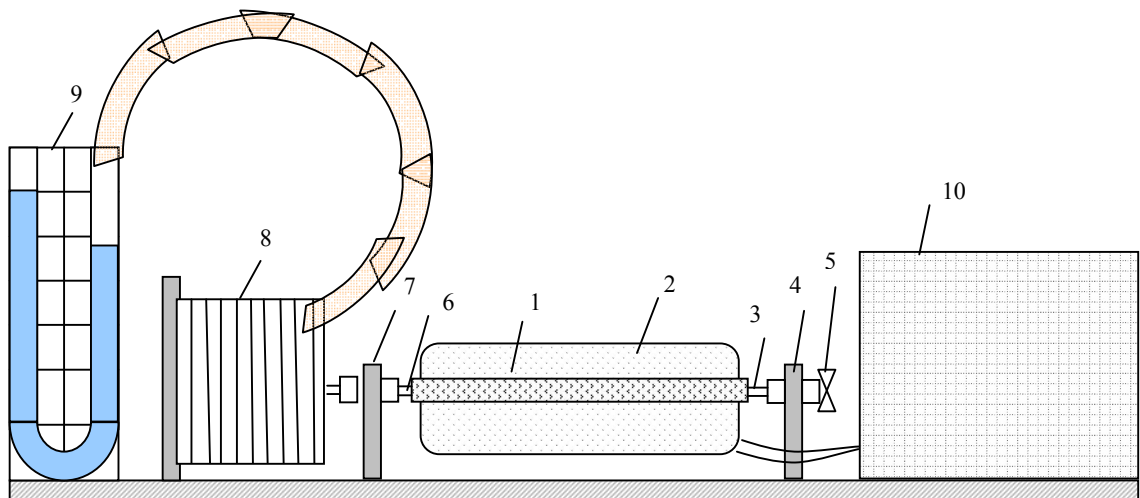


Рис.1. Загальний вигляд експериментальної установки

Блок керування 10 слугує для живлення нагрівача і контролю температури зразка, яка фіксується термопарою і знімається точно відградуїтованим пірометром для даного інтервалу температур. На ньому знаходиться тумблер вмикання установки, ручка регулювання напруги та затискачі для підключення нагрівальної установки і термопари. При виготовленні приладу особлива увага приділялася забезпеченню пожежної та електричної безпеки установки. Блок живлення забезпечений необхідною вентиляцією, візуальною індикацією напруги, плавким запобіжником та посиленою ізоляцією важливих струмонесучих частин. Особливістю даної установки є те, що за допомогою регулювання напруги нагрівача в значних межах і використання потужних нагрівальних елементів можна нагрівати досліджувані зразки до значних температур, що, таким чином, дає можливість спостерігати явище

нелінійності розширення металів за високих температур.

Обробка результатів експериментального дослідження та їх аналіз. Розробка та складання експериментальної установки дозволили провести дослідження з визначення коефіцієнта лінійного розширення твердого тіла (інструментальної сталі марки СТ – 50). Деформація сільфона під час теплового розширення досліджуваного зразка та відповідна їй зміна рівнів рідини манометру пропорційні відношенню квадратів їх діаметрів:

$$\Delta l = (d / D)^2 \Delta x,$$

де  $\Delta l$  – видовження зразка,  $d$  – діаметр трубки манометра,  $D$  – діаметр сільфона,  $\Delta x$  – зміна рівнів рідини манометру. Вихідні дані досліджу:  $d = 5$  (мм),  $D = 7,8$  (мм), початкова довжина зразка  $l_0 = 22,9$  (мм) за кімнатної температури. Результати експериментального дослідження наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

| $t, ^\circ C$                       | 20   | 40   | 60    | 80    | 100   | 120   | 140   |
|-------------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\Delta x \cdot 10^{-2}, \text{mm}$ | 1,1  | 2,3  | 3,5   | 4,8   | 6,1   | 7,4   | 8,8   |
| $\Delta l \cdot 10^{-5}, \text{mm}$ | 4,52 | 9,45 | 14,39 | 19,73 | 25,07 | 30,41 | 36,17 |

На рисунку 2 наведено експериментальний графік залежності видовження зразка від температури в інтервалі  $0 - 100^\circ C$ , оскільки для нього коефіцієнт теплового розширення тіла лінійний. Розрахунки  $\langle \alpha \rangle$  проводять за формулою (3) для кожного температурного інтервалу, при цьому в якості  $l_0$  беруть довжину тіла за більш низької температури.

Середнє значення коефіцієнту лінійного теплового розширення

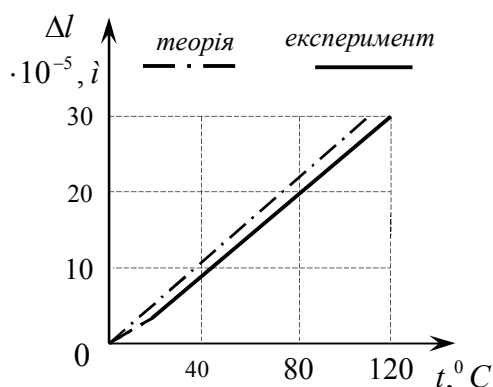


Рис.2. Графік залежності розширення досліджуваного зразка від температури

досліджуваного зразка за результатами експерименту (в інтервалі  $0 - 100^\circ C$ ):

$$\langle \alpha \rangle_{\text{дослідж}} = 11,22 \cdot 10^{-6} (K^{-1});$$

$$\alpha_{\text{дослідж}} = 12 \cdot 10^{-6} (K^{-1}).$$

Отриманий результат мало відрізняється з теоретичним, що свідчить про достатню точність роботи всіх вузлів експериментальної установки і справедливості отриманих даних. При цьому відносна похибка вимірювань коефіцієнта лінійного розширення досліджуваного зразка не перевищує 7%.

**Висновки та перспективи дослідження.** Розробка

експериментальної установки та справедливості отриманих даних свідчить про можливість визначення коефіцієнту лінійного теплового розширення будь-якого металу за умови їх виготовлення відповідної форми та розмірів. Зокрема, установка дозволяє фіксувати мінімальне теплове розширення зразка з точністю до  $2 \cdot 10^{-5} \text{ mm}$ .

Отримані результати експериментального дослідження дали підстави для рекомендації даної роботи до навчального процесу з курсу загальної фізики для студентів фізико-математичного факультету педвузу. З цією метою було розроблено методичні рекомендації, які містять орієнтовний обсяг відповідних навчальних матеріалів (короткі теоретичні відомості, опис установки та план дослідження, практичні завдання, питання для самоконтролю). Як свідчить досвід, застосування навчального фізичного експерименту з визначення коефіцієнта лінійного теплового розширення твердого тіла істотним чином сприяє підвищенню рівня та якості знань студентів під час вивчення відповідної теми курсу загальної фізики.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Анциферов Л.И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента. / Л.И. Анциферов, И.М. Пищиков. – М. : Просвещение, 1984. – 246 с.
2. Бушок Г.Ф. Методика преподавания физики в высшей школе / Г.Ф. Бушок, Е.Ф. Венгер. – К. : Наукова думка, 2000. – 415 с.
3. Загальна фізика. Лабораторний практикум : навчальний посібник / За ред. І.Т. Горбачука. – К. : Вища школа, 1992. – 509 с.
4. Лабораторные занятия по физике / Под ред. Л.Л. Гольдина. – М. : Наука, 1983. – 703 с.

5. Коршак Є.В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту / Є.В. Коршак, Б.Ю. Миргородський. – К. : Рад. школа, 1981. – 280 с.

6. Практикум із фізики в середній школі : посібник для вчителя / За ред. Бутова О. В. – К.: Рад. школа. 1990, 175 с.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

**Школа Олександр Васильович** - кандидат педагогічних наук, доцент кафедри дидактики природничо-наукових дисциплін та інформаційних технологій у навчанні Бердянського державного педагогічного університету

*Наукові інтереси: теорія і методика навчання фізики, зокрема історія методики навчання фізики в Україні*

## СПОСОБИ ОЦІНЮВАННЯ ТА КОРЕКЦІЇ РІВНЯ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ З ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ

**Олександр ЩИРБУЛ**

*У статті аналізуються способи оцінювання й корекції рівня підготовки майбутніх учителів трудового навчання з питань технічної творчості.*

*The article examines how assessment and correction of training of teachers working training for technical creativity.*

Важливим елементом професійної підготовки майбутніх учителів трудового навчання є їхній рівень, знань, умінь і навичків з питань організації та керівництва творчою технічною діяльністю учнів. Відповідно професійну підготовку з різних аспектів технічної творчості майбутні педагоги здобувають, вивчаючи дисципліну “Технічна творчість з методикою викладання”, котра передбачає оволодіння студентами змісту, методики організації технічної творчості, виконання технічних завдань різного рівня складності, завдань індивідуальної самостійної, науково-дослідної роботи. Варто зауважити, що результат навчання студентів, рівень їхньої підготовки значною мірою також залежить від системи контролю за навчальною діяльністю майбутніх учителів трудового навчання з питань технічної творчості. Тому проблема розробки й упровадження в навчально-виховний процес ефективної системи контролю та корекції рівня підготовки майбутніх педагогів на сьогодні є

актуальною. Актуальність зазначеної проблеми визначається тим, що вищі педагогічні заклади переходять на кредитно-модульну систему організації навчального процесу, яка спрямована на індивідуальний підхід до кожного студента, на створення умов самоосвітньої діяльності майбутніх педагогів. Такий підхід вимагає від викладача використовувати різні способи оцінювання рівня підготовки студентів. Ці способи мають забезпечувати не тільки кількісну оцінку знань, умінь і навичків майбутніх фахівців з технічної творчості, а й стимулювали їхню навчальну діяльність.

Слід зазначити, що проблеми контролю знань, умінь і навичків студентів детально аналізуються та обґрунтовуються в працях А.М. Алексюка [1], С.С. Вітвіцької [2], А.І. Кузьмінського [3] та інших авторів. Зокрема, у праці А.І. Кузьмінського [3] вказується на те, що оцінювання навчальних досягнень студентів має здійснюватися з дотриманням певних дидактичних вимог або принципів, таких, як: *систематичність, плановість, відкритість, об’єктивність, економічність, єдність вимог, індивідуальність*. Крім цього, система оцінювання знань, умінь і навичків студентів виконує наступні