

УДК [378.147:001.892]-042.65:53

Л. М. МИРОНЕНКО

асистент

Л. І. ВОВК

кандидат педагогічних наук, доцент

ВНЗ Укоопспілки "Полтавський університет економіки і торгівлі"

## МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ І МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ З ФІЗИКИ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ-ТЕХНОЛОГІВ

*У статті розглянуто методичні особливості розробки навчальних і методичних рекомендацій з фізики для самостійної роботи студентів-технологів, що мають на меті допомогти студентам у розвитку вміння розв'язувати фізичні задачі, сприяти прояву в студентів зацікавленості майбутньою професійною діяльністю, підвищити теоретичний рівень знання фізики.*

*Визначено вимоги щодо добору фізичних задач, завдань для самоконтролю та питань для самоперевірки, що містяться в методичній розробці: технічний об'єкт, що розглядають, повинен мати широке застосування в майбутній професійній діяльності технолога; в умовах задач з фізики необхідно використовувати реальні дані про машини, процеси тощо; в задачах треба ставити такі питання, які зустрічаються на практиці; матеріал, який використовують у задачах, повинен відповідати освітньо-професійній програмі підготовки бакалаврів "Харчові технології та інженерія" та робочій програмі з фізики.*

**Ключові слова:** методична розробка, фізика, розв'язування задач з фізики, навчальні завдання, методичні рекомендації, самостійна робота.

Практичні заняття з фізики є однією з ефективних форм реалізації завдань кредитно-модульного навчання з метою оптимізації процесу засвоєння конкретної теми. На жаль, за навчальним планом з дисципліни "Фізика" для студентів-технологів не передбачено практичні заняття, де студенти мали б змогу практикуватися в розв'язуванні задач, адже при додержанні сучасної методики це сприяє:

- систематизації та узагальненню набутих раніше студентами знань;
- більш глибокому розумінню суті фізичних теорій та ролі експерименту в пізнанні;
- формуванню вмінь застосувати свої знання на практиці та бачити при цьому нові прояви фізичних явищ і законів;
- розвитку дослідницьких умінь та пізнавального інтересу студентів, через використання активних методів навчання;
- формуванню елементів логіки наукового пізнання завдяки використанню методів фізичної науки;
- формуванню та розвитку логічних прийомів мислення [2, с. 8].

Саме ці фактори вплинули на розробку навчальних завдань і методичних рекомендацій для самостійної роботи студентів напряму підготовки "Харчові технології та інженерія". Мета цієї розробки – допомогти студентам у розвитку вміння розв'язувати задачі, оскільки наявність такого вмін-

ня є кращим критерієм оцінювання глибини розуміння студентом теоретичного матеріалу та його застосування в майбутній професійній діяльності.

*Метою статті* є розкриття основних методичних особливостей розробки навчальних завдань і методичних рекомендацій для самостійної роботи з фізики для студентів-технологів.

Проблеми методики розв'язування навчальних фізичних задач і розробки та застосування збірників задач як компоненту навчально-методичного комплексу з фізики набули суттєвого розвитку в працях таких учених: Д. Александрова, О. Бугайова, В. Володарського, С. Гончаренка, П. Знаменського, О. Іванова, Л. Калапуша, П. Капіци, Є. Коршака, О. Ляшенка, П. Михайлика, Ф. Нестеренка, В. Орехова, А. Павленка, Г. Розенבלата, В. Розумовського, О. Сергєєва, Н. Тулькібаєвої, В. Франківського, О. Цінгера, О. Швай, І. Швайченка А. Усової, А. Яворськогота ін.

Для самостійної роботи студентам напряму підготовки “Харчові технології та інженерія” серед найпопулярніших збірників задач для вищих технічних навчальних закладів ми надаємо перевагу таким: В. Волькенштейн “Сборник задач по об щему курсу физики”, А. Чертов “Задачник по физике с примерами решения задач и справочными материалами”, а також рекомендуємо кафедральні розробки навчально-методичних посібників і методичних рекомендацій до самостійної роботи студентів технологічних спеціальностей М. Махна, В. Лобаня, Л. Вовк та ін. Але аналіз змісту й структури більшості збірників задач з фізики свідчить про те, що вони містять мало задач, що мають елементи професійної спрямованості, тобто немає таких навчальних завдань та методичних рекомендацій, які б цілком відповідали професійній діяльності інженера-технолога. Тому студентам потрібно надати інструмент у вигляді масиву фізичних завдань, у яких було використано реальні дані про машини, процеси тощо, а також поставлено такі питання, які зустрічаються на практиці. Розв'язання саме таких задач під час самостійної роботи сприяло б якісній професійній підготовці, розвитку інтересу до фізики.

Нині викладачами кафедри вищої математики та фізики ПУЕТ розробили навчальні завдання та методичні рекомендації для самостійної роботи студентів за напрямом підготовки “Харчові технології та інженерія” згідно з освітньо-професійною програмою підготовки бакалаврів “Харчові технології та інженерія”, робочою програмою з фізики, що містять такі складові: вступ, загальні методичні рекомендації, тематичний план дисципліни “Фізика”, зміст самостійних робіт модуля I “Фізичні основи механіки” (самостійна робота № 1 “Основи кінематики”, самостійна робота № 2 “Динаміка поступального руху”, самостійна робота № 3 “Динаміка обертового руху”, самостійна робота № 4 “Робота і енергія”, самостійна робота № 5 “Механіка рідин”) та модуля II. “Молекулярна фізика і термодинаміка” (самостійна робота № 6 “Ідеальний газ. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів”, самостійна робота № 7 “Основи термодинаміки”, самостійна робота № 8 “Явища переносу. Реальні гази. Рідини”, самостійна робота № 9 “Елементи фізики твердого тіла”), завдання для індивідуальної

домашньої роботи, додаток А “Множники, префікси та їх позначення для кратних і частинних одиниць СІ”, список рекомендованої літератури.

На початку загальних методичних рекомендацій наведено вимоги до розв’язування задач.

Кожна самостійна робота містить тему роботи, план, основні фізичні величини та одиниці вимірювання в системі СІ, сталі величини, основні закони й формули, приклади розв’язування типових задач, питання для самоперевірки, задачі для самостійного розв’язування, завдання для самоконтролю, літературу, з указаними сторінками для пошуку необхідного навчального матеріалу до відповідної самостійної роботи. Така структура самостійних робіт є зручною та зрозумілою для студентів-технологів, оскільки дає змогу кожному з них свідомо й на досить високому науковому рівні виконати обчислення чи знайти правильну відповідь на питання, що виникають під час виконання завдання.

В посібнику наведено задачі, які пропонують для самостійного розв’язання по кожній темі, а також для закріплення навичок застосування теоретичного матеріалу при самопідготовці до заліку чи екзамену.

Варто зауважити, що навчальні задачі також призначені для вироблення в студентів умінь застосовувати закони фізики до конкретних професійних завдань. Тому, на нашу думку, найбільш повна реалізація принципу професійної спрямованості можлива саме на цьому етапі вивчення студентами курсу фізики. Тут, поряд з традиційними задачами, розглядаються ті, що більш наближені до інженерних задач і вимагають застосування знань з механіки, молекулярної фізики, термодинаміки та інших розділів фізики, до аналізу роботи машин, механізмів різноманітної техніки та пристроїв, які широко використовують на підприємствах, а також для правильної їх експлуатації.

“Питання для самоперевірки” в кожній самостійній роботі є питаннями для підготовки до ПМК. “Задачі для самостійного розв’язування” – це задачі, які містять білети для ПМК (заліку). Оцінюють самостійну роботу на основі індивідуальної домашньої роботи, що виконував студент.

Для прикладу наведемо фрагмент однієї з самостійних робіт.

### Самостійна робота № 5. Механіка рідин

#### План:

1. Умова неперервності течії. Рівняння Бернуллі.
2. В’язкість рідин. Закон Стокса.

#### Фізичні величини та одиниці вимірювання в системі СІ

$p$ – тиск	$Pa$	$S$ – площа поперечного перерізу	$m^2$
$\eta$ – коефіцієнт динамічної в’язкості	$Pa \cdot s$		

#### Сталі величини

$Re > 1000$ – течія турбулентна $Re < 1000$ – течія ламінарна
--

### Основні закони та формули

Тиск $p = \frac{F}{S}$	Тиск, зумовлений вагою рідини $p = p_0 + \rho gh$
Гідростатичний тиск $p = \rho gh$	Динамічний тиск $p = \frac{\rho v^2}{2}$
Сила Архімеда $\vec{F} = -\rho V \vec{g}$ $\rho$ – густина рідини; $V$ – об'єм рідини, витісненої тілом	
Рівняння нерозривності течії	
$v_1 S_1 = v_2 S_2$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}$
Рівняння Бернуллі $\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + p = const$	Швидкість витікання рідини з малого отвору $v = \sqrt{2gh}$
Формула Ньютона $F_T = \eta \cdot \frac{\Delta v}{\Delta x} \cdot S$	Формула Стокса $F = -6\pi r v \eta$ , де $v$ – швидкість рівномірного падіння кульки; $r$ – радіус кульки
Формула Пуазейля $V = \frac{\pi r^4}{8\eta} \cdot \frac{p_1 - p_2}{l}$ , де $V$ – об'ємна витрата рідини за $l$ с; $r$ – радіус капіляра; $l$ – довжина капіляра; $p_1 - p_2$ – спад статичного тиску	Число Рейнольдса $Re = \frac{\rho v l}{\eta}$ , де $\rho$ – густина рідини; $v$ – середня швидкість; $\eta$ – коефіцієнт в'язкості; $l$ – характерний розмір перерізу (сторона квадрата, радіус труби тощо)

### Приклади розв'язування типових задач

5.1. У вертикальну трубу, заповнену рідиною, густина якої  $1200 \text{ кг/м}^3$ , кинули алюмінієву кулю. Радіус кулі –  $4 \text{ мм}$ , густина алюмінію –  $2700 \text{ кг/м}^3$ . Визначити коефіцієнт динамічної в'язкості рідини, якщо куля рухається в рідині з постійною швидкістю  $5 \text{ см/с}$ . Розміри кулі значно менші за діаметр труби.

*Розв'язання:*

Дано:

$$\rho_1 = 1200 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_2 = 2700 \text{ кг/м}^3$$

$$v = 5 \text{ см/с} = 0,05 \text{ м/с}$$

$$r = 4 \text{ мм} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

На кулю, що падає в рідині вертикально вниз, діють три сили:

$$F_1 = mg = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_2 g \text{ – сила тяжіння;}$$

$$F_2 = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_1 g \text{ – сила Архімеда;}$$

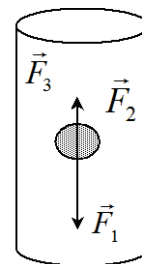
$$F_3 = 6\pi r v \eta \text{ – сила Стокса.}$$

За II законом Ньютона:

$$0 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3.$$

$$F_1 = F_2 + F_3,$$

$$\frac{4}{3} \pi r^3 \rho_2 g = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_1 g + 6\pi r v \eta.$$



$\eta = ?$

$$\text{Звідки } \eta = \frac{2(\rho_2 - \rho_1) \cdot r^2 \cdot g}{9\nu}.$$

$$\text{Виконуємо обчислення: } \eta = \frac{2(2700 - 1200) \cdot (4 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 9,8}{9 \cdot 0,05} = 1,05 \text{ (Па}\cdot\text{с)}.$$

Відповідь:  $1,05 \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

5.2. Із залитого підвалу, площа підлоги якого  $20 \text{ м}^2$ , треба відкачати воду на мостову. Глибина підвалу –  $3 \text{ м}$ , а глибина води в підвалі –  $1 \text{ м}$ . Визначити роботу, яку треба виконати, щоб відкачати воду.

*Розв'язання:*

Дано: $S = 20 \text{ м}^2$ $h = 1 \text{ м}$ $v = 25 \text{ м/с}$ $H = 3 \text{ м}$ $A = ?$	Центр ваги води в підвалі міститься на глибині $H - \frac{h}{2}$ від рівня мостової. Виконана робота дорівнює: $A = mg \left( H - \frac{h}{2} \right) = \rho \cdot S \cdot hg \left( H - \frac{h}{2} \right).$
	Виконаємо обчислення: $A = 10^3 \cdot 20 \cdot 1 \cdot 9,8 \left( 3 - \frac{1}{2} \right) = 500 \text{ (Дж)}$ .

Відповідь:  $500 \text{ Дж}$ .

5.3. У посудині на висоті  $40 \text{ см}$  над її дном є невеликий отвір. Яка швидкість витікання води в момент, коли висота її рівня відносно дна стала  $50 \text{ см}$ ?

*Розв'язання:*

Дано: $h_1 = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$ $h_2 = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$ $v = ?$	Скористаємося формулою Торрічеллі: $v = \sqrt{2gH}$ , де $H = h_2 - h_1$ . Тоді $v = \sqrt{2g(h_2 - h_1)}$ .
--	--

$$\text{Виконаємо обчислення: } v = \sqrt{2 \cdot 9,8(0,5 - 0,4)} = 1,44 \text{ (м/с)}.$$

Відповідь:  $1,44 \text{ м/с}$ .

5.4. Досліджуючи в'язкість молока, виміряли швидкість підняття в ньому кульок масла, що дорівнювала  $2 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$ . Діаметр кульок –  $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ , густина молока –  $1034 \text{ кг/м}^3$ , густина масла –  $940 \text{ кг/м}^3$ . Знайти коефіцієнт в'язкості.

*Розв'язання:*

Дано: $d = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ $v = 2 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$ $\rho_1 = 1034 \text{ кг/м}^3$ $\rho_2 = 940 \text{ кг/м}^3$ $\eta = ?$	Під час руху вгору на кульку масла в молоці діють три сили: спрямовані вниз сила тяжіння $P = m \cdot g$ і сила тертя, що за законом Стокса дорівнює $F_T = 6\pi r v \eta$ , і спрямована вгору, виштовхувальна сила, яка, за правилом Архімеда, дорівнює: $F_A = m_1 g = \rho_1 V g = \rho_1 \frac{4}{3} \pi r^3 g.$
--	--

Кулька піднімається рівномірно, коли рівнодійна цих сил дорівнює нулю або  $P + F_T = F_A$ .

$$\text{Підставимо в це рівняння вирази для сил: } \rho_2 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 g + 6\pi r v \eta = \rho_1 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 g.$$

Виражаємо в'язкість:

$$\eta = \frac{2r^2 g(\rho_1 - \rho_2)}{9\nu}, \quad \eta = \frac{2(10^{-6})^2 \cdot 9,8 \cdot (1034 - 940)}{9 \cdot 2 \cdot 10^{-7}} = 0,0011 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}} \right).$$

Відповідь:  $0,0011 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$ .

### Питання для самоперевірки:

1. Внутрішнє тертя, формула Ньютона.
2. Закон Стокса.
3. Формула Пуазейля.
4. Змочування й незмочування. Поверхневий натяг.
5. Формула Лапласа.
6. Капілярність. Висота підняття рідини в капілярі.

### Задачі для самостійного розв'язування:

1. У холодильній установці по трубі діаметром 8 мм протікає газоподібний аміак. Визначити швидкість течії аміаку, якщо відомо, що за 20 хв через поперечний переріз труби протікає 1 кг газу. Густина аміаку –  $7,5 \text{ кг/м}^3$ .

2. Який тиск створює компресор, якщо струмінь рідини витікає з нього зі швидкістю 25 м/с? Густина рідини  $800 \text{ кг/м}^3$ .

3. Струмина води викидається з гідромонітора зі швидкістю 90 м/с. За 7 годин викидається  $3500 \text{ м}^3$  води. Знайти потужність гідромонітора (без врахування втрат).

4. У трубі діаметром 25 мм протікає гаряча вода. При якій найбільшій швидкості течії води  $\nu$  рух води ще буде ламінарним? Коефіцієнт динамічної в'язкості води –  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ , густина –  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

5. Стальна кулька діаметром 1 мм падає із сталою швидкістю  $0,185 \text{ см/с}$  у великій посудині, заповненій касторовим маслом. Визначити коефіцієнт динамічної в'язкості касторового масла. Густина сталі дорівнює  $7700 \text{ кг/м}^3$ , масла –  $900 \text{ кг/м}^3$ .

6. У теплообміннику гаряча вода тече по трубі, через переріз якої за 1 с протікає 0,5 л води. При якому граничному значенні діаметра труби рух води в ній ще буде ламінарним? Коефіцієнт в'язкості води в умовах досліду дорівнює  $10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ , густина –  $0,9 \text{ г/см}^3$ .

7. Вода тече по трубі, причому за 1 с через поперечний переріз труби протікає  $200 \text{ см}^3$  води. Коефіцієнт динамічної в'язкості води в умовах досліду дорівнює  $0,001 \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$ . При якому граничному значенні діаметра труби рух води залишається ламінарним?

8. В широкій частині горизонтально розташованої труби нафта тече зі швидкістю  $\nu_1 = 2 \text{ м/с}$ . Визначити швидкість  $\nu_2$  течії нафти у вузькій частині труби, якщо різниця тисків у широкій та вузькій частинах труби  $\Delta p = 50 \text{ мм рт. ст.}$

9. Визначити коефіцієнт внутрішнього тертя молочних відвійок при природному відстоюванні сливок, якщо швидкість руху жирових кульок

радіусом  $1 \text{ мкм}$  дорівнює  $2 \cdot 10^{-7} \text{ м/с}$ , густина жирових кульок –  $\rho_1 = 0,9 \text{ г/см}^3$ , а густина відвіток –  $\rho_2 = 1 \text{ г/см}^3$ .

10. Під час ремонту редуктора необхідно замінити в ньому машинне масло. В наявності є масла, але невідомої в'язкості. Яким чином у виробничих умовах, використовуючи закон Стокса, визначити коефіцієнт динамічної в'язкості масла? Отримати розрахункову формулу.

*Завдання для самоконтролю:*

1. Чому при підвищенні температури в'язкість рідин зменшується, а в'язкість газів – збільшується?

2. Чи можна за величиною в'язкості таких продуктів харчування, як молоко, сметана, мед та ін., певною мірою судити про їх якість і споживчі властивості? Поясніть ваше твердження.

3. Від чого залежить в'язкість рідини?

4. Як зміниться швидкість течії води в трубі, якщо її діаметр збільшили вдвічі?

5. Запишіть формулу Архімедової сили для кульки радіусом  $r$  і густиною  $\rho_1$ , яка знаходиться в рідині, що має густину  $\rho_2$ .

6. Чим зумовлена величина сили опору рідини під час руху кульки в ній?

7. Чому рідини текучі?

8. Що таке число Рейнольдса?

9. Коли ламінарний потік може перейти в турбулентний?

10. Де на практиці використовують в'язкість речовин? [1, с. 51–59].

**Висновки.** Підсумовуючи викладене вище, можемо стверджувати, що використання студентами-технологами навчальних завдань і методичних рекомендацій з фізики для самостійної роботи, створених нами, сприяє повноцінному розв'язуванню фізичних задач і виконанню поставлених завдань самостійної роботи, що насамперед пробуджує в студентів зацікавленість професійною діяльністю, підвищує теоретичний рівень знання фізики, розвиває відповідальність, самостійність, творчість, витримку тощо.

#### **Список використаної літератури**

1. Вовк Л. І. Частина І: навчальні завдання та методичні рекомендації для самостійної роботи студентів напряму підготовки 6.051701 “Харчові технології та інженерія” ПУЕТ / Л. І. Вовк, Л. М. Мироненко, Л. В. Ісичко. – Полтава : ПУЕТ, 2016. – 110 с.

2. Калапуша Л. Р. Практичні заняття як форма організації самостійної пізнавальної діяльності студентів ВНЗ / Л. Р. Калапуша, О. Л. Швай // Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін. – Рівне : Волинські обереги, 2010. – Вип. 14. – С. 7–11.

*Стаття надійшла до редакції 01.09.2016.*

**Мироненко Л. Н., Вовк Л. И. Методические особенности разработки учебных задач и методических рекомендаций по физике для самостоятельной работы студентов-технологов**

*В статье рассмотрены методические особенности разработки учебных и методических рекомендаций по физике для самостоятельной работы студентов-*

*технологов, цель которых – помочь студентам в развитии умения решать физические задачи, проявить у студентов заинтересованность профессиональной деятельностью, повысить теоретический уровень знания физики.*

*Определены требования к отбору физических задач, задач для самоконтроля и вопросов для самопроверки, которые содержатся в методической разработке: технический объект, который рассматривается, должен иметь широкое применение в будущей профессиональной деятельности технолога; в условиях задач по физике должны использоваться реальные данные о машинах, процессах и т.д.; в задачах должны быть такие вопросы, которые встречаются на практике; материал, который используется в задачах, должен отвечать образовательно-профессиональной программе подготовки бакалавров “Пищевые технологии и инженерия” и рабочей программе по физике.*

**Ключевые слова:** *методическая разработка, физика, решение задач по физике, учебные задачи, методические рекомендации, самостоятельная работа.*

### **Mironenko L., Vovk L. Peculiarities of Methodical Development of Educational Tasks and Methodological Recommendations on Physics for Independent Work of Students**

*Peculiarities of methodological development of training and methodical recommendations for independent work of students on physics, which aim to help students develop skills to solve physical problems, to show the students interest in professional activities, to raise the theoretical level of teaching physics are discussed in the article.*

*The requirements for the selection of physical tasks, tasks for self-checking and self-assessment contained in the methodological development are defined: a technical object that is seen, should have wide application in future professional activities of the technologist; in terms of physics problems must use real data on machines, processes, etc.; tasks should relate to such issues which are encountered in practice; the material used in the task should meet the educational and professional program of preparation of bachelors of the “Food technology and engineering” and the working program in physics.*

*As an example a fragment of independent work №5 “Mechanics of Fluids” is given.*

*It is proved that the implementation of the principle of professional activity takes place during the solution of specific professional problems, which are closest to the engineering tasks and require the application of knowledge of mechanics, molecular physics, thermodynamics and other branches of physics.*

*Specific description of the components of learning tasks and guidelines for independent work of students in “Food Technology and Engineering”, drawn up in accordance with the educational and vocational training program for bachelors, working on the physics program is offered. Also a convenient and understandable independent work structure for students majoring in Food Technology is provided.*

**Key words:** *methodical development, physics, solving physics tasks, learning tasks, methodological recommendations, independent work.*