

## **ЕТАПИ СТВОРЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА З ФІЗИКИ ДЛЯ АБИТУРІЄНТІВ ІНСТИТУТУ ДОУНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ НАЦІОНАЛЬНОГО АВІАЦІЙНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

*Н. П. Мурсінова  
Інституту доуніверситетської підготовки НАУ*

Постановка проблеми. В епоху інформаційних технологій кожна людина має володіти фундаментальними знаннями основ наук. Науково- педагогічні працівники вищої освіти щороку переконуються в тому, що знання з фізики, які мають випускники середньої освіти, характеризуються незадовільним рівнем. їх бентежить не стільки недостатня кількість фактів і теоретичних уявлень, які мають учні, скільки відсутність правильного й чіткого розуміння співвідношення між ними. Результативність залежить від різних форм і методів навчальної діяльності.

Аналіз останніх досліджень. У сучасній педагогічній науці існує значна кількість структур і змісту<sup>7</sup> фізичної освіти. Цими проблемами займаються вітчизняні вчені О.І. Бугайов, М.В. Головка, О.І. Ляшенко та ін. Виникає необхідність нового осмислення структури змісту фізичної освіти.

Учні часто не в повній мірі орієнтуються в тому, який фізичний зміст мають ті чи інші визначення, що собою являють результати досліду, які необхідно сприймати як теоретичне узагальнення цих дослідних знань.

Часто нові форми оцінюються лише як споглядальні наслідки, і через це не відбувається усвідомленого їх узагальнення. Водночас і навпаки: внаслідок недостатнього аналізу формулювання одних і тих же положень сприймаються як різні закономірності.

Формулювання цілей статті. Метою статті є передача досвіду створення нового навчального посібника для абітурієнтів Інституту до університетської підготовки Національного авіаційного університету, який дає позитивні результати при тестуванні старшокласників та складанні вступних іспитів до ВНЗ.

Основна частина. Безперечно, за об'ємом матеріал з фізики, що вивчається у вищій школі як за обсягом, так і глибиною викладу істотно від-

різняється від матеріалу шкільного курсу. Проте викладати фізику завжди необхідно саме як науку а не сукупність окремих фактів, інакше кажучи, учні мають поступово засвоювати науковий метод, характерний для фізики. Зрозуміло, що це експериментальний метод.

Ми вважаємо, щоб учні зрозуміли, що визначення сформульовані на підставі логіки, наповнюються змістом лише за допомогою досліду через вимірювання. Будь-яке фізичне явище має конкретне тлумачення тільки за умови, що за ним пов'язаний певний спосіб спостереження та вимірювання, без якого це поняття не можна застосувати при дослідженні реальних фізичних явищ.

Чітке розуміння експериментального характеру фізичних законів важливе, оскільки забезпечує погляд на фізику як фундаментальну природничу науку а не систему теоретичних уявлень. Такий підхід дає змогу усвідомити існування меж застосовності встановлених фізичних законів та теорій, що на них ґрунтуються, і відкриває подальші перспективи розвитку науки.

Виходячи з таких завдань вчителями Кузнецовою О.Я. та Мурановою Н.І. розроблено навчальний посібник «Фізика. Теорія і практика» в якому систематизовано здобуті учнями знання з фізики, розкрито зв'язки між фізичними явищами і подано уявлення про головні методичні прийоми розв'язування задач.

Посібник відповідає навчальній програмі з фізики Інституту доуніверситетської підготовки та програмі середньої освіти.

Навчальний посібник має гриф Міністерства освіти і науки України (лист 1,4/1 8-1 -256 від 06.02.2007 р.)

Посібник має такі розділи: механіка, молекулярна фізика і термодинаміка, електромагнетизм, коливання та хвилі, Оптика. Елементи теорії відносин.

Кожний розділ — це стислий теоретичний курс, задачі різних рівнів, приклади розв'язку задач. Сформульовано знання, вміння та навички до кожного типу задач.

Наведемо приклади з першого розділу навчального посібника.

Механіка. До нього ввійшли питання: кінематики, динаміки, механіки рідин та газів.

*Кінематика.* Дається стиснута інформація: про кінематику, як сукупність тіла відліку і заданих на ньому початку відліку та осей координат і утворення системи відліку; вектор  $g$ . який сполучає початок координат і точку А, що називається радіусом-вектором; траєкторія; шлях переміщення, швидкість; закони додавання швидкостей; прискорення; види прямолінійного руху, вільне падіння тіл: криволінійний рух. І як підсумки, звертається увага на:

### **Що необхідно зрозуміти:**

1. Опис механічного руху тіла полягає у визначенні його координат у просторі в будь-який момент.

2. Положення тіла у просторі завжди задається відносно вибраної системи відліку.

3. Рух прямолінійний і рівномірний, коли у часі вектор швидкості  $\mathbf{v} = \text{const}$ , модуль швидкості  $|\mathbf{v}| = \text{const}$  та прискорення  $a \sim 0$ .

4. Рух прямолінійний і рівно змінний, коли у часі вектор швидкості  $|\mathbf{v}| = \text{const}$  та модуль швидкості  $|\mathbf{v}| \propto \text{const}$ .

5. Рух криволінійний, коли в часі вектор швидкості  $|\mathbf{v}| \propto \text{const}$ .

6. Рух прямолінійний і рівно змінний, коли у часі вектор прискорення  $\mathbf{a} = \text{const}$ , та модуль прискорення  $|\mathbf{a}| \propto \text{const}$ .

7. Якщо модуль прискорення, з яким рухається тіло, більший від нуля ( $a > 0$ ), рух прискорений.

8. Якщо модуль прискорення, з яким рухається тіло, менший від нуля ( $a < 0$ ), рух сповільнений.

9. Якщо координата тіла дорівнює нулю ( $x = 0$ ), то тіло перебуває в початку координат.

10. Якщо координата тіла зменшується, то тіло рухається в бік, протилежний напрямку осі  $Ox$ .

11. Криволінійний рух тіла можна розкласти на прямолінійні рухи вздовж двох осей координат: горизонтальної  $Ox$  і вертикальної  $Oy$ .

І 2. Розглядаючи обертальний рух матеріальної точки, зручно використовувати кутові кінематичні характеристики: кутові шлях, переміщення, швидкість.

**Необхідно запам'ятати:**

1. Визначення понять поступального руху: система лінійного відліку, радіус-вектор і координата матеріальної точки, шлях, вектори переміщення, швидкості, прискорення.

2. Середня швидкість при прямолінійному русі зі сталим прискоренням дорівнює половині суми початкової і кінцевої швидкостей.

3. Вільне падіння тіла — це прискорений рух із прискоренням  $g = \text{const}$ .

4. Вертикально вгору тіло рухається із прискоренням  $g = \text{const}$ .

5. Визначення понять обертального руху: кутовий шлях, вектор кутової швидкості, вектор кутового прискорення, період обертання, частота.

5. Під час руху тіла по колу змінюється напрям швидкості  $V$  тіла, а не її модуль.

7. Модуль швидкості  $V$  при обертальному русі залежить від відстані, на якій перебуває тіло від осі обертання.

8. Обертання тіла по колу називається рівномірним, оскільки модуль його кутової швидкості  $W$  залишається сталим.

9. Формули:

**N**

$v_{\text{ср}} = \frac{v + v'}{2}$  — середня швидкість;

$v = v_0 + at$  — класичний закон додавання швидкостей;

$a_{\text{ср}} = \frac{a_1 + a_2}{2}$  — середнє прискорення;

$v = v_0 + at$  — швидкість у момент часу  $t$  при рівнозмінному русі;

$y \sim y_0 + \frac{a t^2}{2}$  — шлях у момент часу  $t$  при рівнозмінному русі;

*Вільне падіння тіла:*

$v = g t$  — швидкість у момент часу  $t$ ;

$h = \frac{g t^2}{2}$  — висота пройдена тілом за час  $t$ .

*Рух тіла, кинутого горизонтально:*

$v_x = v_0$  — швидкість у момент часу  $t$ ;

$h = y_0 + \frac{g t^2}{2}$  — висота через час  $t$ .

*Рух тіла, кинутого під кутом  $\alpha$  до горизонту:*

$v = v_0 \cos \alpha + g t$  — швидкість тіла в момент часу  $t$ ;

$y_0 \cos \alpha$  — проекція початкової швидкості на ось координат  $Ox$ ;

$y_0 \sin \alpha$  — проекція початкової швидкості на ось координат  $Oy$ ;

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$  — швидкість тіла в момент часу  $t$ ;

$h = y_0 \sin^2 \alpha + \frac{g t^2}{2}$  — висота, пройдена тілом за час  $t$ .

*Обертальний рух:  $\omega$  —  $\frac{d\varphi}{dt}$  -*

лінійна швидкість;

$\omega = \frac{v}{r}$  — кутова швидкість;

$a = \frac{v^2}{r}$  — доцентрове прискорення.

### Необхідно вміти:

1. Показати у вибраній системі відліку для поступального та обертального рухів напрям швидкості та прискорення у довільний момент часу.

2. При криволінійному русі тіла розкласти на компоненти вектор швидкості у будь-який момент часу.

3. Схематично будувати графіки залежності шляху, швидкості та прискорення від часу рівномірного та рівно змінного рухів.

4. За відомим графіком залежності швидкості від часу будувати графік залежності шляху та прискорення від часу і навпаки.

5. За графіком залежності кінематичних величин від часу описати характер руху тіла.

6. Розв'язувати задачі з кінематики.

### Динаміка.

А). Учням подаються основи знань про вивчення руху тіл з урахуванням причин, які його викликали; явища збереження швидкості руху тіла за відсутності зовнішніх дій, що називаються інерцією; закони Ньютона, а також

**що необхідно зрозуміти:**

1. Закони Ньютона виконуються тільки в інерціальних системах відліку.
2. Закони Ньютона розглядають тільки рух матеріальних точок або поступальний рух абсолютно твердого тіла. Абсолютно тверде тіло — де тіло, деформаціями якого в умовах даної задачі можна знехтувати.
3. Інерціальна система відліку — це система, яка перебуває у стані спокою або рухається рівномірно і прямолінійно відносно деякої іншої інерціальної системи.
4. Час плине в усіх інерціальних системах однаково.
5. Другий закон Ньютона стверджує, що сила, яка діє на тіло є причиною появи прискорення. Прискорення, з яким рухається тіло, є наслідком дії на тіло сили.
6. Модуль і напрям прискорення визначає або сила, що діє на тіло, або рівнодійна всіх сил, які діють на тіло.
7. Якщо на тіло діє стала сила, то тіло рухається зі сталим прискоренням.
8. Прискорення тіла і сили взаємодії між тілами не залежать від швидкості руху ініціальної системи відліку.
9. У будь-яких інерціальних системах відліку за однакових умов усі механічні явища відбуваються однаково.

**Необхідно запам'ятати:**

1. Динамічні характеристики руху.
2. Визначення явища інерції.
3. Маса тіла — величина стала.
4. формулювання законів Ньютона.
5. Закони Ньютона виконуються в інерціальних системах відліку.
6. Сили дії і протидії прикладені до різних тіл, не можуть врівноважувати одна одну.

**Необхідно вміти:**

1. Формулювати закони Ньютона.
  2. Показувати на рисунку сили, що діють на тіло.
  3. Записати у векторній формі та у проекціях на осі координат другий закон Ньютона, якщо на тіло діє кілька сил.
  4. Розв'язувати задачі, застосовуючи закони Ньютона.
- Б). Сили, що існують у природі; гравітації, тертя, пружності.

**Необхідно зрозуміти:**

1. За законом всесвітнього тяжіння сила, з якою тіло притягує друге дорівнює за модулем силі, з якою друге тіло притягує перше. Напрями цих сил протилежні.
2. Вага за модулем дорівнює силі тяжіння, якщо тіло разом з опорою або підвісом не рухається відносно Землі або рухається рівномірно.
3. Вага тіла не дорівнює за модулем силі тяжіння, якщо тіло разом з опорою або підвісом рухається відносно Землі з прискоренням.
4. Залежність ваги тіла від широти місцевості можна визначити за допомогою пружинних, а не за допомогою важільних терезів.
5. На важільних терезах порівнюється вага тіла з вагою гир. Результат

зважування буде однаковим, оскільки не тільки вага тіла, а й вага гир змінюється, і терези залишаються у рівновазі.

**Необхідно запам'ятати:**

1. Сила тяжіння завжди напрямлена вертикально вниз у даному місці Землі.
2. Сила реакції опори завжди напрямлена вздовж прямої, яка перпендикулярна до поверхні в точці дотику тіла до поверхні.
3. Сила тертя напрямлена в бік, протилежний руху тіла.
4. Модуль сили тертя прямо пропорційний до сили реакції опори.
5. Прискорення вільного падіння залежить від висоти над поверхнею Землі та широти місцевості.
6. Сила пружності з'являється, коли на тіло діє зовнішня деформуюча сила, наприклад, така, що розтягує стержень, закріплений з одного кінця. Сила пружності напрямлена в бік, протилежний розтягненню.

7. Формули:

$$E = \frac{m \cdot m}{2} < 7 \text{ — закон всесвітнього тяжіння; } 2$$

$$g_0 = G \frac{M}{R^2} \text{ — прискорення вільного падіння біля поверхні Землі;}$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R}} \text{ — пертна космічна швидкість;}$$

$$E_{\text{тер}} = \mu L T \text{ — сила тертя;}$$

$$A_{\text{пр}} = -\kappa A l \text{ — сила пружності; } < 7 \text{ — } E_e \text{ —}$$

закон Гука;

**Необхідно вміти:**

1. Показати всі сили, що діють на тіло.
2. Формулювати закон всесвітнього тяжіння, закони тертя, закон Гука.
3. Визначати прискорення вільного падіння на висоті над поверхнею Землі та широті місцевості.
4. Зазначити умови, за яких тіло стає штучним супутником Землі.
5. Розв'язувати задачі.

**В).** Закони збереження енергії, закон збереження механічної енергії.

**Необхідно вміти:**

1. Закон збереження імпульсу можна застосувати, якщо:
  - система тіл замкнена, тобто на тіла цієї системи не діють зовнішні сили;
  - на тіло системи діють зовнішні сили, але їхня векторна сума дорівнює нулю; Система не замкнена, але сума проекцій всіх зовнішніх сил на деяку вісь координат дорівнює нулю; тоді залишається сталою і сума проекції імпульсів усіх сил системи на цю вісь.
1. Сума кінетичної і потенціальної енергії системи тіл залишається сталою, якщо:
  - система замкнена і тіла взаємодіють між собою силами гравітації та пружності (потенціальними силами);

Система не замкнена, але алгебраїчна сума робіт усіх зовнішніх сил, що діють на тіла системи, дорівнює нулю.

**Необхідно запам'ятати:**

1. Умови виконання закону збереження імпульсу.
2. Формулювання закону збереження імпульсу.
3. Умови виконання закону збереження повної механічної енергії.
4. Формулювання закону збереження повної механічної енергії та загального закону збереження і перетворення енергії в природі.
5. Формули:

$$m_1v_1 + m_2v_2 + \dots + m_nv_n = \text{const} \text{ — закон збереження імпульсу;}$$

$$A = F \cdot s \cos \alpha \text{ — робота сталої сили;}$$

$$A = Fx \text{ — робота сили пружності;}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \text{ — кінетична енергія;}$$

$$U = mgh \text{ — потенціальна енергія;}$$

$$u = \frac{kx^2}{2} \text{ — потенціальна енергія деформовано тіла;}$$

$$E = E_k + U = \text{const} \text{ — закон збереження повної механічної енергії.}$$

**Необхідно знати:**

1. Формулювати закони збереження імпульсу та енергії.
2. Застосовувати закон збереження імпульсу до реактивного руху.  
*Механіка рідин та газів.* Тут розглядається: тиск, закон Паскаля, закон Архімеда, закон Бернуллі. За підсумками вивченого

**Необхідно зрозуміти:**

1. Тиск на певній глибині в рідині або газі, зумовлено вагою цього стовпа рідини або газу.
2. Тиск рідини у стані спокою не залежить від форми посудини, а залежить тільки від глибини і густини рідини.
3. За законом Паскаля атмосферний тиск передається в усі точки рідини без змін.
4. Закон Паскаля відповідає на питання, як передається тиск, що діє на рідину або газ.
5. Розподіл тиску на глибині не залежить від форми посудини.
6. Гідравлічний прес дає вигоду не в роботі, а в силі у стільки разів, у скільки разів площа великого поршня більша площі малого.
7. Сила Архімеда — це векторна сума сил, якими діє рідина на занурене в неї тіло.
8. Сила Архімеда виникає тому, що на нижню частину тіла з боку рідини діє більша сила, ніж на поверхню.
9. Сила Архімеда залежить від об'єму зануреної частини тіла і, відповідно, від форми тіла.

10. Однорідна рідина у сполучених посудинах завжди встановлюється на одному рівні незалежно від форми посудини і площі перерізу.

**Необхідно запам'ятати:**

1. Формулювання закону Архімеда.
2. Тіло, занурене в рідину, спочатку тоне, а потім починає спливати; плаватиме в рідині, якщо сила Архімеда дорівнює силі ваги тіла.
3. Для визначення сили Архімеда розраховується об'єм занурення частини тіла в рідину
4. Принцип дії гідравлічного преса ґрунтується на законі Паскаля.
5. Тиск під поршнем гідравлічного преса однаковий, а сила тиску великого поршня більше у стільки разів, у скільки його площа більша від площі малого.
6. Якщо у сполучені посудини налито різні рідини, що не перемішуються, висоти стовпів у колінах обернено пропорційні до густини цих рідин.
7. Підйомна сила крила літака виникає за законом Бернуллі: над крилом створюється менший тиск, а під крилом — більший.
8. Формули:

$p =$  — гідростатичний тиск;

$p = p_0 + \rho g h$  — сила тиску на глибині  $h$  в рідині;

$F = p S$  — сила тиску на великий поршень;

$F_A = \rho g V_m$  — закон Архімеда; —

$\frac{v_1}{r_1} = \frac{v_2}{r_2}$  — закон Бернуллі.

**Необхідно вміти:**

1. Визначити тиск в рідині на деякій глибині.
2. Формулювати закон Паскаля.
3. Показати сили, що діють на тіло занурене в рідину.
4. Визначити силу Архімеда.
5. Показати принцип дії гідравлічного преса.
6. Пояснити умови плавання преса.
7. Пояснити утворення підйомної сили крила літака.
8. Розв'язувати задачі.

*Тестові завдання для перевірки теоретичних знань.*

*Наприклад, кінематика.*

1. Назвіть складові, що утворюють систему відліку:
  - а) тіло відліку;
  - б) осі координат;
  - в) початок координат;
  - г) вимірник часу;
  - д) радіус-вектор.
3. Радіус-вектор — це:
  - а) вектор, що сполучає початок координат і точку;



- б) лінія, що описує матеріальна точка під час руху у просторі відносно вибраної системи відліку;  
 в) довжина частини траєкторії, яку пройшла матеріальна точка за даний проміжок часу;  
 г) вектор, що сполучає початкове і кінцеве положення матеріальної точки.

7. Рівняння руху подається так:

а)  $r = r(t)$ ;

б)  $x = \int v dt$ ;

в)  $y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$= \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + y_0$  ■

9. При криволінійному русі співвідношення між переміщенням і шляхом таке:

а)  $|\Delta r| < \Delta s$ ;

б)  $|\Delta r| = \Delta s$ ;

в)  $|\Delta r| > \Delta s$ .

18. Прямолінійний рух можна характеризувати так:

а)  $v = \text{const}$ ; б)  $v \neq \text{const}$ ; в)  $a = \text{const}$ ; г)  $a = 0$ .

24. Вільне падіння тіл — це:

а) рівноприскорений рух із початковою швидкістю;

б) рівноприскорений рух зі стану спокою;

в) рівноуповільнений рух із початковою швидкістю.

26. Кутова швидкість визначається так:

а)  $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$ ; б)  $\omega = \frac{v}{R}$ ; в)  $\omega = \frac{v^2}{R}$ ; г)  $\omega = \frac{v^2}{4R}$ ; д)  $\omega = \frac{v^2}{R}$ ; е)  $\omega = \frac{v^2}{R}$ .

38. написати рівняння для визначення швидкості під час вільного падіння тіла  $v(t)$ , поставивши замість знаків питання необхідні фізичні величини:

$v = ? At$ ; а)  $a$ ; б)  $g$ ; в)  $2$ ; г)  $v_0$ ; д)  $4$ .

Динаміка.

50. Які із висловлювань характеризують силу?

а) визначає модуль і напрям прискорення;

б) виступає мірою механічної дії на тіло з боку інших тіл;

в) викликає появу прискорення.

52. Яке з формулювань подає другий закон Ньютона:

а) тіло за відсутності зовнішніх дій, або перебуває у стані спокою, або рухається прямолінійно і рівномірно;

б) прискорення матеріальної точки прямо пропорційне силі, що діє на