

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ ДОУНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ В СИСТЕМІ ОСВІТИ: «ЗАГАЛЬНООСВІТНІЙ
НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД – ДОУНІВЕРСИТЕТСЬКА ПІДГОТОВКА –
ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД»

Матеріали
II Всеукраїнської науково-практичної конференції
25 травня 2016 року

КИЇВ 2016

УДК 371.2:371.8:378.4(063)
ББК Ч 448.оя431+Ч420я431
А437

Актуальні проблеми в системі освіти: загальноосвітній навчальний заклад – доуніверситетська підготовка – вищий навчальний заклад: зб. наук. праць матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної конференції, 25 травня 2016 р., м. Київ, Національний авіаційний університет / наук. ред. Н. П. Муранова. – К : – НАУ, 2016. – 296 с.

До наукового збірника увійшли статті та тези доповідей учасників II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми в системі освіти: загальноосвітній навчальний заклад – доуніверситетська підготовка – вищий навчальний заклад (25 травня 2016 року, м. Київ), що проводилася на базі кафедри базових і спеціальних дисциплін Інституту доуніверситетської підготовки Національного авіаційного університету спільно з науковими установами та навчальними закладами освіти України. Адресований науковцям, аспірантам, викладачам ЗНЗ і ВНЗ та працівникам в галузі освіти.

Редакційна колегія:

Муранова Н. П., доктор педагогічних наук, професор, директор Інституту доуніверситетської підготовки Національного авіаційного університету (голова);

Черіпко С. І., заступник директора Інституту доуніверситетської підготовки Національного авіаційного університету;

Бруяка О. О., кандидат технічних наук, доцент, начальник навчально-методичного відділу Інституту доуніверситетської підготовки Національного авіаційного університету;

Приходько О. Ю., кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри базових і спеціальних дисциплін Інституту доуніверситетської підготовки Національного авіаційного університету;

Бугайов О. Є., кандидат технічних наук, доцент, кафедра базових і спеціальних дисциплін Інституту доуніверситетської підготовки Національного авіаційного університету.

Рекомендовано до друку Науково-методично-редакційною радою Інституту доуніверситетської підготовки Національного авіаційного університету (протокол № 6 від 26.09.2016 р.).

За достовірність наведених даних та посилань несе відповідальність автор публікації.

УДК 373.57:372.853(045)

Свентицька Валентина, Муранов Андрій, м. Бориспіль

МЕТОДИ СИСТЕМАТИЗАЦІЇ ЗНАТЬ ІЗ ФІЗИКИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ
МАТЕМАТИЧНОГО АПАРАТУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ

У статті розглянуто роль математичної підготовки для узагальнення знань із фізики слухачів підготовчих курсів, як один із важливих чинників реалізації принципу наступності навчання фізики на суміжних сходах освітньої системи.

Ключові слова: принцип наступності навчання фізики, інтегральне числення, узагальнення фізичних знань.

The article describes the role of mathematical training in the generalization of knowledge of physics of pre-university training students. It is considered as one of the most important factors of the principle of continuity in teaching physics at the adjacent stages of the education system.

Keywords: principle of continuity in teaching physics, integral calculus, generalization of knowledge of physics.

Постановка проблеми. У програмі загальнонаціонального зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) УЦОЯО з фізики для осіб, які бажають здобувати вищу освіту на основі повної загальної середньої освіти зазначено, що його мета полягає у тому, щоб оцінити вміння учасників ЗНО: встановлювати зв'язок між явищами навколишнього світу на основі знання законів фізики та фундаментальних фізичних експериментів; застосовувати основні закони, правила, поняття та принципи, що вивчаються в курсі фізики середньої загальноосвітньої школи; визначати загальні риси і суттєві відмінності змісту фізичних явищ та процесів, межі застосування фізичних законів; використовувати теоретичні знання для розв'язування задач різного типу (якісних, розрахункових, графічних, експериментальних, комбінованих тощо); аналізувати графіки залежності між фізичними величинами, робити висновки [1].

Щоб набути таких умінь, потрібна ґрунтовна математична підготовка. Кожен викладач фізики знає, як важко доносити фізичні знання учням, які не володіють достатніми математичними навичками. Математичні компетенції учнів мають вирішальне значення для оволодіння ними теоретичним матеріалом з курсу фізики та прийомами і методами практичного застосування цих знань. Фундамент знань для розуміння математичного апарату, що використовується в курсі загальної фізики, студентами закладається ще в середній школі. У навчальній програмі з математики для учнів 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (академічний рівень) передбачається, що випускник ЗНЗ може:

- розпізнавати проблеми довкілля, що розв'язуються математичними методами, формулює їх математичною мовою, досліджує та розв'язує ці проблеми, використовуючи математичні знання та методи, інтерпретує отримані результати з урахуванням конкретних умов і цілей дослідження, оцінює похибку обчислень, застосовує математичні моделі при вивченні профільних предметів (інформатики, фізики, хімії, біології, технологій);
- логічно мислити (аналізувати, порівнювати, узагальнювати і систематизувати, класифікувати математичні об'єкти за певними властивостями, наводити контрприклад);
- користуватися джерелами математичної інформації, може самостійно її відшукати, проаналізувати та передати інформацію, подану в різних формах (графічній, табличній, знаково-символьній);
- виконувати математичні розрахунки (дії з числами, поданими в різних формах, дії з відсотками, наближені обчислення тощо), раціонально поєднувати усні, письмові та інструментальні обчислення;
- виконувати тотожні перетворення алгебраїчних, показникових, логарифмічних, тригонометричних виразів при розв'язуванні різних задач (рівнянь, нерівностей, їх систем, геометричних задач із застосуванням тригонометрії);
- аналізувати графіки функціональних залежностей, досліджувати їхні властивості; використовувати властивості елементарних функцій при аналізі та описуванні реальних явищ, процесів, залежностей;
- володіти методами математичного аналізу в обсязі, що дозволяє досліджувати властивості елементарних функцій, будувати їх графіки і розв'язувати нескладні прикладні задачі;
- зображувати геометричні фігури, встановлювати і обґрунтовувати їхні властивості;
- застосовувати властивості фігур при розв'язуванні задач; вимірювати геометричні величини, що характеризують розміщення геометричних фігур (відстані, кути), знаходити кількісні характеристики фігур [2].

Як бачимо, математичні та фізичні компетенції випускників шкіл орієнтовані на одне коло завдань – розпізнавати проблеми довкілля, що розв'язуються математичними методами, логічно мислити (аналізувати, порівнювати, узагальнювати і систематизувати, класифікувати математичні

об'єкти за певними властивостями), встановлювати зв'язок між явищами навколишнього світу на основі знання законів фізики та фундаментальних фізичних експериментів тощо. Сучасному суспільству потрібні фахівці, які не просто володіють певним набором теоретичних і практичних знань, але оцінюють ситуацію в комплексі, бачать глибинний взаємозв'язок між причиною і наслідком і можуть вирішувати всі проблеми, спираючись на досконале розуміння всіх законів природи в їх математичних моделях.

У шкільній програмі з математики дуже багато тем, що описують перебіг різних фізичних процесів, але, на жаль, часто вони вивчаються відірвано від практики, просто як набір вправ. Це зумовлює надалі труднощі при розв'язуванні фізичних задач, нерозуміння кількісних зв'язків між фізичними величинами, що знижує рівень підготовки фахівців, обмежує їхні можливості до подальшого самовдосконалення.

Реалізація принципу наступності при вивченні фізики, а саме, забезпечення набуття учнями загальноосвітніх шкіл умінь застосування знань із математики на прикладах фізичних задач та актуалізація математичних знань на заняттях з фізики слухачів підготовчих курсів в системі доуніверситетської підготовки дає змогу подолати ці труднощі.

Мета статті. Визначити деякі способи подолання розриву між математичними знаннями абітурієнтів та їх усвідомленим застосуванням для розв'язання конкретних фізичних задач з метою узагальнення знань з фізики у процесі підготовки майбутніх студентів технічних університетів.

Виклад основного матеріалу. Практика показує, що випускники шкіл мають труднощі у застосуванні математичних знань до розв'язання фізичних задач. Це стосується як найпростіших алгебраїчних перетворень і дій з пропорціями або простими дробами при перетворенні фізичних співвідношень, так і найпростіших операцій диференціального та інтегрального числення. Справа в тому, що у шкільних підручниках з фізики елементи диференціального та інтегрального числень зовсім не наводяться, щоправда у підручниках з математики для загальноосвітніх шкіл [3, 4, 5, 6] при вивченні цих тем пропонуються для розв'язання конкретні фізичні приклади. Так, при вивченні теми «Похідна та її застосування» серед вправ після вивчення цієї теми є задачі фізичного змісту, де потрібно знайти миттєву швидкість або прискорення, знаючи залежність координати тіла від часу, або розрахувати кутову швидкість чи кутове прискорення, якщо є закон зміни кута повороту від часу, або знайти силу струму, коли задана залежність заряду від часу [4, 5]. Після вивчення теми «Інтеграл та його застосування» учням пропонуються задачі, де потрібно розв'язати обернені задачі: знайти шлях, знаючи закон зміни швидкості, розрахувати роботу змінної сили, визначити заряд при проходженні струму, що змінюється за відомим законом [4, 5, 6].

Але ці задачі – це тільки поодинокі приклади для тренувань по знаходженню похідної від функції, або інтеграла в якомусь інтервалі. Якщо вчитель математики не заострює увагу учнів на фізичному змісті таких задач, то старшокласники, а потім і студенти, не розуміють ні сутності математичних понять, ні зв'язку між найважливішими фізичними величинами. Подолати ці труднощі мають можливість вчителі математики, що працюють за програмою профільного рівня, але, як відомо, це дуже невеликий відсоток. У звичайних школах частково вирішити проблему можуть інтегровані уроки з математики та фізики, де такі поняття, як похідна або інтеграл розглядаються одночасно з точки зору обох наук. Саме такі уроки запам'ятовуються учням, але це теж поодинокі випадки і зовсім не у всіх школах. Тому, сформувати правильні уявлення майбутніх студентів можуть викладачі на підготовчих курсах. Для цього потрібна планомірна постійна практика розв'язання фізичних задач за допомогою апарату диференціального числення. Основна мета доуніверситетської підготовки узагальнити знання абітурієнтів, із розрізнених фрагментів їх уявлень сформувати єдину систему, де все взаємопов'язано, взаємодоповнювано і гармонійно поєднано.

Під час повторення матеріалу шкільного курсу з фізики на заняттях підготовчих курсів викладачі звертають увагу слухачів та те, що серед фізичних величин досить багато таких, що за своїм фізичним змістом є швидкістю зміни іншої величини або швидкістю протікання якогось процесу. Тому, миттєве значення таких величин – це і є похідна по часу від величини, що змінюється. По мірі повторення матеріалу доцільно заповнювати на заняттях узагальнюючу таблицю, у яку заносяться такі фізичні величини і методи їх розрахунку (табл. 1).

Інтеграл застосовується тоді, коли відома швидкість (густина) f шуканої величини. Якщо шукану величину подати у вигляді приросту деякої функції F , то f є похідною для F , а отже F є первісною для f , тобто інтеграл від функції F . Є ряд фізичних величин, які можна обчислювати за допомогою інтеграла. До таких величин можна віднести переміщення, роботу, масу, електричний заряд, тиск, теплоту. До них можна приєднати і геометричні величини – довжину, площу, об'єм.

Методи розрахунку швидкостей зміни фізичних величин

Фізична величина	Середнє значення	Миттєве значення
Швидкість	$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	$v = \frac{ds}{dt} = s'$
Прискорення	$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$a = \frac{dv}{dt} = v'$
Кутова швидкість	$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$	$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = \varphi'$
Потужність	$P = \frac{A}{\Delta t}$	$P = \frac{\delta A}{dt}$
Сила струму	$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	$i = \frac{dq}{dt} = q'$
II закон Ньютона	$F = ma$	$f = m \frac{dv}{dt}$
Закон електромагнітної індукції	$\xi_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$	$e_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\Phi'$
Закон самоіндукції	$\xi_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$	$e_{is} = -L \frac{di}{dt} = -Li'$

1. При вивченні теми «Основи кінематики» потрібно застосовувати диференціальне й інтегральне числення при розв'язуванні задач. Прикладами таких задач можуть бути наступні:

I. Матеріальна точка рухається прямолінійно за законом $x(t) = -2 + 4t + 3t^2$. Знайдіть її швидкість у момент часу $t = 2$ с.

II. Рух тіла описується рівнянням $x = -5 + 2t + 9t^2$, де всі величини виражені в одиницях СІ. Визначте прискорення, з яким рухається тіло.

III. Знайдіть шлях, який пройде тіло від початку руху до зупинки, якщо його $v(t) = 18t - 6t^2$.

IV. Швидкість руху тіла з часом змінюється за законом $v(t) = 20 - 3t$. Знайдіть шлях, який пройшло тіло з 4-ту секунду свого руху.

2. При вивченні теми «Основи динаміки» застосовувалося інтегральне числення для пояснення оберненої задачі механіки. Прикладом таких задач на розрахунок роботи змінної сили можуть бути наступні:

I. Яку роботу треба виконати, щоб розтягти пружину на 5 см, якщо сила 1 Н розтягає її на 1 см?

II. Ланцюжок масою 0,80 кг та довжиною 1,5 м лежить на шорсткій поверхні столу так, що один кінець звисає з його краю. Ланцюжок сам починає зісковзувати, коли його частина, що звисала, рівна третині всієї довжини. Яку роботу виконують сили тертя, що діють на ланцюжок, якщо він повністю зісковзне?

III. До стелі ліфта, що вільно падає, прикріплено пружину з важком. Важок не коливається. Знайти максимальне значення сили пружності при миттєвій зупинці ліфта, якщо безпосередньо перед зупинкою ліфта сума потенціальної енергії важка дорівнювала 40 Дж. Коефіцієнт жорсткості пружини 500 Н/м. Тертям та масою пружини знехтувати. Потенціальну енергію сили пружності і сили тяжіння відраховувати від положення максимального розтягу пружини.

3. При вивченні теми «Закони збереження в механіці» швидкість тіла шукається з використанням похідної, якщо задано рівняння руху, а потім вже розраховується імпульс тіла або кінетична енергія:

I. Матеріальна точка масою 4 кг рухається по координатній прямій за законом $s(t) = t^2 + 4$. Знайдіть імпульс матеріальної точки в момент часу $t = 2$ с.

II. Тіло масою 2 кг рухається по координатній прямій за законом $s(t) = 3t^2 - 4t + 2$. Знайдіть кінетичну енергію тіла в момент часу $t = 4$ с.

III. Тіло рухається по координатній прямій за законом $s(t) = 2t^2 - 8t + 15$. Визначте координату тіла в момент часу, коли його кінетична енергія дорівнює нулю.

4. При вивченні теми «Основи термодинаміки» та «Властивості газів, рідин і твердих тіл» можна застосовувати інтегральне числення для розрахунку роботи газу або сили тиску рідини в посудині:
- I. Температура маси m ідеального газу з молярною масою M змінюється за законом $T = \alpha V^2$, де α – відома стала. Яку роботу виконає газ при збільшенні його об'єму від V_1 до V_2 ? Чому дорівнює зміна внутрішньої енергії газу в цьому процесі? Отримує чи віддає газ тепло в цьому процесі?
- II. При якій висоті h рідини в циліндричній посудині радіусом $r = 5 \text{ см}$ сила тиску на дно посудини та на бічну стінку будуть однаковими?
5. При вивченні теми «Основи електростатики» за допомогою інтегрального числення можна розраховувати роботу по переміщенню заряду, можна визначати силу струму за допомогою похідної, або шукати заряд методом інтегрування:
- I. Дві частинки, які мають масу 5 мкг , 2 мкг і заряди, що дорівнюють $+12 \text{ нКл}$ та $+7 \text{ нКл}$, рухаються назустріч одна одній, маючи вдаліні відносну швидкість 18 км/год . На яку найменшу відстань зближаться частинки?
- II. Заряд q на пластинах конденсатора коливального контуру змінюється за законом $q = 10^{-6} \cos 10^4 \pi t$. Запишіть закон залежності сили струму від часу $i = i(t)$.
- III. Сила струму в провіднику з часом змінюється за законом $I(t) = 4 - 2t$. Який заряд пройде через поперечний переріз провідника за час від 2-ї до 6-ї секунди?
6. При вивченні теми «Магнітне поле, електромагнітна індукція» використовується закон електромагнітної індукції в диференціальній формі або інтегрування для знаходження заряду:
- I. В однорідному магнітному полі з індукцією $B = 0,2 \text{ Тл}$ рівномірно обертається котушка, що має $N = 600$ витків, з частотою $n = 6 \text{ об/с}$. Площа поперечного перерізу котушки 100 см^2 . Вісь обертання перпендикулярна осі котушки і напрямку магнітного поля. Визначити максимальну е.р.с. індукції котушки.
- II. Заряджений конденсатор ємності C замкнений на котушку індуктивності L . Знайти таку залежність від часу ємності конденсатора, при якій струм у колі збільшується прямо пропорційно часу. Електричним опором кола знехтувати.
7. При вивченні теми «Механічні коливання і хвилі. Електромагнітні коливання і хвилі» за допомогою похідної розраховуються швидкість і прискорення точки, що коливається, сила струму в коливальному контурі та всі величини, що з ними пов'язані:
- I. Матеріальна точка масою 5 г здійснює гармонічні коливання з частотою 5 Гц та амплітудою коливання 3 см за законом косинуса. Визначте силу, що діє на тіло в той момент часу, коли зміщення тіла становить $1,5 \text{ см}$.
- II. Координата тіла, що здійснює гармонічні коливання вздовж осі OX , змінюється за законом $x = 0,9 \sin(3t)$, де всі величини виражено в одиницях СІ. Визначте частоту коливань прискорення тіла.
- III. За рівнянням коливального руху матеріальної точки $x = 0,1 \sin(\pi t - \pi/6)$ визначте швидкість точки в початковий момент часу.
- Для того, щоб слухачі свідомо застосовували методи диференціального числення для розв'язування подібних задач, потрібно скласти з ними таблицю відомих їм зі шкільного курсу математики стандартних інтегралів та похідних. А потім заповнити таблицю фізичних величин, що можна розрахувати за допомогою похідної або інтеграла (табл. 2).

Таблиця 2

Таблиця фізичних величин та співвідношень між ними

№ з/п	Величини	Співвідношення	Знаходження похідної	Знаходження інтеграла
1	S – переміщення, v – швидкість	$\Delta S = v(t) \cdot \Delta t$	$v(t) = S'(t)$	$S = \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt$
2	A – робота, F – сила	$\Delta A = F(x) \cdot \Delta x$	$F(x) = A'(x)$	$A = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx$
3	A – робота, N – потужність	$\Delta A = N(t) \cdot \Delta t$	$N(t) = A'(t)$	$A = \int_{t_1}^{t_2} N(t) dt$

№ з/п	Величини	Співвідношення	Знаходження похідної	Знаходження інтеграла
4	m – маса тонкого стержня, ρ – лінійна густина	$\Delta m = \rho(x) \cdot \Delta x$	$\rho(x) = m'(x)$	$m = \int_{x_1}^{x_2} \rho(x) dx$
5	q – електричний заряд, I – сила струму	$\Delta q = I(t) \cdot \Delta t$	$I(t) = q'(t)$	$q = \int_{t_1}^{t_2} I(t) dt$
6	Q – кількість теплоти, c – теплоємність	$\Delta Q = c(t) \cdot \Delta t$	$c(t) = Q'(t)$	$Q = \int_{t_1}^{t_2} c(t) dt$

Враховуючи геометричний зміст інтеграла, можна розв'язувати цілий клас фізичних задач на знаходження пройденого шляху, роботи змінної сили, роботи ідеального газу, кількості електрики при проходженні електричного струму через знаходження площі фігури під графіком зміни певної фізичної величини:

I. Від потяга, що рухається, відчіпляють останній вагон. Потяг продовжує рух з тією самою швидкістю. Порівняйте шляхи, які пройшли потяг і вагон до моменту зупинки вагона. Прискорення вагона вважайте сталим.

II. Яка найменша робота здійснюється під час піднімання на дах мотузки довжиною 40 м і масою 6 кг? Спочатку вся мотузка звисувалась вертикально із краю даху.

III. У воді плаває крижина товщиною 0,5 м. Яку роботу слід здійснити, щоб цілком занурити крижину у воду? Площа крижини 5 м².

IV. Об'єм деякої маси газу збільшується удвічі. В якому випадку газ виконує більшу роботу – при ізобарному розширенні чи при ізотермічному?

Отже, важливим елементом у заходах з реалізації принципу наступності навчання фізики в загальноосвітній та вищій технічній школах є ознайомлення учнів загальноосвітньої школи та слухачів підготовчих курсів за допомогою подібних прикладів з математичними методами при розв'язуванні задач з фізики.

Література

1. Математика. 11 клас. Рівень стандарту : підручник для загальноосвітніх навчальних закладів / О. М. Афанасьєва, Я. С. Бродський, О. Л. Павлов, А. К. Сліпенко. – Тернопіль : Навч. книга – Богдан, 2011. – 480 с.
2. Бар'яхтар В. Г. Фізика. 10 клас. Академічний рівень : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. / В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова. – Х. : Ранок, 2010. – 256 с. : іл.
3. Бевз Г. П. Математика 11 кл. : підруч. для загальноосв. навч. закл. : рівень стандарту / Г. П. Бевз, В. Г. Бевз. – К. : Генеза, 2011. – 320 с.
4. Бригінець В. П. Фізика: вчимося розв'язувати задачі (для випуск. серед. шкіл та студ. молод. курс) / В. П. Бригінець, С. О. Подласов, О. В. Матвійчук. – Режим доступу : http://moodle.udec.ntu-kpi.kiev.ua/moodle/file.php/217/physics_2009_1/index.html
5. Коршак Є. В. Фізика. 10 клас [текст] : підруч. для загальноосвіт. навч. закл. : рівень стандарту / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко. – [2-ге вид.]. – К. : Генеза, 2011. – 191 с. : іл.
6. Мерзляк А. Г. Алгебра : підруч. для 11 кл. з поглибленим вивченням математики : у 2 ч. / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. – Х. : Гімназія, 2011. – Ч. 1. – 256 с. : іл.
7. Мерзляк А. Г. Алгебра : підруч. для 11 кл. з поглибленим вивченням математики : у 2 ч. / А. Г. Мерзляк, Д. А. Номіровський, В. Б. Полонський, М. С. Якір. – Х. : Гімназія, 2011. – Ч. 2. – 272 с. : іл.
8. Навчальні програми з математики для учнів 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів рівень: стандарту, академічний, профільний. – Режим доступу : http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/692/educational_programs/1349869542/
9. Сиротюк В. Д. Фізика : підруч. для 10 кл. загальноосвіт. навч. закл. : рівень стандарту / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий. – К. : Освіта, 2010. – 303 с. : іл.