

mathematics clubs, advanced training courses, integrated lessons, mathematics weeks and similar events, classes in mathematical disciplines in various institutions of higher education.

In the future, we will conduct research on the generation of numerical series, the geometric interpretation of which is connected with the use of various objects of everyday life and the environment.

Key words: number series, geometric interpretation, plants-symbols of Ukraine, generation of number series, mathematical analysis, students of higher education, educational process, mathematical specialties.

УДК 378 : 517 : 535

DOI

З. О. Сердюк

ORCID ID 0000-0002-9376-4346

А. В. Ткаченко

ORCID ID 0000-0002-5326-1840

Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Підготовка сучасного конкурентно-спроможного фахівця у галузі природничих наук, а саме – фізики – певною мірою залежить від його математичної підготовки. Адже розв'язувати практичні фізичні задачі без потужного математичного апарату неможливо. Тому підготовка майбутніх фахівців з різних фізичних спеціальностей, зокрема 104 «Фізика та астрономія», 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» та інших має базуватися на ґрунтовній математичній базі. Тому метою статті є розглянути особливості організації вивчення математичних курсів для студентів-фізиків з опорою на подальше застосування під час розв'язування фізичних задач.

Для досягнення поставленої мети було використано такі методи дослідження: 1) теоретичні – аналіз науково-методичної літератури, аналіз стандартів зі спеціальностей 104 та 105, змісту навчальних підручників з різних розділів фізики, математичного аналізу, вищої математики; 2) емпіричні – проведено опитування серед студентів та викладачів щодо ефективності використання розробленої нами системи завдань.

У результаті роботи нами децю удосконалено систему завдань щодо використання математичного апарату, спрямованої на підготовку студентів-фізиків до розв'язування практичних фізичних задач та розроблено методичні рекомендації до кожного виду завдань. У подальшому плануємо створити дидактично виважену систему завдань до різних тем з математичного аналізу, вищої математики (зокрема диференціальні рівняння) з урахуванням специфіки підготовки майбутніх фахівців з фізичних спеціальностей ЗВО.

Ключові слова: фізичні задачі, математичний аналіз, вища математика, семіотичний підхід, студенти-фізики, стандарт вищої освіти, розв'язування фізичних задач, майбутні фахівці з фізичних спеціальностей.

Постановка проблеми. Курси математичного аналізу та вищої математики є базовими курсами циклу математичних дисциплін, які вивчають студенти більшості нематематичних спеціальностей класичних, педагогічних, технічних ЗВО. Наприклад, у класичних університетах – це спеціальності «Фізика та астрономія», «Прикладна фізика та наноматеріали», «Середня освіта (фізика)» тощо. Дані курси спрямовані не лише на засвоєння студентами основних математичних понять і фактів диференціального та інтегрального числення функцій однієї та кількох змінних, їх застосування до дослідження функцій,

обчислення довжин кривих, площ поверхонь, моментів інерції та статичних моментів, знаходження кратних і контурних інтегралів тощо, а й на формування в здобувачів вищої освіти спроможності доказово і несуперечливо міркувати, аналізувати, порівнювати, узагальнювати тощо, загалом, уміння робити правильні висновки та будувати реалістичні прогнози, застосовувати отримані знання, навички й уміння до розв'язування різноманітних практичних задач, зокрема й фізичних задач. Саме досконале володіння математичним апаратом дозволяє студенту-фізику розв'язувати будь-які практичні задачі з різних розділів фізики, виконувати свої перші наукові дослідження тощо.

Деякі аспекти вивчення даних курсів висвітлено у працях [1; 2; 3; 4; 5]. Проте специфіка організації вивчення курсів математичного аналізу та вищої математики з урахуванням особливостей освітнього контенту та подальшого їх практичного застосування у блоках фізичних дисциплін саме спеціальностей: 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», 104 «Фізика та астрономія» [6; 7] залишається у фокусі наших наукових розвідок.

У стандарті вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали [6] серед програмних результатів навчання зазначено наступні:

P02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

P04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

P06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

P08. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово.

У стандарті вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 104 Фізика та астрономія [7] серед програмних результатів навчання зазначено наступні:

ПР04. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

ПР08. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань/

ПР11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.

ПР18. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.

Під час вивчення курсів математичного аналізу та вищої математики якраз і створюються комфортні умови для ефективного формування у студентів вищезазначених компетентностей. Вивчення даних навчальних дисциплін сприяє не лише оволодінню студентами основними теоретичними знаннями, практичними навичками й умінями з базових математичних дисциплін, а й забезпечує досягнення такого рівня засвоєння матеріалу, який був би достатнім для їхньої професійної діяльності. Математична компетентність для фахівців різних напрямів, зокрема й фізиків – основне підґрунтя для засвоєння фахових дисциплін і майбутньої професійної діяльності. У ході вивчення дисциплін математичного блоку закладають не тільки методологічний, а й психофізіологічний фундамент системного, логічного та критичного мислення, що є життєво необхідним для фахівців фізичних спеціальностей.

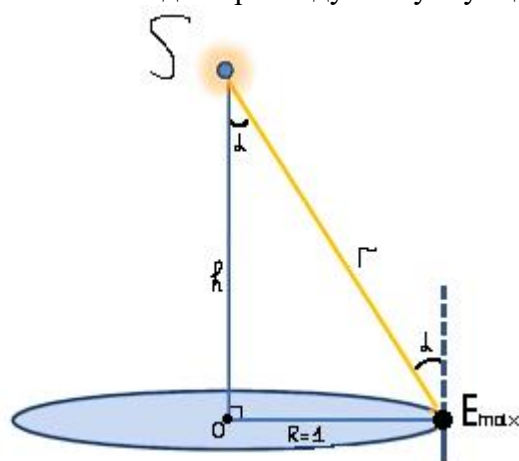
Аналіз актуальних досліджень. Питанням підвищення ефективності викладання математичних курсів та вдосконалення методики їх навчання студентів ЗВО присвячені

роботи Д. Бобилєва, М. Бородіна, Л. Васяк, К. Власенко, М. Жалдака [8], В. Клочка, [9], О. Кондратьєвої [10], Т. Крилової [11], І. Лов'янової, Т. Максимової, І. Михайлової, І. Михайленко, А. Нестеренко, О. Потапової [12], С. Федорової, С. Федосєєва, Є. Ягової та ін.

Мета статті – розглянути особливості організації вивчення математичних курсів для студентів-фізиків з опорою на подальше застосування під час розв'язування фізичних задач.

Виклад основного матеріалу. У Черкаському національному університеті імені Богдана Хмельницького навчальні дисципліни «Математичний аналіз» та «Вища математика» входять до циклу професійної підготовки зокрема студентів таких спеціальностей, як 104 «Фізика та астрономія», 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», 014.04 «Середня освіта. Фізика. Ці дисципліни вивчаються у досить великому обсязі. Крім того, ці предмети є важливим підґрунтям для подальшого вивчення дисциплін професійного спрямування за вказаними спеціальностями. Основною метою вивчення цих математичних дисциплін і є подальше застосування потужного математичного апарату для розв'язання різних фізичних задач з курсів механіки, молекулярної фізики, оптики, електродинаміки, статистичної фізики, методів математичної фізики, квантової фізики тощо. Тому на практичних заняттях з математичних дисциплін варто робити акценти на застосування математичних знань до фізичних завдань та створювати відповідні системи вправ для відпрацювання необхідних компетентностей у студентів.

Розглянемо для прикладу наступну задачу з курсу оптики.



Дано:

S – точкове джерело світла;

$R = 1$ м;

$E_{\max}$ (рис. 1).

Знайти: h .

Рис. 1. Задача.

Варто запропонувати студентам два способи розв'язання цієї задачі, розглянемо детально кожний з них.

Розв'язання: Спосіб 1.

1. Нехай h – висота, на якій потрібно розмістити точкове джерело світла, щоб освітленість краю стола була максимальною.

2. Освітленість краю стола, що створюється точковим джерелом S визначаємо за

законом: $E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$, де

I – сила світла джерела [кд]; $I = \text{const}$;

r – відстань від джерела світла S до точки, у якій шукаємо освітленість;

α – кут між нормаллю до поверхні, освітленість якої шукаємо, і напрямом на джерело.

3. З $\triangle SOE$: $\sin \alpha = \frac{R}{r}$; $r = \frac{R}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha}$. Тоді $E = I \sin^2 \alpha \cos \alpha$.

Далі досліджуємо функцію E на екстремум: $\frac{dE_{\max}}{d\alpha} = 0$,

$$\frac{d(I \sin^2 \alpha \cos \alpha)}{d\alpha} = 0,$$

$$\begin{cases} I = \text{const}, \\ I \neq 0. \end{cases}$$

Якщо $I = \text{const}$, тоді з $I(2 \sin \alpha \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \sin \alpha) = 0$ маємо, що,

$$\sin \alpha (2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) = 0, \text{ звідси}$$

$$\begin{cases} \sin \alpha = 0, \\ 2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0. \end{cases}$$

1) перше рівняння $\sin \alpha = 0$ не задовольняє умову задачі;

2) розв'яжемо друге рівняння сукупності: $2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0$,

$$2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0 \mid : \cos^2 \alpha, \alpha \neq 0$$

$$2 - \tan^2 \alpha = 0,$$

$$\tan^2 \alpha = 2,$$

$$\begin{cases} \tan \alpha = \sqrt{2}, \\ \tan \alpha = -\sqrt{2}. \end{cases}$$

$\tan \alpha = -\sqrt{2}$ не задовольняє умову задачі, тому розв'язком є лише $\tan \alpha = \sqrt{2}$.

З ΔSOE : $\tan \alpha = \frac{R}{h}$, підставляємо значення $\tan \alpha = \sqrt{2}$, $R = 1$, знаходимо h :

$$\sqrt{2} = \frac{1}{h}, \text{ звідси } h = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,7 \text{ (м)}.$$

Щоб перевірити, що отримане значення h – це саме точка максимуму даної функції, знайдемо похідну другого порядку функції E :

$$\frac{d^2 E_{\max}}{d^2 \alpha} = I(2 \cos \alpha \cos^2 \alpha + 2 \sin \alpha \cdot 2 \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) - 2 \sin \alpha \cos \alpha \sin \alpha - \sin^2 \alpha \cos \alpha) =$$

$$= I(2 \cos^3 \alpha - 7 \sin^2 \alpha \cos \alpha) = I \cos^3 \alpha (2 - 7 \tan^2 \alpha). \text{ Оскільки } \tan \alpha = \sqrt{2}, \text{ то}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 2}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0,58.$$

$$\text{Тоді } \frac{d^2 E_{\max}}{d\alpha^2} \Big|_{h \approx 0,7} = I \cdot \frac{1}{3\sqrt{3}} (2 - 7 \cdot 2) = \frac{-4I}{\sqrt{3}} < 0.$$

Отже, $h \approx 0,7$ є точкою максимуму функції E .

Список 2.

1. Нехай h – висота, на якій потрібно розмістити точкове джерело світла, щоб освітленість краю стола була максимальною.

2. Освітленість краю стола, що створюється точковим джерелом S визначаємо за

законом: $E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$, де

I – сила світла джерела [кд]; $I = \text{const}$;

r – відстань від джерела світла S до точки, у якій шукаємо освітленість;

α – кут між нормаллю до поверхні, освітленість якої шукаємо, і напрямом на джерело.

3. З ΔSOE : $\cos \alpha = \frac{h}{r}$. За теоремою Піфагора знаходимо r : $r^2 = h^2 + R^2$;

$r = \sqrt{h^2 + 1}$ ($R=1$ за умовою задачі).

$$\text{Тоді } E = \frac{I}{h^2 + 1} \cdot \frac{h}{\sqrt{h^2 + 1}} = \frac{Ih}{(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}.$$

Далі знаходимо екстремум функції ($E_{\max}$) з умови: $\frac{dE_{\max}}{dh} = 0$.

$$\frac{dE_{\max}}{dh} = \frac{I(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}} - 3Ih^2(h^2 + 1)^{\frac{1}{2}}}{(h^2 + 1)^3} = \frac{I(h^2 + 1)^{\frac{1}{2}}(h^2 + 1 - 3h^2)}{(h^2 + 1)^3} = \frac{I(1 - 2h^2)}{(h^2 + 1)^{\frac{5}{2}}}.$$

Оскільки $\frac{dE_{\max}}{dh} = 0$, то $\frac{I(1 - 2h^2)}{(h^2 + 1)^{\frac{5}{2}}} = 0$, звідки $I(1 - 2h^2) = 0$ ($h^2 + 1 \neq 0$).

Так як $I = \text{const}$, то $1 - 2h^2 = 0$, $2h^2 = 1$, $h^2 = \frac{1}{2}$, $h = \pm \frac{1}{\sqrt{2}}$, але $h = \frac{1}{\sqrt{2}}$, бо за умовою $h > 0$, $h \approx 0,7$ (м).

Щоб перевірити, що отримане значення h – це саме точка максимуму даної функції, знайдемо похідну другого порядку функції E :

$$\begin{aligned} \frac{d^2 E_{\max}}{dh^2} &= \frac{I(-4h)(h^2 + 1)^{\frac{5}{2}} - I(1 - 2h^2)5h(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}{(h^2 + 1)^5} = \frac{Ih(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}(-4h^2 - 4 - 5 + 10h^2)}{(h^2 + 1)^5} = \\ &= \frac{Ih(6h^2 - 9)}{(h^2 + 1)^{\frac{7}{2}}}, \quad \left. \frac{d^2 E_{\max}}{dh^2} \right|_{h \approx 0,7} = \frac{I \cdot 0,7 \cdot (6 \cdot 0,7^2 - 9)}{(0,7^2 + 1)^{\frac{7}{2}}} < 0. \end{aligned}$$

Отже, $h \approx 0,7$ є точкою максимуму функції E .

Відповідь: $h \approx 0,7$ м.

Обидва способи розв'язання є цікавими і вимагають від студента знань з наступних тем: диференціальне числення функції однієї змінної, аналітична геометрія (нормаль, поверхня, кут між нормаллю і поверхнею), розв'язання прямокутних трикутників, розв'язування тригонометричних рівнянь, тригонометричні перетворення алгебраїчних виразів тощо. Деякі з цих тем вивчаються у школі, а інші – більш глибоко вже у ЗВО.

Основний акцент обох способів розв'язання даної задачі припадає на відшукування екстремуму функції однієї змінної. Тому важливо дібрати дидактично виважену систему завдань з відповідної теми для студентів-фізиків, яка була б спрямована на відпрацювання базових компетентностей. Причому завдання формулюємо у якійсь цікавій формі з метою активізації пізнавальної діяльності студентів.

Завдання 1. Для того, щоб отримати код доступу до онлайн-класу, необхідно розгадати п'ятизначний шифр. Послідовно, не змінюючи порядку, треба набрати букви, які є правильними відповідями до наступних завдань.

1. Для того, щоб знайти стаціонарні точки функції $E = f(\alpha)$ необхідно розв'язати наступне рівняння:

A	B	C	D
$\frac{dE}{d\alpha} = 1$	$\frac{dE}{d\alpha} = 0$	$\frac{d^2 E}{d\alpha^2} = 0$	$\frac{d^2 E}{d\alpha^2} = 1$

2. Для того, щоб знайти критичні точки функції $E = f(h)$ необхідно розв'язати наступне рівняння:

A	B	C	D
$\frac{dE}{dh} = 1$	$\frac{dE}{dh} \neq 0$	$\frac{dE}{d\alpha} = 0$	$\frac{dE}{d\alpha} = -1$

3. Точки екстремуму функції $E = f(h)$ знаходимо серед:

A	B	C	D
критичних точок функції	розв'язків рівняння $E = 0$	розв'язків нерівності $E > 0$	розв'язків нерівності $E < 0$

4. Якщо $\frac{d^2 E}{dh^2} > 0$ у критичній точці h_0 , то:

A	B	C	D
h_0 – точка максимуму	h_0 – точка мінімуму	h_0 – точка перегину	h_0 – точка перетину з віссю OX

5. Якщо $\frac{d^2 E}{dh^2} < 0$ у критичній точці h_0 , то:

A	B	C	D
h_0 – точка максимуму	h_0 – точка мінімуму	h_0 – точка перегину	h_0 – точка перетину з віссю OY

Дане завдання спрямоване на актуалізацію основних теоретичних понять та фактів з даної теми. Для того, щоб реалізувати ще й семіотичний компонент навчання, використовуємо у завданні 1 функції, які візуально повторюють функції з фізичної задачі, оскільки у студентів формуються усталений образ функції виду $y = f(x)$ і працювати з візуально іншими записати їм буває складно. Тому в своїх завданнях ми враховуємо і цей аспект.

Завдання 2. Знайти точки екстремуму функції $E = \frac{ah}{(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}$. Для цього необхідно

виконати наступні завдання:

1. $\frac{dE}{dh} = \dots$

A	B	C	D
$\frac{a(1-5h^2)}{(h^2+1)^{\frac{5}{2}}}$	$\frac{a(1-3h^2)}{(h^2+1)^{\frac{3}{2}}}$	$\frac{a(1-h^2)}{(h^2+1)^5}$	$\frac{a(1-2h^2)}{(h^2+1)^{\frac{5}{2}}}$

2. Якщо $\frac{dE}{dh} = 0$, то $h = \dots$ – стаціонарна точка даної функції.

A	B	C	D
$h = \pm \frac{1}{\sqrt{5}}$	$h = \pm \frac{1}{\sqrt{3}}$	$h = \pm 1$	$h = \pm \frac{1}{\sqrt{2}}$

3. $\frac{d^2 E}{dh^2} = \dots$

A	B	C	D
$\frac{3ah(2h^2 - 3)}{(h^2 + 1)^7}$	$\frac{3ah(2h^2 - 3)}{(h^2 + 1)^{\frac{7}{2}}}$	$\frac{3ah(2h^2 - 9)}{(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}$	$\frac{2ah(3h^2 - 2)}{(h^2 + 1)^{\frac{5}{2}}}$

4. Точка $h = h_0$ є точкою максимуму даної функції тому, що ...

A	B	C	D
$\left. \frac{d^2 E}{dh^2} \right _{h_0} > 0$	$\left. \frac{d^2 E}{dh^2} \right _{h_0} < 0$	$h_0 > 0$	$h_0 < 0$

У даному завданні ми пропрацювали всі етапи знаходження екстремуму для даної функції однієї змінної за допомогою другої похідної. Лінія семіотичного аспекту навчання у цьому завданні також продовжує підтримуватися, оскільки ми використовуємо формули, візуально схожі до тих, що використані у фізичній задачі.

Завдання 3. Студент знаходив похідну функції $E = b \sin^2 \alpha \cos \alpha$ і допустив помилку. Знайти цю помилку та запиши правильне розв'язання.

Розв'язання (з помилкою). $\frac{dE}{d\alpha} = b(\sin^2 \alpha)' \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (\cos \alpha)' =$
 $= 2b \cos^2 \alpha \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 2b \cos^3 \alpha - b \sin^3 \alpha.$

Розв'язання (правильне). $\frac{dE}{d\alpha} = b(\sin^2 \alpha)' \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (\cos \alpha)' =$
 $= 2b \sin \alpha \cos \alpha \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 2b \sin \alpha \cos^2 \alpha - b \sin^3 \alpha =$
 $= b \sin \alpha (2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha).$

Дане завдання дещо вищого рівня складності, адже відшукати помилку – це завдання, яке потребує не лише базових вмінь, але й вміння узагальнювати, систематизувати, робити логічні висновки, доказово міркувати тощо. Завдання такого плану можна пропонувати, коли студенти вже відпрацювали початковий базовий рівень засвоєння даного матеріалу. У таких завданнях можна робити одну чи декілька помилок, а також для спрощення виконання можна, наприклад, використовувати кольорові маркери, щоб позначити місце, де може бути помилка або є без них. Наприклад, з кольоровими маркерами розв'язання буде мати вигляд:

Розв'язання (з помилкою). $\frac{dE}{d\alpha} = b(\sin^2 \alpha)' \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (\cos \alpha)' =$
 $= 2b \cos^2 \alpha \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 2b \cos^3 \alpha - b \sin^3 \alpha$

Таким чином, у запропонованому комплексі завдань ми пропрацювали всі етапи знаходження екстремуму функції однієї змінної та зробили візуальні акценти на ті чи ті проблемні зони виконання даного завдання.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Таким чином, використання потужного математичного апарату дозволяє студентам фізичних спеціальностей удосконалювати свої навички у розв'язанні практичних задач з різних розділів фізики, розширювати свій діапазон у наукових дослідженнях. Обґрунтування розв'язання тієї чи іншої задачі підвищує рівень володіння математичною та фізичною мовами, а також збагачує українську мову. Подальші дослідження ми вбачаємо у розробці такої ж системи завдань до різних тем з математичного аналізу, вищої математики (наприклад, диференціальні рівняння тощо) з урахуванням специфіки підготовки майбутніх фахівців з фізичних спеціальностей ЗВО.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Сердюк, З. О., Христенко, Т. М. (2011). Математичний тезаурус як інтелектуальний засіб навчання студентів фізичних спеціальностей ВНЗ. Засоби і технології сучасного навчального середовища : Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (20–21 травня 2011 р., Кіровоград), 78–79. (Serdyuk, Z. O., Khristenko, T. M. (2011). Mathematical thesaurus as an intellectual means of teaching students of physical specialties of universities. Tools and technologies of the modern educational environment: Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (May 20-21, 2011, Kirovohrad), 78-79).
2. Сердюк, З. О. (2012). Особливості вивчення навчальної дисципліни «Математичний аналіз» для студентів фізичних спеціальностей ВНЗ. Актуальні проблеми і перспективи дидактики фізики : Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (26–28 квітня 2012 р., Черкаси), 51–52. (Serdyuk, Z. O. (2012). Peculiarities of studying the academic discipline "Mathematical analysis" for students of physical specialties of universities. Actual problems and prospects of didactics of physics: Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (April 26-28, 2012, Cherkasy), 51-52).
3. Сердюк, З. О. (2015). Реалізація компетентнісного підходу під час вивчення курсу математичного аналізу в ВНЗ. Вісник Черкаського університету: серія «Педагогічні науки», 8(341), 101-106. (Serdyuk, Z. O. (2015). Implementation of the competence approach during the course of mathematical analysis at the university. Cherkasy University Bulletin: "Pedagogical Sciences" series, 8(341), 101-106).
4. Сердюк, З. О., Дзьоба, М. Т. (2021). Застосування інструментарію інтегрального числення до розв'язування задач геометричного та механічного змісту з математичного аналізу. Вісник Черкаського університету: серія «Прикладна математика. Інформатика», 1, с. 22-32. (Serdyuk, Z. O., Dzioba, M. T. (2021). Application of integral calculus tools for solving problems of geometric and mechanical content from mathematical analysis. Bulletin of Cherkasy University: series "Applied mathematics. Informatics", 1, p. 22-32).
5. Podoprygora, N., Tkachenko, A. (2014). How the Cycle of Scientific Knowledge is Reflected in the Course of Solid State Physics: the Effect of Magnetic Flux Quantization. American Journal of Educational Research, 2, 61-69. (Podoprygora, N., Tkachenko, A. (2014). How the Cycle of Scientific Knowledge is Reflected in the Course of Solid State Physics: the Effect of Magnetic Flux Quantization. American Journal of Educational Research, 2, 61-69).
6. Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 10 – Природничі науки, спеціальність 105 – Прикладна фізика та наноматеріали (2020). Режим доступу: <https://cutt.ly/DMAfByx>. (Standard of higher education of Ukraine: first (bachelor) level, field of knowledge 10 – Natural sciences, specialty 105 – Applied physics and nanomaterials (2020). Retrieved from: <https://cutt.ly/DMAfByx>).
7. Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 10 – Природничі науки, спеціальність 104 – Фізика та астрономія (2016). Режим доступу: <https://cutt.ly/eMAgwbl>. (Standard of higher education of Ukraine: first (bachelor) level, field of knowledge 10 – Natural sciences, specialty 104 – Physics and astronomy (2016). Retrieved from: <https://cutt.ly/eMAgwbl>).
8. Жалдак, М. І., Михалін, Г. О., Деканов, С. Я. (2012). Математичний аналіз з елементами інформаційних технологій: навчальний посібник. Київ: Редакції газет природничо-математичного циклу. (Zhaldak, M. I., Mikhalin, G. O., Dekanov, S. Ya. (2012). Mathematical analysis with elements of information technologies: a study guide. Kyiv: Editorial offices of newspapers of the natural-mathematical cycle).
9. Ключко, В. І., Бондаренко, З. В. (2010). Формування знань майбутніх інженерів з інформаційних технологій розв'язування диференціальних рівнянь: монографія. Вінниця: ВНТУ. (Klochko, V. I., Bondarenko, Z. V. (2010). Formation of knowledge of future engineers on information technologies for solving differential equations: monograph. Vinnytsia: VNTU).

10. Кондратьєва, О. М. (2007). Методична система контролю і коригування знань та умінь студентів технічних спеціальностей у процесі навчання вищої математики (автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Kondratieva, O. M. (2007). A methodical system of control and correction of knowledge and skills of students of technical specialties in the process of learning higher mathematics (PhD thesis abstract). Kyiv).
11. Крилова, Т. В. (1999). Наукові основи навчання математики студентів нематематичних спеціальностей (на базі металургійних, енергетичних і електромеханічних спеціальностей вищого закладу технічної освіти) (автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.02). Київ. (Krylova, T. V. (1999). Scientific foundations of teaching mathematics to students of non-mathematical specialties (on the basis of metallurgical, energy, and electromechanical specialties of a higher technical education institution) (DSc thesis abstract). Kyiv).
12. Потапова, О. М. (2013). Аналіз дослідження труднощів студентів технічних спеціальностей при вивченні математичного аналізу. Вісник Черкаського університету: серія «Педагогічні науки», 12(265). Черкаси, 83–90. (Potapova, O. M. (2013). Analysis of research difficulties of students of technical specialties in studying mathematical analysis. Cherkasy University Bulletin: "Pedagogical Sciences" series, 12(265). Cherkasy, 83–90).

Serdiuk Z., Tkachenko A. Application of mathematical tools for solving physics tasks.

Summary. *The training of a modern competitive specialist in the field of natural sciences, especially in physics, depends on his mathematical training. After all, it is impossible to solve practical physical tasks without a strong mathematical apparatus. Therefore, the training of future specialists in various physical specialties, in particular 104 "Physics and Astronomy", 105 "Applied Physics and Nanomaterials" and others, should be based on a thorough mathematical base. Therefore, the purpose of the article is to consider the peculiarities of the organization of mathematics courses for physics students focusing on further application when solving physical tasks.*

To achieve the goal, the following research methods were used: 1) theoretical – analysis of scientific and methodological literature, analysis of standards for specialties 104 and 105, content of textbooks from various sections of physics, mathematical analysis, higher mathematics; 2) empirical – a survey was conducted among students and teachers regarding the effectiveness of using our task system.

As a result of our work, we have slightly improved the system of tasks related to the use of mathematical apparatus, aimed at preparing physics students to solve practical physical tasks, and developed methodical recommendations for each type of tasks. In the future, we plan to create a didactically balanced system of tasks for various topics in mathematical analysis, higher mathematics (in particular, differential equations) taking into account the specifics of training specialists of higher education institutions.

Key words: *physical tasks, mathematical analysis, higher mathematics, semiotic approach, physics students, standard of higher education, solving physical problems, future specialists in physical specialties.*