УДК 517.51
DOI: 10.36550/2415-7988-2020-1-191-12-16

ВОЛКОВ Юрій Іванович –
доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри математики
Центральноукраїнського державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка
e-mail: yulysenko@i.ua
ORCID:https://orcid.org/0000-0002-2270-3407
ВОЙНАЛОВИЧ Наталія Михайлівна –
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри математики
Центральноукраїнського державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка
e-mail: vojnalovichn@gmail.com
ORCID:https://orcid.org/0000-0002-0523-7889

ОЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ФУНКЦІЙ НА ЗАСАДАХ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Елементарні функції займають особливе місце як в шкільному курсі алгебри, так і при вивченні математичного аналізу в університетах. Починають з означень основних елементарних функцій. Але методика введення таких означень недосконала й вимагає кращого логічного обґрунтування. Крім того, не використовуються методи математичного аналізу. Як їх можна використати? Проблема давня, але вона досі актуальна.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Означенням степеневих операцій і логарифмів увага приділялась математиками ще в XVI столітті. Та вирішальний внесок у розв'язанні цієї проблеми належить Леонарду Ейлеру. Його монографія «Introductio in analisin infinitorum-Lausanannae, 1748.», [1], стала наріжним каменем у розвитку математичного аналізу й невід'ємною частиною в навчальній літературі. Ця праця Ейлера не втрачає свого значення й сьогодні.

Пізніше питанням методики введення означень основних елементарних функцій приділяли увагу цілий ряд відомих математиків: таких як Ф. Клейн, Н. Бурбакі, Р. Курант та інші ([2], [3], [4], [5]). Основна ідея: використати методи математичного аналізу для побудови більш повної теорії. Та пропозиції цих математиків мало вплинули на методику вивчення елементарних функцій не тільки в школі, а й у вищих навчальних закладах.

Мета статті. Познайомити викладачів і студентів педагогічних вузів з різними підходами до вивчення основних елементарних функцій з використанням диференціального, інтегрального числення та теорії степеневих рядів.

Методи дослідження. Широке використання принципів математичного аналізу**.**

Виклад основного матеріалу дослідження.

Логарифмічна функція. Почнемо з логарифмічної функції. Будемо її визначати за допомогою інтеграла $\log x = \int_1^x \frac{dt}{t}, x > 0$. Це ні що інше, як площа криволінійної трапеції, обмеженої віссю абсцис, гіперболою $y = 1/t$ і прямими $t = 1, t = x$. Доведемо основну властивість цієї функції: $\log(ab) = \log a + \log b$.

Маємо

$$\log a + \log b = \int_1^a \frac{dt}{t} + \int_1^b \frac{dt}{t} = \int_1^a \frac{dt}{t} + \int_a^{ab} \frac{dt}{t} = \int_1^{ab} \frac{dt}{t} = \log(ab).$$

Далі,

$$\log 1 = 0, \log x^2 = \log(xx) =$$
$$= \log x + \log x = 2\log x. \cdots .\log x^n = .$$
$$= n\log x (n \in N)$$

Якщо $x = p/q$ раціональне число, то $\log x^{p/q} = p/q \log x$, бо якщо позначити через $a = x^{p/q}$, то $a^q = x^p$ і прологарифмуваши це співвідношення, матимемо $q\log a = p\log x$.

Числом e будемо називати таке x, для якого $\log x = 1$.

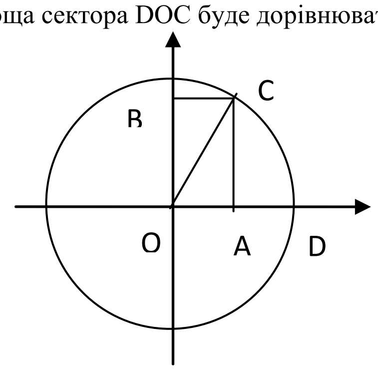
Похідна $\frac{d\log x}{dx} = \frac{1}{x} > 0$. Тому функція $\log x$ неперервна і строго монотонно зростає. Отже, вона має обернену, яку називатимемо *експонентою* і позначатимемо символом $\exp x$. З означення цієї функції випливає: $\exp 0 = 1,$ $\exp 1 = e,$ $\exp(a+b) = \exp a \exp b$, $\exp(-1) = 1/e$, бо $\exp(1-1) = \exp 1 + \exp(-1) = 1.$

Якщо тепер скористатися правилом знаходження похідної від оберненої функції, то матимемо

$\frac{d\exp x}{dx} = \exp x$, $\frac{d^n \exp x}{dx^n} = \exp x, n \in N$,

$\frac{d^n \exp x}{dx^n} = \exp x|_{x=0} = 1, n \in N$. Це дозволяє отримати розклад у степеневий ряд експоненти.

Тригонометричні функції. Позначимо $\angle DOC$ в одиничному колі (з рівнянням $x^2+y^2=1$) через φ і нехай точка C має координати (*x*,*y*). Тоді кут φ = φ(*y*) буде функцією від y. Знайдемо цю функцію. Маємо: площа сектора DOC буде дорівнювати φ/2.



Площа ΔOBC = *xy*/2 = $\frac{1}{2}y\sqrt{1-y^2}$,

тоді площа трапеції DOBC дорівнюватиме

$\int_0^y \sqrt{(1-t^2)}dt = \frac{1}{2}y\sqrt{1-y^2}+\frac{1}{2}\varphi$. Але

$$\int_0^y \sqrt{(1-t^2)}dt = \int_0^y \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)}} - \int_0^y \frac{t^2dt}{\sqrt{(1-t^2)}} = \\ = \int_0^y \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)}} + y\sqrt{1-y^2} - \int_0^y \sqrt{(1-t^2)}dt$$.

Порівнюючи останні вирази, отримаємо $\varphi=\varphi(y)=\int_0^y \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)}}$. Ця функція на проміжку [0,1] строго монотонно зростає. Тому вона має обернену, яку позначатимемо символом $y=\sin\varphi$ і назвемо *синусом*. А функцію $x=\sqrt{1-y^2}$ позначатимемо символом $x=\cos\varphi$ і назвемо *косинусом*. Якщо тепер скористатись традиційними назвами, то функція $\varphi(y)$ це $\arcsin\varphi$, а функція обернена до косинуса це $\arccos\varphi$. Так отримані функції $\arcsin\varphi$ і $\arccos\varphi$ можна традиційними способами продовжити на проміжок [-1,1], а функції $y=\sin\varphi$ і $x=\cos\varphi$ на множину $(-\infty,\infty)$ і вивчати їх властивості так, як це робиться в шкільному курсі математики. Наприклад, якщо аргумент φ збільшити на величину $2k\pi, k\in Z$, то точка C не змінить свого положення і, отже, синус і косинус будуть періодичними функціями з періодом $2k\pi, k\in Z$.

З виразу для $\varphi(y)$ випливає, що $\frac{d\varphi}{dy}=\frac{d\arcsin\varphi}{dy}=\frac{1}{\sqrt{1-y^2}}$, а звідси похідна від оберненої функції, тобто від синуса, $\frac{dy}{d\varphi}=\sqrt{1-y^2}=\cos\varphi$. Похідну від косинуса отримаємо так:

$$\frac{d\cos\varphi}{d\varphi}=\frac{dx}{d\varphi}=\frac{d\sqrt{1-y^2}}{dy}\frac{dy}{d\varphi}= \\ =-\frac{y}{\sqrt{1-y^2}}\sqrt{1-y^2}=-y=-\sin\varphi$$.

Тепер ми можемо розкласти синус і косинус у степеневий ряд.

Через те, що $\sin 0=0, \cos 0=1$, то $\frac{d^k\sin\varphi}{d\varphi^k}|_{S=0}=0$, якщо *k* парне і дорівнює $(-1)^m$, якщо *k*=*2m*+1. Тому

$$\sin\varphi=\varphi-\frac{\varphi^3}{3!}+\frac{\varphi^5}{5!}-\frac{\varphi^7}{7!}+\cdots+\frac{(-1)^m\varphi^{2m+1}}{(2m+1)!}+\cdots.$$

Через те, що $\sin 0=0, \cos 0=1$, то $\frac{d^k\cos\varphi}{d\varphi^k}|_{S=0}=0$, якщо *k* непарне і дорівнює $(-1)^m$, якщо *k=2m*.Тому

$$\cos\varphi=1-\frac{\varphi^2}{2!}+\frac{\varphi^4}{4!}-\frac{\varphi^6}{6!}+\cdots+\frac{(-1)^m\varphi^{2m}}{(2m)!}+\cdots.$$

Розглянемо тепер інший підхід до означень показникової й логарифмічної функцій.

Показникова функція. *Показниковою функцією* назвемо невід'ємну неперервну функцію $f(x)$, яка визначена на всій числовій осі і є розв'язком функціонального рівняння

$$f(x_1+x_2)=f(x_1)f(x_2), \\ f(0)=1, f(1)=a, a>0, a\neq 1.$$

Число *a* називатимемо основою показникової функції.

Відмітимо деякі властивості показникової функції.

1) $f(2)=f(1+1)=f(1)f(1)=a^2$, аналогічно, $f(n)=a^n, n\in N$.

2) $f(1/n)=\sqrt[n]{a}$, бо $a=f(1)=f(1/n+1/n+\cdots+1/n)=f(1/n)^n$, $n\in N$

3) $f(m/n)=\sqrt[n]{a^m}=a^{m/n}, n\in N, m\in N$.

4) $f(-1)=\frac{1}{a}$, бо $1=f(0)=f(1-1)=af(-1)$.

З цих властивостей випливає, що для раціональних *x* $f(x)=a^x$. Тому природно для показникової функції ввести позначення $f(x)=a^x, x\in R$.

Доведемо, що показникова функція диференційована. Розглянемо допоміжну функцію.

$$g(x)=\int_0^a f(x+t)dt=\int_0^a f(x)f(t)dt=f(x)\int_0^a f(t)dt \quad (1)$$

Виконавши заміну змінних, матимемо $g(x)=\int\limits_0^a f(x+t)dt=\int\limits_x^{x+a} f(t)dt,$ а звідси через те, що функція $f(x)$ неперервна, то функція $g(x)$ буде диференційованою і $g'(x)=f(x+a)-f(x)=f(x)(f(a)-1)$. З (7) випливає, що $f(x)=g(x)\left(\int\limits_0^a f(t)dt\right)^{-1}$, а, отже, функція $f(x)$ також диференційована і $f'(x)=f(x)(f(a)-1)\left(\int\limits_0^a f(t)dt\right)^{-1}$. Якщо позначити через $c(a)=(f(a)-1)\left(\int\limits_0^a f(t)dt\right)^{-1}$, то матимемо співвідношення

$$f'(x)=c(a)f(x)\text{, або } \frac{da^x}{dx}=c(a)a^x. \qquad (2)$$

Звідси, якщо $f(a)-1<0$, то $\frac{da^x}{dx}<0$ і функція a^x буде строго монотонно спадною, а якщо $f(a)-1>0$, то $\frac{da^x}{dx}>0$ буде строго монотонно зростаючою. Тому на всій числовій осі показникова функція матиме обернену, яку позначатимемо $\log_a x$ і називатимемо *логарифмічною функцією за основою а*. З цього означення випливають такі властивості логарифмічної функції.

1) $\log_a(xy)=\log_a x+\log_a y$. Справді, візьмемо за аргумент показникової функції спочатку $\log_a(xy)$, а потім $\log_a x+\log_a y$. Отримаємо спочатку xy, а потім $a^{\log_a x+\log_a y}=a^{\log_a x}a^{\log_a y}=xy.$

2) $\log_a x=\dfrac{\log_b x}{\log_b a}$. Справді, якщо $\log_a x=y$, то $x=a^y=b^{y\log_b a}$, звідси $\log_b x=y\log_b a$, а звідси $\log_b x=\log_a x\log_b a$.

Як наслідок з цієї властивості матимемо:

3) $\log_a b=\dfrac{\log_b b}{\log_b a}=\dfrac{1}{\log_b a}$.

Займемося похідними від показникових функцій. Візьмемо показникову функцію b^x. Із (2) матимемо з одного боку $\frac{db^x}{dx}=c(b)b^x$, з іншого боку, через те, що $b^x=\left(a^{\log_a b}\right)^x=a^{x\log_a b}$, $\frac{db^x}{dx}=\log_a bc(a)b^x$. Порівнюючи вирази для похідної, отримаємо $c(b)=c(a)\log_a b$. Звідси випливає існування такого числа *b*, що $c(b)=1$. Це число позначатимемо буквою *e*. Тоді $c(a)=1/\log_a e$, або за властивістю 3 логарифмічної функції $c(a)=\log_e a$. Логарифми $\log_e x$ з основою *e* називатимемо *натуральними* і позначати символом $\log x$. Тоді співвідношення (2) перепишеться:

$$\frac{da^x}{dx}=a^x\log a \qquad (3).$$

Якщо взяти за основу показникової функції число *e*, то

$$\frac{de^x}{dx}=e^x \qquad (4)$$

Показникова функція з основою *e* називається *експонентою*.

З співвідношення (3) випливає правило диференціювання логарифмічної функції як оберненої до показникової: нехай $y=a^x$. Тоді $\frac{dy}{dx}=y\log a$, звідси $\frac{dx}{dy}=\frac{1}{y\log a}$. Якщо перепозначити *y* на *x*, а *x* на *y*, то

$$\frac{d\log_a x}{dx}=\frac{1}{x\log a}\text{, а звідси } \frac{d\log x}{dx}=\frac{1}{x}. \quad (5)$$

Для знаходження значень експоненти і числа *e* можна діяти так.

Через те, що

$$\frac{d\log t}{dt}=\frac{1}{t}=\lim_{h\to 0}\frac{\log(t+h)-\log t}{h}=$$
$$=\lim_{h\to 0}\frac{1}{h}\log\left(1+\frac{h}{t}\right).$$

Звідси, взявши $h=1/n, n\in N, t=1/x$, отримаємо $\lim\limits_{n\to\infty} n\log\left(1+\frac{x}{n}\right)=x$, або $\log\lim\limits_{n\to\infty}\left(1+\frac{x}{n}\right)^n=x$, або $\exp x=\lim\limits_{n\to\infty}\left(1+\frac{x}{n}\right)^n$.

Експонента в комплексній області.

Степеневий ряд

$$1+z+\frac{z^2}{2!}+\frac{z^3}{3!}+\cdots+\frac{z^n}{n!}+\cdots$$

абсолютно збіжний на всій комплексній площині, позначатимо суму цього ряду через $\exp z$ або через e^z і називати цю функцію комплексною експонентою. Якщо взяти $z=ix, x\in R$, то

$$\exp(ix)=1+ix+\frac{i^2x^2}{2!}+\frac{i^3x^3}{3!}+\frac{i^4x^4}{4!}+\cdots+\frac{i^nx^n}{n!}+\cdots.$$

Дійсну частину $\exp(ix)$ називатимемо *косинусом* і позначатимемо символом $\cos x$, тобто

$$\cos x=1-\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}-\frac{x^6}{6!}+\cdots+(-1)^k\frac{x^{2k}}{2k!}+\cdots.$$

Уявну частину $\exp(ix)$ називатимемо *синусом* і позначатимемо символом $\sin x$, тобто

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \cdots + (-1)^k \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!} + \cdots.$$

З цих означень зразу ж випливають відомі формули Ейлера:

$$\exp(ix) = \cos x + i \sin x,$$

$$\cos x = \frac{1}{2}(\exp(ix) + \exp(-ix)),$$

$$\sin x = \frac{1}{2i}(\exp(ix) - \exp(-ix)).$$

Важче довести періодичність так визначених функцій. Спочатку доведемо, що на проміжку (0, 2) рівняння $\cos x = 0$ має єдиний корінь α, $\sqrt{2} < \alpha < 2$. Для цього скористаємось нерівностями для $x \in [0, \sqrt{2}]$

$$\cos x = \left(1 - \frac{x^2}{2!}\right) + \left(\frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!}\right) + \left(\frac{x^8}{8!} - \frac{x^{10}}{10!}\right) + \cdots > 0,$$

$$\cos 2 = 1 - \frac{4}{2!} + \frac{2^4}{4!} - \frac{2^6}{6!}\left(1 - \frac{2^2}{56}\right) - $$
$$- \frac{2^{10}}{10!}\left(1 - \frac{2^2}{132}\right) - \cdots = -\frac{1}{3} - \cdots < 0.$$

Отже, на проміжку $[\sqrt{2}, 2]$ існує корінь рівняння $\cos x = 0$. Доведемо, що цей корінь єдиний. Будемо враховувати нерівність для $0 \le x \le 2$

$$\frac{\sin x}{x} = \left(1 - \frac{x^2}{6}\right) + \frac{x^4}{4!}\left(1 - \frac{x^2}{42}\right) + \cdots \ge .1 - \frac{x^2}{6} \ge \frac{1}{3},$$ звідси

$$\sin x \ge \frac{1}{3} x.$$

Припустимо, що на проміжку $[\sqrt{2}, 2]$ існує ще один корінь $\beta > \alpha$ і, отже, $0 \le \beta - \alpha < 2 - \sqrt{2} < 1$, $\sin(\beta - \alpha) = \sin\beta\cos\alpha - \sin\alpha\cos\beta = 0$.

З іншого боку $\sin(\beta - \alpha) \ge \frac{1}{3}(\beta - \alpha)$ Прийшли до протиріччя. Далі позначатимемо корінь рівняння $\cos x = 0$ символом $\pi/2 \approx 1.57$.

Через те, що $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$, то $\sin(\pi/2) = 1$ (бо на проміжку $[\sqrt{2}, 2]$ $\sin(\pi/2) \ge \frac{\pi}{6} > 0$). Далі

$$\cos \pi = \cos^2(\pi/2) - \sin^2(\pi/2) = -1,$$
$$\sin \pi = 2\sin(\pi/2)\cos(\pi/2) = 0,$$
$$\cos 2\pi = \cos^2(\pi) - \sin^2(\pi) = 1, \qquad \sin(\pi/2 \pm x) = \cos x,$$

$\cos(n\pi) = (-1)^n, n \in Z$, $\sin(n\pi) = 0, n \in Z$, $\cos(2n\pi)$=1, $n \in Z$. Отже, $2n\pi$ це період як для синуса, так і для косинуса. За допомогою формул Ейлера можна отримати і інші тригонометричні тотожності.

Покажемо, що не існує інших значень аргументів для косинуса, які б були коренями рівняння $\cos x = 1$. Припустимо протилежне, тобто припустимо, що існує таке φ, що $\cos\varphi = 1$ і $\varphi \ne 2n\pi$. Тоді знайдеться таке $k \in Z$, що $-\pi \le 2k\pi - \varphi \le \pi$. Отже,

$$\sin|k\pi - \frac{1}{2}\varphi| = \pm\sin(k\pi - \frac{1}{2}\varphi) =$$
$$= \pm\sin\frac{1}{2}\varphi) = \pm\sqrt{\frac{1 - \cos\varphi}{2}} = 0,$$

а це протирічить нерівності $\sin|k\pi - \frac{1}{2}\varphi| \ge \frac{1}{3}|k\pi - \frac{1}{2}\varphi|$, якщо $\varphi \ne 2k\pi$.

З формули $\exp(ix) = \cos x + i\sin x$ тоді випливає, що числа $2n\pi i, n \in Z$ будуть періодами для комплексної експоненти.

З означень синуса і косинуса виливають ще й такі властивості.

$$\frac{d\sin x}{dx} = \cos x, \frac{d\cos x}{dx} = -\sin x,$$

$$\sin(x + \frac{\pi}{2}) = \cos x.$$

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. В статті розглянуто два способи введення означень основних елементарних функцій. Перший спосіб: починати з логарифмічної функції за допомогою інтегрування; другий: починати з означення показникової функції за допомогою функціонального рівняння. Корисним було б розробити методи вивчення основних елементарних функцій, використовуючи й інші підходи, наприклад, давати означення за допомогою диференціальних рівнянь.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Леонард Эйлер. Введение в анализ бесконечных, том 1. М.: Наука, 1961, 315 с.
2. Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей, том 1. М.: Наука, 1987. 432 с.
3. Courant R., Robbins H. What is Mathematic. New York, Oxford University Press, 1996. 315 p.
4. Whitteker E. T., Watson G. N. A course of modern analyses. Cambridge University Press, 1927. 608 p.
5. Бурбаки Н. Функции действительного переменного. М.: Наука, 1965. 424 с.

REFERENCES

1. Euler, L. (1961) *Vvedenie v analiz beskohechnych* [Introduction to Infinite Analysis]. Moscow.
2. Klein, F. (1987) *Elementarnaya matematika s tochki zreniya vysshey* [Elementary mathematics from the point of view of higher]. Moscow.
3. Courant, R. and Robbins, H. (1996) *What is Mathematic.* New York.
4. Whitteker, E. T. and Watson, G. N. (1927) *A course of modern analyses.* Cambridge University.
5. Burbaki, N. (1965) *Funkzii deistvitelnogo peremennogo* [Real variable functions]. Moscow

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ВОЛКОВ Юрій Іванович – професор, доктор фізико-математичних наук. професор кафедри математики Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: математичний аналіз, теорія ймовірностей, дискретна математика, методика навчання математики.

ВОЙНАЛОВИЧ Наталія Михайлівна – доцент, кандидат педагогічних наук. доцент кафедри математики Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Наукові інтереси: методика навчання математики, дискретна математика.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

VOLKOV Yurii Ivanovich − doctor of physics-mathematial sciences, professor, professor of department of mathematics of the Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogcal University.

Circle of research interests: mathematical analysis. theory probability, discretne mathematics, theory and methodology of teaching (mathematics).

VOJNALOVICH Natalia Mikhailivna − candidat of pedagogical sciences, dozent, dozent of department of mathematics of the Volodymyr Vynnychenko Central Ucrainian State Pedagogcal University.

Circle of research interests: theory and methodology of teaching (mathematics), discretne mathematics.

Стаття надійшла до редакції 21.08.2020 р.

УДК 371.134:53
DOI: 10.36550/2415-7988-2020-1-191-16-20

КОЗЛОВСЬКА Ірина Михайлівна –
доктор педагогічних наук,
провідний науковий співробітник Міжнародного інституту освіти,
культури та зв'язків з діаспорою Національного
університету «Львівська політехніка»
e-mail: irinakozlovska476@gmail.com
ORCID:https://orcid.org/0000-0002-8610-8594
ОПАЧКО Магдалена Василівна –
доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри загальної педагогіки та педагогіки вищої школи
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
e-mail: magdaopachko@ukr.net
ORCID:https://orcid.org/0000-0003-0494-6883
ЗІНЧУК Ірина Володимирівна –
викладач кафедри іноземних мов
Національного університету «Львівська політехніка»
e-mail: irynaz2009@i.ua
ORCID:https://orcid.org/0000-0003-4639-9734

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ТА ДИДАКТИЧНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ СУЧАСНОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ У КОНТЕКСТІ ІНТЕГРАЦІЙНИХ ОСВІТНІХ ПРОЦЕСІВ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Нове розуміння ролі та позиції педагога в навчально-виховному процесі зумовлене парадигмальними змінами в освіті: якщо колись питання стосовно керування навчальним процесом розглядали у контексті діяльнісної парадигми, то в контексті гуманістичної сукупності понять, що істотно доповнює сприймання лінійності педагогічного процесу нелінійними уявленнями, керування навчальним процесом вважається складним процесом, з неоднорідною освітньою сферою й неоднозначним дидактичним взаємозв'язком. Основна тенденція педагогічної практики – теорія міжпредметних зв'язків із скоординованими та узгодженими знаннями з різних навчальних дисциплін [5]. Чималий внесок у поступ теорії й практики педагогічної науки зробив розвиток дидактики фізики як процес інтеграції [8]. Таким підходом передбачено якісні перетворення в педагогічній думці, передусім вихід викладача-фізика за межі своєї дисципліни.

Постнекласичні методи у вирішенні проблем фахової підготовки вчителя фізики передбачають дієвість теорії й практики підготовки вчителя до управління навчанням та визначаються розумінням сутності її головного механізму – здобуття знань. Один із наслідків методологічних узагальнень розвитку новітніх природознавства та теорії і практики керування навчальним процесом – з'ясування поняття «методологічна компетентність» учителя фізики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У дослідженні ми спиралися на низку наукових розробок щодо формування методичних компетентностей майбутніх учителів фізики (О. Ніжегородцев [6]), моделі фахового вдосконалення педагога у процесі реформи післядипломної педагогічної освіти (І. Воротникова [1]), теоретико-методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів фізики в умовах освітньо-інформаційного середовища (А. Кух[4]), професійної компетентності вчителя фізики як особистісного ступеня сформованості його компетенції (В. Ткаченко [9]), аналіз професіограм сучасного вчителя фізики як об'єкт педагогічного проектування (А. Школа[10]) та ін. Базовими буди