

Світлана ЄФІМЕНКО

Бердянський державний педагогічний університет

e-mail: sm_yefimenko@bdpu.org.ua; ORCID: 0000-0001-7418-8489

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ВИВЧЕННЯ ЛІНІЙНОЇ ФУНКЦІЇ: ІННОВАЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНСЬКУ ШКОЛУ

Анотація. Однією з ключових особливостей сучасної української математичної освіти є накопичення часниками освітнього процесу суттєвого досвіду навчання в різних освітніх системах. Значна частина учнівської молоді, перебуваючи в Німеччині, одночасно здобуває як німецьку, так і українську освіту. У процесі вивчення математики в Україні та Німеччині учні стикаються з різними підходами до розкриття змісту навчального матеріалу, що вимагає від представників освітянської ниви відстежувати, своєчасно вивчати та результативно інтегрувати в національну шкільну освіту найкращі закордонні практики викладання. Тому на прикладі теми «Лінійна функція» було виокремлено спільні та відмінні риси у підходах до побудови її графіка. Констатовано необхідність поєднання цих підходів під час формування математичної компетентності учнів з метою підвищення їхньої математичної грамотності та мотивації інтересу до вивчення математики як важливого засобу дослідження та пізнання світу. Розкрито потенціал інтеграції інноваційних зарубіжних освітніх ідей у практику навчання математики в українській школі на прикладі дослідження графіків лінійних функцій та фізичних процесів, зокрема з використанням динамічної математичної системи GeoGebra.

Ключові слова: математична освіта, зарубіжна практика, лінійна функція, графік, інтеграція, цифрові засоби навчання, фізичний процес, математична грамотність, системи освіти

Постановка проблеми. У сучасній системі освіти України особливо актуальним постає завдання підготовки вчителя, здатного вільно орієнтуватися в нинішньому перенасиченому інформаційному просторі, розуміти не лише вербальний і символічний зміст матеріалу, а й його графічну інтерпретацію. У професійній діяльності такий педагог ефективно поєднує словесні й наочні методи навчання, застосовує сучасні цифрові інструменти для подання навчального матеріалу з метою формування математичної компетентності, розвитку критичного мислення учнів, усвідомлення ними виняткової ролі математики в пізнанні й описі процесів реального світу.

Водночас в умовах суспільно-політичних трансформацій, що відбуваються в Україні, суттєво змінюються риси та функції працівників освітньої галузі. Учитель нового покоління постає не лише носієм знань, а й активним агентом змін, здатним ефективно адаптуватися до викликів сьогодення. Поширюючи власний досвід і знання серед учнівської молоді, сучасний педагог має орієнтуватися на безперервний професійний розвиток, інноваційне мислення та відкритість до світових тенденцій у сфері освіти. Він повинен оперативного реагувати на зміни в глобальному освітньому просторі, виявляти здатність до вивчення, критичного аналізу та творчої адаптації зарубіжних практик навчання математики з метою підвищення якості освітнього процесу. Такий підхід сприяє формуванню конкурентоспроможної, креативної особистості учня, здатної до успішної соціалізації й комунікації як в українському, так і в багатомовному середовищі.

Аналіз актуальних досліджень і публікацій. Слід зазначити, що станом на сьогодні накопичено значний обсяг наукових матеріалів українських учених, присвячених вивченню систем освіти інших країн [2] та впровадженню їх елементів в освітній український простір [1, 9], зокрема під час вивчення природничо-математичних дисциплін [6]. Аналіз наукових джерел дав змогу виокремити основні напрями наукових напрацювань в цьому полі, а саме: покращення рівня математичної, технологічної, природничої підготовки

шляхом інтеграції STEM-підходів у навчальний процес у загальноосвітніх закладах, закладах фахової передвищої, професійно-технічної освіти (О. Абрамова, Д. Васильєва, Г. Герасимчук, О. Денисюк, Т. Дронь, Л. Калініна, Т. Крамаренко, О. Локшина, О. Семеніхіна, В. Ткаченко, О. Топузов, І. Чернецький, О. Шпарик та інші); аналіз закордонного досвіду навчання математики та перспектив його впровадження в систему освіти України (Д. Васильєва, О. Жерновнікова, Н. Титаренко); застосування білінгвального підходу до вивчення загальноосвітніх дисциплін, зокрема математики (О. Болдарєва, С. Литвинова, М. Стойка).

Також в площині наших інтересів лежать питання поліпшення якості методичного забезпечення навчання математики. Слушно відзначити, що проведено українськими вченими Л. Калініною, О. Топузовим та колективом Інституту педагогіки НАПН України опитування серед освітян щодо відповідності навчальних матеріалів з математики й предметів природничо-наукового циклу актуальним на даний час вимогам до формування природничо-математичної грамотності. За результатами відповідей респондентів науковці констатували наявність низки проблемних аспектів у змісті чинних підручників з математики. Зокрема було виявлено недостатню розробленість завдань компетентнісного, дослідницького та практичного характеру, які сприяли б реалізації наскрізних ліній, формуванню ключових компетентностей та базових навичок, розвитку критичного мислення, а також відсутність завдань, що відображають різноманітні життєві ситуації та стимулюють інтерес учнів до навчання. Як наслідок, результати міжнародного дослідження PISA-2022 [5] продемонстрували негативну динаміку освітніх досягнень українських школярів: по-перше, зафіксовано відставання у рівні знань із природничо-наукових дисциплін і математичної грамотності від показників учнів більшості країн-учасниць; по-друге, виявлено суттєве зниження цих результатів у порівнянні з даними PISA-2018 [8, с. 246].

Можна вважати, що певним чином на результати міжнародного дослідження PISA вплинули військово-

ві дії на території України та пов'язана з ними міграція молоді за кордон. Останнє покладає на національну систему освіти високий рівень відповідальності, оскільки значна частина школярів, навчаючись дистанційно в Україні, водночас здобуває освіту в країнах, куди вони були вимушено переміщені у зв'язку з військовою агресією.

У процесі навчання за кордоном, учні стикаються з дещо іншими підходами та методиками подання навчального матеріалу, які, з огляду на мовний бар'єр, часто є складними для сприйняття. Водночас школярі повинні самостійно встановлювати відповідність і логічні зв'язки між змістом однієї теми, що розглядається з різних методологічних позицій. Проте більшість здобувачів освіти не ставить перед собою такої мети, обмежуючись механічним запам'ятовуванням навчального матеріалу. Як правило, учні, які активно комунікують зі своїми однолітками, що залишилися в Україні, мають змогу глибше усвідомити відмінності між освітніми підходами та формувати критичне ставлення до змісту отриманих знань. Крім того, українські вчителі, які перебувають за межами України, ознайомлюються з інноваційним для них змістом навчального матеріалу та оригінальними підходами до його викладання й висвітлюють ці аспекти на сторінках національних фахових видань [7, с. 203]. Втім, варто зазначити, що у більшості таких публікацій бракує практичних рекомендацій щодо впровадження зарубіжного досвіду в українську шкільну математичну освіту.

Отже, очевидним є те, що сучасні освітні реалії актуалізують потребу в модернізації національних навчальних програм і підручників з математики, зокрема через адаптацію їх змісту до кращих зарубіжних практик викладання. Це, у свою чергу, сприятиме підвищенню мотивації та залученості школярів до навчального процесу, глибшому розумінню складних понять, а також формуванню в них умінь самостійного аналізу, узагальнення й інтеграції знань, здобутих у різних освітніх середовищах.

Мета статті полягає у порівнянні європейських, на прикладі Німеччини, і національних підходів до вивчення школярами теми «Лінійна функція» й окресленні можливостей імплементації креативних зарубіжних освітніх ідей у практику навчання математики в українській школі та їх інтеграції у дослідження фізичних процесів засобами комп'ютерних технологій.

Методи дослідження: аналіз наукової та методичної літератури, опис, порівняння, графічний метод дослідження функції, інтерпретації результатів експерименту, узагальнення.

Виклад основного матеріалу. Державний стандарт

базової середньої освіти в математичній галузі [4] визначає обов'язкові результати навчання, що передбачають опанування учнями понять функції, функціональної залежності, елементарних функцій та їх властивостей. Перше ознайомлення школярів із дефініцією поняття «функція» як одним із ключових і фундаментальних у математиці відбувається в 7 класі, коли учні знайомляться з особливостями лінійної функції та її графіком. Змістова лінія «Функції» має наскрізний характер у процесі формування математичної компетентності учнів основної школи, тому її зміст розширюється та поглиблюється у навчальних матеріалах 8–9 класів. Вивчення функцій забезпечує здобувачів освіти універсальним інструментом для розв'язування широкого кола навчальних і практичних завдань, сприяє формуванню вмінь будувати та аналізувати графічні моделі технологічних, фізичних, комп'ютерних і соціально-історичних процесів із використанням засобів цифрових технологій.

У шкільних курсах математики як в Україні, так і в Німеччині поняття лінійної функції вводиться через розв'язування ситуаційних задач з наступним відпрацюванням побудови її графіка та встановленням зв'язку між графічною, табличною та аналітичною формами подання функції. Однак методика розкриття змісту цього матеріалу в українській та закордонній практиках в деяких аспектах суттєво відрізняється.

У національній системі освіти побудова графіка лінійної функції відбувається шляхом добору значень незалежної змінної x та обчисленням відповідних значень функції y . За знайденими координатами двох точок проводиться пряма, яка є графічною інтерпретацією лінійної функціональної залежності. У німецьких школах, натомість, особлива увага приділяється дослідженню її параметрів, зокрема за допомогою цифрових засобів, наприклад: GeoGebra, електронних таблиць, графічних калькуляторів (рис. 1).

З огляду на це для побудови графіка лінійної функції $y = mx + b$ використовується кутовий коефіцієнт прямої m (Steigung), що показує нахил прямої, й параметр b (y -Achsenabschnitt), який задає точку перетину прямої з віссю OY . Відповідно до їхнього геометричного змісту формується розуміння впливу кожного параметра на положення та нахил прямої та визначається розташування її опорних точок. Зупинимося на алгоритмі побудови лінійної функції в німецьких закладах освіти.

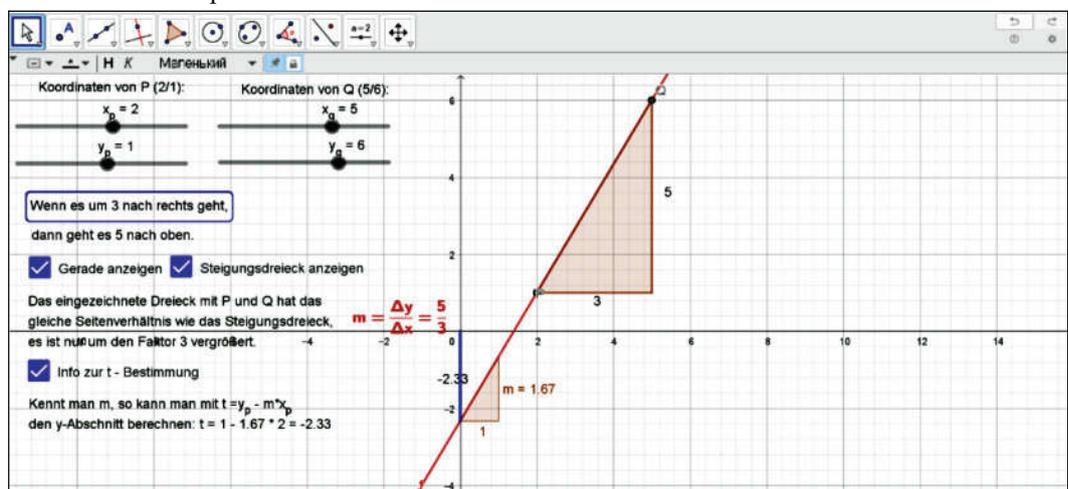


Рис. 1. Дослідження лінійної функції за допомогою GeoGebra

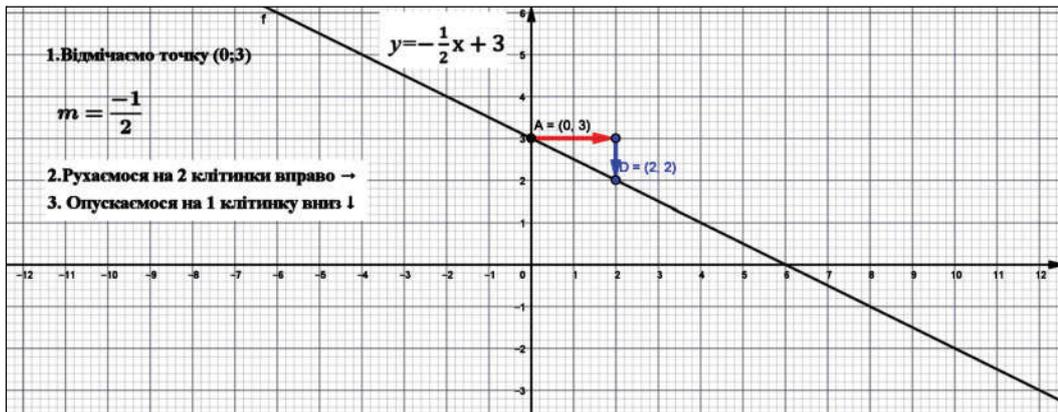


Рис. 2. Побудова лінійної функції $y = -\frac{1}{2}x + 3$ в середовищі GeoGebra

Для побудови лінійної функції учням пропонуються наступні кроки:

1. Розглянути лінійну функцію $y = mx + b$.
2. Вказати на координатній площині точку перетину графіка лінійної функції з віссю OY : $(0; b)$.
3. Подати кутовий коефіцієнт у вигляді $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$.
4. Від точки $(0; b)$ рухатися вправо вздовж осі OX на Δx . Потім вгору (якщо Δy додатне) або вниз (якщо Δy від'ємне) вздовж осі OY на Δy .
5. Позначити другу точку та провести через дві точки пряму.

Як приклад, на *рисунку 2* показано побудову в середовищі GeoGebra графіка функції $y = -\frac{1}{2}x + 3$ (*рис. 2*).

Отже, проведений аналіз стратегій побудови графіків лінійної функції, що застосовуються в українській та німецькій школах, дозволив подати у вигляді *таблиці 1* їх узагальнену характеристику. Зазначені підходи, спрямовані на формування математичної компетентності учнів, характеризуються власними перевагами та можуть бути результативно використані для розв'язання різних типів навчальних завдань. Водночас вони не є взаємовиключними, а навпаки – здатні взаємно доповнювати один одного, що відкриває можливості для їх інтегрованого застосування у сучасній методиці навчання математики.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика підходів до побудови лінійної функції

Критерій/Країна	Україна	Німеччина
Спосіб побудови	Табличний спосіб: обирають x , обчислюють y	Параметричний спосіб: аналізують m і b , будують графік
Пріоритетність під час побудови	Числові обчислення	Геометричний зміст параметрів
Використання цифрових засобів	Практично не використовуються	Використовуються GeoGebra, електронні таблиці, графічні калькулятори

З метою окреслення шляхів інтеграції параметричного підходу до аналізу та побудови графіка лінійної функції в шкільну математичну освіту України було досліджено зміст підручників з математики [3], посібників для підготовки до національного мультипредметного тесту (НМТ), а також практичних завдань з предме-

тів природничо-математичного циклу, в яких застосовується графічний метод інтерпретації процесів та явищ. На основі цього з'ясовано, що у змісті більшості завдань, що подані в українських підручниках і посібниках, акцент робиться переважно

на числових обчисленнях у процесі аналізу та побудови графіка лінійної функції. Разом із тим встановлено, що окремі типи вправ можуть бути розв'язані більш раціонально з використанням параметричного підходу, що свідчить про доцільність його впровадження в освітній процес з математики. Зупинимося на прикладах, які ілюструють можливості параметричного підходу під час аналізу графіків функції $y = kx + b$. Окрему увагу буде приділено застосуванню зазначеного підходу до дослідження параметрів лінійної функції під час графічної обробки результатів експериментальної роботи з визначення внутрішнього опору та електрорушійної сили джерела струму.

Приклад 1. За ескізом (*рис. 3*) графіка $y = ax + b$ вказати знаки параметрів a , b та написати рівняння прямої.

Скористаємося параметричним підходом для виконання завдання. Параметр b визначаємо за ординатою точки перетину графіка функції з віссю OY . За поданим графіком з'ясовуємо, що $b = -2 < 0$. Оскільки графік утворює гострий кут із додатним напрямком осі OX , робимо висновок, що $a > 0$. Значення коефіцієнта a можна встановити, перемістившись від точки $(0; -2)$ вправо на довільну кількість одиниць m , а далі – вгору до графіка на n одиниць. Тоді $a = \frac{n}{m}$.

Нехай $m = 2$, тоді $n = 2$, звідки отримуємо $a = \frac{2}{2} = 1$.

Підставивши знайдені значення параметрів у рівняння лінійної функції, маємо $y = x - 2$.

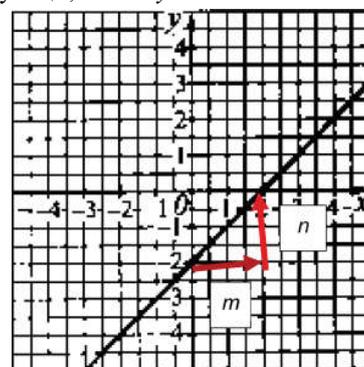


Рис. 3. Графік лінійної функції

Приклад 2. Дано лінійну функцію (див. *рис. 4*) $y = ax + b$. Встановити відповідність між знаками коефіцієнтів a , b та ескізами графіків (1-5).

- a) $a > 0$, $b > 0$; b) $a > 0$, $b < 0$; c) $a < 0$, $b > 0$.

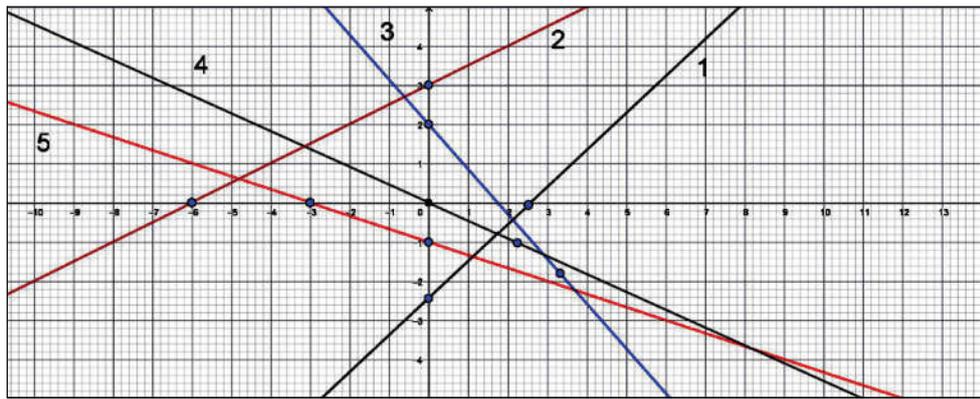


Рис. 4. Графіки лінійних функцій для прикладу 2

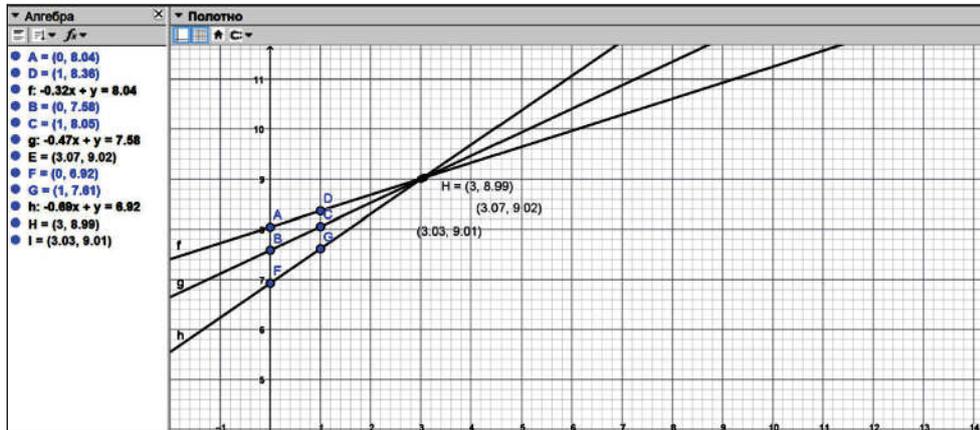


Рис. 5. Графічна інтерпретація $\varepsilon(r)$ до лабораторної роботи «Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела»

Як і в попередньому прикладі скористаємося дослідженням параметрів лінійної функції.

Умова (а): $a > 0, b > 0$. Це означає, що точка перетину графіка функції з віссю OY лежить у додатній її частині ($b > 0$), а кут між позитивним напрямком осі OX та графіком є гострим Отже варіанту (а) відповідає графік 2. Умова (b): $a > 0, b < 0$ відповідає графіку 1. Умова (c): $a < 0, b > 0$. Від'ємний коефіцієнт нахилу та додатне значення b відповідає графіку 3.

Приклад 3. Параметричний підхід до побудови графіків функції $y = kx + b$ дає змогу безпосередньо здійснювати графічну обробку результатів експерименту та визначати значення внутрішнього опору й електрорушійної сили джерела струму (ЕРС) під час виконання лабораторної роботи «Визначення ЕРС і внутрішнього опору джерела» у 10 класі загальноосвітньої школи.

Наведемо таблицю (табл. 2) значень фізичних величин: напруги (U) та сили струму (I), одержаних у результаті прямого вимірювання.

Таблиця 2

Значення вимірюваних фізичних величин

Номер досліду	I, A	U, B
1	0,32	8,04
2	0,47	7,58
3	0,69	6,92

Закон Ома для повного кола $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ дозволяє одержати формулу для визначення ЕРС: $\varepsilon = Ir + U$, яка є лінійною функцією внутрішнього опору джерела постійного струму. Залежність $\varepsilon(r)$ доцільно будувати за допомогою графічних редакторів. Скористаємося

геометричним змістом параметрів лінійної функції та програмою GeoGebra для побудови функціональних залежностей:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 0,32r + 8,04; \\ \varepsilon &= 0,47r + 7,54; \\ \varepsilon &= 0,69r + 6,92. \end{aligned}$$

Опорними точками для побудови таких прямих є:

1. Для першої функції ($b = 8,04; a = \frac{n}{m} = \frac{0,32}{1}$) маємо точки $(0; 8,04)$ та $(1; 8,36)$. Від точки $(0; 8,04)$ необхідно рухатися на 1 вправо вздовж OX та на 0,32 вгору вздовж OY .

2. Для другої функції ($b = 7,58; a = \frac{n}{m} = \frac{0,47}{1}$) маємо точки $(0; 7,54)$ та $(1; 8,05)$. Від точки $(0; 7,54)$ необхідно рухатися на 1 вправо вздовж OX та вгору на 0,47 вздовж OY .

3. Для третьої функції ($b = 6,92; a = \frac{n}{m} = \frac{0,69}{1}$) маємо точки $(0; 6,92)$ та $(1; 7,61)$. Від точки $(0; 6,92)$ необхідно рухатися на 1 вправо вздовж OX та вгору на 0,69 вздовж OY .

Будуємо прями через визначені опорні точки (рис. 5). За координатами точок перетину цих прямих знаходимо значення внутрішнього опору $(3; 3,07; 3,03)$ та ЕРС $(8,99; 9,02; 9,01)$, визначаємо їх середні значення та похибки вимірювання.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Формування математичної компетентності учнів напряму залежить від змісту навчального матеріалу та підходів до його подання. Оскільки на сьогодні українські школярі вимушені здобувати знання одночасно в різних системах освіти, то українська школа має дбати про узгодження національних і зарубіжних практик навчання математики. До того ж деякі з них здатні вдало доповнювати українські методики, підвищуючи математичну грамотність учнів через озброєння їх новими креативними способами діяльності, застосування яких не обмежується вирішенням предметних задач. Не можна не зважати на те, що за кордоном, зокрема в Німеччині, навчання математики постійно супроводжується використанням цифрових інструментів, які допомагають вчителю розкрити математичний зміст матеріалу, що також є прикладом для наслідування.

Перспективи подальшого вивчення заявленої проблеми вбачаємо у дослідженні систем освіти різних країн, ознайомленні з їхніми методиками та зміс-

том навчання математики, цифровими засобами її підтримки, можливостями імплементації закордонного досвіду у національну математичну освіту.

Список використаних джерел:

1. Денисюк О.Я., Дронь Т.О., Титаренко Н.В., Ткаченко В.В. Реформа НУШ як складова інтеграції української освіти в Європейський освітній простір. *Освітня аналітика України*. 2022. Т. 4, № 20. С. 84–97.
2. Локшина О. Європейський освітній простір як інтеграційна перспектива української освіти. *Український педагогічний журнал*. 2024. № 2. С. 6–17. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/739/854> (дата звернення: 29.10.2025).
3. Математика: алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту: підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти / А.Г. Мерзляк, Д.А. Номіровський, В.Б. Полонський, М.С. Якір. Харків: Гімназія, 2018. 256 с.
4. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 30.09.2020 р. № 898. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898> (дата звернення: 29.10.2025).
5. Ржеутська Л. PISA-2022: критичні проблеми в українській освіті. *Deutsche Welle*. 2023. URL: <https://www.dw.com/uk/pisa2022-ak-podolati-kriticni-problemi-v-ukrainskij-osviti/a-67657939> (дата звернення: 29.10.2025).
6. Стойка М.В., Петечук Ю.В. Інноваційні підходи у навчанні шкільної математики. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2024. Вип. 1(54). С. 204–210.
7. Титаренко Н.Є. Особливості навчання математики українських школярів за кордоном. *Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору*. 2023. № 91. С. 17–25.
8. Топузов О., Калініна Л. Реалізація STEM-освіти й модернізація українського шкільного куррикулуму, як чинники покращання природничо-наукової грамотності учнів у ракурсі досягнення цілей PISA. *Проблеми сучасного підручника*. 2023. № 31. С. 241–257.
9. Шпарик О. Інтеграція шкільних систем у європейському союзі: сучасні тенденції. *Український Педагогічний журнал*. 2024. № 3. С. 41–51.

Svitlana YEFYMENKO

Berdiansk State Pedagogical University

FOREIGN EXPERIENCE IN TEACHING LINEAR FUNCTIONS: INNOVATIONS AND PROSPECTS FOR IMPLEMENTATION IN UKRAINIAN SCHOOLS

Abstract. One of the key features of contemporary Ukrainian mathematics education is that participants in the educational process accumulate significant experience studying in different educational systems. A considerable number of students, while living in Germany, simultaneously receive both German and Ukrainian education. In the process of learning mathematics in Ukraine and Germany, students encounter different approaches to presenting the content of educational material, which

requires educators to monitor, study in a timely manner, and effectively integrate the best foreign teaching practices into the national school system. Using the topic «Linear Function» as an example, the common and distinctive features of approaches to constructing its graph were highlighted. The necessity of combining these approaches when developing students' mathematical competence was emphasized in order to enhance their mathematical literacy and motivation to study mathematics as an important tool for exploring and understanding the world. The potential for integrating innovative foreign educational ideas into the practice of teaching mathematics in Ukrainian schools was demonstrated through the study of linear function graphs and physical processes, including the use of the dynamic mathematics software GeoGebra.

Key words: mathematics education, foreign practice, linear function, graph, integration, digital learning tools, physical process, mathematical literacy, educational systems.

References:

1. Denysyuk O.Ya., Dron' T.O., Tytarenko N.V., Tkachenko V.V. Reforma NUSH yak skladova intehratsiyi ukrayins'koyi osvity v Yevropeys'kyy osvitniy prostir. *Osvitnya analityka Ukrayiny*. 2022. T. 4, № 20. S. 84–97.
2. Lokshyna O. Yevropeys'kyy osvitniy prostir yak intehratsiyina perspektyva ukrayins'koyi osvity. *Ukrayins'kyy pedahohichnyy zhurnal*. 2024. № 2. S. 6–17. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/739/854>
3. Matematyka: alhebra i pochatky analizu ta heometriya, riven' standartu: pidruch. dlya 10 kl. zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity / A.H. Merzlyak, D.A. Nomirov's'kyy, V.B. Polons'kyy, M.S. Yakir. Kharkiv: Himnaziya, 2018. 256 s.
4. Pro deyaki pytannya derzhavnykh standartiv povnoyi zahal'noyi seredn'oyi osvity: Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 30.09.2020 r. # 898. Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrayiny» / Verkhovna Rada Ukrayiny. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>
5. Rzheut's'ka L. PISA-2022: krytychni problemy v ukrayins'koyi osviti. *Deutsche Welle*. 2023. URL: <https://www.dw.com/uk/pisa2022-ak-podolati-kriticni-problemi-v-ukrainskij-osviti/a-67657939>
6. Stoyka M.V., Petechuk Yu.V. Innovatsiyini pidkhody u navchanni shkil'noyi matematyky. *Naukovyy visnyk Uzhhorods'koho universytetu. Seriya: «Pedahohika. Sotsial'na robota»*. 2024. Vyp. 1(54). S. 204–210.
7. Tytarenko N.Ye. Osoblyvosti navchannya matematyky ukrayins'kykh shkolyariv za kordonom. *Vyshcha osvita Ukrayiny u konteksti intehratsiyi do yevropeys'koho osvith'oho prostoru*. 2023. № 91. S. 17–25.
8. Topuzov O., Kalinina L. Realizatsiya STEM-osvity y modernizatsiya ukrayins'koho shkil'noho kurrykulumu, yak chynnyky pokrashchannya pryrodnycho-naukovoyi hramotnosti uchniv u rakursi dosyahnennya tsiley PISA. *Problemy suchasnoho pidruchnyka*. 2023. № 31. S. 241–257.
9. Shparyk O. Intehratsiya shkil'nykh system u yevropeys'komu soyuzi: suchasni tendentsiyi. *Ukrayins'kyy Pedahohichnyy zhurnal*. 2024. № 3. S. 41–51.

Отримано: 7.11.2025