 <https://doi.org/10.28925/2312-5829.2023.41>
УДК 373.3/.5.011.3-051:5]:005.336.3

Ірина Воротникова

 <https://orcid.org/0000-0003-1211-8885>

кандидат педагогічних наук, доцент,

завідувач кафедри природничо-математичної освіти і технологій

Інститут післядипломної освіти

Київського університету імені Бориса Грінченка,

проспект П.Тичини 22 а, 02102, Київ, Україна,

i.vorotnykova@kubg.edu.ua



Професійний розвиток вчителів для забезпечення якісної природничо-математичної освіти в умовах війни в Україні

***Анотація.** Стаття висвітлює можливості і особливості професійного розвитку вчителів математики і природничих наук в умовах війни в Україні. Дослідження базується на аналізі результатів опитування більше ніж 200 вчителів міста Києва щодо забезпечення якісної природничо-математичної освіти в умовах війни. Результати дослідження окреслюють напрями професійного розвитку вчителів природничої, математичної галузей: запровадження STEM, психологічна підтримка учасників освітнього процесу, використання цифрових та дистанційних технологій навчання, теми з безпеки життєдіяльності, інклюзії, методики викладання в НУШ, в тому числі використання формульованого оцінювання, виконання Державного стандарту базової середньої освіти.*

В умовах війни вчителі математики і природничих наук потребують програм професійного розвитку за дистанційною, очною і змішаною формою навчання та індивідуального коучингу. Цифрові технології можуть допомогти інтенсифікувати післядипломну педагогічну освіту, зробити її мобільною, різноманітною та адаптованою в умовах війни. Педагоги вважають, що якісну освіту можна забезпечити за умов необхідної наявності гаджетів, доступу до інтернет, електронних освітніх ресурсів, використання цифрових та дистанційних технологій, змішаного навчання, моніторингу навчальних досягнень та професійного розвитку вчителів і розвантаження навчальних програм. Більшість вчителів наголошують на погіршенні результатів навчання.

Аналіз інтерв'ю та опитування педагогів показав важливість запровадження індивідуальних траєкторій професійного розвитку вчителів, надання їм психолого-педагогічної підтримки, консультацій в системі післядипломної освіти. Узагальнення напрямів професійного розвитку вчителів маже бути враховано в післядипломній педагогічній освіті для створення і оновлення освітніх програм підвищення кваліфікації.

Ключові слова: професійний розвиток вчителів; підвищення кваліфікації; STEM; природничо-математична освіта.

© Воротникова Ірина, 2023

Вступ. Уряд України вживає ряд заходів для забезпечення якості освіти в умовах війни, зокрема: розробляються спеціальні методичні рекомендації для вчителів щодо викладання в умовах війни (Нова українська школа, 2022), проводиться дослідження якості організації освітнього процесу в умовах війни (Державна служба якості освіти України, 2023), забезпечується доступ до якісної освіти в умовах війни шляхом спільних зусиль держави, засновника школи та управління, що забезпечує школу ресурсами, освітній процес організується з використанням цифрових та дистанційних технологій навчання, здійснюються заходи для забезпечення фізичної безпеки учасників освітнього процесу в умовах війни, в державній політиці наголошується на необхідності професійного розвитку педагогів.

Впровадження в умовах війни реформи Нової української школи також посилює важливість підвищення кваліфікації вчителів та їх науково-методичний супровід їх професійного розвитку.

Дослідники з інших країн розглядають центральну роль вчителя у власному професійному розвитку та шкільній реформі, включаючи будь-який рівень змін від індивідуального рівня до командного, шкільного та позашкільного рівня та стверджують, що професійний розвиток в умовах шкільної реформи є важливим, тому що залежить від вимог освітньої реформи, які постійно змінюються і є частиною безперервного циклу. Вчителі, як і інші учасники освітнього процесу (учні, керівники шкіл, батьки), є активними учасниками реформування школи і відіграють центральну роль: реалізують нові за змістом програми, а також створюють навчальне середовище, у якому передбачається ефективне впровадження реформ. Вчителі обмежені доступними ресурсами, як-от обладнання для аудиторії, методи навчання, пристрої ІКТ, але залежно від інтерпретації вчителями цих контекстуальних обмежень і кордонів, а також залежно від своєї діяльності, вчителі створюють середовище у своїй школі та поза нею (Imants, 2020). В умовах війни посилюються завдання вчителя надати психологічну підтримку своїм учням, що потребує додаткової підготовки в післядипломній освіті.

В контексті реформ освіти Індії науковці критикують наявну модель безперервного професійного розвитку вчителів і використовуючи інтерпретаційний підхід, пояснюють, що такі фактори як централізоване прийняття рішень, політичні

запозичення, проблеми влади та культурні цінності, можуть бути серйозними викликами для реформ в індійському контексті та пропонують альтернативну парадигму професійного розвитку вчителя, яка заохочує вчителя до свободи діяльності, позиціюють навчання вчителя в соціокультурному середовищі школи та розглядають зміни вчителя як процес, а не подію, підтримують шкільне лідерство як політичну ініціативу для покращення якості безперервного професійного розвитку вчителів (Subitha 2018).

Професійного зростання можна досягти, коли вчителі працюють разом, щоб брати участь у професійних експериментах і бачити результати з точки зору значних результатів для своїх учнів (University of Tasmania et al., 2021). Умови, у яких працюють вчителі можуть мати суттєвий вплив на їхнє професійне зростання, тому що шкільний контекст може перешкоджати професійному зростанню вчителя на кожному етапі процесу професійного розвитку: доступ до можливостей професійного розвитку; обмеження або підтримка окремих видів участі; заохочення або залучення експериментувати з новими методами навчання; адміністративні обмеження чи підтримка в довгостроковій перспективі (Clarke & Hollingsworth, 2002).

Концептуальні моделі професійного розвитку вчителів в сучасних умовах розглядали (Kager, 2023) та (Ehlert, 2023), акцентували увагу на важливості використання змішаного навчання (Barnard, 2020).

Прийняття Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) у 2020 (Концепція розвитку освіти, 2020) запровадження обов'язкового зовнішнього незалежного тестування з математики з 2021 року підтверджує важливість розвитку цих галузей для навчання та розвитку учнів в Україні.

Природничо-математична освіта (STEM-освіта) - цілісна система природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності (Концепція розвитку освіти, 2020).

За останнє десятиліття дослідження професійного розвитку вчителів природничих наук, технологій, інженерії та математики (STEM) привернули увагу, але остаточних висновків не дали. Аналіз 44 журнальних статей про програми STEM показали, що найбільш поширеною теорією навчання зараз є конструктивістська теорія. Крім того, найчастіше використовуються такі моделі навчання як семінари, тренінги та онлайн програми професійного розвитку, хоча потрібно зазначити важливість участі директорів шкіл у заохоченні STEM-вчителів розвивати свій професіоналізм через необхідні програми без відриву від роботи (Surahman & Wang, 2023). Для допомоги вчителям і комфортного використання сучасних наукових практик, нещодавно був розроблений засіб надання можливостей для професійного розвитку для вчителів природознавства відомий як ASSIST (Argument-based Strategies for STEM Infused Science Teaching), який розкриває можливості професійного розвитку вчителя та перешкоди до нього на навчальному,

інституційному та міжособистісному рівнях (Anderson Quarderer & McDermott, 2020).

Дані опитування вчителів Великобританії показують, що фасилітатори STEM стають «обличчям» STEM для своїх учнів. Експертиза, знання та партнерство, які розробляють фасилітатори STEM, розширюють їхні можливості для викладання з використанням реальних додатків і покращують розуміння учнями низки нових і майбутніх професій. Автори також приходять до висновку, що короткострокові або односесійні семінари, тренінги, семінари, лекції та конференції є основою традиційної моделі професійного розвитку педагогів, але підвищення кваліфікації за моделлю навчання на робочому місці, яке відбувається в межах школи, програми чи іншого місцевого контексту розширяє можливості професійного розвитку педагогів та створення постійних професійних спільнот (Smith & Gillespie, 2023).

Інформаційна діяльність надає вчителям можливість спілкуватися з провідними вченими та ознайомитися з передовими дослідженнями, участь у просвітницькій діяльності STEM допомагає вчителям підтримувати та зміцнювати власне відчуття ідентичності як професіоналів STEM (Aslam et al., 2018).

Дослідження дозволяють зробити висновки про міжнародний досвід щодо уявлення вчителів про власний професійний розвиток і визначити фактори, які сприяють або перешкоджають успіху професійного розвитку педагогів.

Вчителі по-різному сприймають професійний розвиток на основі свого досвіду, знань і навичок. Факторами, що впливають на професійний розвиток є особистісні характеристики та внутрішні фактори, включаючи ставлення та переконання щодо діяльності з професійного розвитку STEM, а також здібності вчителів, а одним із зовнішніх факторів є інформаційно-освітнє середовище післядипломної педагогічної освіти та його можливості та вимоги суспільства в умовах реформи школи у воєнний час. Вчителі природничо-математичних наук і технологій потребують отримання нових компетентностей щодо запровадження інтегрованого STEM навчання, використання інноваційних практик і інструментів, в тому числі штучного інтелекту. Це може вимагати від педагогів підвищення кваліфікації та має змінити їх думку про навчання та роль, яку вони відіграють у своїх класах.

Наукові розвідки щодо професійного розвитку вчителів природничо-математичної освіти розкривають актуальність підвищення кваліфікації педагогів, враховують можливості і перешкоди на шляху професійного вдосконалення, але не враховують складні умови воєнного часу.

МЕТА: визначення напрямів професійного розвитку і форм підвищення кваліфікації вчителів для забезпечення якісної природничо-математичної освіти в умовах війни.

Завдання дослідження:

- проаналізувати результати опитування вчителів щодо виконання державних освітніх стандартів в умовах війни;
- визначити важелі впливу та інструменти для оцінювання якості освіти на думку вчителів;
- узагальнення напрямів професійного розвитку вчителів для забезпечення якісної природничо-математичної освіти в період воєнного стану на основі запитів потреб і можливостей формальної післядипломної освіти.

Гіпотеза: в умовах війни вчителі математики і природничих наук потребують оновлення програм професійного розвитку та зміни моделей підвищення кваліфікації з використанням цифрових технологій.

Методологія. У дослідженні використано теоретичні методи: аналіз літератури для побудови гіпотези та розробки теоретичної основи дослідження, визначення проблеми, яку слід розв'язати та емпіричні: квалітативний підхід з використанням інтерв'ю та фокус-груп як методів збору даних та статистичних методів обробки результатів на основі аналізу відповідей 232 вчителів природничо-математичних дисциплін, інформатики, технологій зі шкіл та викладачів післядипломної освіти міста Києва.

Для визначення освітніх втрат і результатів навчання у природничій та математичній галузі проаналізовано результати дослідження Управління державної служби якості освіти України (Державна служба якості, 2023).

Аналіз даних проведено з використанням тематичного аналізу. Отримані дані транскрибовані та проаналізовані з метою ідентифікації ключових тем та підтем, які відображають чинники, які впливають на якість викладання природничо-математичних наук в умовах воєнного стану та визначають напрями професійного розвитку вчителів в системі формальної післядипломної освіти.

Результати дослідження. Війна в Україні має негативний вплив на якість природничо-математичної освіти, що підтверджено результатами дослідження Державної служби якості освіти України (Державна служба якості, 2023). Зокрема, війна може вплинути на психологічний стан учнів, їхню здатність до навчання та загальну атмосферу в навчальному закладі (Терепищій, 2020). Проте, вчителі природничої та математичної галузей можуть використовувати інноваційні методи навчання, які можуть допомогти учням зберегти інтерес до навчання та розвивати їхні здібності (Нова українська школа, 2022). Професійний розвиток вчителів також може допомогти підвищити їхню кваліфікацію та забезпечити якісну освіту та підтримку учнів.

- *Аналіз результатів опитування вчителів щодо забезпечення якісної освіти в умовах війни.*

Забезпечення якісної природничо-математичної освіти є основним компонентом освітнього процесу сучасної школи. Якість природничо-математичної освіти залежить від багатьох факторів, але в умовах війни набуває особливого значення.

Опитування вчителів України показали різницю їх думок щодо погіршення результатів навчання у 2022-2023 році (в умовах війни) в порівнянні з періодом 2021-2022 роком (умови карантинних обмежень під час Covid 2019) (Табл. 1).

Таблиця 1.

Думка вчителів щодо результатів навчання (Державна служба якості, С.3)

Предмет	Місто/ село	Кількість вчителів міст, які вказали на погіршення знань, 2021-2022 н.р., %	Кількість вчителів сіл, які вказали на погіршення знань, 2022-2023, %	Різниця, %
Математика, алгебра, геометрія	місто	45	58	13
	село	61	55	-11
Фізика	місто	40	40	0
	село	51	42	-9
Хімія	місто	39	36	-3
	село	51	47	-4
Біологія	місто	33	35	2
	село	43	39	-4
Географія	місто	32	32	0
	село	45	41	-4

Думки вчителів, які проживають в містах і селах різні. Вчителі сіл вказують на покращення рівня засвоєння знань учнів у 2022 -2023 навчальному році, в той час, як вчителі міст зазначають погіршення знань.

Після проведення дослідження вчителі математики отримали рекомендації щодо викладання в умовах війни подолання освітніх втрат: виділити час на повторення і систематизацію вивченого раніше; об'єднувати певні теми чи скорочувати їх зміст так, щоби акцентувати навчання на базових знаннях та вміннях; викладати краще у синхронному режимі, забезпечуючи створення запису уроку, чи запропонувати дітям готові відеоуроки з теми, що вивчається; надавати приклади розв'язування типових задач (наприклад, у вигляді скріншотів екрану). А вчителям природничих наук запропоновано: провести "ревізію" навчальної програми та виділити теми, без яких неможливе розуміння змісту предмету в подальшому навчанні, та сфокусуватися саме на них; практичні заняття можна проводити віртуально чи запропонувати дітям практикуватися вдома за можливості; розглянути варіанти проведення інтегрованих уроків; пропонувати завдання творчого та дослідницького характеру з метою підтримки інтересу до предмету; формувати навички критичного мислення (наприклад, шляхом розвінчування міфів та пошуку фейків) (Нова українська школа, 2022).

Визначимо важелі впливу та інструментів для оцінювання якості освіти на думку вчителів.

Проаналізуємо більш детально результати опитування вчителів міста Києва і порівняємо з загальнонаціональними результатами.

В дослідженні взяли участь 232 вчителі фізики, математики, хімії, біології, географії. Про високий рівень професійної діяльності свідчить те, що 31,0 % опитуваних педагогів мають звання “Вчитель - методист”, 20,7% - “Старший вчитель” і вищу категорію, 13,4% вчителів -1 категорію, 1,5 % - викладачі системи післядипломної освіти.

В столиці України місті Києві більшість педагогів (60,7%) мають думку, що в умовах війни якість освіти погіршилась, 21,5 % - вважають, що залишилась такою ж як була в умовах карантину, 6,1 % - вказали, що залишається такою ж як була 3 роки назад, а 6,5 % опитаних вказали на її покращення (Рис.5).

Яка Ваша думка щодо якості освіти сьогодні?
232 відповіді



Рисунок 1. Відповіді вчителів, щодо якості освіти в умовах війни.

Відповіді вчителів на запитання яким чином можна покращити якість викладання в умовах війни можна розподілити в 4 основні тематичні групи (Таблиця 2):

- створення умов щодо необхідної наявності гаджетів, інтернету, електронних освітніх ресурсів;
- використання цифрових та дистанційних технологій, змішаного навчання, моніторингу навчальних досягнень;
- професійний розвиток вчителів;
- зміна навчальних програм шляхом розвантаження.

Таблиця 2.

Відповіді вчителів щодо необхідних заходів і умов для забезпечення якісної природничо-математичної освіти в умовах війни, %

Заходи для забезпечення якості природничо-математичної освіти	%
<i>Створення умов щодо наявності гаджетів, інтернету, електронних освітніх ресурсів</i>	
Забезпечити доступ до швидкісного інтернету	61,9
Створити е-підручники з 3D моделями, лабораторними практикумами,	50,0
Забезпечити кожного учня і вчителя гаджетами	46,2
Створити єдину освітню цифрову платформу навчання для учнів	39,0
Забезпечити кожного учня паперовими підручниками та надати доступ до електронних версій	50,0

Створити медіатеки електронних освітніх ресурсів	28,1
Використання цифрових та дистанційних технологій, змішаного навчання, моніторингу навчальних досягнень.	
Використати всі можливості змішаного навчання	59,5
Запровадити форму навчання відповідно до умов воєнного часу	35,2
Використовувати інтерактивні цифрові технології для зворотного зв'язку	29,0
Використати всі можливості дистанційного навчання	18,6
Використовувати доповнену і віртуальну реальність у навчанні	18,1
Використовувати штучний інтелект в освіті	8,1
Проводити моніторинг навчальних досягнень незалежними експертами	7,1
Зміна навчальних програм шляхом розвантаження, інтеграція предметів	
Змінити державні стандарти та розвантажити навчальні плани	26,2
Зменшити кількість предметів	12,9
Інтегрувати предмети, запроваджувати проєктні методики навчання	11,9
Професійний розвиток вчителів	
Вчителям постійно підвищувати рівень цифрової компетентності	39,5
Створити спільноти з обміну досвідом вчителів	31,4
Узагальнити найкращий досвід вчителів та надати рекомендації	19,0

Узагальнимо напрями професійного розвитку вчителів для забезпечення якісної природничо-математичної освіти в період воєнного стану на основі запитів потреб педагогів і можливостей формальної післядипломної освіти.

В умовах війни вчителі не віддають перевагу певній формі навчання (Рис.2) і це дозволяє стверджувати, що післядипломна педагогічна освіта має створити безпечне середовище для дистанційної очної і змішаної форми навчання.

Які форми навчання Ви вважаєте найефективнішими для Вас? (5- найбільш ефективні, 0 - не ефективні) Поставте оцінки для кожної форми

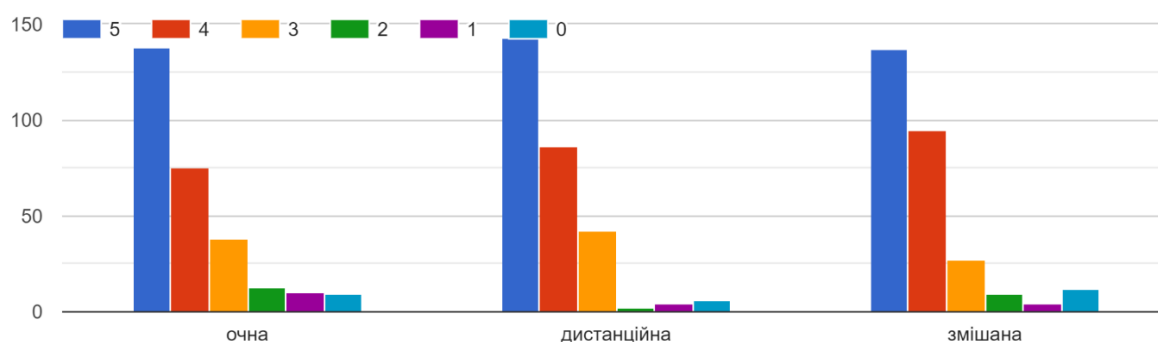


Рисунок 2.. Вибір пріоритетної форми підвищення кваліфікації педагогами.

Маємо зауважити, що проведення вебінарів, на яких нема взаємодії зі слухачами чи тренінгової методики є найменш прийнятними з точки зору педагогів,

навіть дистанційні модулі, які проводяться в асинхронному режимі більше затребувані вчителями в умовах війни (Рис.3) .

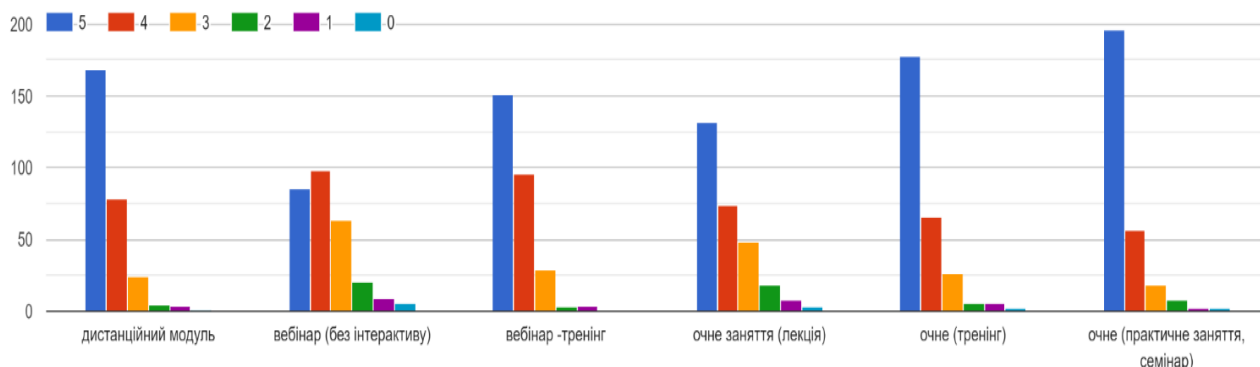


Рисунок 3. Відповіді вчителів на запитання “Які види навчальних занять для професійного розвитку Ви вважаєте найефективнішими в умовах війни ?”

Більшість вчителів (48,9 %) вчителів визначили, що потребують не тільки різних форм підвищення кваліфікації, а і індивідуального коучингу (Рис.4).

Чи вважаєте Ви що потрібно в підвищенні кваліфікації використовувати індивідуальний коучинг (індивідуальна підтримка, консультації онлайн)?

282 відповіді



Рисунок 4. Відповіді вчителів щодо потреб у індивідуальному коучингу.

Основними напрямками власного професійного розвитку в умовах війни педагогами зазначені:

- STEM освіта,
- психологічна підтримка учасників освітнього процесу,
- цифрові та дистанційні технології навчання,
- домедична і медична підготовка,
- безпека життєдіяльності,
- інклюзія у викладанні предметів,
- методики викладання в НУШ, формувальне оцінювання,
- методика викладання тем з використанням інноваційних практик,
- підготовка вчителів 7 класів до виконання Державного стандарту базової середньої освіти.

Відмовились дати відповідь 6% вчителів, а погодились проходити будь-які теми за пропозицією викладачів - 4,9%.

Обговорення. Опитування вчителів природничо-математичної освіти підтвердило думку науковців (Surahman, Wang, 2023) щодо запровадження конструктивістської теорії в післядипломній педагогічній освіті: в важливості конструювання знань, активної участі учнів у процесі навчання, де вони конструюють знання шляхом обдумування концепцій у своїй свідомості в контексті реального життя, де завдання пов'язані з реальними ситуаціями, відбуваються без відриву від роботи (дистанційна форма), що сприяє кращому засвоєнню матеріалу і відповідає запитам і умовам воєнного часу. Рефлексія, щодо напрямів професійного розвитку дозволяє вчителям будувати власний індивідуальний маршрут підвищення кваліфікації, дозволяє змінювати форми і методи в системі формальної післядипломної освіти.

Вчителі визначили, що обмежені доступними ресурсами, як-от обладнання для аудиторії, методи навчання, пристрої ІКТ, що підтверджує думку (Imants & Van Der Wal, 2020), але навіть в умовах війни створюють безпечне навчальне середовище та пропонують як покращити якість природничо-математичної освіти.

Натомість українські вчителі вважають необхідним підвищувати власний професійний рівень для забезпечення якісної освіти і готові роботи це за дистанційною, очною і змішаними формами навіть в умовах війни, але потребують психолого-педагогічної допомоги і індивідуального коучингу.

Висновки. Природничо-математична освіта має важливе значення в умовах війни, а використання цифрових технологій у природничо-математичній освіті може допомогти покращити якість освіти та забезпечити доступ до неї, опанування учнями технологічної грамотності та навичок розв'язання проблем, залучення до дослідництва, винахідництва, проєктної діяльності, що дасть змогу збільшити частку тих, хто прагне обрати науково-технічні, інженерні професії.

Аналіз дослідження якості організації освітнього процесу в умовах війни у 2022/2023 навчальному році () та опитування вчителів міста Києва показало різне ставлення педагогів до наявності освітніх втрат учнів, частина педагогів вказала на покращення якості навчання в умовах війни.

В ході дослідження підтверджено гіпотезу, що в умовах війни вчителі математики і природничих наук потребують програм професійного розвитку за різними формами з використанням цифрових технологій.

На думку вчителів забезпечення якісної природничо-математичної освіти є основним компонентом освітнього процесу сучасної школи і залежить від багатьох факторів, але в умовах війни набуває особливого значення та може бути досягнута за певних умов: необхідної наявності гаджетів, інтернету, електронних освітніх ресурсів, використання цифрових та дистанційних технологій, змішаного навчання, моніторингу навчальних досягнень та професійного розвитку вчителів і зміни навчальних програм шляхом розвантаження.

Серед напрямів професійного розвитку вчителів для забезпечення якісної природничо-математичної освіти в період воєнного стану на основі запитів потреб і можливостей формальної післядипломної освіти можна виділити: підготовку до

запровадження інтегрованої освіти (STEM), психологічна підтримка учасників освітнього процесу, використання цифрових та дистанційних технологій навчання, тем з безпеки життєдіяльності, інклюзії, методики викладання в НУШ, формувального оцінювання, виконання Державного стандарту базової середньої освіти.

Перспективами подальших досліджень мають стати аналіз освітніх програм професійного розвитку вчителів природничо-математичної освіти у формальній, неформальній післядипломній освіті та формування інформаційно-освітнього середовища післядипломної освіти в умовах цифрової трансформації освіти, яке задовольняє потребам педагогів в умовах війни.

Список використаної літератури

- Державна служба якості освіти України. Дослідження якості організації освітнього процесу в умовах війни у 2022/2023 навчальному році. ____ 2023. URL: <https://sqe.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/yakist-osvity-v-umovah-viyny-web-3.pdf> (дата звернення: 15.11.2023).
- Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)/ Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 р. № 960-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (дата звернення: 15.11.2023).
- Нова українська школа. (2022, April 10). *В ДСЯО розповідають, як викладати навчальні дисципліни в умовах війни* | URL: <https://nus.org.ua/news/v-dsyao-rozpovidayut-yak-vykladaty-navchalni-dystsypliny-v-umovah-viiny>. (дата звернення: 15.11.2023).
- Українська освіта в умовах війни : монографія / за наук. ред. С.О. Терепищого. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2020. 234 с. URL: https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/33758/Ukrainian%20education_2020.pdf?sequence=1 (дата звернення: 15.11.2023).
- Anderson Quarderer N., McDermott M. A. Examining Science Teacher Reflections on Argument-Based Inquiry Through a Critical Discourse Lens. *Research in Science Education*. 2020. 50(6), 2483–2504. URL: <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9790-z> (дата звернення: 15.11.2023).
- Aslam F, Adefila A., Bagiya Y. STEM outreach activities: an approach to teachers' professional development. *Journal of Education for Teaching*. 2018. №44(1). P. 58–70. URL: <https://doi.org/10.1080/02607476.2018.1422618>. (дата звернення: 15.11.2023).
- Barnard M., Dehon E., Compretta C., Notebaert A., Sparkmon W., Meyer E., Stray S., Taylor J., Sullivan D., Rockhold R. Development of a competency model and tailored assessment method for high school science teachers utilizing a flipped learning approach. *Educational Technology Research and Development*. 2020. №68(5). P.2595–2614. URL: <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09782-5> (дата звернення: 15.11.2023).
- Clarke D., Hollingsworth H. Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*. 2002. №18(8). P.947–967. URL: [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7) (дата звернення: 15.11.2023).
- Ehlert M., & Souvignier, E. Effective professional development in implementation processes – the teachers' view. *Teaching and Teacher Education*. 2023. №134, p.104329. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104329> (дата звернення: 15.11.2023).
- Garet M. S., Porter A. C., Desimone L., Birman B. F., Yoon K. S. What Makes Professional Development Effective? Results From a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal*.

2001. 38(4). P. 915–945. URL: <https://doi.org/10.3102/00028312038004915> (дата звернення: 15.11.2023).
- Imants J., Van Der Wal M. M. A model of teacher agency in professional development and school reform. *Journal of Curriculum Studies*. 2020. 52(1). P. 1–14. URL: <https://doi.org/10.1080/00220272.2019.1604809> (дата звернення: 15.11.2023).
- Kager K., Mynott J. P., Vock M. A conceptual model for teachers' continuous professional development through lesson study: Capturing inputs, processes, and outcomes. *International Journal of Educational Research Open*. (2023). № 5. 100272. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100272> (дата звернення: 15.11.2023).
- Smith C., Gillespie M. Research on Professional Development and Teacher Change: Implications for Adult Basic Education. In J. Comings, B. Garner, & C. Smith, *Review of Adult Learning and Literacy, Volume 7* (1st ed., 2023. P. 205–244). Routledge. URL: <https://doi.org/10.4324/9781003417996-7> (дата звернення: 15.11.2023).
- Subitha G. V. Reconceptualizing teachers' continuous professional development within a new paradigm of change in the Indian context: an analysis of literature and policy documents. *Professional Development in Education*. 2018. №44(1). P.76–91. URL: <https://doi.org/10.1080/19415257.2017.1299029> (дата звернення: 15.11.2023).
- Surahman E., Wang T.-H. In-service STEM teachers professional development programmes: A systematic literature review 2018–2022. *Teaching and Teacher Education*. 2023. №135. 104326. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104326> (дата звернення: 15.11.2023).
- University of Tasmania, Muir T., Deed C., Thomas D., Emery, S.,. Achieving Teacher Professional Growth Through Professional Experimentation and Changes in Pedagogical Practices. *Australian Journal of Teacher Education*. 2021. 46(9). P.22–38. URL: <https://doi.org/10.14221/ajte.2021v46n9.2> (дата звернення: 15.11.2023).

References

- State Education Quality Service of Ukraine. Study of the quality of the organization of the educational process in the conditions of war in the 2022/2023 academic year. URL: <https://sqe.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/yakist-osvity-v-umovah-viynny-web-3.pdf> (access date: 11/15/2023). (ukr.)
- On the approval of the Concept of the development of science and mathematics education (STEM education). (n.d.). Official website of the Parliament of Ukraine. Retrieved November 15, 2023, from <https://zakon.rada.gov.ua/go/960-2020-%D1%80> (ukr.)
- The DSYAO tells how to teach academic subjects in war conditions | New Ukrainian school. (2022, April 10). URL: <https://nus.org.ua/news/v-dsyao-rozpovidayut-yak-vykladaty-navchalni-dystsypliny-v-umovah-viynny>. (application date: 11/15/2023). (ukr.)
- Ukrainian education in the conditions of war: a monograph / by Nauk. ed. S.O. Terepyshchi. – Kyiv: Publishing House of M. P. Drahomanov National University of Applied Sciences, 2020. 234 p. URL: https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/33758/Ukrainian%20education_2020.pdf?sequence=1 (access date: 11/15/2023). (ukr.)
- Anderson Quarderer, N., & McDermott, M. A. (2020). Examining Science Teacher Reflections on Argument-Based Inquiry Through a Critical Discourse Lens. *Research in Science Education*, 50(6), 2483–2504. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9790-z> (eng).
- Aslam, F., Adefila, A., & Bagiya, Y. (2018). STEM outreach activities: an approach to teachers' professional development. *Journal of Education for Teaching*, 44(1), 58–70. <https://doi.org/10.1080/02607476.2018.1422618> (eng).
- Barnard, M., Dehon, E., Compretta, C., Notebaert, A., Sparkmon, W., Meyer, E., Stray, S., Taylor, J., Sullivan, D., & Rockhold, R. (2020). Development of a competency model and tailored

- assessment method for high school science teachers utilizing a flipped learning approach. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2595–2614. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09782-5>. (eng).
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947–967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7). (eng).
- Ehlert, M., & Souvignier, E. (2023). Effective professional development in implementation processes – the teachers’ view. *Teaching and Teacher Education*, 134, 104329. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104329>(eng).
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What Makes Professional Development Effective? Results From a National Sample of Teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), 915–945. <https://doi.org/10.3102/00028312038004915>. (eng).
- Imants, J., & Van Der Wal, M. M. (2020). A model of teacher agency in professional development and school reform. *Journal of Curriculum Studies*, 52(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/00220272.2019.1604809>. (eng).
- Kager, K., Mynott, J. P., & Vock, M. (2023). A conceptual model for teachers’ continuous professional development through lesson study: Capturing inputs, processes, and outcomes. *International Journal of Educational Research Open*, 5, 100272. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100272>. (eng).
- Smith, C., & Gillespie, M. (2023). Research on Professional Development and Teacher Change: Implications for Adult Basic Education. In J. Comings, B. Garner, & C. Smith, *Review of Adult Learning and Literacy, Volume 7* (1st ed., pp. 205–244). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003417996-7>. (eng).
- Subitha, G. V.. (2018). Re-conceptualizing teachers’ continuous professional development within a new paradigm of change in the Indian context: an analysis of literature and policy documents. *Professional Development in Education*, 44(1), 76–91. <https://doi.org/10.1080/19415257.2017.1299029>. (eng).
- Surahman, E., & Wang, T.-H. (2023). In-service STEM teachers professional development programmes: A systematic literature review 2018–2022. *Teaching and Teacher Education*, 135, 104326. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104326>. (eng).
- University of Tasmania, Muir, T., Deed, C., Latrobe University, Thomas, D., University of Tasmania, Emery, S., & University of Tasmania. (2021). Achieving Teacher Professional Growth Through Professional Experimentation and Changes in Pedagogical Practices. *Australian Journal of Teacher Education*, 46(9), 22–38. <https://doi.org/10.14221/ajte.2021v46n9.2>. (eng).

Professional Development of Teachers For The Implementation of Quality Science and Mathematical Education in the Context of War in Ukraine

Iryna Vorotnykova, <https://orcid.org/0000-0003-1211-8885>, candidate of pedagogical sciences, associate professor, head of the department of science and mathematics education and technologies of the Institute In Service Teacher’s Training Borys Grinchenko Kyiv University, P. Tychny Avenue 22 a, Kyiv, Ukraine, i.vorotnykova@kubg.edu.ua

Abstract. *The article highlights the possibilities and features of the professional development of teachers of mathematics and natural sciences in the conditions of war in Ukraine. The study is based on the analysis of the results of a survey of more than 200*

teachers of the city of Kyiv regarding the provision of high-quality science and mathematics education in the conditions of war. The results of the study outline the directions of professional development of teachers of natural sciences and mathematics: the introduction of integrated education (STEM), psychological support of participants in the educational process, the use of digital and distance learning technologies, topics on life safety, inclusion, teaching methods New Ukrainian school, including the use of formative assessment, implementation of the State Standard of Basic Secondary Education.

In the conditions of war, mathematics and natural sciences teachers need programs of professional development in distance, face-to-face and mixed forms of education and individual coaching. Digital technologies can help intensify postgraduate teacher education, and make it mobile, diverse, and adaptable in wartime. Educators believe that quality education can be provided under the conditions of the necessary availability of gadgets, access to the Internet, electronic educational resources, digital and distance technologies, blended learning, monitoring of educational achievements and professional development of teachers and unloading of educational programs. More than 60% of the teachers of Kyiv believe that the quality of science and mathematics education has deteriorated, and 7% point to its improvement.

The analysis of interviews and surveys of teachers showed the importance of introducing individual trajectories of teachers' professional development, providing them with psychological and pedagogical support, and consultations in the postgraduate education system. The generalization of the areas of professional development of teachers should be considered in postgraduate pedagogical education for the creation and updating of educational programs for professional development.

Keywords: *professional development of teachers; Certification training; STEM; science and mathematics education.*

Стаття надійшла до редакції: 15.11.2023

Прийнято до друку: 27.12.2023