


# РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ОСВІТИ Й МОДЕРНІЗАЦІЯ УКРАЇНСЬКОГО ШКІЛЬНОГО КУРРИКУЛУМУ, ЯК ЧИННИКИ ПОКРАЩАННЯ ПРИРОДНИЧО- НАУКОВОЇ ГРАМОТНОСТІ УЧНІВ У РАКУРСІ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ PISA

## **Олег Топузов,**


доктор педагогічних наук, професор,  
дійсний член (академік) НАПН України,  
віцепрезидент Національної академії педагогічних наук України,  
директор Інституту педагогіки НАПН України,  
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0001-7690-1663>

 [proftop@ukr.net](mailto:proftop@ukr.net)

## **Людмила Калініна,**


доктор педагогічних наук, професор,  
учений секретар Інституту педагогіки НАПН України,  
м. Київ, Україна


 <https://orcid.org/0000-0003-0534-6089>

 [gelena@i.ua](mailto:gelena@i.ua)

## **Рогоза Валентин,**

кандидат педагогічних наук,  
завідувач відділу STEM-освіти  
Інституту педагогіки НАПН України,  
м. Київ, Україна

 <https://orcid.org/0000-0002-9552-0310>

 [rogoza\\_v@ukr.net](mailto:rogoza_v@ukr.net)

Стаття базована на аналізі результатів PISA-2022, міжнародного дослідження якості освіти, з акцентом на використання знань та умінь з читання, математики та природничих наук у реальних життєвих контекстах серед 15-річного учнівства. Результати цього дослідження показали загальне зниження успішності в усіх предметних галузях у більшості країн-учасниць, у тому числі й України. Україна, яка брала участь у PISA

вдруге, продемонструвала певне зниження навичок читання, знань з природничих наук й математики порівняно з попереднім дослідженням у 2018 році. Це дослідження відображає важливість реформування освітніх підходів, зокрема через впровадження STEM-освіти, яка може підвищити рівень природничо-наукової грамотності.

У праці проаналізовано тенденції змін у успішності українських учнів між циклами PISA 2018 р. та 2022 р., причини погіршення результатів сформованості природничо-наукової грамотності учнів за результатами дослідження «Українські підручники з предметів природничо-наукового циклу і математики в ракурсі цілей PISA: бачення вчителів», окреслено напрями застосування концептуальних підходів до впровадження STEM-освіти й прогнозування проявів синергетичного й алокаційного ефектів від їх застосування.

Стаття розглядає STEM як інноваційний та інтегративний підхід у навчанні, який поєднує науку, технологію, інженерію та математику, як потенціал у підготовці учнів до майбутніх викликів у науці та технологіях.

Доведено, що впровадження та розвиток STEM-освіти в Україні позитивно впливатиме на покращення результатів природничо-наукової грамотності та, як наслідок, на забезпечення рівного доступу до якісної освіти у майбутньому. Це важливо для розвитку освітніх стратегій, спрямованих на підвищення якості наукової та математичної освіти серед молоді.

У статті висвітлено критичну роль STEM-освіти (Science, Technology, Engineering, Mathematics) у покращенні природничо-наукової грамотності. Аргументовано, що STEM може ефективно вирішити проблеми, виявлені у результаті PISA-2022, шляхом підвищення критичного мислення, творчості та інноваційного потенціалу серед учнів. Зокрема, вона здатна допомогти учням краще розуміти природні явища, оцінювати наукові дослідження та розвивати навички, важливі для майбутньої кар'єри в галузях науки та технологій.

Автори акцентують увагу на необхідності розроблення науково-методичного і навчального забезпечення STEM-освіти, зокрема інтеграції відповідного змісту у підручники і посібники з предметів природничо-математичного циклу, створення інтегрованих курсів. Твердження спираються на результати дослідження серед вчителів «Українські підручники з предметів природничо-наукового циклу і математики в ракурсі цілей PISA», проведеного фахівцями Інституту педагогіки НАПН України. Дослідження було спрямоване на аналіз змісту й апарату сучасного підручника на предмет кореляції з завданнями PISA і досягнення цілей PISA.

Майже половина (48,86% від загальної вибірки) з 4883 респондентів висловили бажання щодо покращення якості підручників з математики та природничо-наукового циклу шляхом вдосконалення їх змісту, необхідності розробки та представлення в них компетентнісних задач дослідницького і практичного характеру, що спираються на життєві ситуації, аналогічні завданням PISA.

**Ключові слова:** STEM-освіта, якість освіти, дослідження PISA, природничо-наукова грамотність.

**Постановка проблеми.** PISA, найбільше міжнародне дослідження, орієнтоване на об'єктивне визначення рівня сформованості грамотності учнів / студентів у визначених ключових предметних галузях (читанні, математиці та природничо-наукових дисци-

плінах) на компетентнісних засадах і ставить за мету виявлення здатності 15-річних підлітків різних країн спроможності використовувати знання, уміння, навички, «для подолання можливих життєвих труднощів і викликів», якою мірою вони здатні «читати, розуміти й інтерпретувати різноманітні тексти, з якими вони матимуть справу» у щоденному житті у порівнянні результатів у розрізі країн-учасниць міжнародного дослідження.

На початку грудня 2023 року були оприлюднені результати PISA-2022 – міжнародного дослідження якості освіти, спрямованого на оцінювання здатності 15-річного учнівства використовувати знання й уміння з читання, математики та природничо-наукових дисциплін у реальних життєвих контекстах. Відзначимо, що Україна вдруге брала участь у дослідженні – вперше це сталося у 2018 році. Щоправда цього разу повномасштабному дослідженню завадила окупація росією частини українських територій, отже дослідження проводилося у 18 з 27 регіонів України (Ржеутська, 2023).

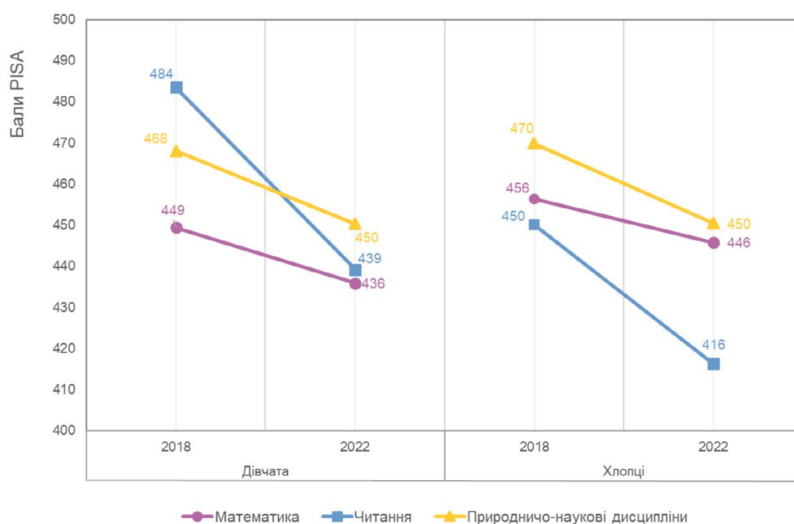
Зібраний та узагальнений дослідниками матеріал продемонстрував відчутне зниження успішності в усіх предметних галузях дослідження у всіх понад 80 країнах-учасницях дослідження. При цьому, для забезпечення коректності порівнянь для України було обрано референтні країни: Естонію, Польщу, Словачку Республіку, Болгарію, Молдову й Грузію. Ці країни взято з огляду на подібність з Україною їхнього соціально-економічного стану або з огляду на культурну чи історичну спорідненість. Відзначимо, що загалом Україна показала вищі результати з усіх трьох галузей, ніж Болгарія, Молдова і Грузія. Водночас результати Естонії, Польщі та Словачької Республіки є вищими.

Щодо, так би мовити, внутрішніх порівнянь, то результати PISA-2022 вказують на те, що за чотири роки від попереднього дослідження, в українських школярів вказаної вікової групи погіршилися навички читання та знання з природничо-наукових дисциплін, а 42% учнів не досягли базового рівня грамотності з математики. Не вдаючись у глибокий аналіз результатів PISA-2022, відзначимо, що ми поділяємо позицію, що відповідні результати є наслідком і хибної комунікації з суспільством про важливість освіти та ґрунтовних знань, і, водночас, обумовлені соціально-економічними проблемами України протягом останніх років (МОН, 2023). Сукупно можемо констатувати втрату освіти, зокрема природничо-науковою й математичною, своїх позицій результативності. Порівнюючи дані PISA 2018 та 2022 років, рівень успішності наших учнів знизився. Зокрема, результати з математики погіршилися на 12 балів (із 453 у 2018 році до 441 у 2022-му); з природничо-наукових дисциплін – на 19 балів (із 469 до 450 відповідно); з читання – на 38 балів (із 466 до 428 відповідно).

Очевидно, вирішення нагальних проблем лежить у площині покращення рівня природничо-наукової освіти шляхом упровадження нових підходів, як наприклад STEM, цифровізації та модернізації змісту навчально-методичного комплексу, які сприятимуть забезпеченню синергетичного та алокаційного ефектів. Згідно з дослідженням PISA, STEM-освіта сприяє розвитку критичного мислення, творчості та інноваційного потенціалу учнів. Це може допомогти учням розуміти природні явища з погляду науки, оцінювати та розробляти наукові дослідження, інтерпретувати дані та докази з наукової

точки зору. Впровадження STEM-освіти може допомогти учням зрозуміти, як наука та технології використовуються у реальному житті, та підготувати їх до майбутніх викликів. Відповідно, упровадження STEM-освіти може допомогти учням розвивати навички, які є важливими для майбутньої кар'єри в галузі науки, технологій, інженерії та математики, а також зрозуміти природні явища з погляду науки та розвивати критичне мислення.

Інноваційні підходи щодо покращення якості освіти заслуговують на окрему увагу та мають синхронізуватися з реформаційними процесами. Контекстний дискурс PISA детермінує модернізацію шкільного курикулуму, зокрема і підручників природничо-наукового циклу й Державних стандартів, концепцій, посібників, а також надання відповіді на основне поставлене питання – чи готують підручники учнів до складання PISA?



**Рис. 1.** Тенденції між циклами PISA 2018 р. та 2022 р. в успішності українських 15-річних учнів із математики, читання та природничо-наукових дисциплін залежно від типу закладу освіти. Джерело: Національний звіт PISA-2022

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Виходячи з окресленої загальної проблематики нашого дослідження, обґрунтовано вважати, що його теоретичною основою постають наукові матеріали, які, з одного боку, присвячені явищу STEM-освіти, а з іншого, – теорії й практиці моніторингу якості й реформування освіти.

Порушуючи тему STEM-освіти є підстави стверджувати про напрацювання досі дослідницького матеріалу за двома основними напрямками: 1) дослідження присвячені загальному уявленню про специфіку, передумови виникнення й перспективи STEM-освіти; 2) дослідження, що зосереджують увагу на організаційно-педагогічному забезпеченні STEM-освіти (методології освітнього процесу), при чому з урахуванням рівня освіти (від дошкільця до вищої освіти). Відзначимо, що зважаючи на понад тридцяти-

річну історію STEM-освіти станом на сьогодні маємо значний обсяг праць за обома напрямками. Їх повний огляд й аналіз вочевидь потребує спеціального дослідження, ми ж дозволимо собі звернути увагу на публікації, що важливі для нашого дослідження.

Щодо специфіки, передумов виникнення й перспектив STEM-освіти, принципів для нас є положення, що представлені у працях таких авторів як-от: 1) американського дослідника Р. Байбі, який зосередився на процесах адміністрування й упровадження STEM-освіти на різних рівнях освітньої системи; 2) групи українських дослідників О. Стрижак, Н. Полісун, І. Чернецького, які систематизували й розкрили зміст основних дефініцій STEM-освіти; 3) українських дослідниць Н. Балик і Г. Шмигер (Balyk, Shmyger, Vasylenko, Oleksiuk & Skaskiv, 2019), які окреслили основні підходи, що притаманні сучасній STEM-освіті; 4) української дослідниці О. Примак, яка систематизувала потенціал STEM-освіти та показала перспективи його реалізації в Україні; 5) групи українських дослідниць Н. Арістової, О. Абрамової, Г. Герасимчук, Т. Крижановської, О. Крусь, О. Малихіна, Т. Опалюк, Н. Стецули, щодо особливостей інтеграції STEM-освіти у національну систему освіти.

У контексті досліджень проблематики організаційно-педагогічного забезпечення STEM-освіти нашу увагу привернули праці таких науковців, як-от: 1) групи дослідників на чолі з Н. Балик щодо впливу STEM-підходу на трансформацію педагогічної освіти; 2) української дослідниці С. Доценко (Доценко, 2021), яка розглянула питання методичного супроводу впровадження STEM-освіти в Україні на рівні початкової, базової й профільної школи; 3) українських дослідників І. Сліпухіної, А. Поліщучка і С. Меньяйлова щодо зв'язку ідей конструктивізму і практики застосування STEM-підходу в сучасній освіті; 4) австралійського дослідника Я. Лю (Liu, 2023), який проаналізував глобальні тренди й виклики до освітніх систем у зв'язку з впровадженням в освітню практику STEM-підходу; 5) експертів Інституту обдарованої дитини Національної академії педагогічних наук України, які узагальнили своє бачення STEM-освіти у методичних рекомендаціях щодо упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів.

Результати аналізу матеріалів згаданих та інших авторів за темою STEM-освіти вказує на те, що і досі не сформульовано загальноприйнятої дефініції поняття «STEM-освіти». Також, попри тривалу увагу до явища STEM-освіти, нині відчутний брак реальних методик її практичної реалізації. Сьогодні ці практики тільки розвиваються, а остаточної концепції, яка б точно й однозначно визначала межі та рамки STEM-освіти, немає.

При цьому загальним місцем для багатьох робіт з означеної проблематики є положення, що ключовою метою STEM підходів до створення навчальних програм є розширення свідомості учасників освітнього процесу, сприяння активній адаптації до змін різного масштабу, успішній соціалізації у майбутньому. Зрозуміло, що реалізація ідеї STEM-освіти потребує спеціальної фахової підготовки педагогів, які могли працювати у цьому напрямі. Зрештою, практично усі автори, праці яких ми вивчали, висловлювалися у тому дусі, що впровадження STEM-освіти й досягнення її цілей – формування STEM-компетентності, потребує комплексного підходу й системних рішень (Стрижак, Сліпухіна, Полісун & Чернецький, 2017).

Водночас основними трендами у сучасному підручникотворенні, що впливають із праць відомих дослідників, є зміна акцентів із засобу ретрансляції змісту навчання й актуалізація функцій навчальної книжки щодо розвитку в учнів умінь і навичок практичної діяльності, важливих для подальшої самореалізації Simon et al. (Simon, Budke & Schäbitz, 2020), а також створення цифрового підручника Behnke. Їм суголосні й погляди вітчизняних учених. Зокрема М. Шут (Шут, Благодаренко, & Мартинюк, 2013), розглядає сучасний підручник із природничих предметів як поліфункційний засіб проєктування освітнього процесу та реалізації методичних впливів, питання формування ключових компетентностей знаходяться в полі наукових інтересів Т. Засекіною та М. Тишковець (Засекіна & Тишковець, 2019), дослідження ядра навчально-методичного комплексу висвітлено у працях О. Ляшенко (Ляшенко, 2019).

**Мета статті** – проаналізувати тенденції змін в успішності українських учнів між циклами PISA 2018 р. та 2022 р., причини погіршення результатів сформованості природничо-наукової грамотності учнів за результатами дослідження «Українські підручники з предметів природничо-наукового циклу і математики в ракурсі цілей PISA: бачення вчителів», окреслити напрями застосування концептуальних підходів до упровадження STEM-освіти й прогнозування проявів синергетичного й алокаційного ефектів від їх застосування.

**Виклад основного матеріалу.** Погіршення якості освіти за результатами дослідження грамотності учнів в Україні у ракурсі PISA, очевидно пов'язане з сукупністю чинників. По-перше, війна в Україні, яка триває з 2014 року, має негативний вплив на освіту в країні. Згідно з даними UNICEF, війна в Україні знищила тисячі шкіл та інших навчальних закладів, що призвело до перерв у навчанні для мільйонів дітей. Окрім того, багато дітей не можуть відвідувати школу через загрозу особистій безпеці.

По-друге, пандемія COVID-19 також мала негативний вплив на освіту в Україні. Згідно з дослідженням, проведеним у 2022 році, пандемія COVID-19 призвела до значного зниження рівня грамотності учнів.

Дослідження PISA за 2018 та 2022 роки показали, що рівень грамотності учнів в Україні відчутно знизився. Згідно з даними PISA, у 2018 році середній бал з математики становив 468, а в 2022 році – 443. Середній бал з читання знизився з 496 до 472, а середній бал показників у природничо-науковій галузі – з 477 до 452.

Отже, погіршення результатів дослідження грамотності учнів в Україні у ракурсі PISA, на нашу думку, пов'язане з війною в країні та пандемією COVID-19. Ці фактори призвели до перерв у навчанні для мільйонів дітей та зниження рівня грамотності учнів.

Для незалежного моніторингу ситуації колективом Інституту педагогіки за авторською методикою у 2020/2021 н.р. було проведено дослідження «Українські підручники з предметів природничо-наукового циклу і математики в ракурсі цілей PISA: бачення вчителів», результати аналізу якого було презентовано на круглому столі «Ключові компетентності і базові навички учнів: українські підручники з предметів природничо-наукового циклу в світлі цілей PISA» (<https://undip.org.ua/to-scientists/events/kruhlyy-stil/>) з метою обговорення шляхів поліпшення шкільного курикулуму в контексті PISA. Для анкетування було сформовано випадкову вибірку респондентів, щоб

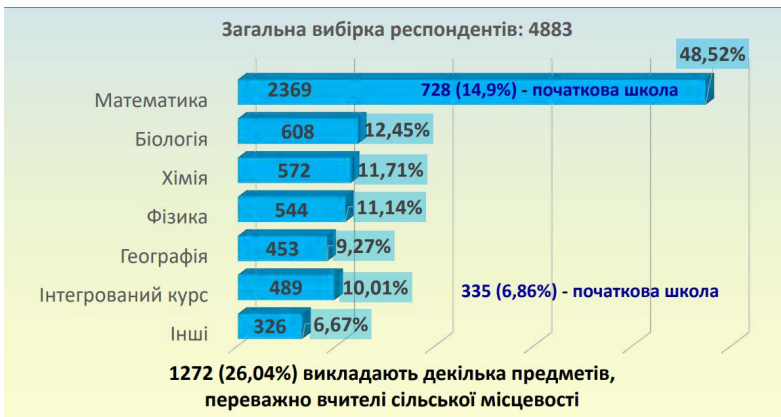


забезпечити репрезентативність результатів. Педагоги природничо-наукового циклу й інтегрованих курсів відповідали на запитання анкети й аналізували зміст підручників за певним алгоритмом, що стосується можливостей чинних підручників досягати цілі PISA та розвитку природничо-наукової і математичної компетентності й грамотності.



*Результати дослідження та їх аналіз.* В опитуванні взяло участь 4883 педагогів-предметників з 1526 закладів освіти різних типів 22 областей України та м. Києва, що становить 10,26% від загальної кількості шкіл України станом на 2020/2021 н.р., які викладають предмети математичної і природничої галузей освіти.

*На запитання* «Чи аналізували Ви зміст підручників (для 1–4, 5–9 класів), завдання та задачі в ракурсі цілей PISA-2018 з предмета, який викладаєте?». 26,3% – надали ствердну відповідь, 73,7% не аналізували зміст підручників і 3,5% респондентів не надали відповідь на поставлене запитання.



Під час опитування вчителів було з'ясовано зорієнтованість змісту математичної й природничої освіти на досягнення цілей PISA, а за результатами аналізу відповідей учителів – узагальнення.



Під час аналізу змісту чинних підручників для 5–9 класу природничо-наукового циклу й математики на предмет відповідності компетентнісного потенціалу математичної, природничої, технологічної й інформативної галузей освіти, спрямованих на підготовку здобувачів освіти до PISA, й дотримання вимог до розвитку природничо-наукової й математичної грамотності й орієнтирів для їх оцінювання респондентам було запропоновано низку питань:

- Чи збігаються вимоги до обов’язкових результатів навчання й орієнтири для їхнього оцінювання з цілями PISA?
- Визначте чинники, які впливають на рівень сформованості грамотності учнів / студентів?
- Чи сфокусоване «змістове ядро» Державного стандарту (2020 р.) й освітніх галузей, як математика й природничо-наукові дисципліни на розвиток природничо-наукової грамотності у вимогах PISA?

Чи сприятиме новий Державний стандарт базової середньої освіти для 5–9 класів Нової української школи досягненню цілей PISA?

25,21% респондентів вважають, що зміст освіти зорієнтований на досягнення цілей PISA, базуючись на власному досвіді й за результатами аналізу чинних підручників, за якими вчителі викладають навчальні предмети; 60,66% стверджують, що зміст частково зорієнтований; 4,6% взагалі заперечують його зорієнтованість, оскільки у їхній структурі не відбулося кардинального зменшення кількості інформаційних текстів і завдань дослідницького й творчого характеру; 9,53% респондентів не надали відповіді на поставлене запитання.

На запитання «Чи дають змогу підручники, за якими Ви працюєте, досягти цілей PISA?» одержано спектр відповідей, що їх подано на малюнку.





Ствердна відповідь є лише у 21,61% респондентів, що за кількісними показниками майже відповідає закону Парето, відомого як емпіричне правило 80–20 або принципу малої кількості факторів впливу, який дає змогу спрогнозувати досягнення цілей PISA як бажаних результатів, що буде спричинене незначною кількістю конструктивних факторів або дій усіх суб'єктів, які зацікавлені в якісній природничо-науковій освіті підлітків. Водночас невдача досягнення цілей PISA буде зумовлена незначною дією деструктивних факторів (Васильєва, Заболотна, Калініна, Локшина & Топузов, 2023).

#### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ДЕТАЛЬНОГО ОЗНАЙОМЛЕННЯ

- Представлення результатів дослідження «Українські підручники з предметів природничо-наукового циклу й математики в ракурсі цілей PISA: бачення вчителів»
- Аналітичний огляд підручників природничого циклу в ракурсі цілей PISA
- Аналіз українських підручників математики на предмет наявності задач в контексті PISA
- Аналіз підручників біології на предмет формування природничо-наукової грамотності учнів
- Ключові аспекти структурування змісту підручників у розрізі міжнародного моніторингового дослідження PISA
- Роль шкільного географічного підручника у формуванні компетентностей в процесі підготовки учнів до PISA

Результати аналізу підручників, їх компетентнісного потенціалу для досягнення цілей PISA й на наявність компетентнісно орієнтованих завдань-аналогів, які за обсягом або змістом є аналогічними до запропонованих у дослідженнях PISA мають важливу інформацію для створення нових концепцій підручникотворення у вимогах PISA, підручників нового покоління, модернізації їх змісту, організації системи заходів із підготовки учнівської молоді до участі України в наступному циклі PISA-2025, що триватиме упродовж 2023–2026 років.

Згідно з методичними рекомендаціями щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти, впровадження STEM-освіти вимагає від науково-педагогічних працівників активно використовувати новітні педагогічні підходи до викладання й оцінювання, інноваційні практики міжпредметного навчання, методи та засоби навчання з акцентом на розвиток дослідницьких та винахідницьких компетентностей.

Також, уряд України ухвалив концепцію розвитку STEM-освіти до 2027 року, яка передбачає забезпечення належної фінансової підтримки для STEM-освіти, залучення більше кваліфікованих учителів, зміну підходів до навчання та оцінювання, а також забезпечення доступу до сучасних технологій та інфраструктури.

Загалом, упровадження STEM (наука, технології, інженерія та математика) у шкільну освіту може суттєво вплинути на результати дослідження PISA у майбутньому, а саме:

*Покращення навичок розв'язання проблем.* STEM-освіта зосереджена на розв'язанні реальних, практичних проблем, що розвиває критичне мислення та аналітичні навички. Це може покращити результати учнів у тестах PISA, особливо в категоріях, що оцінюють розв'язання проблем і математичну грамотність.



*Підвищення інтересу до науки і математики.* STEM заохочує учнів досліджувати і розуміти наукові та математичні концепти, що може підвищити загальний інтерес і успішність у цих предметах.

*Інтеграція технологій в навчання.* Використання сучасних технологій у рамках STEM-освіти може поліпшити технологічну грамотність учнів, що є ключовим елементом оцінювання PISA.

*Розвиток міжпредметних навичок.* STEM-освіта залучає учнів до інтеграції знань з різних дисциплін, що сприяє розвитку гнучкості мислення і здатності застосовувати знання у нових контекстах.



*Підготовка до майбутніх викликів.* У сучасному світі, де технології швидко розвиваються, навички, набуті через STEM, є важливими для підготовки учнів до майбутніх кар'єр і викликів.

*Ефективніше навчання через практичний досвід.* STEM-освіта часто передбачає практичний, експериментальний підхід, що може підвищити залученість та мотивацію учнів, а також поліпшити розуміння складних концептів і фактів, раціональне й грамотне використання великого обсягу інформації й знань.



**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Формування й розвиток компетентностей природничо-наукового, інженерного й математичного профілю, розвиток STEM-освіти як засобу вирішення відповідного завдання нині є однією з найбільш актуальних проблем у контексті модернізації національної освіти. Водночас в експертному середовищі нині визнано, що концепт STEM-освіти ще не набув загального й комплексного характеру, а на практиці відчувається брак системного підходу щодо визначення змісту STEM-освіти, методик її практичної реалізації.

З поміж інших шляхів підвищення рівня грамотності учнів, перспективними і дієвими ми вважаємо модернізацію українського шкільного курикулуму та орієнтацію змісту навчальних матеріалів на досягнення цілей PISA.

Аналізуючи результати опитування освітян, маємо констатувати, що на думку респондентів для досягнення цілей PISA-2025 і кращих навчальних результатів необхідно:

- забезпечити якість підручникотворення через підготовку підручників нового покоління – 78,9% від загальної кількості вибірки респондентів);
- удосконалити зміст чинних підручників з математики й природничо-наукового циклу – (19,12%);
- зменшити обсяг теоретичного матеріалу в підручниках, але збільшити кількість завдань і задач практичного змісту, спрямованих на реалізацію наскрізних ліній, формування ключових і глобальних компетентностей і критичного мислення – (21,46%);
- розвивати зацікавленість учнів і вмотивовувати їх розміщенням в підручниках дослідницьких завдань і завдань з життєвими ситуаціями, кількісних задач і експерименту – (33,94%);
- розробити й представити у підручниках задачі компетентнісного, дослідницького, практичного змісту, цікаві задачі, що обумовлені різними життєвими ситуаціями, які аналогічні завданням PISA – (18, 23%) тощо.

Реалізація конкретних пропозицій щодо поліпшення якості шкільного курикулуму природничо-наукового циклу сприятиме в подальших дослідженнях зменшенню розриву в навчальних досягненнях українських учнів / студентів різних категорій у наступному циклі PISA-2025 й забезпечить підвищення якості математичної й природничо-наукової грамотності й освіти в Україні загалом.

Іншим напрямом, який має забезпечити результативність показників природничо-наукової грамотності, є STEM підхід. Упровадження STEM технологій у шкільну освіту, на думку багатьох фахівців, є одним із підходів, який уможливує комплексний розвиток природничо-наукової грамотності учнів.

Використання STEM-підходу на уроках природничих наук дає можливість встановлювати міжпредметні зв'язки, формувати цілісний та системний світогляд. STEM-навчання дозволяє розвивати у дітей логічне мислення, технічну грамотність, навички науково-дослідницької та інженерної діяльності, креативність, просторову уяву, інтуїцію, необхідні для розв'язання будь-яких проблем у галузях науки і техніки. Застосування STEM-підходу на уроках природничих наук сприяє розвитку у дітей навичок роботи в команді, критичного мислення, оцінювання, аналізування, прогнозування та узагальнення висновків.

Для покращання результатів грамотності учнів в Україні у ракурсі досягнення цілей PISA-2025 необхідно застосовувати STEM-підхід на уроках природничих наук, що комплексно розвиватиме природничо-наукову грамотність учнів.

Усвідомлюємо, що ідея використання STEM як основного інструменту підвищення якості освіти у ракурсі показників PISA має дискусійний характер і потребує подальшого опрацювання, що і стане предметом наших наступних досліджень.

Принциповими проблемами розвитку STEM-освіти визначено брак системного підходу щодо методик її практичної реалізації, відсутність концептуальних рішень щодо імплементації STEM-підходу, досягнення цілей і завдань STEM-освіти й відповідних програмних результатів навчання (Рогоза, 2023). Концептуальний підхід до розвитку STEM-освіти передбачає звернення до такого педагогічного феномену й специфічного навчально-методичного засобу, як розвивальне освітнє цифрове середовище. Перспективним вбачається залучення методологічного потенціалу розвивального освітнього середовища задля імплементації STEM-підходу в освітній процес закладів освіти. Іншими словами, потребує осмислення перспективності ідеї впровадження STEM-освіти для покращання рівня природничо-наукової грамотності учнів і якості природничої й математичної освіти.

### Використані джерела

- Васильєва, Д., Заболотна, О., Калініна, Л., Локшина, О., & Топузов, О. (2023). Європейська якість навчання для кращої успішності учнів. Посібник для вчителів. Дрогобич: ТзОВ «Трек ЛІД».
- Вступне слово до Проекту ТБЮНІНГ – гармонізація освітніх структур у Європі. Внесок університетів у Болонський процес. Socrates – Tempus. (2006).
- Доценко, С. (2021). STEM-освіта: науковий дискурс та освітні практики. *Рідна школа*. 3. 31–35.
- Засєкіна, Т. М., & Тишковець, М. Д. (2019). Формування ключових компетентностей засобами підручника. *Проблеми сучасного підручника*. 22. 86–96. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2019-22-86-96>.
- Калініна, Л. М., Топузов, О. М., & Лапінський, В. В. (2020). Факторна модель оцінювання ефективності управління закладом загальної середньої освіти та її практичне застосування. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 6(80), 346–368. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/723308>.
- Кузьменко, О. (2016). Сутність та напрями розвитку STEM-освіти. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 9(III), 188–190.
- Ляшенко, О. І. (2019). Модернізація змісту освіти як чинник реформування української школи. *Фізика як змістовий і концептуальний елемент природничої освіти і її роль у процесі розбудови нової української школи: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Чернігівські методичні читання з фізики та астрономії*. Чернівці: Десна Поліграф. 3–5. <https://lib.iitta.gov.ua/717258/>.
- Міністерство освіти і науки України. (2023). Результати міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022. <https://mon.gov.ua/ua/news/rezultati-mizhnarodnogo-doslidzhennya-yakosti-osviti-pisa-2022>
- Про освіту: Закон України від 5 вересня 2017 року № 2145-VIII. (2023). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>



- Ржеутська, Л. (2023). PISA-2022: критичні проблеми в українській освіті. Deutsche Welle. <https://www.dw.com/uk/pisa2022-ak-podolati-kriticni-problemi-v-ukrainskij-osviti/a-67657939>
- Рогоза, В. В. (2023). Європейська практика підтримки ідей STEM-освіти. *Наука і техніка сьогодні. Серія «Право»*. 13(27), 601–611.
- Стрижак, О. Є., Сліпухіна, І. А., Полісун, Н. І., & Чернецький, І. С. (2017). STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 62(6), 16–33.
- Шут, М. І., Благодаренко, Л. Ю., & Мартинюк, М. Т. (2013). Нові підручники з фізики для основної школи та їх можливості в реалізації інтегрованих способів методичного впливу. *Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки*. 3, 183–189.
- Balyk, N., Shmyger, G., Vasylenko, Y., Oleksiuk, V., & Skaskiv, A. (2019). STEM-approach to the transformation of pedagogical education. *E-learning and STEM Education*, Katowice-Cieszyn. 109–123.
- Kraatz, M. S., Flores, R., & Chandler, D. (2020). The value of values for institutional analysis. *Academy of Management Annals*. 14(2), 474–512.
- Liu, Y. (2023). Current situation and analysis of STEM education competencies of education majors. SHS Web of Conferences. [https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2023/20/shsconf\\_mhehd2023\\_03006.pdf](https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2023/20/shsconf_mhehd2023_03006.pdf)
- Malykhin, O., Aristova, N., & Kalinina, L. (2022). Schoolteachers-Parents Interactions Amid Distance and Blended Learning: Two-Year Experience of Overcoming Negative Influences of Covid-19. *Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference*, 1, 454–464. doi: <https://doi.org/10.17770/sie2022vol1.6858>
- Malykhin, O., Aristova, N. O., Kalinina, L., & Opaliuk, T. (2021). Developing Soft Skills among Potential Employees: A Theoretical Review on Best International Practices. *Postmodern Openings*, 12(2), 210–232. <https://doi.org/10.18662/po/12.2/304>
- Hirose, I., & Olson, J. (2015). *The Oxford handbook of value theory* (Oxford Handbooks). New York: Oxford University Press.
- Partnership for 21st Century Skills. (2019). Framework for 21st century learning. [https://static.battelleforkids.org/documents/p21/p21\\_framework\\_brief.pdf](https://static.battelleforkids.org/documents/p21/p21_framework_brief.pdf)
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2002). Definition and selection of competencies (DESECO): Theoretical and conceptual foundations. Strategy paper. Neuchatel, Switzerland: Swiss Federal Statistical Office.
- Simon, M., Budke, A., & Schäbitz, F. (2020). The objectives and uses of comparisons in geography textbooks: results of an international comparative analysis. *Heliyon*, 6(8), e04420. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04420>.
- Schwartz, S., & Bilsky, W. (1987). Toward a universal psychological structure of human values. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(3), 550–562.
- Tytler, R. (2020). STEM education for the twenty-first century. Y J. Anderson & Y. Li (Eds.), *Integrated approaches to STEM education*. Cham, Switzerland: Springer. 1–25.

## References

- Vasylieva, D., Zabolotna, O., Kalinina, L., Lokshyna, O., & Topuzov, O. (2023). Yevropeiska yakist navchannia dlia krashchoi uspishnosti uchniv. Posibnyk dlia vchyteliv. Drohobych: TzOV «Trek LTD». (in Ukrainian).

- Vstupne slovo do Proektu TIuNINH – harmonizatsiia osvitykh struktur u Yevropi. Vnesok universytetiv u Bolonskyi protses. Socrates – Tempus. (2006). (in Ukrainian).
- Dotsenko, S. (2021). STEM-osvita: naukovyi dyskurs ta osvityni praktyky. *Ridna shkola*, 3, 31–35. (in Ukrainian).
- Zasiekina, T. M., & Tyshkovets, M. D. (2019). Formuvannia kluchovykh kompetentnosti zasobamy pidruchnyka. *Problemy suchasnoho pidruchnyka*, 22, 86–96. <https://ipvid.org.ua/index.php/psp/article/view/129>. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2019-22-86-96>. (in Ukrainian).
- Kalinina, L. M., Topuzov, O. M., & Lapinskyi, V. V. (2020). Faktorna model otsyniuvannia efektyvnosti upravlinnia zakladom zahalnoi serednoi osvity ta yii praktychne zastosuvannia. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*, 6(80), 346–368. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/723308>. (in Ukrainian).
- Kuzmenko O. (2016). Sutnist ta napriamky rozvytku STEM-osvity. *Naukovi zapysky. Seria: Problemy metodyky fizyko-matematichnoi i tekhnolohichnoi osvity*, 9(III), 188–190. (in Ukrainian).
- Liashenko, O. I. (2019). Modernizatsiia zmistu osvity yak chynnyk reformuvannia ukrainskoi shkoly. *Fizyka yak zmistovyi i kontseptualnyi element pryrodnochoi osvity i yii rol u protsesi rozbudovy novoi ukrainskoi shkoly* / Materialy Vseukrainskoi nauково-praktychnoi konferentsii «Chernihivski metodychni chytannia z fizyky ta astronomii. 2019», Chernihiv: Desna Polihraf, 3–5. <https://lib.iitta.gov.ua/717258/>. (in Ukrainian).
- Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. (2023). Rezultaty mizhnarodnoho doslidzhennia yakosti osvity PISA-2022. <https://mon.gov.ua/ua/news/rezultati-mizhnarodnogo-doslidzhennya-yakosti-osvity-pisa-2022> (in Ukrainian).
- Pro osvitu: Zakon Ukrainy vid 5 veresnia 2017 roku № 2145-VIII. (2023). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (in Ukrainian).
- Rzheutska, L. (2023). PISA-2022: krytychni problemy v ukrainskii osviti. *Deutsche Welle*. <https://www.dw.com/uk/pisa2022-ak-podolati-kriticni-problemi-v-ukrainskij-osviti/a-67657939> (in Ukrainian).
- Rohoza, V. V. (2023). Yevropeiska praktyka pidtrymky idei STEM-osvity. *Nauka i tekhnika sohodni. Seria «Pravo»*, 13(27), 601–611. (in Ukrainian).
- Stryzhak, O. Ye., Slipukhina, I. A., Polius, N. I., & Chernetskyi, I. S. (2017). STEM-osvita: osnovni definitsii. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*, 62(6), 16–33. (in Ukrainian).
- Shut, M. I., Blahodarenko, L. Yu., & Martyniuk, M. T. (2013). Novi pidruchnyky z fizyky dlia osnovnoi shkoly ta yikh mozhlyvosti v realizatsii intehrovanykh sposobiv metodychnoho vplyvu. *Zbirnyk naukovykh prats Berdianskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky*, 3, 183–189. (in Ukrainian).
- Balyk, N., Shmyger, G., Vasylenko, Y., Oleksiuk, V., & Skaskiv, A. (2019). STEM-approach to the transformation of pedagogical education. *Y E. Smyrnova-Trybulska (Ed.), E-learning and STEM Education Katowice-Cieszyn*, 109–123. (in English).
- Kraatz, M. S., Flores, R., & Chandler, D. (2020). The value of values for institutional analysis. *Academy of Management Annals*, 14(2), 474–512. (in English).
- Liu, Y. (2023). Current situation and analysis of STEM education competencies of education majors. *SHS Web of Conferences*. [https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2023/20/shsconf\\_mhehd2023\\_03006.pdf](https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/pdf/2023/20/shsconf_mhehd2023_03006.pdf) (in English).
- Malykhin, O., Aristova, N., & Kalinina, L. (2022). Schoolteachers-Parents Interactions Amid Distance and Blended Learning: Two-Year Experience of Overcoming Negative Influences of Covid-19.

- Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference, 1, 454–464. doi: <https://doi.org/10.17770/sie2022vol1.6858> (in English).
- Malykhin, O., Aristova, N. O., Kalinina, L., & Opaliuk, T. (2021). Developing Soft Skills among Potential Employees: A Theoretical Review on Best International Practices. *Postmodern Openings*, 12(2), 210–232. <https://doi.org/10.18662/po/12.2/304> (in English).
- Hirose, I., & Olson, J. (2015). *The Oxford handbook of value theory* (Oxford Handbooks). New York: Oxford University Press. (in English).
- Partnership for 21st Century Skills. (2019). Framework for 21st century learning. [https://static.battelleforkids.org/documents/p21/p21\\_framework\\_brief.pdf](https://static.battelleforkids.org/documents/p21/p21_framework_brief.pdf) (in English).
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2002). Definition and selection of competencies (DESECO): Theoretical and conceptual foundations. Strategy paper. Neuchatel, Switzerland: Swiss Federal Statistical Office. (in English).
- Simon, M., Budke, A., & Schäbitz, F. (2020). The objectives and uses of comparisons in geography textbooks: results of an international comparative analysis. *Heliyon*, 6(8), e04420. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04420>. (in English).
- Schwartz, S., & Bilsky, W. (1987). Toward a universal psychological structure of human values. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(3), 550–562. (in English).
- Tytler, R. (2020). STEM education for the twenty-first century. Y J. Anderson & Y. Li (Eds.), *Integrated approaches to STEM education* Cham, Switzerland: Springer. 1–25. (in English).

*Oleh Topuzov, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Full Member (Academician) of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Vice-President of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Director of the Institute of Pedagogy of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*Ljudmyla Kalinina, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Scientific Secretary of the Institute of Pedagogy of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*Valentyn Rogoza, Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the STEM Education Department of the Institute of Pedagogy of the NAES of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

## **IMPLEMENTATION OF STEM EDUCATION AND MODERNIZATION OF THE UKRAINIAN SCHOOL CURRICULUM AS FACTORS IN IMPROVING STUDENTS' SCIENTIFIC AND MATHEMATICAL LITERACY IN THE CONTEXT OF ACHIEVING PISA GOALS**

The article is based on the analysis of the PISA-2022 results, an international study on the quality of education, focusing on the application of knowledge and skills in reading, mathematics, and science in real-life contexts among 15-year-old students. The findings of this study revealed a general decline in performance across all subject areas in most participating countries, including Ukraine. Ukraine, participating in PISA for the second time, demonstrated a decline in reading skills, science, and mathematics compared to the previous study in 2018. This research highlights the importance of reforming educational approaches, particularly through the implementation of STEM education, which can enhance the level of scientific and mathematical literacy.

The work analyzes the trends in changes in the performance of Ukrainian students between the PISA 2018 and 2022 cycles, the reasons for the deterioration in the results of the development of students' scientific and mathematical literacy based on the study "Ukrainian Textbooks on Natural Science and Mathematics Subjects in the Context of PISA Goals: Teachers' Perspective", and outlines directions for applying conceptual approaches to the implementation of STEM education and predicting manifestations of synergistic and allocative effects from their application.

The article examines STEM as an innovative and integrative approach in education, combining science, technology, engineering, and mathematics, and its potential in preparing students for future challenges in science and technology.

It is proven that the implementation and development of STEM education in Ukraine will positively affect the improvement of scientific and mathematical literacy, and consequently, ensure equal access to quality education in the future. This is crucial for developing educational strategies aimed at enhancing the quality of scientific and mathematical education among the youth.

The article sheds light on the critical role of STEM education (Science, Technology, Engineering, Mathematics) in improving scientific and mathematical literacy. It is argued that STEM can effectively address the issues identified in the PISA-2022 results by enhancing critical thinking, creativity, and innovative potential among students. In particular, it can help students better understand natural phenomena, evaluate scientific research, and develop skills important for future careers in science and technology fields.

The authors emphasize the need to develop scientific-methodological and educational support for STEM education, including integrating relevant content into textbooks and guides in natural science and mathematics subjects, and creating integrated courses. These assertions are based on the research findings among teachers in the study "Ukrainian Textbooks on Natural Science and Mathematics Subjects in the Context of PISA Goals", conducted by experts from the Institute of Pedagogy of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine. The study aimed to analyze the content and apparatus of the modern textbook in terms of correlation with PISA tasks and achieving PISA goals.

Nearly half (48.86% of the total sample) of the 4883 respondents expressed a desire to improve the quality of textbooks in mathematics and the natural science cycle by refining their content, the need to develop and present competency-based tasks of a research and practical nature in them, based on life situations similar to PISA tasks.

**Keywords:** STEM education, quality of education, PISA study, scientific and mathematical literacy.