

## СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ, ШКІЛЬНІ ТА РЕСУРСНІ ЧИННИКИ МАТЕМАТИЧНОЇ ГРАМОТНОСТІ УЧНІВ УКРАЇНИ

**Ясінський А. М.**

кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри математичного моделювання  
ПВНЗ «Міжнародний економіко-гуманітарний університет  
імені академіка Степана Дем'янчука»  
ORCID ID: 0000-0002-1894-1314

**Соловей Л. Я.**

старший викладач кафедри інформаційних  
систем та обчислювальних методів  
ПВНЗ «Міжнародний економіко-гуманітарний університет  
імені академіка Степана Дем'янчука»  
ORCID ID: 0009-0001-2832-1741

**Яницька О. Ю.**

кандидат педагогічних наук, доцент,  
професор кафедри загальної педагогіки та дошкільної освіти  
ПВНЗ «Міжнародний економіко-гуманітарний університет  
імені академіка Степана Дем'янчука»  
ORCID ID: 0000-0003-4965-1720

**Ільків О. С.**

кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри інформатики, кінезіології та кіберспорту  
Львівського державного університету фізичної культури  
імені Івана Боберського  
ORCID ID: 0000-0003-0864-4794

Стаття присвячена порівняльному аналізу соціально-економічних, шкільних та ресурсних чинників математичної грамотності 15-річних учнів України за результатами міжнародних досліджень PISA 2018 та PISA 2022. Метою дослідження є виявлення змін у структурі впливу чинників, що визначають рівень математичної грамотності українських школярів, а також оцінювання трансформації їхньої значущості в умовах суттєвих соціально-економічних викликів. Емпіричну основу дослідження становлять мікродані PISA, оброблені у статистичному середовищі R з використанням пакетів *haven*, *tidyverse*, *survey*, *intsvy* та *randomForest*. Для кожного циклу дослідження побудовано окремі моделі *Random Forest*, що дали змогу визначити відносну важливість соціально-економічних, демографічних і ресурсних чинників математичної грамотності. Отримані результати свідчать про те, що у 2018 році найбільш вагомим предиктором був показник *ICTHOME*, який характеризує доступ учнів до цифрових ресурсів удома та можливості використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні. У 2022 році структура чинників істотно змінилася: домінуючими стали соціально-економічний статус сім'ї (*ESCS*), вік учня (*AGE*) та забезпеченість освітніми ресурсами вдома (*HOMEPOS*). Водночас вплив цифрових ресурсів зменшився порівняно з попереднім циклом дослідження. Отримані результати підтверджують посилення ролі сімейного освітнього середовища, матеріального забезпечення та соціально-економічних умов у формуванні математичної грамотності учнів в умовах пандемії COVID-19, повномасштабної війни та інших кризових чинників. Практичне значення дослідження полягає у можливості використання отриманих висновків для вдосконалення державної освітньої політики, розроблення програм підтримки учнів із соціально вразливих груп та ухвалення управлінських рішень, спрямованих на підвищення якості математичної грамотності в Україні.

**Ключові слова:** математична грамотність, PISA, соціально-економічний статус, освітні цифрові ресурси, машинне навчання, статистичний аналіз, середовище R, освітня аналітика.

## Yasinsky A. M., Solovey L. Ya., Yanytska O. Yu., Ilkiv O. S. Socioeconomic, school and resource factors of mathematical literacy of Ukrainian students

*The article is devoted to a comparative analysis of the factors of mathematical literacy of 15-year-old students of Ukraine based on the results of the international studies PISA 2018 and PISA 2022. The aim of the study is to identify changes in the structure of influence of factors that determine the level of mathematical literacy of Ukrainian schoolchildren, as well as to assess the transformation of their significance in the conditions of significant socio-economic challenges. The empirical basis of the study is PISA microdata, processed in the statistical environment R using the haven, tidyverse, survey, intsvy and randomForest packages. Separate models were built for each cycle of the study, which made it possible to determine the relative importance of socio-economic, demographic and resource factors of mathematical literacy. The results obtained show that in 2018 the most significant predictor was the ICTHOME indicator. In 2022, the structure of factors changed significantly: ESCS, AGE and HOMEPOS became dominant. At the same time, the influence of digital resources decreased compared to the previous cycle of the study. The results obtained confirm the strengthening of the role of the family educational environment, material support and socio-economic conditions in the formation of mathematical literacy of students in conditions of crisis factors. The practical significance of the study lies in the possibility of improving state educational policy, developing student support programs and making management decisions aimed at improving the quality of mathematical literacy in Ukraine.*

**Keywords:** mathematical literacy, PISA, socio-economic status, educational digital resources, machine learning, statistical analysis, R environment, educational analytics.

**Вступ.** Програма міжнародного оцінювання учнів Programme for International Student Assessment (PISA), яку реалізує Organization for Economic Cooperation and Development, є одним з найавторитетніших міжнародних інструментів оцінювання якості освіти. У межах дослідження оцінюються знання та навички 15-річних учнів з математики, читання та природничих наук, а також чинники, що впливають на їхні освітні результати.

Сучасна освіта в Україні стикається з безпрецедентними викликами, спричиненими повномасштабною війною, що призводить до значних освітніх втрат та впливає на психологічний стан учнів. У цьому контексті дослідження чинників, що сприяють стійкості та успішності учнів, набуває особливої актуальності. Соціально-емоційний добробут, зокрема почуття приналежності до школи, визнається ключовим елементом, що впливає на мотивацію, залученість до навчання та, як наслідок, на академічні результати. Міжнародне дослідження PISA 2022 дає унікальну можливість проаналізувати ці взаємозв'язки в умовах кризи, оскільки збір даних в Україні відбувався під час активних бойових дій [2, с. 282].

Результати PISA 2022 для України, оприлюднені 5 грудня 2023 року, свідчать про зниження успішності українських учнів з математики та читання порівняно

з 2018 роком [5, с. 49]. Національний звіт PISA 2022 також підтверджує наявність значних гендерних розривів у цих галузях [8, с. 31–32]. Окремі дослідження вже почали аналізувати вплив PISA на освітні реформи [1, с. 1–2] та вивчати креативне мислення як новий домен PISA 2022 [4, с. 3–4]. Проте комплексний аналіз взаємозв'язку між соціально-емоційним добробутом та академічною успішністю, а також креативним мисленням українських учнів в умовах війни залишається недостатньо висвітленим.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю виявлення чинників, які визначають рівень математичної грамотності українських учнів у контексті сучасних освітніх викликів. Результати PISA 2022 засвідчили зниження успішності українських учнів порівняно з PISA 2018, що актуалізує потребу в аналізі соціально-економічних, шкільних та ресурсних детермінант навчальних досягнень. Особливої уваги потребує порівняння змін у структурі важливості цих чинників між циклами PISA 2018 та PISA 2022, оскільки умови пандемії COVID-19 і повномасштабної війни могли суттєво вплинути на освітнє середовище та можливості учнів для навчання.

**Метою дослідження** є виявлення та порівняльний аналіз соціально-економічних, шкільних і ресурсних чинників, пов'язаних з математичною грамотністю 15-річних учнів

України, за даними міжнародного дослідження PISA 2018 та PISA 2022 із застосуванням моделі Random Forest.

Дослідження ґрунтується на мікроданих міжнародного дослідження якості освіти PISA 2018 та PISA 2022 для України. Для аналізу використано статистичне середовище R та пакети *haven*, *tidyverse*, *survey*, *intsvy* і *randomForest*. Для визначення важливості чинників математичної грамотності було побудовано окремі моделі Random Forest для кожного циклу дослідження. Важливість предикторів оцінювалася за показником % Increase in MSE, який відображає зміну точності прогнозування після виключення відповідної змінної з моделі. Для проведення аналітичних досліджень використовувалися такі групи змінних:

- соціально-економічні: ESCS, HOMEPOS, HISEI, PAREDINT;
- демографічні: AGE, ST004D01T;
- цифрові ресурси: ICTHOME, ICTSCH;
- шкільні та ресурсні: EDUSHORT, STAFFSHORT, SCHSIZE, STRATIO, TEACHBENA, STUBENA.

**Методи та методики дослідження.** Для оцінювання впливу шкільних чинників на математичну грамотність учнів за даними PISA 2018 було застосовано алгоритм Random

Forest в статистичному середовищі RStudio. Важливість змінних оцінювалася за показником % збільшення MSE, який характеризує погіршення точності моделі після виключення відповідної змінної. Результати аналізу (рис. 1) засвідчили, що найбільш вагомим предиктором математичної успішності є показник EDUSHORT, який характеризує дефіцит освітніх ресурсів у закладі освіти. Його значення становить близько 64% збільшення MSE, що суттєво перевищує внесок інших змінних. Другим за значущістю чинником є STAFFSHORT, який відображає нестачу педагогічного персоналу та має значення близько 40% збільшення MSE.

Інші показники, зокрема SC013Q01TA, SCHSIZE, SC001Q01TA, STRATIO, TEACHBENA, STUBENA та RATCMP1, продемонстрували значно нижчий рівень важливості: їхні значення не перевищують 5% збільшення MSE. Це свідчить про те, що їхній вплив на прогнозування математичних результатів є менш суттєвим порівняно з ресурсним та кадровим забезпеченням школи.

Для оцінювання важливості чинників, пов'язаних з математичною грамотністю учнів, за даними PISA 2018 було застосовано алгоритм Random Forest у середовищі R. Важ-

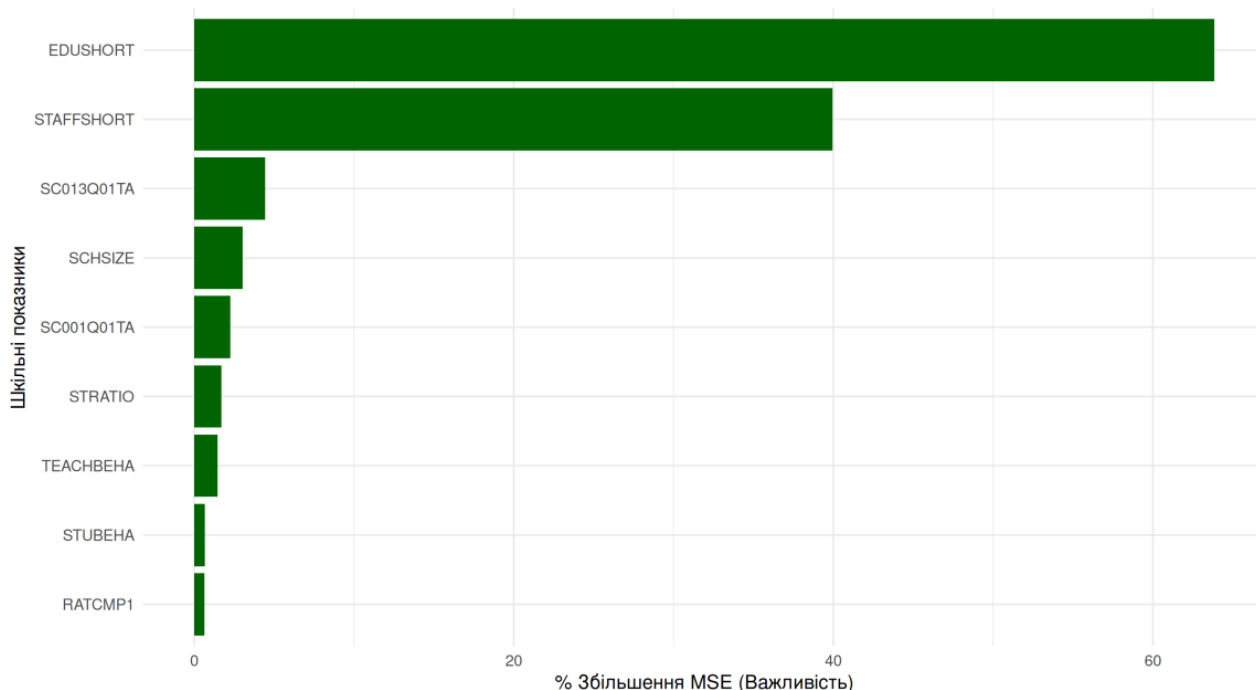


Рис. 1. Предиктори математичної грамотності учнів

ливість змінних визначалась за показником % Increase in MSE, який відображає погіршення точності моделі після виключення відповідного предиктора.

Узагальнені результати, зафіксовані у дослідженні PISA 2018 року, можна подати такими показниками: середнє значення кількості учнів (SCHSIZE) становить близько 715, що характеризує типову українську школу у вибірці як середню або відносно велику.

Середнє значення показника креативності шкільного середовища CREATIV дорівнює 2,44, що свідчить про помірний рівень практик, пов'язаних з розвитком креативності.

Показник EDUSHORT що оцінює нестачу освітніх ресурсів, має середнє значення 0,64, що вказує на помірні проблеми з ресурсним забезпеченням шкіл.

Індекс STAFFSHORT, що характеризує нестачу персоналу є відносно низьким (0,40), тобто кадровий дефіцит у середньому не є домінуючою проблемою.

Поведінка учнів характеризується значенням STUBENA близьким до 0,33, що свідчить про загалом сприятливу поведінкову ситуацію в школах.

Поведінку вчителів описує показник TEACHBENA, що дорівнює 0,99. Для його коректного трактування необхідно враховувати методологію формування індексу.

Індекс SCMCEG (шкільний клімат) становить 0,38, що вказує на помірно позитивний стан шкільного середовища та управління.

Таким чином, результати моделі Random Forest підтверджують, що якість ресурсного забезпечення закладу освіти та наявність достатньої кількості педагогічних кадрів є ключовими чинниками, пов'язаними з рівнем математичної грамотності учнів у PISA 2018.

У 2022 році дослідження PISA проводилося в умовах значних викликів для системи освіти України, пов'язаних з повномасштабною війною. З цієї причини результати стосуються лише 18 з 27 регіонів України, де вдалося успішно завершити процедури тестування. До вибірки увійшли 3 876 учнів зі 164 шкіл, що репрезентують приблизно 165 600 15-річних учнів.

Результати PISA 2022 свідчать про те, що учні українських регіонів, охоплених дослідженням, продемонстрували нижчі результати за середні показники країн OECD з усіх трьох основних напрямів оцінювання: математики, читання та природничих наук.

Загальну характеристику результатів математичної грамотності можна подати через набір таких показників: 58% українських учнів досягли щонайменше рівня 2 з математики, тоді як середній показник OECD становить 69%. Лише 3% українських учнів були віднесені до групи високорезультативних (рівні 5–6), тоді як середній показник OECD становить 9%. 42% учнів не досягли мінімального рівня математичної грамотності, що свідчить про суттєві труднощі з розумінням і застосуванням математичних знань у практичних ситуаціях.

Читацька грамотність характеризується так: 59% учнів досягли рівня 2 або вище з читання, тоді як середній показник OECD становить 74%. 2% учнів досягли високих рівнів читацької грамотності (рівень 5 або вище), що є значно нижчим за середній показник OECD (7%). 41% учнів не досяг мінімального рівня читацької грамотності.

З природничо-наукової грамотності 66% учнів досягли рівня 2 або вище з природничих наук, тоді як середній показник OECD становить 76%. 2% учнів були високорезультативними (рівні 5–6), тоді як середній показник OECD становить 7%. 34% учнів не досягли мінімального рівня природничо-наукової грамотності.

У статті М. Головка та С. Науменко [6, с. 20–24] здійснено ґрунтовний аналіз результатів PISA-2022 в Україні та окреслено основні виклики, що постали перед системою загальної середньої освіти. Особливість дослідження полягає в тому, що воно проводилося в умовах повномасштабної війни, що суттєво вплинуло на організацію освітнього процесу та результати успішності учнів.

Т. Деордіца та В. Толмачов [7, с. 50–51] аналізують поняття математичної грамотності на основі рамкових документів PISA 2018 та PISA 2022, розкриваючи її структуру та складові частини.

За даними національного звіту PISA-2022, середні результати українських учнів такі:

читання – 428 балів; математика – 441 бал; природничі науки – 450 балів. Ці показники є нижчими за середні результати країн Organization for Economic Co-operation and Development та нижчими за результати України у PISA-2018 [8, с. 49].

Порівняння з попереднім циклом PISA свідчить про зниження успішності українських учнів: з математики – на 12,12 бала; з природничих наук – на 18,99 бала; з читання – на 37,95 бала. Найбільше погіршення спостерігається у сфері читацької грамотності, що свідчить про накопичення значних освітніх втрат саме в цій галузі [6, с. 23].

Важливим показником є частка учнів, які досягли принаймні мінімального рівня сформованості грамотності (рівень 2 за шкалою PISA): читання – 59%; математика – 58%; природничі науки – 66%. Порівняно з PISA-2018, ці показники також знизилися, що підтверджує тенденцію до погіршення результатів навчання українських учнів [8, с. 50].

Особливо значними є розриви між учнями міських і сільських шкіл. За даними PISA-2022, різниця в результатах така: читання – 98 балів (490 балів у великих містах проти 392 балів у селах); математика – 92 бали (506 проти 414 балів); природничі науки – 87 балів (508 проти 421 бала). Такий розрив еквівалентний приблизно 4–5 рокам навчання, що свідчить про глибоку нерівність у доступі до якісної освіти [5, с. 50–51].

Сукупні витрати на одного учня віком від 6 до 15 років в українських регіонах становили приблизно 37 800 доларів США (PPP). У країнах з витратами на освіту нижче 75 000 доларів США (PPP) спостерігається позитивний зв'язок між рівнем фінансування та результатами учнів з математики [3, с. 7]. Дослідження базується на мікроданих міжнародного дослідження якості освіти PISA 2022 (Program for International Student Assessment) для України. За потреби для багатовимірного аналізу можуть бути використані відповідні файли з даними по школах.

Робота [9, с. 76–78] містить класифікацію соціально-економічних, освітніх та організаційних чинників розвитку освіти, яку можна використати для теоретичного обґрунтування моделі дослідження.

Для проведення розрахунків було розроблено програму на R для реалізації порівняльного аналізу даних PISA (2022 та 2018 років) з використанням моделі Random Forest. Програма дає змогу визначити чинники, що впливають на математичну грамотність учнів, та порівняти їхню важливість у часі. Побудовано дві окремі моделі Random Forest для кожного циклу дослідження (2022 та 2018). Під час проведення аналізу використано метрику % Increase in MSE, яка показує, наскільки погіршується точність прогнозу за виключення конкретного чинника. Створено порівняльний графік, що наочно демонструє зміну впливу соціально-економічних та технологічних чинників, пов'язаних з математичною грамотністю учнів. Цей інструмент допоможе вам глибше зрозуміти, як змінилися детермінанти математичної успішності за останні роки, зокрема роль доступу до ІКТ вдома та в школі.

Порівняння результатів 2018 та 2022 років засвідчує зміну структури чинників, пов'язаних з математичною грамотністю учнів (рис. 2). Якщо у 2018 році провідну роль відігравали цифрові ресурси вдома (ICTHOME), то у 2022 році домінуючими стали соціально-економічні характеристики сім'ї (ESCS, HOMEPOS, HISEI).

Ця трансформація може бути пов'язана з наслідками пандемії COVID-19 та змінами в організації освітнього процесу, коли значна частина навчання відбувалася дистанційно або в змішаному форматі. У таких умовах домашнє освітнє середовище та соціально-економічні можливості сім'ї стали більш визначальними для навчальних досягнень учнів.

Результати аналізу з табл. 1 засвідчили, що у 2018 році найбільш важливим предиктором був показник ICTHOME (2,43%), який характеризує доступ учнів до цифрових ресурсів вдома. Інші предиктори мали значно нижчі значення важливості: ICTSCH – 0,75%, AGE – 0,66%, HISEI – 0,59%, PAREDINT – 0,53%, ESCS – 0,41%.

У 2022 році структура важливості предикторів математичної грамотності суттєво змінилася. Найбільш вагомим предиктором став ESCS (4,56%), що відображає соціально-економічний статус сім'ї. Друге місце посів

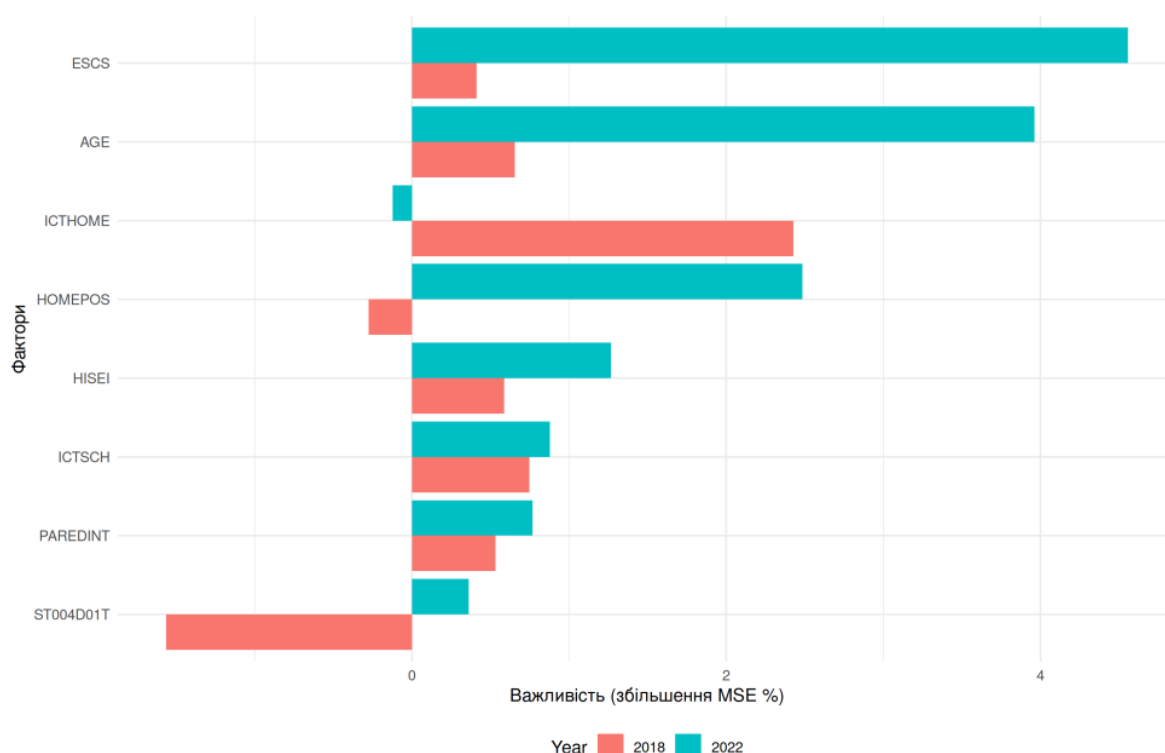


Рис. 2. Важливість чинників, пов'язаних з математичною грамотністю учнів

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика динаміки впливу основних предикторів математичної грамотності**

| Предиктор | 2018  | 2022  | Динаміка           |
|-----------|-------|-------|--------------------|
| ESCS      | 0,41  | 4,56  | значне зростання   |
| AGE       | 0,66  | 3,96  | значне зростання   |
| HOMEPOS   | -0,28 | 2,49  | зростання          |
| ICTHOME   | 2,43  | -0,12 | зниження           |
| HISEI     | 0,59  | 1,27  | помірне зростання  |
| ICTSCH    | 0,75  | 0,88  | незначне зростання |
| PAREDINT  | 0,53  | 0,77  | незначне зростання |
| ST004D01T | -1,56 | 0,36  | зростання          |

показник AGE (3,96%), третє – HOMEPOS (2,49%). Показник ICTHOME, який був провідним у 2018 році, у 2022 році мав від'ємне значення (-0,12%), що свідчить про зниження його самостійної прогностичної сили.

**Результати.** Отримані результати свідчать про посилення ролі соціально-економічних та домашніх освітніх чинників у 2022 році. Це підтверджує, що умови сімейного середовища, доступ до освітніх ресурсів вдома та загальний соціально-економічний статус сім'ї стали більш значущими чинниками математичної успішності учнів.

Порівняльний аналіз результатів PISA 2018 та PISA 2022, здійснений за допомогою алгоритму Random Forest, дає змогу дійти висновку про суттєву трансформацію чинників, пов'язаних з математичною грамотністю учнів.

Зростання важливості соціально-економічних чинників свідчить про посилення освітньої нерівності та залежності навчальних результатів від умов сімейного середовища. Це має велике значення для освітньої політики, оскільки підкреслює необхідність:

– підтримки учнів із соціально вразливих сімей;

– розширення доступу до якісних освітніх ресурсів;

– забезпечення рівних можливостей для навчання незалежно від соціально-економічного статусу родини;

– розвитку програм компенсації освітніх втрат та підтримки домашнього освітнього середовища.

Результати аналізу Random Forest засвідчили, що у 2022 році найбільш вагомими чинниками математичної грамотності учнів стали соціально-економічний статус сім'ї (ESCS), вік учня (AGE) та наявність освітніх ресурсів вдома (HOMEPPOS). Порівняно з PISA 2018, коли провідну роль відігравали цифрові ресурси вдома (ICTHOME), у PISA 2022 спостерігається посилення значущості соціально-економічних характеристик сімейного середовища. Це свідчить про зростання впливу домашніх умов навчання на академічну успішність учнів в умовах кризових викликів.

**Висновки.** Одним з чинників, що впливають на результати учнів, є їхній соціально-економічний статус, який у PISA вимірюється за допомогою індексу ESCS (Economic, Social and Cultural Status).

Отримані результати дають підстави стверджувати, що ресурсний дефіцит школи є найбільш значущим шкільним чинником, пов'язаним з математичними досягненнями учнів. Значний внесок показника EDUSHORT свідчить про необхідність посилення матеріально-технічного забезпечення закладів освіти, модернізації навчальної інфраструктури та розширення доступу до якісних освітніх ресурсів.

Важливість показника STAFFSHORT підкреслює актуальність проблеми кадрового забезпечення шкіл. Для підвищення результатів успішності учнів з математики доцільним є вжиття заходів, спрямованих на залучення та утримання кваліфікованих педагогічних працівників, а також підвищення їхньої професійної компетентності.

За результатами проведеного дослідження чітко відслідковуються зміни структури важливості соціально-економічних, шкільних і ресурсних чинників, пов'язаних з математичною грамотністю 15-річних учнів України. За даними міжнародного дослідження PISA 2018 та PISA 2022 простежується тенденція від домінування цифрових ресурсів вдома у 2018 році до домінування соціально-економічних характеристик сім'ї у 2022 році.

Загалом результати аналізу Random Forest свідчать про те, що поліпшення ресурсного та кадрового забезпечення закладів освіти може розглядатися як один з пріоритетних напрямів освітньої політики, спрямованої на підвищення математичної грамотності учнів та покращення результатів України у міжнародних дослідженнях якості освіти.

Можливі напрями майбутніх досліджень включають лонгітюдні дослідження для відстеження динаміки змін у добробуті та успішності учнів, аналіз впливу конкретних освітніх програм та інтервенцій, а також використання якісних методів для глибшого розуміння переживань учнів.

**Інформація про використання штучного інтелекту.** Під час підготовки статті інструменти штучного інтелекту не використовувалися.

#### Список використаних джерел

1. Li J. The effects of PISA on global basic education reform. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2025. Vol. 12, № 1. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04403-z>.
2. OECD. PISA 2022 Results. Volume I: The State of Learning and Equity in Education. Paris: OECD Publishing, 2023. 492 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
3. Organization for Economic Co-operation and Development. *PISA 2022 Results. Volume II: Learning During – and from – Disruption*. Paris: OECD Publishing, 2023. 415 p. DOI: <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>.
4. PISA 2022: Main Results of Ukrainian Students' Creative Thinking. Kyiv: Ukrainian Center for Educational Quality Assessment, 2024. 42 p. URL: <https://testportal.gov.ua/en/pisa-2022-creative-thinking-main-results.pdf> (дата звернення: 26.07.2026).
5. PISA-2022. Результати. Т. I: Стан навчання та рівності в освіті: Міжнародний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 (переклад українською мовою) / пер. Л. Овсяннікова; наук. ред. В. Терещенко; Український центр оцінювання якості освіти. Київ: УЦОЯО, 2024. 518 с. URL: <https://testportal.gov.ua/pisa-2022-rezultaty-oprylyudneno> (дата звернення: 26.07.2026).

6. Головка М., Науменко С. Результати PISA-2022 в Україні: актуальні проблеми загальної середньої освіти та шляхи їх розв'язання. *Український педагогічний журнал*. 2024. № 2. С. 20–34. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-2-20-34>.
7. Деордіца Т., Толмачов В. Математична грамотність: досвід інтерпретації. *Фізико-математична освіта*. 2024. Т. 39, № 3. С. 46–52. DOI: <https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i3-06>.
8. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 / Г. Бичко, Т. Вакуленко, Т. Лісова та ін.; за ред. В. Терещенка, І. Клименко; Український центр оцінювання якості освіти. Київ, 2023. 395 с. URL: [https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/PISA-2022\\_Naczionalnyj-zvit\\_UKR.pdf](https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/PISA-2022_Naczionalnyj-zvit_UKR.pdf) (дата звернення: 26.07.2026).
9. Прохоренко О. Чинники розвитку загальної середньої освіти: класифікація і характеристика. *Український педагогічний журнал*. 2018. № 3. С. 75–83. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2018-3-75-83>.

## References

1. Li, J. (2025). The effects of PISA on global basic education reform. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12 (1), 1–12. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04403-z> [in English].
2. Organization for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 Results. Volume I: The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en> [in English].
3. Organization for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2022 Results (Volume II): Learning During – and from – Disruption*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en> [in English].
4. *PISA 2022: Main Results of Ukrainian Students' Creative Thinking*. (2024). Ukrainian Center for Educational Quality Assessment. Retrieved from: <https://testportal.gov.ua/en/pisa-2022-creative-thinking-main-results.pdf> [in English].
5. Ovsianikova, L. (Trans.), & Tereshchenko, V. (Ed.). (2024). *PISA-2022. Rezultaty. Tom I. Stan navchannia ta rivnosti v osviti: Mizhnarodnyi zvit za rezultaty mizhnarodnoho doslidzhennia yakosti osvity PISA-2022 (pereklad ukrainskoiu movoiu)* [PISA 2022 Results. Volume I. The State of Learning and Equity in Education: International report on the results of the PISA 2022 study (Ukrainian translation)]. Ukrainian Center for Educational Quality Assessment. Retrieved from: <https://testportal.gov.ua/pisa-2022-rezultaty-oprylyudneno> [in Ukrainian].
6. Holovko, M., & Naumenko, S. (2024). Rezultaty PISA-2022 v Ukraini: aktualni problemy zahalnoi serednoi osvity ta shliakhy yikh rozv'iazannia [PISA 2022 results in Ukraine: Current problems of general secondary education and ways to solve them]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Educational Journal*, 2, 20–34. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-2-20-34> [in Ukrainian].
7. Dieorditsa, T., & Tolmachov, V. (2024). Matematychna hramotnist: dosvid interpretatsii [Mathematical literacy: Experience of interpretation]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 39 (3), 46–52. <https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i3-06> [in Ukrainian].
8. Bychko, H., Vakulenko, T., Lisova, T., Mazorchuk, M., Tereshchenko, V., Rakov, S., Horokh, V., et al. (2023). *Natsionalnyi zvit za rezultaty mizhnarodnoho doslidzhennia yakosti osvity PISA-2022* [National report on the results of the international educational quality assessment PISA 2022] (V. Tereshchenko & I. Klymenko, Eds.). Ukrainian Center for Educational Quality Assessment. Retrieved from: [https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/PISA-2022\\_Naczionalnyj-zvit\\_UKR.pdf](https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/12/PISA-2022_Naczionalnyj-zvit_UKR.pdf) [in Ukrainian].
9. Prokhorenko, O. (2018). Chynnyky rozvytku zahalnoi serednoi osvity: klasyfikatsiia i kharakterystyka [Factors of general secondary education development: Classification and characteristics]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Educational Journal*, 3, 75–83. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2018-3-75-83> [in Ukrainian].

Дата першого надходження статті до видання: 11.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 12.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 14.10.2026