

Огляд досліджень щодо моніторингу математичних компетентностей учнів

Д. О. Тютюнник

Вінницький державний педагогічний університет імені М. Коцюбинського, Вінниця, Україна
Corresponding author. E-mail: diana.tiutunnyk@vspu.edu.ua

Paper received 14.09.21; Accepted for publication 21.09.21.

<https://doi.org/10.31174/SEND-PP2021-256IX100-09>

Анотація. У статті здійснено аналіз закордонних досліджень щодо моніторингу математичних компетентностей учнів. Розглядаються ключові питання, пов'язані з використанням результатів оцінювання навчальних досягнень школярів при проведенні національних моніторингів якості освіти. Обговорюються особливості використання результатів в кожній з країн, включаючи інтерпретацію та представлення даних оцінки для різних груп користувачів.

Ключові слова: математична компетентність, навчальні досягнення учнів, моніторинг, оцінювання, міжнародні програми оцінювання знань з математики, зовнішні оцінювальні системи з математики.

Вступ. Оцінювання є важливою частиною процесу навчання. На думку Wiliam [21], оцінювання може потенційно покращити навчання за певних умов. Основні методологічні питання оцінювання з математики можуть бути пов'язані з питаннями «що оцінювати?» та «як оцінювати?». Питання «що оцінювати?» стосується аспектів математичних компетентностей, тоді як питання «як оцінювати?» стосується формату оцінки або методу визначення рівня сформованості математичних компетентностей, розглянутих у питанні «що оцінювати?» [17]. Freeman та Lewis [14] стверджували, що оцінювання - це процес винесення судження про статус викладання та навчання учнів, закладів освіти та ефективність загальної програми з основною метою покращення чи підвищення успішності учнів та надання необхідних відгуків на основі зібраної інформації за допомогою різних інструментів і технік.

Більше того, наказ Міністерства освіти на Філіппінах визначив оцінювання як «процес, який використовується для відстеження успішності учнів, що стосуються стандартів навчання, та розвитку навичок 21 століття; сприяє саморефлексії та особистій відповідальності учнів щодо власного навчання; забезпечує основи для профілювання успішності учнів на основі навчальних компетентностей та стандартів навчальної програми» [10]. Дане трактування чимось охарактеризовує поняття «моніторингу».

Метою даної статті є аналіз досліджень щодо моніторингу математичних компетентностей учнів.

Матеріали і методи. На сьогоднішній день існує багато міжнародних програм для контролю за якістю освіти. Варіантами такої зовнішньої оцінювальної системи з математики є такі міжнародні програми оцінки знань учнів як: TIMSS та PISA.

Перш за все, важливо відзначити, що ці два дослідження базуються на двох принципово різних баченнях того, як можна контролювати результати навчання. TIMSS розроблений, щоб спеціально орієнтуватися на те, що вважається найкращим ядром навчальної програми з математики у всьому світі. Іншими словами, TIMSS спрямований на вимірювання освітніх систем відповідно до заявлених цілей для цих систем [18]. Тому докладаються великі зусилля, спираючись на структуру у кожній країні, щоб зрозуміти, що представляє це «найкраще спільне ядро». TIMSS (англ. Trends in Mathematics and Science Study) – це програма, між-

народного моніторингового дослідження якості шкільної математичної і природничої освіти. Основною метою цього міжнародного дослідження є порівняльна оцінка якості природничо-математичної та природничо-наукової освіти в початковій і основній школі. Кожних чотири роки оцінюються освітні досягнення учнів 4 і 8 класів, які включають не тільки їх знання та вміння, а й ставлення до предметів, інтереси і навчальні мотиви. Результати такого дослідження дозволяють відстежувати тенденції в якості природничо-математичних знань учнів у різних країнах.

Таким чином, здійснюється моніторинг навчальних досягнень учнів початкової та основної школи, а також змін, що відбуваються в математичній і природничо-науковій освіті при переході з початкової до основної школи.

PISA (англ. Programme for International Student Assessment) - міжнародна програма з оцінювання освітніх досягнень учнів. Метою програми є порівняти освітні системи близько 80 країн світу за допомогою вимірювання компетентностей учнів із математики, читання та природничих дисциплін. Принцип, яким керується PISA, відрізняється від TIMSS. Замість того, щоб ґрунтуватися на навчальній програмі країн-учасниць, PISA запропонувала провідним науковцям з математичної освіти визначити рівень сформованості математичної грамотності відповідно до того, що школярам знадобиться в їх теперішньому та майбутньому житті [19]. Це визначення відображає, що PISA не просто оцінює, наскільки учні засвоїли зміст шкільних програм, а зосереджує увагу на здатності учнів математично вирішувати проблеми, які мають значення для їхнього повсякденного життя [16]. У математичній секції виокремлено такі підрозділи: простір та форма, зміни і взаємозалежності, кількість та невизначеність. Вправи, які подаються для розв'язування учням, представлені у вигляді груп завдань. Дослідження PISA - це передусім компетентнісний підхід, компетентнісне оцінювання і звернення до компетентнісної парадигми освіти, яка в світі вже давно є передовою.

І на окрему увагу заслуговує національна програма оцінки прогресу в освіті NAEP (The National Assessment of Educational Progress), яка дає картину стану і тенденцій в результатах навчання американських школярів, служить підставою для розробки освітньої політики на рівні країни і штатів. Програма проводиться кожні два роки серед вибірки учнів 4, 8 і 12

класів [6]. NEAP перевіряє знання і навички учнів за такими предметними галузями: математика, англійська мова, суспільствознавство, письмо, мистецтво, економіка, географія, технологічна і інженерна грамотність (перевіряється з 2014 року), історія США. Різні предмети беруть участь у моніторингу з різною періодичністю. Математика оцінюється 1 раз в 2 роки. Крім свого безпосереднього призначення - давати картину результатів навчання американських школярів - дане моніторингове дослідження виконує ще одну важливу функцію. Починаючи з 2003 року NAEP використовується для порівняння державних стандартів досягнень хорошого рівня (proficient) з читання та математики.

Що стосується визначення рівня досягнень учнів в Австралії, то з 2008 року в Австралії існує національна програма оцінки грамотності з англійської мови та математичних навичок школярів NAPLAN (National Assessment Program - Literacy and Numeracy), яка проводиться щорічно для всіх учнів 3-их, 5-их, 7-их і 9-их класів [8]. Запропоновані тести перевіряють не вузько предметні знання, а навички, які формуються в школі протягом тривалого часу і є основою для навчання і життя в суспільстві, тобто, у нашому розумінні, компетентності [1]. На основі тестових завдань проводиться порівняння успішності учнів. Існує дві методики проведення такого порівняння. Перша методика полягає в зіставленні результатів учнів однієї паралелі в різні роки навчання. Другий спосіб – дослідження однієї й тієї ж вікової групи учнів в різних класах. В цьому випадку для порівняння беруть середні або індивідуальні показники успішності учнів [7].

Чилі відома як країна, яка з початку 90-х років проводила масштабну реформу своєї освітньої системи та досягла значних успіхів в її реалізації. Про це говорять як дані національного моніторингу SIMCE (Sistema de Medición de Calidad de la Educación - Система вимірювання якості освіти), так і результати міжнародного дослідження PISA.

Національний моніторинг Системи вимірювання якості освіти (далі - SIMCE) став одним з ключових елементів освітньої реформи і дозволив сформувати доказову базу для вироблення стратегічних рішень з розвитку освіти. Його найважливіша особливість, яка може бути повчальним прикладом для інших країн, полягає в продуманій і добре розробленій стратегії поширення інформації про результати оцінювання. SIMCE використовує різні форми інформування зацікавлених груп (політиків і управлінців, педагогів, батьків і широкої громадськості), кожна з яких «спрямована на те, щоб донести до конкретної аудиторії саме їй призначену інформацію» [5].

Національний моніторинг SIMCE проводиться в Чилі на систематичній основі з 1998 року і є першою національною програмою оцінки в країнах Латинської Америки. Програма є обов'язковою згідно із законом про освіту і координується Міністерством освіти Чилі. Моніторингове дослідження SIMCE дозволяє оцінювати результати навчання з основних предметів шкільної програми - математика, іспанська мова, історія, географія, суспільствознавство, природничі науки. В дослідженні беруть участь всі учні 2-х, 4-х, 6-х, 8-х, 10-х і 11-х класів. В якості вимірників застосовуються ста-

ндартизовані тести, зміст яких базується на національному навчальному плані. У тестах використовуються переважно питання з вибором відповідей, але також поступово вводяться питання з відкритою відповіддю і завдання в формі есе. Кожен тест містить від 35 до 45 питань.

Вступ до закладів вищої освіти за результатами незалежного оцінювання є звичайною практикою для багатьох країн світу. Зокрема, в Китаї це відбувається за допомогою гаокао (національних вступних іспитів, в яких обов'язковими є китайська мова, література та математика, інші предмети можна складати за вибором). Що стосується змісту оцінювання, передбачено, що оцінювання повинно враховувати те, що повинні вивчати учні з математики та які математичні компетентності вони повинні розвивати. У навчальних програмах з математики (MoE, 2001, 2011) [15; 20] надаються поради щодо того, як оцінити основні знання та вміння учнів, їх математичне мислення та вирішення проблем, а також їхнє ставлення до навчання. Більше того, для отримання інформації про навчання учнів, рекомендується застосовувати різні методи оцінювання, такі як письмові тести, усні тести, відкриті питання, звіти про діяльність, спостереження, співбесіди, вправи під час занять та після них, а також портфоліо. Вчителі повинні розуміти характеристики різних методів оцінювання та вміти вибирати відповідні методи, які відповідають як змісту, що підлягає оцінці, так і навчальній ситуації їх учнів. Більше того, описано, як вчителі можуть отримати користь від результатів оцінювання, адаптуючи та вдосконалюючи навчання на основі інформації про навчання своїх учнів. Незважаючи на те, що керівні принципи оцінювання в китайських стандартах навчальної програми з математики охоплюють усі ключові аспекти використання оцінки з метою підтримки викладання та навчання, практичні рекомендації щодо кожного аспекту досить короткі [9].

Метод досконалого знання математики, або Math mastery передбачає скорочення кількості тем, що вивчаються, завдяки чому збільшується час їх вивчення. Результатом такого підходу є формування математичного стилю мислення, спрямованого на розв'язання задач, висунування власних гіпотез щодо оцінювання процесів та явищ. Даний метод практикується у школах Сінгапуру. Сінгапурський проект оцінювання знань з математики та педагогіки (The Singapore Mathematics Assessment and Pedagogy Project - SMAPP) - це великий дослідницький проект, проведений групою математиків та вчителів математики з метою розробки та дослідження інноваційного та систематизованого підходу до оцінювання, що відповідає потребам викладання та навчання математики в школах Сінгапуру. Ключовим зусиллям проекту є розробка так званих дисциплінарних завдань для навчання в класі [2].

У Сінгапурі Міністерство освіти видало два офіційні документи - Посібники з оцінювання математики в початковій школі та Посібники з оцінювання математики в основній школі в 2004 році, в яких підкреслювалось, що основною метою оцінювання досягнень з математики є покращення викладання та вивчення математики [13].

Сполучені Штати Америки (далі - США) є федеративною державою, тому кожен штат, муніципалітет, а

також різні приватні і громадські організації, які є засновниками освітніх установ, несуть відповідальність за організацію освітнього процесу, встановлення стандартів і фінансування. В області оцінювання якості результатів навчання школярів в країні існує кілька оціночних процедур, частина з яких реалізується суто на рівні штатів, а частина - на національному рівні [2].

Приблизно 43 штати оголосили мінімальні критерії компетентності для всіх учнів (Dossey, Halvorsen, & McCrone, 2012) [11]. Відповідно до федерального закону «Жодної відсталості дитини» (No Child Left Behind Act of 2001), кожен штат в Америці повинен встановити власні стандарти навчання школярів, а також розробити і проводити щорічний тест для оцінки результатів навчання з математики та читання учнів 3-8 класів.

Інша оцінна процедура пов'язана з відбором абітурієнтів для навчання в коледжах і університетах Америки. Зарахування до закладів вищої освіти США здійснюється за результатами спеціального загальнофедерального тесту SAT (Scholastic Assessment Test) або ACT (American College Testing). SAT є тестом здібностей і перевіряє готовність абітурієнта продовжувати навчання у закладі вищої освіти. У цьому тесті є версія SAT Subject Tests, яка перевіряє предметні знання відповідно до шкільної програми і враховується деякими коледжами. ACT є предметно орієнтованим тестом досягнень і також приймається багатьма закладами вищої освіти. Найчастіше разом з результатами того чи іншого тесту ЗВО США враховують результати навчання в старшій школі, рекомендації вчителя, письмове есе і свідоцтва про позанавчальні досягнення [2; 3]. Відповіді на тестові запитання вимагають не знання конкретного факту, а в першу чергу, вміння логічно та критично мислити. Деякі питання тестів навіть нагадують тести на IQ. Таке ж спрямування мають програми з математики у навчальних закладах Сінгапуру.

Польська система освіти вважається однією з найбільш якісних у Східній Європі. Освітні програми адресовані дитині певного віку й орієнтовані на ті вміння і навички, які вона повинна здобути. Згідно з реформою освіти, яка діє в Польщі з 2005 р., для кожного з трьох вікових рівнів перехід на наступний рівень передбачає складання іспиту. Випускні іспити, що є одночасно і вступними іспитами у заклади вищої освіти, здійснюються у формі, аналогічній українському зовнішньому незалежному оцінюванню (далі - ЗНО). Matura, або «атестат зрілості» – це тестові іспити, які складають випускники, щоб отримати документ про середню освіту. Matura складається з обов'язкових предметів (польської та іноземної мови, математики) та додаткових (не більше 3-х), обраних

учнями за бажанням. Аби скласти Matura достатньо набрати 30 % від загальної суми балів. За результатами тестів абітурієнти вступають до університетів [4].

Для всіх випускників іспит з математики (egzamin maturalny) є обов'язковим і здійснюється у новій формі (так звана «нова матура»). Автори програми вважають за мету привчити школярів не механічно запам'ятовувати великий обсяг фактів, а творчо користуватися різними джерелами інформації і застосовувати свої знання на практиці до вирішення наукових проблем. Як і для ЗНО 2021 року, для іспиту з математики розрізняють два рівня: базовий (poziom podstawowy) та поглиблений (poziom rozszerzony) [12]. Базовий рівень передбачає розв'язання 34 завдань, а поглиблений рівень має додатково ще 15 завдань. Під час складання матурального іспиту учень має право користуватися простим калькулятором та матуральними таблицями, які підготовлені спеціальною комісією.

Провівши аналіз структури тестів базового та поглиблених рівнів за 2020 рік [12], згрупувавши їх за тими ж критеріями, що застосовувалися в ході аналізу структури завдань ЗНО. Отже, матуральний іспит базового рівня містить 34 завдання з таких розділів математики: числа і вирази (18%), рівняння і нерівності (15%), функції (20%), комбінаторика, теорія ймовірностей та статистика (9%), планіметрія (29%) і стереометрія (9%). Тобто 62% усіх завдань – це алгебра, і 38% – геометрія. І це матуральний іспит базового рівня, на якому учень може користуватися дозволеною комісією довідковим матеріалом і простим калькулятором.

Результати та їх обговорення. За результатами закордонних досліджень можемо стверджувати, що учасники країн у міжнародних дослідженнях дозволяють не тільки одержати об'єктивні та порівнювані дані про рівень підготовки учнів, а й отримати актуальну інформацію про сучасний стан розвитку систем освіти інших країн; порівняти зміст освіти та освітніх стандартів різних країн світу. Результати будь-яких моніторингових досліджень дають змогу урядам країн реально оцінити свої досягнення та недоліки, визначити стратегії змін у державній політиці, забезпечити конкурентоздатність національних освітніх систем та підвищити їх міжнародний авторитет.

Висновки. Оцінювання учнів є важливим інструментом для моніторингу та вдосконалення процесу навчання математики. По всьому світу оцінювання учнів приймає різноманітні форми та використовуються різні інструменти та методи оцінювання. Моделі, що використовуються, можуть бути внутрішніми або зовнішніми, формуючими або підсумовуючими, а результати можуть використовуватися для різних цілей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вальдман И.А. Мониторинговые исследования качества образования: опыт Австралии. Журнал «Проблемы современного образования». №4. 2013. С.5-18
2. Вальдман И.А. (2014) Национальные мониторинги учебных достижений в странах мира: опыт США. URL: http://coko.tomsk.ru/files/news/naep_usa.pdf
3. Воевода А. Л. Анализ закордонного досвіду підсумкової атестації з математики випускників школи. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Вип. 46. 2016. С. 9-13. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn_2016_46_4
4. Жаковска М. Новая матура. ЕГЭ по-польски URL:https://scepis.net/library/id_3465.html
5. Рамирес М.Х. Распространение и использование информации о результатах оценки достижений учащихся в Чили : публикация № 3 по теме SABER – оценка достижений учащихся / Мария-Хосе Рамирес. – Вашингтон: Всемирный банк, 2012.

6. About NAEP. URL: <https://nces.ed.gov/nationsreportcard/about/>
7. Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. My School [Электронный ресурс]. – ACARA. – Режим доступа : www.myschool.edu.au
8. Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. National Assessment Program – Literacy and Numeracy. – Sydney : ACARA Copyright Administration, 2009. 342 p.
9. Charlene Tan, Connie S. L. Ng (2018) Assessment Reform in Shanghai: Issues and Challenges. International Journal of Educational Reform, Vol. 27, No. 3. pp. 291–309.
10. DepEd Order no. 8, s. 2015. Policy guidelines on classroom assessment for the K to 12 basic education program.
11. Dossey, J. A., Halvorsen, K. T., & McCrone, S. S. (2012). Mathematics education in the United States 2012: A capsule summary fact book. USA: National Council of Teachers of Mathematics.
12. Egzamin maturalny, poziom podstawowy (2020)/ URL: https://cb9bfd64-0771-43db-a282-6d11edc755f0.filesusr.com/ugd/17a76a_1614c85c21134982a1af35f48eae2fcf.pdf
13. Fan Lianghua, Zhao Dongsheng, Cheang Wai Kwong, Teo Kok Meng, Ling Peng Yapa (2010). Developing disciplinary tasks to improve mathematics assessment and pedagogy: An exploratory study in Singapore schools. Procedia Social and Behavioral Sciences 2, 2000–2005.
14. Freeman, R. & Lewis, R. (2004). Planning and implementing assessment. London, New York: Routledge Flamer.
15. Ministry of Education of the People's Republic of China (MoE) (2011). Yiwu jiaoyu shuxue kecheng biao zhun (2011 nian ban) [Mathematics curriculum standards of nine-year compulsory education (2011 version)]. Retrieved from http://ncct.moe.edu.cn/2014/curriculumPolicy_1115/3175.html
16. Neumann, Irene; Duchhardt, Christoph; Grüßing, Meike; Heinze, Aiso; Knopp, Eva; Ehmke, Timo (2013). Modeling and assessing mathematical competence over the lifespan. Journal for educational research online 5 (2013) 2, S. 80-109 https://www.pedocs.de/volltexte/2013/8426/pdf/JERO_2013_2_Neumann_et_al_Modeling_and_assessing_mathematical_competencies.pdf
17. Nortvedt, G. A., Buchholtz N. Assessment in mathematics education: responding to issues regarding methodology, policy, and equity. 2018. pp. 555-570.
18. Patrick Gonzales. Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS). NCES HANDBOOK OF SURVEY METHODS
19. Rolf Vegar Olsen (2000). Timss Versus Pisa: The Case of Pure and Applied Mathematics. URL: https://www.academia.edu/29231982/Timss_Versus_Pisa_The_Case_of_Pure_and_Applied_Mathematics?email_work_card=view-paper.
20. Xiaoyan Zhao & Marja Van den Heuvel-Panhuizen & Michiel Veldhuis (2017). Chinese Primary School Mathematics Teachers' Assessment Profiles: Findings from a Large-Scale Questionnaire Survey. International Journal of Science and Mathematics Education, pp. 1387-1407.
21. Wiliam, D. What is assessment for learning?. Studies in Educational Evaluation, 37(1). 2011. p.3-14.

REFERENCES

1. Val'dman Y.A. Monitorynhove yssledovannya kachestva obrazovannya: opyt Avstralyy. Zhurnal «Problemy sovremennoho obrazovannya». №4. 2013. S.5-18
2. Val'dman Y.A. (2014) Natsional'nye monitorynhy uchebnykh dostyzeniy v stranakh myra: opyt SSHA. URL: http://coko.tomsk.ru/files/news/naep_usa.pdf
3. Voyevoda A. L. Analiz zakordonnoho dosvidu pidsumkovoyi atestatsiyi z matematyky vypusknikiv shkoly. Suchasni informatsiyi tekhnolohiyi ta innovatsiyi metodyky navchannya v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiya, teoriya, dosvid, problema. Vyp. 46. 2016. S. 9-13. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Sitimn_2016_46_4
4. Zhakovska M. Novaya matura. EHÉ po-pol'sky URL:https://scepis.net/library/id_3465.html
5. Ramyres M.KH. Rasprostraneniye y yspol'zovaniye ynfomatsyy o rezul'tatakh otsenky dostyzeniy uchashchykh v Chyly : pablykatsyya № 3 po teme SABER – otsenka dostyzeniy uchashchykh / Maryya-Khose Ramyres. – Vashynhton: Vsemyrnyy bank, 2012.

Review of research on monitoring mathematical competencies of students

D. O. Tiutiunyk

Abstract. The article analyzes foreign research on monitoring the mathematical competencies of students. The key issues related to the use of the results of assessment of students' academic achievements in conducting national monitoring of the quality of education are considered. The specifics of using the results in each of the countries are discussed, including the interpretation and presentation of evaluation data for different user groups.

Keywords: *mathematical competence, student achievement, monitoring, assessment, international programs for assessing knowledge of mathematics, external assessment systems in mathematics.*