



ТЕОРІЯ, МЕТОДИКА І ПРАКТИКА НАВЧАННЯ

DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.2.2026.02>

УДК 37.091.27:51

Ганна Погромська,

ORCID iD 0000-0002-6779-3995

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри теорії й методики
природничо-математичної освіти
та інформаційних технологій
Миколаївський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти
вул. Адміральська, 4-а, 54001, м. Миколаїв, Україна
hanna.pohromska@moipro.mk.ua

Наталія Махровська,

ORCID iD 0000-0001-9603-6902

кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри теорії й методики
природничо-математичної освіти
та інформаційних технологій
Миколаївський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти
вул. Адміральська, 4-а, 54001, м. Миколаїв, Україна
natalya.makhrovska@moipro.mk.ua

МІКРОДЕКОМПОЗИЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ЗМІСТУ ЯК СТРАТЕГІЯ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ДО ЗОВНІШНЬОГО НЕЗАЛЕЖНОГО ОЦІНЮВАННЯ З МАТЕМАТИКИ

У науково-методичній статті обґрунтовано мікродекомпозицію навчального змісту як ефективну дидактичну стратегію підготовки учнів до зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) з математики в умовах освітніх втрат. На основі аналізу міжнародних і національних наукових досліджень (2022–2026 рр.) визначено тенденції до зниження рівня математичної підготовки учнів і потребу впровадження адаптивних підходів до цього процесу. Розкрито теоретичні засади мікродекомпозиції в контексті когнітивної теорії навантаження, мікронавчання й освітні концепції навчання до рівня опанування. Запропоновано модель підготовки до ЗНО на основі формування елементарних навчальних дій. Представлено практичну реалізацію підходу через його апробацію в системі підвищення кваліфікації вчителів математики та проведення заходів для здобувачів освіти. Наукова новизна дослідження полягає в розробленні й обґрунтуванні моделі мікродекомпозиції змісту, що інтегрує діагностику освітніх втрат, адаптивне навчання та формувальне оцінювання в єдину дидактичну систему.

Ключові слова: змістова одиниця; когнітивне навантаження; математична освіта; мікродекомпозиція; освітні втрати.

© Погромська Г. С., Махровська Н. А., 2026

Вступні зауваги. Сучасна система української освіти перебуває під впливом екстремальних чинників дестабілізації, що спричинили виникнення глибоких освітніх втрат у навчальних досягненнях учнів. Ця проблема, зокрема в математичній галузі, трансформувалася з локального педагогічного виклику в загрозу національному інтелектуальному капіталу. Математика як дисципліна з жорсткою ієрархічною структурою найгостріше реагує на «збої» освітнього процесу, оскільки кожен наступний рівень абстракції потребує безумовного опанування попередніх операційних навичок. У контексті підготовки до ЗНО та національного мультипредметного тесту (НМТ), де обмеженість часу зумовлює максимальну ефективність, стратегія формування елементарних навчальних дій через мікронавчання постає як найбільш обґрунтована наукова відповідь на кризу знань.

Постановка проблеми. У сучасних умовах розвитку освіти підготовка учнів до зовнішніх стандартизованих оцінювань, зокрема ЗНО з математики, є одним із головних викликів для шкільної освіти. З одного боку, такі оцінювання передбачають перевірку сформованості не лише окремих знань, а й комплексних математичних компетентностей: уміння аналізувати умови задач, застосовувати моделі, встановлювати логічні зв'язки між поняттями та послуговуватися різними способами розв'язування задач. З другого боку, сучасні учні належать до покоління з іншими когнітивними стратегіями сприйняття інформації: коротші цикли концентрації уваги та потреба в структурованому, візуалізованому й модульному поданні аналізованого матеріалу.

У традиційній практиці викладання математики навчальний зміст часто подано у вигляді великих тематичних блоків, що містять значний обсяг нових понять, правил і способів дій. Такий підхід може призводити до перевантаження робочої пам'яті учнів, ускладнення формування стійких когнітивних зв'язків між математичними поняттями та зниження ефективності під-

готовки до стандартизованих тестових форматів. У результаті виникає суперечність між сучасними вимогами до рівня математичної підготовки випускників і обмеженими можливостями традиційних методик забезпечити системне й усвідомлене засвоєння навчального матеріалу.

У цьому контексті особливої актуальності набуває пошук нових дидактичних стратегій організації навчального змісту, здатних підвищити ефективність засвоєння математичних знань і формування компетентностей, необхідних для успішного складання ЗНО. Одним з таких підходів є мікродекомпозиція навчального змісту – поетапне розчленування тем з програми на логічно завершені, когнітивно доступні одиниці (мікроконтент). Це дає змогу оптимізувати навантаження, забезпечити поступове формування понять і створити більш гнучку систему підготовки учнів до тестових завдань різного рівня складності.

Водночас у педагогічній практиці питання системного застосування мікродекомпозиції навчального змісту саме в контексті підготовки до ЗНО з математики є недостатньо розробленим. Це зумовлює потребу наукового осмислення можливостей використання такої стратегії, визначення її методичних засад та розроблення практичних моделей реалізації у процесі підготовки учнів до зовнішнього оцінювання.

Аналіз основних досліджень і публікацій із зазначеної проблеми. Проблема підвищення ефективності підготовки учнів до ЗНО в умовах освітніх втрат є однією з актуальних у сучасній педагогічній науці. За результатами міжнародних досліджень та національних моніторингових якості освіти, значна частина учнів демонструє фрагментарність знань і недостатній рівень сформованості базових умінь, що ускладнює виконання завдань. У зв'язку з цим особливої уваги набувають підходи, спрямовані на поетапне формування умінь та подолання навчальних прогалів (Національний звіт, 2023; OECD. PISA, 2021; OECD, 2023).

У сучасних дослідженнях із математичної освіти фахівці значну увагу приділяють концепції «навчання до рівня опанування», що передбачає поетапне, послідовне засвоєння невеликих змістових одиниць навчального матеріалу. За Б. Блумом, систематичне формування навчальних умінь малими кроками забезпечує суттєве підвищення навчальних результатів учнів (Bloom B., 1984). Подальші дослідження в галузі освітніх вимірювань підтверджують ефективність такого підходу в навчанні математики, зокрема в аспекті формування стійких алгоритмічних й аналітичних навичок (Hattie J., 2012).

Зазначене вище передбачає, що кожна мікронавичка має бути засвоєна на достатньому рівні перед переходом до наступного етапу. У цьому контексті мікродекомпозиція навчального змісту є дидактичним інструментом реалізації такого підходу, оскільки визначає розподіл складних математичних умінь на систему взаємопов'язаних навчальних одиниць. Це створює умови для більш ефективної підготовки учнів до виконання тестових завдань зовнішнього незалежного оцінювання.

Важливим напрямом сучасних досліджень є підхід мікронавчання, що передбачає структурування програмного змісту на невеликі завершені елементи, спрямовані на формування окремих когнітивних дій. Дослідники зазначають, що така організація освітнього процесу сприяє кращому засвоєнню матеріалу, підвищує концентрацію уваги учнів та сприяє ефективній діагностиці прогалин у знаннях (Hug T., 2020; Buchem I., Hamelmann H., 2010; Leong K., Sung A., 2021). У галузі STEM-освіти означене навчання дедалі частіше розглядають як один з інструментів індивідуалізації освітнього процесу.

У контексті математичної освіти розглядувані ідеї реалізують також через концепцію «траєкторії навчання» – шляхи формування понять і навичок. Дослідження показують, що комплексні вміння з предмета формують через послідовність взаємопов'язаних когнітивних кроків. Ко-

жен із них є необхідним для подальшого засвоєння матеріалу (Jin H., Yan D., 2024). Такий підхід сприяє більш точному визначенню рівня сформованості умінь і проектуванню ефективних стратегій навчання з предмета.

В українській педагогічній науці проблемі формування описуваної компетентності та підготовки учнів до ЗНО також активно досліджують фахівці. Науковці звертають увагу на необхідність системного формування предметних умінь, використання компетентісно орієнтованих завдань й упровадження технологій формувального оцінювання (Засєкіна Т. М., 2022). Водночас питання структуризації навчального змісту через систему мікронавичок у контексті підготовки до ЗНО з математики є недостатньо розробленим.

Аналіз наукових праць свідчить про наявність значного потенціалу підходів, пов'язаних із поетапним формуванням навчальних умінь і структуризацією змісту навчання. Водночас проблема застосування мікродекомпозиції навчального змісту як стратегії підготовки учнів до ЗНО з математики потребує подальшого теоретичного дослідження та методичного опрацювання.

Мета статті – обґрунтувати підхід мікродекомпозиції навчального змісту як ефективну стратегію підготовки учнів до ЗНО з математики та визначити її потенціал у формуванні комплексних умінь з предмета.

Завданнями дослідження визначено:

1. Дослідити актуальні звіти й аналітичні дослідження щодо стану та специфіки освітніх втрат з математики в Україні та на міжнародному рівні.
2. Визначити наукове підґрунтя поняття мікродекомпозиції навчального змісту в контексті математичної освіти.
3. Запропонувати модель мікродекомпозиції навчального змісту з математики.
4. Окреслити рекомендації щодо практичного застосування озна-

ченої моделі у процесі підготовки учнів до ЗНО.

Виклад основного матеріалу. Проблему освітніх втрат з математики у 2022–2026 роках розглянуто в міжнародних і національних аналітичних звітах як одну з найважливіших загроз якості освіти. На глобальному рівні моніторинг UNESCO засвідчує, що у 2024 році лише 44 % учнів наприкінці початкової школи і 51 % учнів наприкінці базової середньої школи досягають мінімального рівня аналізованої компетентності. Водночас у вибірці країн середнього та високого доходу частка учнів, які досягають мінімального рівня з математики, у 2022 році знизилася на 8 відсоткових пунктів порівняно з 2018 роком, що свідчить не лише про наслідки пандемії, а й про поглиблення структурних проблем у формуванні базових математичних умінь (Monitoring SDG 4 2024/5, UNESCO, 2024).

В Україні проблема має ще гостріший характер через накладання кількох кризових чинників: пандемії, повномасштабної війни, вимушених перерв у навчанні, переміщення учнів, стресу та руйнування освітньої інфраструктури. У звіті Організації економічного співробітництва та розвитку (Organisation for Economic Cooperation and Development / OECD) про відновлення втрачених можливостей навчання в Україні підкреслено, що після 2022 року зросла варіативність навчальних досягнень учнів, а отже система освіти потребує більш персоналізованої підтримки й адаптивних методів навчання. OECD прямо пов'язує відновлення навчання з необхідністю академічних інтервенцій, орієнтованих на виявлення індивідуальних прогалів і цілеспрямоване їх надолуження (OECD, 2023). Для нашого досліджу це особливо важливо, адже мікродекомпозиція навчального змісту власне й створює механізм такої адресної роботи з окремими елементами теми.

Показовими для аналізу стану математичної підготовки українських підлітків є результати PISA 2022. За даними OECD, лише 58 % учнів в українських регіонах (18 із 27) досягли щонайменше другого рівня розглядуваної грамотності. Середній показник по OECD становить 69 %. Лише 3 %

українських учнів продемонстрували високі результати з предмета (рівні 5–6) проти 9 % у середньому по OECD (OECD. PISA, 2022). Ці дані вказують не просто на загальне зниження результатів, а на звуження прошарку учнів, здатних виконувати математичне моделювання, обирати стратегії розв'язування та працювати зі складними задачами. Ідеться про саме ті види діяльності, які є критично важливими під час виконання складних завдань ЗНО.

Національні моніторингові дослідження також підтверджують наявність стійких проблем у математичній підготовці. За результатами ЗЗМЯПО-2024, середній бал з математики в учнів початкової школи у 2024 році дещо зріс порівняно з 2021 роком, однак все ще нижчий за показник 2018 року. Водночас 14,6 % четвертокласників не досягли навіть базового рівня математичної компетентності. Здобувачі освіти фактично не можуть розв'язувати найпростіші задачі. Сам звіт характеризує дослідження як оцінювання математичних компетентностей випускників початкової школи в кризових умовах та аналізує зв'язок результатів із демографічними й інституційними чинниками (ЗЗМЯПО-2024, 2024). Хоч ідеться про молодший вік, ці результати мають принципове значення для пропонованого дослідження, оскільки демонструють: освітні втрати з математики, що формуються ще на рівні базових операцій, і надалі накопичуються. Це ускладнює підготовку учнів до зовнішнього оцінювання в старших класах.

У звітах Світового банку, присвячених відновленню України, математичні та загальноосвітні втрати розглянуто вже як проблему людського капіталу й економічного розвитку. У RDNA3 зазначено, що поєднання онлайн-навчання, стресу й травми призвело до суттєвих освітніх прогалів, а порівняння результатів PISA 2022 і PISA 2018 виявляє погіршення успішності 15-річних учнів у математиці, читанні та природничих науках, еквівалентне приблизно двом рокам навчання. У короткому аналітичному документі Світового банку 2026 року наголошено, що безперервність освітнього процесу в Україні ускладнюють

тривалі тривоги у прифронтових областях, атаки на інфраструктуру та психологічні наслідки війни (Ukraine Third Rapid Damage, 2024). У контексті окресленої проблеми ці дані підсилюють авторську тезу про те, що для підготовки до ЗНО з математики вже недостатньо лише повторення тем: потрібна технологія, що сприятиме локалізації втрат на рівні окремих умінь і їх поетапному відновленню. Міжнародні аналітичні огляди останніх років сходяться на тому, що найефективнішими стратегіями подолання навчальних втрат є діагностика рівня учня, пріоритизація фундаментальних умінь, тьюторський супровід. Саме в цьому контексті мікродекомпозиція навчального змісту набуває особливої актуальності, даючи змогу розкласти підготовку до ЗНО з математики на систему мікронавичок, провести точну діагностику їх сформованості, виявити дефіцити й організувати короткі, керовані цикли відпрацювання. Аналіз звітів 2022–2026 років підтверджує, що мікродекомпозицію можна розглядати не просто як методичний прийом, а як обґрунтовану стратегію подолання освітніх втрат у математичній підготовці старшокласників.

Мікронавичку розглядаємо як мінімально структуровану, чітко визначену й операційно вимірну одиницю навчальної діяльності, що відображає здатність учня виконувати конкретну пізнавальну або практичну дію в межах певного навчального змісту. Це за своєю суттю конкретна елементарна дія, яку надалі можна інтегрувати в систему дій (навичок).

Теоретичне обґрунтування мікродекомпозиції як дидактичної стратегії нерозривно пов'язано з теорією когнітивного навантаження Дж. Свеллера. Математика за своєю природою накладає значно вищі вимоги на робочу пам'ять учня порівняно з іншими дисциплінами. Дослідження Мао С., Дай Ю. (Мао Х., Дай Ю., 2025) підтверджують, що оброблення саме математичної інформації, яке містить абстрактні символи, просторові маніпуляції та логічні висновки, споживає на 40–60 % більше ресурсів робочої пам'яті, ніж гуманітарні предмети.

Центральним концептом означеної

дидактичної стратегії є поняття «змістова одиниця інформації», що об'єднує розрізнені елементи знань у цілісну структуру. У когнітивній психології процес навчання розглядається як побудова ієрархії когнітивних одиниць: від простих (таблиця множення) до складних (алгоритм дослідження функції за допомогою похідної) (Zhang Y., Li H., Clark J. D., 2020). Відповідно організація навчання на основі ієрархії таких одиниць забезпечує формування стійких когнітивних структур і дозволяє трансформувати знання в чітко визначені мікронавички. Це зі свого боку створює методичні передумови для більш ефективної підготовки учнів до виконання типових завдань ЗНО з предмета, підвищуючи результативність навчання та якість засвоєння складного математичного змісту.

Процес мікродекомпозиції змісту, за дослідженням Чжан Ю., Лі Х., Кларк Дж. Д., під час підготовки учнів до ЗНО має на меті фасилітацію формування таких змістових одиниць інформації в три стадії:

1. Розуміння компонентів: розбиття теми на підкомпоненти (структурні та процедурні знання). Наприклад, під час вивчення тригонометричних рівнянь компонентами є знання одиничного кола, значень функцій та формул зведення.
2. Прикладна автоматизація: виконання мікрорправ для консолідації кожного підкомпонента окремо до рівня автоматизму.
3. Рефлексивне конструювання: об'єднання відпрацьованих мікрокомпонентів у цілісний алгоритм розв'язання задачі (Zhang Y., Li H., Clark J. D., 2020).

У такий спосіб забезпечується поетапне формування математичних умінь – від усвідомлення окремих компонентів до їх автоматизації та подальшої інтеграції в цілісний алгоритм розв'язання.

Ефективність мікродекомпозиції під час підготовки до ЗНО можна пояснити механізмом управління внутрішнім когнітивним навантаженням. Його визначає кількість елементів, які учень повинен од-

ночасно утримувати в пам'яті для розуміння концепту. У математиці, де складники часто мають високу інтерактивність (наприклад, розв'язання нерівності потребує одночасного знання властивостей функцій, алгебраїчних перетворень та числових проміжків), внутрішнє навантаження може легко перевищити ліміти робочої пам'яті (Мао Х., Dai Y., 2025). Мікродекомпозиція сприяє штучному зниженню такого навантаження, розділяючи складну задачу на послідовність мікрокроків, кожен з яких фокусує на мінімальній кількості взаємопов'язаних елементів.

Математичні здібності експертів (учителів або успішних абітурієнтів) базуються на наявності великої бібліотеки автоматизованих когнітивних одиниць, які «розвантажують» робочу пам'ять для розв'язання нестандартних задач ЗНО (Van Nooijen C. C. A., de Koning B. B., 2024). На думку авторів, сформована система мікронавичок (автоматизованих когнітивних одиниць) дозволяє учневі:

- швидше розпізнавати тип завдання через активацію відповідних шаблонів;
- зменшувати когнітивні витрати на базові операції, оскільки частина дій виконується автоматично (елементарні перетворення, робота з проміжками, базові властивості функцій);
- гнучко комбінувати знання, переходячи від ізольованих мікрокроків до їх інтеграції у складніші

стратегії розв'язання;

- утримувати цілісну логіку задачі, не перевантажуючи робочу пам'ять другорядними деталями.

У динаміці виконання тесту це означає, що учень не просто відтворює знання, а оперативно конструює розв'язання в режимі реального часу, спираючись на вже автоматизовані елементи. Такий підхід підвищує швидкість прийняття рішень (що критично в умовах обмеженого часу ЗНО), точність виконання завдяки зменшенню ймовірності помилок на базових етапах, стійкість до стресу, адже знижується перевантаження робочої пам'яті. Отже, мікродекомпозиція не лише полегшує засвоєння матеріалу, а й формує адаптивну когнітивну систему, здатну до ефективного конструювання знань у нових умовах тестування.

Аналіз сучасних досліджень підтверджує доцільність використання таких стратегій, як мікродекомпозиція, що сприяє подоланню освітніх втрат і підготовці учнів до ЗНО. Розроблення означеної дидактичної стратегії потребує чіткого алгоритму трансформації стандартної навчальної програми в систему мікротем. Міжнародний досвід пропонує кілька валідованих моделей, серед яких найбільш ефективною для математики є модель «Чанк-ціль», яку пов'язують із дослідженнями в галузі когнітивної психології та теорії когнітивного навантаження, насамперед із роботами Дж. Свеллера, Ф. Пааса, Й. ван Меррієнбюрена (див. табл. 1) (Şahina Z. G., Kırmızıgül H. G., 2026).

Таблиця 1

Етапи декомпозиції навчальної програми

<i>Етап процесу</i>	<i>Діяльність розробника / вчителя</i>	<i>Результат для учня</i>
Скринінг придатності	Оцінка математичного концепту на можливість автономного існування його частин	Розуміння логічних «точок розриву» теми
Смислова диференціація	Поділ змісту на когнітивні одиниці знань з однією навчальною ціллю на модуль	Чіткий фокус уваги на одному правилі чи методі
Інструктивний дизайн	Створення коротких (2–3 хв) відеопояснень або інтерактивних презентацій	Оптимальний темп засвоєння без перевтоми

Мультимедійна адаптація	Візуалізація через анімацію	Формування наочних ментальних моделей
Мікрооцінювання	Упровадження опитувань з 1–3 питань відразу після кожного мікромодуля	Миттєвий зворотний зв'язок та виправлення помилок

Джерело: складено на основі Şahina Z. G., Kırmızıgül H. G., 2026

Аналіз українського досвіду свідчить про поступове впровадження ідей мікродекомпозиції навчального змісту – від цифрових освітніх ресурсів до шкільних підручників НУШ (Троян І., 2023; Оновлення «Вивчаю – не чекаю», 2023).

Використання коротких змістових одиниць, орієнтація на одне мікропоняття та поєднання пояснення з миттєвим закріпленням забезпечують когнітивно оптимальне засвоєння математичного матеріалу. Водночас ці підходи наразі реалізовано переважно в початковій школі й адаптаційному циклі навчання, тоді як у базовій та старшій школі, зокрема в контексті підготовки до ЗНО, їх потенціал використовується недостатньо. Це зумовлює необхідність адаптації принципів мікродекомпозиції до змісту шкільного курсу математики в цілому та розроблення відповідних методичних моделей і рекомендацій, спрямованих на поетапне формування умінь і подолання освітніх втрат.

Специфіка підготовки до ЗНО з предмета. Для учнів старших класів, які готуються до ЗНО, мікродекомпозиція трансформується у стратегію подолання освітніх втрат. Оскільки програма ЗНО охоплює весь шкільний курс, ефективна підготовка неможлива без швидкої діагностики та мікронавчання за конкретними змістови-

ми одиницями. В українському сегменті онлайн-освіти (наприклад, платформи iLearn, Prometheus) спостерігаємо перехід від довгих лекцій до форматів мікромодулів:

- Короткі відеорозбори типових завдань ЗНО (5–7 хвилин).
- Тренажери з миттєвим розв'язком для кожної мікротеми.
- Використання флешкарток для запам'ятовування формул та теоретичних понять – класичний приклад мікродекомпозиції декларативних знань.

З урахуванням вище зазначеного пропонуємо модель реалізації принципу мікродекомпозиції навчального змісту під час підготовки учнів старших класів до ЗНО з математики (див. таблицю 2). Модель має ключові особливості:

- орієнтація на мікронавички, що є складниками кожної теми з програми;
- поєднання діагностики, навчання й оцінювання результату;
- реалізація принципів: навчання до рівня опанування та мікронавчання;
- побудова індивідуальної освітньої траєкторії.

Таблиця 2.

Модель реалізації принципу мікродекомпозиції навчального змісту під час підготовки здобувачів освіти до ЗНО з математики

Етап	Мета	Зміст	Результат
1. Діагностико-аналітичний	Виявлення індивідуальних прогалин у математичній підготовці	Виконання та аналіз тестів, розподіл помилок за темами та типами завдань, виявлення освітніх втрат	Побудова індивідуальної освітньої траєкторії

2. Мікродекомпозиція	Трансформація тем ЗНО в систему мікронавичок	Поділ кожної теми на елементарні змістові одиниці, визначення чіткої навчальної цілі для кожної мікронавички	Структурована карта мікронавичок для кожної теми ЗНО
3. Мікронавчання	Поетапне формування окремих математичних умінь	Короткі пояснення, один тренажер = одна мікронавичка, використання прикладів типових завдань ЗНО, візуалізація (графіки, анімації, схеми)	Засвоєння окремих елементів без когнітивного перевантаження
4. Корекція	Перевірка сформованості мікронавичок і корекція помилок	Автоматичний або швидкий зворотний зв'язок (рефлексія), додаткові вправи при виявленні помилок для засвоєння до рівня опанування	Досягнення рівня опанування кожної мікронавички.
5. Інтеграція	Об'єднання мікронавичок у комплексні вміння	Виконання типових завдань ЗНО, комбіновані задачі, тренування стратегій розв'язування	Формування цілісної математичної компетентності

Джерело: авторський варіант

Актуальність окресленої стратегії при підготовці до ЗНО зумовлена специфікою предмета: математика потребує ієрархічної побудови знань, де пропуск або неповне засвоєння однієї мікронавички призводить до неможливості опанування цілих розділів, що критично впливає на фінальний результат тестування.

Пропонований підхід щодо підготовки випускників до ЗНО з математики, що ґрунтується на ідеї декомпозиції змісту програми ЗНО, та формування відповідних навичок автори реалізували з 2022 року під час проведення заходу «Експрес-математика для випускників» (Погромська Г. С., Махровська Н. А., Рогожинська Е. К., 2023; Математика в цифровому суспільстві). Із 2026 року цю модель покладено в основу організації занять для вчителів математики в рамках курсу сертифікованого заходу «Підготовка учнів до ЗНО з математики», що запровадили викладачі кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ Миколаївського обласного інституту

післядипломної педагогічної освіти.

Практична реалізація запропонованої моделі (див. табл. 2) в межах навчального курсу передбачає розроблення системи тестових завдань, спрямованих на відпрацювання окремих мікронавичок. Кожен тест орієнтовано на одну змістову одиницю, що дає змогу точно діагностувати рівень її сформованості (Математика в цифровому суспільстві). Крім того, автори у своїй роботі з учителями застосовують онлайн-дошки для візуалізації структурованих мікрокарт до кожної теми – фактично кожна дошка є мікродекомпозицією конкретної теми на змістові одиниці, а також демонструють способи засвоєння окремих елементів (приклад до теми «Рівняння» – <https://cutt.ly/vtOd8gT1>). Це забезпечує наочність навчання, підтримує логіку поетапного формування знань і сприяє активному залученню учнів до освітнього процесу та подоланню освітніх втрат відповідно до концепції «навчання до рівня опанування».

Звернімо увагу на питання часового

фактора та стійкість знань під час мікронавчання. Дослідження показують, що подання навчального матеріалу у вигляді окремих змістових одиниць забезпечує більш стійке засвоєння, яке зберігається після системного тренування (Van Maanen L., Zhang Y., 2024). Це пояснюють тим, що мікродекомпозиція дає змогу уникнути інтерференції – змішування схожих концептів у пам'яті. Коли теми подають великими блоками, схожі формули або правила (наприклад, формули скороченого множення та властивості степенів) можуть накладатись одна на одну. «Декомпозиція навчального матеріалу та поетапне відпрацювання його елементів сприяють формуванню чітких когнітивних структур, які легше актуалізуються з довготривалою пам'яті» (Glaser R., Bassok M., 1989).

Окреслимо *рекомендації* для вчителів у розрізі реалізації мікродекомпозиції навчального змісту під час підготовки учнів до ЗНО з математики.

1. Розкласти теми з програми на елементарні змістові одиниці для зниження когнітивного навантаження.

2. Використовувати різні моделі побудови математичних об'єктів (візуалізовані, анімовані тощо), що забезпечить поетапне формування ментальних моделей і підвищить точність розв'язання задач.

3. Упровадити систему тренажерів мікронавичок із миттєвим зворотним зв'язком для забезпечення своєчасної корекції помилок і сприяння автоматизації навичок у процесі підготовки до ЗНО.

4. Забезпечити адаптивне керування виявленими освітніми втратами, водночас пропонувати не такі завдання, а простіші мікронавички для відновлення базових умінь.

5. Використовувати мікронавчання для підвищення мотивації та самостійності учнів через забезпечення відчуття контролю над процесом пізнання, тим самим формуючи стресостійкість здобувачів освіти.

Реалізація цих рекомендацій дозволить перетворити підготовку до ЗНО з математики з процесу виснажливого зазубрю-

вання на системну побудову міцних компетентностей, стійких до стресових умов тестування й достатніх для подальшого навчання у вищій школі. Міжнародний досвід та перші кроки українських реформ підтверджують, що майбутнє математичної дидактики лежить у площині глибокої когнітивної адаптації контенту через його мікродекомпозицію.

Висновки та перспективи досліджень. На основі аналізу міжнародних (UNESCO, OECD, PISA 2022) та національних аналітичних матеріалів (2022–2026 рр.) встановлено, що освітні втрати з математики мають системний і кумулятивний характер, виявляються у зниженні рівня базових математичних умінь, зростанні освітньої нерівності та скороченні частки учнів, здатних до виконання багатокомпонентних завдань (поєднують декілька мікронавичок). Для України ці процеси посилюються впливом екзогенних чинників (пандемія, воєнний стан), що зумовлює необхідність переходу до адаптивних, диференційованих стратегій організації навчання.

Теоретично обґрунтовано поняття мікродекомпозиції навчального змісту як дидактичної стратегії, що базується на інтеграції положень когнітивної теорії навантаження, концепції «навчання до рівня опанування», мікронавчання та теорії навчальних траєкторій. Доведено, що декомпозиція навчального матеріалу на когнітивно завершені мікроодиниці забезпечує оптимізацію когнітивного навантаження, підвищує ефективність формування ментальних схем і створює умови для поетапного формування комплексних умінь.

Розроблено й теоретично змодельовано систему мікродекомпозиції навчального змісту для підготовки учнів до виконання типових завдань ЗНО з математики, яку структуровано за логікою послідовних етапів (діагностика – декомпозиція – мікронавчання – корекція – інтеграція) і зорієнтовано на формування мікронавичок як змістових одиниць навчання. Запропонована модель мікродекомпозиції навчального змісту забезпечує поетапне

формування математичних умінь через систему означених взаємопов'язаних навичок, що дозволяє ефективно виявляти й усувати освітні втрати у знаннях учнів. Її реалізація в процесі підготовки до ЗНО з математики сприяє підвищенню якості навчальних досягнень, оптимізації когнітивного навантаження та формуванню стійких стратегій розв'язування задач. **Наукова новизна** запропонованої моделі полягає в поєднанні механізмів діагностики освітніх втрат, адаптивного навчання та тренування в єдиній дидактичній системі, спрямованій на досягнення рівня опанування кожної мікронавички.

Показано можливості практичного застосування описаної дидактичної стратегії в підготовці учнів до ЗНО з математики, що передбачають реалізацію мікронавчання, упровадження системи тренажерів з оперативним зворотним зв'язком, адаптивне управління освітніми втратами та формування індивідуальних освітніх траекто-

рій. Запропонований підхід забезпечує підвищення результативності навчання, стійкість сформованих знань і готовність учнів до виконання багатокомпонентних завдань різних рівнів складності.

Практичну значущість наведеної моделі підтверджено її апробацією в системі післядипломної педагогічної освіти, зокрема в межах курсів підвищення кваліфікації вчителів математики. Результати впровадження засвідчують методичну ефективність моделі у проєктуванні навчального процесу на основі мікронавичок, її технологічну адаптивність, потенціал до масштабування в умовах шкільної практики та системи професійного розвитку педагогів.

Перспективи досліджень пов'язані з інтеграцією підходу мікродекомпозиції з формувальним оцінюванням та можливостями штучного інтелекту, зокрема для персоналізації навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Засекіна Т. М. Проблеми та перспективи розвитку шкільної природничо-математичної освіти в умовах реформування загальної середньої освіти / Т. М. Засекіна // Український педагогічний журнал. – 2022. – № 2. – С. 5–12.
2. ЗЗМЯПО-2024: успішність учнівства з математики та читання. – Київ : УЦОЯО, 2025 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://testportal.gov.ua/zzmyapo-2024-uspishnist-uchnivstva-v-galuzyah-matematyky-ta-chytannya/>
3. Математика у цифровому суспільстві : сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://math.moipro.mk.ua/znodpa/експрес-математика-2025>
4. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 / кол. авт.: Г. Бичко (осн. авт.), Т. Вакуленко, Т. Лісова, М. Мазорчук та ін.; за ред. В. Терещенка та І. Клименко. – Київ : Український центр оцінювання якості освіти, 2023. – 395 с.
5. Оновлення «Вивчаю – не чекаю»: нові уроки та поліпшений функціонал // Профспілки працівників освіти і науки України. – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pon.org.ua/novyny/10795-onovlennia-vyvchau-ne-chekau-novi-uroky-v-zastosunku-ta-polipshenyi-funkcional.html>
6. Погромська Г. С., Махровська Н. А. Стратегія підготовки випускників до складання іспитів (ДПА, ЗНО, НМТ) з математики в умовах дистанційного навчання / Г. С. Погромська, Н. А. Махровська, Е. К. Рогожинська // Вересень. – 2023. – № 1 (96). – С. 152–163.
7. Троян І. Microlearning, завдання, пов'язані з реальним життям, та спіральний підхід: як створюють сучасні підручники для 5–6 класів / І. Троян // НУШ. Смарт освіта. – 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nus.org.ua/2023/01/11/microlearning-zavdannya-pov-yazani-z-realnym-zhyttyam-ta-spiralnyj-pidhid-yak-stvoryuyut-suchasni>

pidruchnyky-dlya-5-6-klasiv/

8. Bloom B. S. The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring // *Educational Researcher*. – 1984. – Vol. 13, № 6. – P. 4–16. DOI: <https://doi.org/10.3102/0013189X013006004>

9. Buchem I., Hamelmann H. Microlearning: A Strategy for Ongoing Professional Development // *eLearning Papers*. – 2010. – № 21.

10. Glaser R., Bassok M. Learning Theory and the Study of Instruction : technical report. – Pittsburgh: Learning Research and Development Center, University of Pittsburgh, 1989. – Technical Report № 11.

11. Hattie J. Visible Learning for Teachers: Maximizing Impact on Learning. – London: Routledge, 2012. – 256 p. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203181522>

12. Hug T. Microlearning: A Strategy for Ongoing Professional Development // *Emerging Technologies and Pedagogies in the Curriculum*. – Cham: Springer, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-0618-5_7

13. Jin H., Yan D., Krajcik J. (Eds.). Handbook of Research on Science Learning Progressions. – New York: Routledge, 2024. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003170785>

14. Leong K., Sung A., Au D., Blanchard C. A Review of the Trend of Microlearning // *Journal of Work-Applied Management*. – 2021. – Vol. 13, № 1. – P. 88–102. – DOI: <https://doi.org/10.1108/JWAM-10-2020-0044>

15. Mao X., Dai Y., Liu Y., Jiang Y., Zhang Y. Optimizing Cognitive Load in Digital Mathematics Textbooks: A Mixed-Methods Study // *Journal of Educational Technology and Innovation*. – 2025. – Vol. 7, № 3. – P. 44–59.

16. Monitoring SDG 4 2024/5: Global Education Monitoring Report. – Paris: UNESCO, 2024. [Online resource]. – Available at: <https://www.unesco.org/reports/gem-report/en/2024-monitoringsdg4>

17. OECD. PISA 2022 Results (Volume I–II): Country Notes: Ukrainian Regions (18 of 27). – Paris : OECD Publishing, 2023. [Online resource]. – Available at: https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/ukrainian-regions-18-of-27_78043794-en.html

18. OECD. Recovering Lost Learning Opportunities in Ukraine: Key Education Policy Strategies. – Paris : OECD Publishing, 2023. [Online resource]. – Available at: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/04/recovering-lost-learning-opportunities-in-ukraine-key-education-policy-strategies_0790a596/c10085eb-en.pdf

19. Şahina Z. G., Kırmızıgül H. G. Reflections from the Mathematics Lesson with Microlearning: A Different Educational Experience in the Digital Age // *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*. – 2026. – Vol. 11, № 1. – P. 28–40.

20. Ukraine Third Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA3), February 2022 – December 2023. – Washington: World Bank, 2024. [Online resource]. – Available at: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099021324115085807/pdf/P1801741bea12c012189ca16d95d8c2556a.pdf>

21. Van Maanen L., Zhang Y., De Schryver M., Liefoghe B. The Curve of Learning With and Without Instructions // *Journal of Cognition*. – 2024. – Vol. 7, № 1. – P. 48. – DOI: <https://doi.org/10.5334/joc.373>

22. Van Nooijen C. C. A., de Koning B. B., Bramer W. M. et al. A Cognitive Load Theory Approach to Understanding Expert Scaffolding of Visual Problem-Solving Tasks: A Scoping Review // *Educational Psychology Review*. – 2024. – Vol. 36. – P. 12.

23. Zhang Y., Li H., Clark J. D. Experimental Simulation of Mathematical Learning Process Based on «Chunk-Objective» // *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*. – 2020. – Vol. 5, No. 2. – P. 425–434.

MICRO-DECOMPOSITION OF LEARNING CONTENT AS A STRATEGY FOR PREPARING STUDENTS FOR THE EXTERNAL INDEPENDENT EVALUATION (ZNO) IN MATHEMATICS***Pohromska Hanna,***

*PhD in Pedagogy, Associate Professor, Associate Professor
at the Department of Theory
and Methodology of Natural Sciences and
Mathematics Education and Information Technologies
Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute
4-a, Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine
hanna.pohromska@moippo.mk.ua*

Makhrovska Natalya,

*PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor
at the Department of Theory
and Methodology of Natural Sciences and
Mathematics Education and Information Technologies
Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute
4-a, Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine
natalya.makhrovska@moippo.mk.ua*

This paper substantiates micro-decomposition of learning content as a strategic didactic approach for preparing students for ZNO and NMT examinations in mathematics, specifically addressing the systemic educational losses caused by the pandemic and the war. Based on a comprehensive analysis of national and international research (2022–2026), it identifies trends in declining proficiency and highlights the challenges of traditional methods that lead to cognitive overload due to excessive theoretical volume. The article advocates for adaptive learning to facilitate personalized environments and the effective recovery of structural gaps in knowledge.

The theoretical foundations integrate cognitive load theory, microlearning, and mastery learning concepts. The proposed 'Chunk-Objective' model partitions complex topics into elementary, measurable 'micro-skills,' enabling students to internalize material without exceeding their cognitive limits. This strategy is particularly effective for mathematics, which demands higher working memory resources for processing abstract symbols and logical transitions. The model integrates diagnostic screening, adaptive instruction, and formative evaluation into a unified five-stage didactic system: diagnostics, decomposition, micro-learning, correction, and integration.

Practical implementation is detailed through its successful testing in the in-service teacher training system at the Mykolaiv Regional Institute and various student initiatives such as 'Express Mathematics.' The results demonstrate that forming automated cognitive units enhances student performance in high-stakes testing by fostering motivation, autonomy, and the ability to solve multi-component problems. This approach effectively localizes specific learning deficits and constructs resilient competencies required for further success in higher education.

Keywords: *cognitive load; content unit; learning losses; mathematics education; micro-decomposition.*

REFERENCES

1. Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16. DOI: <https://doi.org/10.3102/001316441984013006>

org/10.3102/0013189X013006004 (eng).

2. Bychko, H., Vakulenko, T., Lisova, T., Mazorchuk, M. & et al. (2023). *Natsionalnyi zvit za rezultatamy mizhnarodnoho doslidzhennia yakosti osvity PISA-2022* [National report on PISA-2022 results]. Kyiv: Ukrainyskyi tsentr otsiniuvannia yakosti osvity (ukr).

3. Buchem, I., & Hamelmann, H. (2010). Microlearning: A strategy for ongoing professional development. *eLearning Papers*, 21 (eng).

4. Glaser, R., & Bassok, M. (1989). Learning theory and the study of instruction (Technical Report No. 11). Pittsburgh: University of Pittsburgh (eng).

5. Hattie, J. (2012). Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning. London: Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203181522> (eng).

6. Hug, T. (2020). Microlearning: A strategy for ongoing professional development. In *Emerging technologies and pedagogies in the curriculum*. Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-0618-5_7 (eng).

7. Jin, H., Yan, D., & Krajcik, J. (Eds.). (2024). *Handbook of research on science learning progressions*. Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003170785> (eng).

8. Leong, K., Sung, A., Au, D., & Blanchard, C. (2021). A review of the trend of microlearning. *Journal of Work-Applied Management*, 13(1), 88–102. DOI: <https://doi.org/10.1108/JWAM-10-2020-0044> (eng).

9. Mao, X., Dai, Y., Liu, Y., Jiang, Y., & Zhang, Y. (2025). Optimizing cognitive load in digital mathematics textbooks. *Journal of Educational Technology and Innovation*, 7(3), 44–59 (eng).

10. *Matematyka u tsyfrovomu suspilstvi* [Mathematics in digital society]. (n.d.). Retrieved from: <https://math.moippo.mk.ua/зводпа/експрес-математика-2025> (ukr).

11. OECD. (2023). PISA 2022 results (Volume I–II): Country notes: Ukrainian regions. Retrieved from https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/ukrainian-regions-18-of-27_78043794-en.html (eng).

12. OECD. (2023). Recovering lost learning opportunities in Ukraine: Key education policy strategies. Retrieved from: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/04/recovering-lost-arningle-opportunities-in-ukraine-key-education-policy-strategies_0790a596/c10085eb-en.pdf (eng).

13. Pohromska, H. S., Makhrovska, N. A., & Rohozhynska, E. K. (2023). Stratehiia pidhotovky vypusknnykiv do skladannia ispytiv (DPA, ZNO, NMT) z matematyky v umovakh dystantsiinoho navchannia [Strategy of preparing graduates for mathematics exams (DPA, ZNO, NMT) under distance learning conditions]. *Veresen*, 1(96), 152–163 (ukr).

14. Profspilky pratsivnykiv osvity i nauky Ukrainy. (2023). Onovlennia «Vyvchaiu – ne chekayu»: novi uroky ta polipshenyi funktsional [Update «Learning – no waiting»: new lessons and improved functionality]. Retrieved from: <https://pon.org.ua/novyny/10795-onovlennia-vyvchau-ne-chekau-novi-uroky-v-zastosunku-ta-polipshenyi-funkcional.html> (ukr).

15. Şahina Z. G. & Kırmızıgül H. G. (2026). Reflections from the mathematics lesson with microlearning: A different educational experience in the digital age. (2026). *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 11(1), 28–40 (eng).

16. Topuzov, O. M., & Zasiakina, T. M. (2022). Problemy ta perspektyvy rozvytku shkilnoi pryrodnycho-matematychnoi osvity v umovakh reformuvannia zahalnoi serednoi osvity [Problems and prospects of development of school science and mathematics education]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*, 2, 5–12 (ukr).

17. Troian, I. (2023). Microlearning, zavdannia, poviazani z realnym zhyttiam, ta spiralnyi pidkhid: yak stvoriuiut suchasni pidruchnyky dlia 5–6 klasiv [Microlearning, real-life tasks and spiral approach in textbooks]. NUSH. Smart osvita. Retrieved from: <https://nus.org.ua/2023/01/11/microlearning-zavdannya-pov-yazani-z-realnym-zhyttyam-ta-spiralnyj-pidhid>

yak-stvoryuyut-suchasni-pidruchnyky-dlya-5-6-klasiv/ (ukr).

18. Ukrainskyi tsentr otsiniuvannya yakosti osvity. (2025). *ZZMIApO-2024: uspishnist uchnivstva z matematyky ta chytannia* [ZZMYAPO-2024: Students' achievement in mathematics and reading]. Kyiv. Retrieved from: <https://testportal.gov.ua/zzmyapo-2024-uspishnist-uchnivstva-v-galuzyah-matematyky-ta-chytannya/> (ukr).

19. UNESCO. (2024). Monitoring SDG 4 2024/5: Global education monitoring report. Retrieved from: <https://www.unesco.org/reports/gem-report/en/2024-monitoringsdg4> (ukr).

20 World Bank. (2024). Ukraine third rapid damage and needs assessment (RDNA3), February 2022 – December 2023. Retrieved from: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099021324115085807/pdf/P1801741bea12c012189ca16d95d8c2556a.pdf> (eng).

21. Van Maanen, L., Zhang, Y., De Schryver, M., & Liefoghe, B. (2024). The curve of learning with and without instructions. *Journal of Cognition*, 7(1), 48. DOI: <https://doi.org/10.5334/joc.373> (eng).

22. Van Nooijen, C. C. A., de Koning, B. B., Bramer, W. M. & et al. (2024). A cognitive load theory approach to understanding expert scaffolding of visual problem-solving tasks: A scoping review. *Educational Psychology Review*, 36, Article 12. (eng).

23. Zhang, Y., Li, H., & Clark, J. D. (2020). Experimental simulation of mathematical learning process based on «chunk-objective». *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 5(2), 425–434 (eng).

Стаття надійшла до редакції: 26.04.2026

Прийнято до друку: 27.05.2026