

Termenzhy D., Losyeva N., Yarova O. The development of contemporary pedagogical research through the designing of individualized teaching using social media (a case study in higher mathematics education).

Summary. The article is dedicated to describing the key stages of a pedagogical research project focused on designing individualized higher mathematics training for university students with applying of social media tools. Authors agree with educators that the phenomenon of individualized teaching is gaining relevance due to the emergence of “digital-native” students those born into a world of advanced technologies. Contemporary learners differ significantly from previous generations, as they grow and develop in an environment saturated with information, and their primary channels of communication use social media platforms. The term “social media” we understand as a set of internet-based services and platforms that allow users to communicate, consume, create, and disseminate content. Authors believe that one of the key tasks of modern educators is to “speak the students’ language” by using social media as a pedagogical tool. The authors describe three stages of their pedagogical research conducted at the Tax State University during the higher mathematics training of first-year students. At the first stage, the study focused on identifying the current state of the problem, defining the key requirements for organizing individualized learning, and exploring trends of the integration of social media in education. A survey was conducted to identify the most popular social media platforms among students. During the second stage, the researchers created and implemented several social media-based educational tools into the learning process. These included a mathematics-themed Instagram account (@mathclub_dpu), a mathematics community in Telegram, and higher mathematics group chats on Viber. At the third stage, the effectiveness of the created mathematics communities and platforms was assessed. The study focused on evaluating the applying of various messengers and the Instagram learning account, as well as refining the methodology for their integration into the educational process for higher mathematics training of the first-year students at the Tax State University. A final survey was conducted via Google Forms, with participation from 64 students. The survey results demonstrated a positive impact of using social media in the higher mathematics teaching.

Keywords: pedagogical research, educational experiment, individualized learning, social media, social networks, messengers, mathematics education, methodology of teaching mathematics, higher mathematics.

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 373.5.091.33:004]:51

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/173-180

Л. Ф. Михайленко

ORCID ID 0000-0001-5051-5561

М. Ю. Андрієвська

ORCID ID: 0000-0002-3085-8900

Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МАТЕМАТИЧНУ ОСВІТУ: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО- КОМУНІКАТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

У статті розглянуто питання інтеграції цифрових технологій у процес навчання математики з акцентом на формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів базової середньої школи. Проаналізовано актуальні виклики цифровізації освіти, зокрема вплив штучного інтелекту, нових моделей навчання (дистанційної та змішаної форм), а також зміни в освітньому середовищі, пов'язані із поколінням цифрових учнів. На основі результатів онлайн-опитування учнів 5–11 класів висвітлено особливості

використання цифрових застосунків у процесі розв'язування математичних завдань, виявлено типові стратегії, труднощі та потенціал цифрових інструментів для підтримки пізнавальної активності.

Особливу увагу приділено аналізу інноваційного типу завдань – беззвучних відеозавдань (*Silent Video Tasks, SVTs*), які забезпечують інтеграцію цифрових, предметних і комунікаційних складових навчання. Обґрунтовано дидактичні переваги *SVTs* як засобу розвитку математичного мовлення, критичного мислення та формувального оцінювання. Запропоновано приклади беззвучних завдань, адаптованих до тем з алгебри та геометрії, а також типову модель роботи з ними на уроці. Підкреслено, що ефективне використання *SVTs* можливе за умов наявності методичного супроводу, створення освітнього середовища, що підтримує активну комунікацію та рефлексію, а також педагогічної підтримки розвитку цифрових компетентностей учнів.

У висновках окреслено перспективи подальших досліджень, пов'язаних із розробкою системи *SVTs* до різних тем шкільного курсу математики та оцінювання їх впливу на формування ключових компетентностей учнів.

Ключові слова: математична освіта, цифрові технології, інформаційно-комунікаційна компетентність, беззвучні відеозавдання.

Постановка проблеми. Сучасна освіта стрімко змінюється під впливом цифрових технологій, які проникають у всі сфери життя суспільства. Відбувається трансформація не лише інструментів навчання, але й самих підходів до освітнього процесу, до ролі учня, вчителя, змісту навчання. Цифровізація створює нові можливості для доступу до інтерактивних ресурсів, персоналізації навчання, формування навичок самостійного опрацювання інформації, комунікації та критичного мислення. Учень може працювати у власному темпі, візуалізувати абстрактні поняття, моделювати навчальні ситуації та взаємодіяти з реальним світом за допомогою симуляцій. Разом з тим, цифрова трансформація супроводжується низкою викликів, серед яких: перенасиченість інформацією, зниження концентрації уваги, формування поверхневого стилю мислення, нерівний доступ до якісних цифрових освітніх ресурсів. Щоб подолати ці виклики, Рада ЄС ухвалила План дій цифрової освіти на 2021-2027 рр. [4]. Цей план дій спрямований на усунення цифрового розриву та нерівності в освіті, а також підкреслює потенціал технологій для сприяння більш доступному, безпечному, гнучкому, персоналізованому та орієнтованому на учня навчанні. Цей підхід підкреслює, що ефективне впровадження цифрових технологій сприяє вдосконаленню можливостей для навчання й викладання в умовах цифрової епохи.

У контексті сучасних освітніх трансформацій особливої актуальності набуває питання інтеграції цифрових технологій у навчання математики, що сприяє не лише підвищенню якості математичної освіти, але й розвитку інформаційно-комунікативної компетентності учнів. Такий підхід дозволяє активізувати пізнавальну діяльність, розвивати навички роботи з інформацією, критичного мислення, аналізу й синтезу. Однак ефективна реалізація цього процесу потребує вирішення низки проблем: забезпечення рівного доступу до цифрових ресурсів, формування критичного мислення, використання потенціалу штучного інтелекту в освіті, а також дотримання етичних принципів у процесі застосування цифрових технологій. Водночас зростає потреба в адаптації традиційних методів викладання до умов цифрового середовища та впровадженні інструментів, які відповідають запитам і потребам сучасних учнів.

Аналіз актуальних досліджень. Відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти, інформаційно-комунікаційна компетентність у математичній освітній галузі визначається через розвиток умінь і ставлень. Вона передбачає здатність структурувати та аналізувати дані, здійснювати пошук інформації, оцінювати її достовірність, використовувати різні знакові системи, складати алгоритми та діяти за ними, а також ефективно застосовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології в навчанні та повсякденному житті. Важливим аспектом є критичне осмислення інформації та її джерел, усвідомлення значущості цифрових технологій для розв'язування математичних задач, дотримання принципів безпеки

у використанні інформаційних ресурсів і забезпечення достовірності отриманих даних. У контексті математичної освіти, інформаційно-комунікаційну компетентність учнів доцільно розглядати як результат різнобічних здатностей дитини, що включає інформаційну, комунікаційну та цифрову складові [10].

Сучасні дослідження в галузі математичної освіти спрямовані на аналіз ефективності інтеграції цифрових інструментів у навчальний процес. Зокрема, досліджується не лише технічна реалізація цифрових рішень, а й педагогічна доцільність їхнього використання, вплив на результативність навчання та мотивацію учнів [2; 3; 6]. Особливої популярності набули такі цифрові ресурси, як GeoGebra та Desmos. GeoGebra надає широкі можливості для моделювання, візуалізації та дослідження математичних понять, що сприяє глибшому їх розумінню. Desmos, своєю чергою, є зручним інструментом для побудови графіків і аналізу функцій, що підвищує наочність навчання та зацікавленість учнів [1; 2; 7].

Відповідно до Рамки цифрової компетентності громадян України [11], цифрові ресурси розглядаються як впорядкований цифровий контент, представлений у зручній формі для виконання освітніх завдань. Поняття цифрових технологій охоплює сукупність пристроїв, програмного забезпечення, сервісів та операцій з обробки даних, які забезпечують цифрову взаємодію. Згідно з цим документом, цифрові технології класифікуються за категоріями: цифрові пристрої, цифрові ресурси та дані [11].

Метою статті є аналіз можливостей інтеграції цифрових технологій у процес навчання математики для формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів базової середньої освіти.

Виклад основного матеріалу. Протягом останнього чверть століття в Україні активно впроваджуються цифрові ресурси в освітній процес, зокрема у навчання математики. Зокрема, у пояснювальній записці до програми з математики (2003 року) [12], підкреслено, що впровадження засобів нових інформаційних технологій навчання допомагає у вирішенні дидактичних завдань, активізує мотиваційні чинники, формуючи позитивне ставлення до навчання, а також забезпечує інтеграцію моделюючих і обчислювальних можливостей для дослідження математичних об'єктів із візуалізацією результатів на всіх етапах навчального процесу. Використання педагогічних програмних засобів, таких як DERIVE, EUREKA, GRAN-1, Maple, MathCAD, Mathematika та інших, сприяє розвитку навичок моделювання математичних об'єктів, перевірки гіпотез та аналізу функціональних залежностей, що особливо важливо при вивченні курсу алгебри і початків аналізу та геометрії. Водночас впровадження таких засобів відбувалося нерегулярно, що пояснюється обмеженою кількістю комп'ютерів у навчальних класах та недостатньою готовністю вчителів до використання цифрових технологій у навчальному процесі.

Пандемія 2020 року чітко засвідчила нагальну потребу в переосмисленні підходів до організації освітнього процесу, підвищенні рівня цифрової компетентності педагогів та адаптації методик до умов дистанційного навчання. Сучасний освітній дискурс усе більше акцентує увагу на ефективному використанні цифрових інструментів у навчанні математики, що, своєю чергою, зумовлено як технічним прогресом, так і соціальними трансформаціями.

В останні роки спостерігається зростання інтересу до інтеграції цифрових інструментів у процес навчання математики. Це зумовлено активним розвитком цифрових технологій, зокрема, широким використанням ІІІ. У сучасних дослідженнях вітчизняних науковців [8; 9] обґрунтовується, що цифрові технології у навчанні математики стимулюють пізнавальну активність учнів, розвивають мислення, сприймання, увагу, пам'ять, підтримують інтерес до предмета. Зокрема, візуалізація складних математичних понять, індивідуалізація та диференціація навчання, можливість самоконтролю сприяють підвищенню якості математичної освіти. Цифрові інструменти також слугують чинником формування комунікативної та соціальної компетентностей, адже стимулюють взаємодію учнів, розвиток навичок командної роботи, вербалізацію математичного мислення.

Водночас цифровізація освіти супроводжується низкою викликів. По-перше, змінюється сам суб'єкт навчання. Сучасні школярі — представники покоління альфа, які народилися після 2010 року, зростають у цифровому середовищі. Для них цифрові пристрої — звичний інструмент пізнання. По-друге, активне використання штучного інтелекту у навчанні ставить під сумнів традиційні підходи до оцінювання знань, академічну доброчесність та роль учителя. По-третє, пандемія та воєнні події актуалізували потребу у впровадженні змішаного та дистанційного навчання як повноцінних моделей організації освітнього процесу. По-четверте, сучасні навчальні ресурси (зокрема, підручники НУШ) містять електронні додатки з мультимедійним контентом, що потребує опанування нових цифрових навичок як з боку учнів, так і з боку педагогів.

В умовах таких змін особливої актуальності набуває методично обґрунтоване впровадження цифрових інструментів у викладання математики. Недостатньо просто надати учням доступ до цифрових засобів — необхідно створити сприятливе освітнє середовище, що стимулює до осмисленого їх використання. У цьому контексті важливо дослідити реальні стратегії учнівської взаємодії з цифровими інструментами у процесі розв'язування математичних задач.

З метою з'ясування особливостей використання цифрових технологій у навчанні математики було проведено онлайн-опитування, в якому взяли участь 222 учні 5-11 класів. З них 55% становили учні 5–6 класів, 35% — 7-9 класів, 10% — 10-11 класів. Результати опитування засвідчили високу частоту використання цифрових застосунків (Photomath, ChatGPT, Mathway, GeoGebra, Brainly) під час розв'язування математичних завдань.

На запитання: «З якою метою Ви зазвичай використовуєте цифрові технології під час виконання завдань з математики?», 70% респондентів зазначили, що використовують їх для перевірки власних відповідей; 42% — для отримання підказок або готових розв'язань; 24% — з метою самостійного розв'язання задач. Примітно, що значна частина учнів прагне використовувати цифрові ресурси не лише для отримання відповідей, а й як допоміжний інструмент розвитку математичного мислення. Так, 36,5% учнів відповіли, що спочатку намагаються розв'язати завдання самостійно, а потім звертаються до цифрових засобів у разі виникнення труднощів; 31% — перевіряють правильність розв'язання за допомогою ШІ чи застосунків; 20% — використовують цифрові ресурси для отримання підказок, але самостійно формують остаточну відповідь.

На відкриті питання: «Які позитивні аспекти використання цифрових технологій у вивченні математики Ви можете виділити?» та «Які проблеми чи складнощі Ви зустрічаєте при використанні цифрових застосунків для розв'язування математичних завдань?» багато учнів скористались ШІ для генерування відповідей. Слід зазначити, що отримані дані ґрунтуються на самооцінках учасників, а отже, можливий вплив ефекту соціальної бажаності або неповноти відповідей, що частково може впливати на достовірність результатів.

Отримані результати дослідження засвідчують високий рівень зацікавленості учнів у використанні цифрових інструментів під час вивчення математики. Водночас вони підкреслюють потребу в системному підході до впровадження таких засобів у навчальний процес. З одного боку, цифрові інструменти можуть значно полегшити процес розв'язування математичних задач, зробити навчання більш наочним і підвищити мотивацію здобувачів освіти. З іншого — за відсутності належного методичного супроводу та сформованих навичок критичного осмислення результатів їх використання, цифрові технології можуть призвести до поверхневого засвоєння знань і зниження навчальної активності.

У зв'язку з цим важливим завданням є розроблення ефективних педагогічних стратегій, які б дозволили повною мірою реалізувати потенціал цифрових інструментів у формуванні математичної компетентності учнів. Йдеться насамперед про завдання, що сприяють глибшому розумінню навчального матеріалу, розвитку критичного мислення, інформаційно-комунікаційної компетентності та усвідомленого ставлення до навчання. Одним із перспективних підходів до реалізації цього завдання є запровадження беззвучних відеозавдань (Silent Video Tasks – SVTs). Цей тип завдань було запропоновано у межах дизайн-дослідження науковців із Ісландії та Австрії Bjarnheiður

(Bea) Kristinsdóttir, Freyja Hreinsdóttir, Zsolt Lavicza [5], що реалізовувалося у співпраці з учителями старшої школи. Його основна ідея полягає у тому, що учні працюють у парах або малих групах, створюючи голосовий супровід до короткого (до 2 хв) анімаційного відео без звуку, яке демонструє певне математичне явище або концепт.

Досвід учителів, які впроваджували SVTs у навчальний процес, свідчить про те, що ці завдання сприяють не лише глибшому розумінню математичних понять, а й формуванню зв'язку між учнівським мовленням та академічним математичним дискурсом. Зокрема, вони є ефективними для розвитку процесу переходу від інтуїтивного до формалізованого математичного мислення.

SVTs можуть бути інтегровані на різних етапах вивчення теми. Наприклад, до початку нового розділу учням пропонується переглянути коротке беззвучне відео й сформулювати власне пояснення побаченого. Після засвоєння теоретичного матеріалу вони можуть повторно звернутися до відео, скоригувати або вдосконалити свій коментар, що сприяє рефлексії та персональному закріпленню знань. Типова послідовність роботи з SVTs складається з трьох етапів: 1) первинний перегляд відео без звуку (1–2 рази) – учні фіксують свої перші враження й припущення; 2) робота в парах або малих групах: кожен формулює індивідуальне пояснення, обговорює його з партнером(ами), презентує відредагований коментар перед класом; 3) повторний перегляд та рефлексія: після засвоєння нового матеріалу учні знову переглядають відео, аналізують, які ідеї змінилися чи доповнилися, фіксують власні прогрес та нові відкриття.

Такі завдання вчителі можуть створювати самостійно, з урахуванням теми та рівня підготовки учнів, або добирати серед готових коротких відео, доступних на різноманітних освітніх платформах (наприклад, YouTube, GeoGebra, Desmos). Приклади беззвучних завдань, які демонструють можливості їх використання у навчанні математики, подано в таблиці 1 нижче.

Таблиця 1

Приклади беззвучних відеозавдань

№	Тема	Опис сюжету відео	Формулювання завдання для учнів
	Площа прямокутника (5 клас)	Учень вимірює сторони ділянки та обкладає її стрічкою	- Опишіть дії, які виконує учень - Яку формулу слід застосувати? - Як зміниться площа, якщо одну зі сторін подвоїти? - Складіть власний усний супровід до відео.
	Розподільна властивість множення (6 клас)	Анімація: розкриття дужок і зведення подібних доданків: $-(5c - d) + (4d + 5c) ==$ $-5c + d + 4d + 5c ==$ $-5c + 5c + d + 4d == 5d$	- Який вираз зображено у відео? - Які математичні правила тут застосовано? - Чи є помилки? - Поясніть порядок дій.
	Лінійне рівняння з однією змінною (7 клас)	Відео: покрокове розв'язання рівняння: $-3(x - 4) = 5x - 12$ $-3x + 12 = 5x - 12$ $-3x - 5x = -12 - 12$ $-8x = -24$ $x = \frac{-24}{-8}$ $x = 3$	- Відтворіть алгоритм розв'язання. - Поясніть кожен крок. - Придумайте схоже рівняння і запишіть розв'язання за даним алгоритмом.

	Властивість бісектриси трикутника (8 клас)	Анімація демонструє, як змінюються розміри трикутника, при цьому зберігається пропорційність між відрізками, на які бісектриса поділяє протилежну сторону, та прилеглими сторонами трикутника.	• Перегляньте анімацію. • Опишіть, які елементи трикутника змінюються під час трансформації, а які залишаються незмінними. • Сформулюйте математичне пояснення: чому бісектриса поділяє сторону трикутника на два відрізки, довжини яких відносяться як прилеглі до них сторони. • Створіть усний або письмовий коментар до відео, який би ви могли використати для пояснення цього явища однокласнику.
--	--	--	--

Впровадження беззвучних відеозавдань у процес навчання математики, з урахуванням вікових та когнітивних особливостей учнів, відкриває нові можливості для поєднання засвоєння математичного змісту з формуванням інформаційно-комунікаційної компетентності.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Результати дослідження засвідчують, що інтеграція цифрових технологій у процес навчання математики є ефективним засобом формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів. Беззвучні відеозавдання (SVTs) виступають інноваційною формою навчальної діяльності, яка поєднує розвиток математичного мислення, мовлення та вміння працювати з інформацією. Їхнє використання сприяє рефлексії, глибшому осмисленню навчального матеріалу та підвищенню мотивації до навчання.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробці системи таких завдань до різних тем шкільного курсу математики, визначенні критеріїв їх ефективності, а також у вивченні впливу SVTs на динаміку формування предметних та ключових компетентностей учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Benning, I. (2021). Enacting Core Practices of Effective Mathematics Pedagogy with GeoGebra. *Mathematics Teacher Education and Development*, 23(2), 102–127. Retrieved from: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1306877.pdf>
2. Chechan, B., Ampadu, E., & Pears, A. (2025). Student strategies for digital tool use in mathematical problem solving. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2025.2457361> (date of access: 06.03.2025).
3. Clark-Wilson, A., Robutti, O., & Thomas, M. (2020). Teaching with digital technology. *ZDM Mathematics Education*, 52, 1223–1242. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01196-0>
4. Digital Education Action Plan (2021–2027). European Education Area. Retrieved from: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan> (date of access: 04.03.2025).
5. Kristinsdóttir, B., Hreinsdóttir, F., & Lavicza, Z. (2022). Development of silent video tasks as a tool for formative assessment. In: *Proceedings of the Twelfth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*; 2022 Feb 2; Bolzano, Italy. Bolzano: Free University of Bozen-Bolzano. Retrieved from: <https://iris.rais.is/en/publications/development-of-silent-video-tasks-as-a-tool-for-formative-assessm> (date of access: 06.03.2025).
6. Trgalová, J., & Tabach, M. (2023). Affordances of Virtual Learning Environments to Support Mathematics Teaching. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 9(3), 444–475. <https://doi.org/10.1007/s40751-023-00127-4>.
7. Viberg, O., Grönlund, Å., & Andersson, A. (2020). Integrating digital technology in mathematics education: a Swedish case study. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 232–243. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1770801>.

8. Ботузова, Ю. В. (2024). Можливості використання імерсивних технологій у навчанні математики. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, (212), 14–19. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-14-19>. (Botuzova, Y. V. (2024). Possibilities of using immersive technologies in mathematics education. Scientific Notes. Series: Pedagogical Sciences, (212), 14–19).
9. Матяш, О., Риндюк, В. (2023). Навчання математики з використанням цифрових навчальних платформ: аналіз закордонного досвіду. Фізико-математична освіта, 38(3), 43–49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-3-006>. (Matyash, O., Ryndiuk, V. (2023). Teaching mathematics using digital learning platforms: analysis of foreign experience. Physical and Mathematical Education, 38(3), 43–49.)
10. Михайленко, Л., Андрієвська, М. (2024). Особливості формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів на уроках математики. Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems, 70, 188–198. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2023-70-188-198> (дата звернення: 06.03.2025). (Mykhailenko, L., Andrievska, M. (2024). Features of forming students' information and communication competence in mathematics lessons. Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training: Methodology Theory Experience Problems, 70, 188–198.)
11. Опис рамки цифрової компетентності для громадян України – dComFra Project. (б. д.). dComFra Project – Digital competence framework for Ukrainian teachers and other citizens. Retrieved from: <https://dcomfra.vdu.lt/uk/опис-рамки-цифрової-компетентності-д/> (date of access: 04.03.2025).
12. Програма поглибленого вивчення математики в 10–11 профільних класах / укладачі: М. І. Бурда, М. І. Жалдак, Т. В. Колесник, Т. М. Хмара, М. І. Шкіль, М. Й. Ядренко. Математика в школі, 2003, № 7, С. 19–25. (Advanced Mathematics Curriculum for 10–11 Grade Specialized Classes / Compilers: M. I. Burda, M. I. Zhaldak, T. V. Kolesnyk, T. M. Khmara, M. I. Shkil, M. Y. Yadrenko. Mathematics at School, 2003, No. 7, pp. 19–25.)

Mykhailenko L., Andrievska M. Integration of digital technologies into mathematics education: challenges and prospects for the formation of information and communication competence.

***Summary.** The article examines the integration of digital technologies into the process of mathematics education, with an emphasis on the development of information and communication competence among lower secondary school students. The study analyses current challenges of educational digitalisation, including the influence of artificial intelligence, the emergence of new models of learning (distance and blended formats), as well as transformations in the learning environment associated with the generation of digital-native students. Based on the results of an online survey of students in grades 5-11, the article highlights the specifics of digital tool use in solving mathematical problems, identifies typical strategies, difficulties, and the potential of digital technologies to support cognitive engagement.*

Special attention is given to the analysis of an innovative type of task – Silent Video Tasks (SVTs), which promote the integration of digital, subject-specific, and communicative components of learning. The article substantiates the didactic advantages of SVTs as a means of developing mathematical discourse, critical thinking, and formative assessment. It provides examples of SVTs adapted to topics in algebra and geometry, as well as a typical model of their classroom implementation. It is emphasized that the effective use of SVTs is possible under conditions of proper methodological support, creation of a learning environment that fosters active communication and reflection, and pedagogical support for the development of students' digital competencies.

The conclusions outline prospects for further research related to the development of a system of SVTs for various topics of the school mathematics curriculum and the assessment of their impact on the formation of students' key competencies.

Keywords: *mathematics education, digital technologies, information and communication competence, silent video tasks.*

Подано до друку 25.03.2025

Прийнято до друку 09.04.2025

УДК 374 (004.42)

DOI 10.24139/2519-2361/2025.01/180-187

В. М. Базурін

ORCID ID 0000-0002-6614-4889

Державний торговельно-економічний університет

С. В. Базуріна

Глухівський міський центр позашкільної освіти

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ПЕРЕДАЧІ ТЕПЛА ЧЕРЕЗ ЦИЛІНДРИЧНУ СТІНКУ

В умовах війни зростає роль комп'ютерних програм, які моделюють фізичні процеси і явища і можуть бути використані як засоби навчання під час дистанційного навчання. Зокрема, важливою є розробка моделей, які імітують процеси теплообміну і теплопередачі, здійснюють відповідні розрахунки і виводять результати обчислень на екран. Особливої уваги заслуговують технічна підтримка і можливість модернізації таких моделей. У статті розкрито особливості теплопередачі через циліндричну стінку, наведено розрахунки теплових втрат через циліндричну стінку, здійснено програмну реалізацію алгоритму розрахунку термічного опору і теплового потоку через циліндричну стінку. Програму HLCCW розроблено на мові Python з використанням додаткових бібліотек (math, tkinter, numpy, array, matplotlib). Програма надає користувачу можливість вибирати матеріал циліндричної стінки, вводити зовнішній діаметр, товщину стін, висоту стінки. Вхідні значення проміжку часу між дискретами, зовнішні і внутрішні температури вводяться з текстового файлу. Програма HLCCW здійснює розрахунок теплового потоку у кожен момент часу, будує графік втрат тепла і обраховує суму теплових втрат за заданий проміжок часу. Програма містить 4 класи і складається з 2 модулів – головного модуля і бібліотеки класів. У перспективі програму можна модернізувати, розширивши перелік функцій (зчитування даних з XLSX файла і бази даних, розмістити дані про теплоізоляційні матеріали в окремому файлі), а також розробивши мобільну версію програми. Розроблений програмний засіб може бути використаний у процесі вивчення таких дисциплін, як «Теплотехніка», «Теплові та гідравлічні машини» та інші, в курсі яких передбачено вивчення теми «Теплопередача через циліндричну стінку».

Ключові слова: *теплові втрати, циліндрична стінка, тепловий потік, термічний опір, теплопровідність, програма, алгоритм, розрахунки.*

Постановка проблеми. Майже всі люди у своєму повсякденному житті можуть спостерігати явище теплопередачі. Студенти інженерних спеціальностей також вивчають процеси теплопередачі – конвекційний теплообмін, теплопередачу через плоску стінку, теплопередачу через циліндричну стінку та інші. Вивчення всіх цих процесів потребує наявності громіздкого і коштовного обладнання. В умовах війни, коли дистанційне навчання є основною формою навчання у прифронтових областях, значно обмежена можливість проводити тривалі досліді з таким обладнанням. Саме тому актуальною є розробка комп'ютерних моделей, за допомогою яких можна здійснити віртуальний експеримент і перевірити правильність розрахунків, виконаних студентами. В результаті дослідження з'ясовано, що доступних комп'ютерних моделей, які можуть імітувати дослід з визначення теплових втрат через циліндричну стінку, немає.