

УДК 37.091.3:512]:[165.021:159.955]

DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.4.2024.02>

Наталя 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@toippro.mk.ua

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@toippro.mk.ua

Еліна Рогожинська,

ORCID iD 0000-0002-6289-7162

методист кафедри теорії й методики
природничо-математичної освіти
та інформаційних технологій
Миколаївський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти
вул. Адміральська, 4-а, 54001, м. Миколаїв, Україна
elina.rohozhyńska@toippro.mk.ua

ВИКЛАДАННЯ АЛГЕБРИ ЧЕРЕЗ STEAM: ШЛЯХ ДО ФОРМУВАННЯ НАВИЧОК XXI СТОЛІТТЯ

Стаття присвячена впровадженню STEAM-методів у викладання алгебри, що сприяє розвитку таких навичок XXI століття, як: критичне мислення, креативність, співпраця та розв'язання проблем. Проаналізовано міжнародний досвід інтеграції STEAM в освіту. Акцентовано на міждисциплінарних зв'язках та формуванні комплексних компетентностей у здобувачів освіти. Підкреслено важливість використання математичних моделей, проєктної діяльності та симуляцій, що дають змогу учням якісно засвоїти абстрактні концепції та зрозуміти їхнє застосування в реальному світі. Уперше узагальнено шляхи внесення алгебри до складників STEAM та окреслено можливості розвитку навичок XXI століття на уроках через зміст предмета. Наведено приклади застосування STEAM-підходу під час вивчення деяких алгебраїчних тем, зокрема первісної та інтегралів на прикладі виконання практико-орієнтованих завдань.

Ключові слова: алгебра; критичне мислення; міжпредметні зв'язки; навички XXI століття; STEAM.

© Махровська Н. А., Погромська Г. С., Рогожинська Е. К., 2024

Вступ. Предмет математики у STEAM-навчанні є основою для вивчення природничо-математичних дисциплін. Він дає можливість формулювати теорії, розробляти моделі, аналізувати результати і застосовувати ці знання на практиці в технічних і наукових проєктах. Наприклад, у галузі технологій математика є ключовим елементом для розуміння алгоритмів і програмування; в інженерії вона уможливує розв'язання проблем, пов'язаних із конструкцією та проєктуванням; у мистецтві – створення пропорційних і гармонійних творів. Для розвитку математичних навичок за STEAM-технологіями дієвим є впровадження інтерактивних технологій у поєднанні з цифровими інструментами, які стимулюють розумову діяльність та розвивають логічне мислення. Зокрема використання математичних моделей і симуляцій у навчанні сприяє глибшому розумінню тих, хто навчається, концепцій та законів, а також демонструє здобувачам освіти варіанти її застосування в реальному світі. Важливим елементом є використання компетентнісних завдань, які пов'язані з практичними проблемами та викликами. Це підсилює розуміння теоретичних основ цієї науки, які учні можуть застосовувати для розв'язання різних задач.

Математичний розвиток за STEAM-технологіями є важливим аспектом навчання. Він дає змогу розвивати критичне та логічне мислення, розумову гнучкість. Використання інноваційних підходів і методів, зокрема таких, як ігри, інтерактивні моделі та дослідницькі проєкти, урахування вікових особливостей, рівня підготовки учнів під час навчання математики за STEAM-технологіями зробить освітній процес цікавим і більш захопливим. Зазначене вище сприяє розвитку не тільки математичних, а й інших важливих навичок, як-от: комунікація, колаборація, серед іншого і засобами ІКТ, креативність і критичне мислення, що є навичками

XXI століття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Для впровадження елементів STEAM-освіти в навчальний процес із математики вчителям потрібне глибоке розуміння її концепцій.

Унесок вітчизняних учених та практиків у розвиток та популяризацію STEAM-освіти розглянуто в роботі авторів (Погромська Г. С., Махровська Н. А., Рогожинська Е. К., 2024). Висвітлюють роль STEAM-освіти у формуванні креативності й інноваційного мислення здобувачів освіти О. М. Шевченко, Н. В. Андрущенко, Е. П. Сірик (Шевченко О. М., 2023). Автори узагальнили досвід впровадження STEAM в Україні та підкреслили її вплив на формування комплексних навичок здобувачів освіти, потрібних для розв'язання сучасних глобальних викликів.

Учителі мають різні ідеї щодо викладання дисциплін STEAM у рамках інтегрованого навчання, це сприяє також їхньому професійному розвитку і глибокому аналізу та відбору якісного, практико-орієнтованого навчального контенту. У дослідженні Е. Даре, К. Кератізамлуд, В. Гіватіг, Ф. Лі всі охоплені вчителі-учасники розглядають освіту STEAM з інтегративного погляду як таку, що розвиває навички XXI століття, використовуючи проблеми реального світу для мотивації учнів (Dare E. A., 2021).

Досліджує гармонійний зв'язок між STEM та навичками XXI століття, звертає увагу на формування ключових компетентностей у молодого покоління С. Кавак (Kavak Ş., 2023) і пропонує всебічний погляд на роль STEAM у забезпеченні учнів навичками, знаннями та здатністю до адаптації, необхідними для сучасного світу.

Сім найважливіших аспектів для забезпечення освітян цілісною STEAM-освітою виокремлено в іншому дослідженні (Johnson C. C., 2020):

1. Засвоєння змісту через активне

навчання та практику.

2. Інтеграція дисциплін.
3. Здатність інтерпретувати та передавати знання в різних контекстах.
4. Культивування дослідницького мислення.
5. Розвиток здатності до логічного мислення.
6. Акцент на командній роботі та спільному розв'язанні проблем.
7. Усвідомлене та відповідальне використання технологій.

Такі країни, як США, Велика Британія та Японія дослідили вплив STEAM на освіту, показавши не лише внутрішнє економічне зростання, а й поліпшення результатів глобальних академічних оцінювань, зокрема PISA. Як наслідок, багато країн наразі залучають концепцію STEAM у свої освітні стратегії, націлені на розвиток інновацій та навичок розв'язання проблем із раннього дитинства (Akgündüz & Ertepinar, 2015).

Постановка завдання. Метою статті є показати практику реалізації STEAM-підходу в освіті для розвитку навичок XXI століття, як-от: критичне мислення, креативність, співпраця та комунікація) під час вивчення предмета алгебра.

Відповідно до мети окреслено завдання:

1. Дослідити, як складники STEAM поєднуються в процесі навчання алгебри.
2. Визначити способи розвитку навичок XXI століття (критичне мислення, креативність, співпраця, розв'язання проблем) у процесі вивчення алгебри через STEAM.
3. Надати приклад упровадження STEAM-підходу на уроках алгебри.

Виклад основного матеріалу. STEM-освіта – це здатність перетворювати теоретичні знання, набуті з природничо-математичних дисциплін, у процесі практичного застосування технологій та інженерії. Її основним пріоритетом є аналіз і розв'язання проблем у повсякденному житті та розвиток нестандартного мислення з опертям на набуті знання, що дає

змогу поєднувати методи з інженерними навичками та комплексно застосовувати ці вміння для розв'язання практико-орієнтованих проблемних ситуацій. Цей процес не лише сприяє формуванню у здобувачів умінь досліджувати навчальні завдання, але й забезпечує глибше і триваліше розуміння дисциплін, які вони вивчають.

У 2017 році Міжнародне управління освіти ЮНЕСКО опублікувало звіт (Marope M., Griffin P., Gallagher 2017), у якому висвітлено сім затребуваних компетенцій, пов'язаних із «професіями майбутнього» та послуговуванням технологіями. Серед цих компетенцій можемо виокремити такі навички, як: інтерактивне використання інструментів і ресурсів, взаємодія з іншими (командна робота, переговори тощо) і те, як ми взаємодіємо з навколишнім світом. У цьому розрізі STEAM-завдання передбачають усебічний контекст, де учні можуть розвивати ці компетентності.

Філософія, що лежить в основі STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), виходить за рамки простої класифікації споріднених галузей. Це динамічна відповідь на потреби XXI століття для професій сучасного суспільства, що сприяє розвитку компетентностей у галузі природничих наук, техніки і технологій, які мають першочергове значення в сучасних галузях промисловості, а також у математичній.

За результатами проведеного аналізу міжнародного досвіду впровадження STEAM окреслимо основні моменти її застосування під час навчання алгебри.

1. Технологія STEAM дає можливість продемонструвати практичне застосування алгебраїчних конструкцій через участь у/в:

- проєктній діяльності: учні створюють власні проєкти, де математичні моделі використовують для дослідження життєвих проблем. Наприклад, розрахунок траєкторії польоту ракети або оптимізація виробництва;
- експериментах: алгебраїчні формули застосовують у процесі оброблення даних експериментів із фізики, хімії або біології;

- дослідженні симуляцій: комп'ютерні моделі візуалізують абстрактні математичні поняття та розглядають їх у динаміці.
2. Розвиток навичок XXI століття формується через:
- критичне мислення: учні навчаються аналізувати задачі, обирати відповідні математичні інструменти та інтерпретувати результати;
 - креативність: STEAM-підходи стимулюють учнів до пошуку нестандартних рішень та розроблення нових ідей;
 - командну роботу, оскільки спільна робота над проєктами зумовлює розвиток комунікативних навичок та вміння співпрацювати.
3. Підвищення мотивації відбувається

завдяки:

- активній участі та залучення учнів як активних учасників навчального процесу, а не пасивних спостерігачів;
- зв'язку алгебри з реальним життям у практико-орієнтованих завданнях;
- створенню ситуацій успіху під час виконання STEAM-проєктів.

Послугування STEAM під час навчання алгебри дає можливість продемонструвати практичне застосування цього предмета та міжпредметні зв'язки. Зазначене сприяє поглибленню розуміння абстрактних математичних концепцій. Опишемо деякі способи організації STEAM-навчання на уроках алгебри (див. Таблиця 1).

Таблиця 1.

Приклади міжпредметних зв'язків складників STEAM з алгеброю

Складники STEAM	Приклади міжпредметних зв'язків
Наука (Science)	<ul style="list-style-type: none"> • Розв'язування задач із фізики або біології та використання реальних наукових даних для побудови математичних моделей (наприклад, вивчення лінійних або квадратних рівнянь на прикладі падіння предметів або зростання популяцій). • Статистичний аналіз алгебраїчних функцій для аналізу реальних даних із географії, фізики (наприклад, спостереження за кліматичними змінами або вимірювання кислотності ґрунту)
Технології (Technology)	<ul style="list-style-type: none"> • Застосування програмного забезпечення для обчислень (GeoGebra або Wolfram Alpha), для візуалізації графіків функцій, розв'язування рівнянь та експериментування з параметрами • Використання основ програмування (Python або Scratch) дозволяє розробляти алгоритми для розв'язування алгебраїчних задач
Інженерія (Engineering)	<ul style="list-style-type: none"> • Реалізація проєктної діяльності пов'язує теми з курсу алгебри з такими реальними інженерними задачами, як розрахунки конструювання мостів, будівництво чи аналіз траєкторій. Наприклад, створення моделей та розрахунки для інженерних проєктів, використання лінійних та квадратичних рівнянь для аналізу міцності структур. • Алгебра необхідна для програмування роботів або створення моделей їхнього руху, де рівняння відображають швидкість, траєкторію та обмеження задля оптимізації

Мистецтво (Arts)	<ul style="list-style-type: none"> • Елементи алгебри виявляємо в мистецтві через симетрію, пропорції та фрактали. Наприклад, підбір функціональних залежностей для моделювання візерунків. • Моделювання 3D-фігур і вивчення пропорцій, перспективи та обчислення, необхідні для архітектури або дизайну
---------------------	---

Застосування STEAM під час навчання алгебри стимулює критичне мислення, розв'язання проблем та креативність. Вони дають змогу учням зрозуміти, як абстрактні концепції можна застосовувати в реальному житті для формування навичок XXI століття.

STEAM-підхід зумовлює розвиток цілої низки важливих навичок XXI століття, за умови застосування розвиваються навички *критичного мислення і розв'язання проблем* під час аналізу математичних завдань, виявлення закономірностей та віднайдення рішень. Через STEAM-проекти учні навчаються знаходити зв'язки між математичними теоріями та реальними проблемами і виконувати завдання, пов'язані з оптимізацією ресурсів у проекті з робототехніки або розрахунками для архітектурного проекту. Водночас розвивається *творче мислення*. Учні не просто вивчають формули, а й відшукують творчі способи застосування математичних концепцій для розв'язування нестандартних задач. Наприклад, створюючи інтерактивні моделі графіків або дизайн об'єктів із використанням математичних принципів.

Під час роботи над проектами розвивається *співпраця і робота в команді*, адже учні вчать обговорювати ідеї, розподіляти обов'язки та об'єднувати свої знання. На уроках алгебри варто використовувати різні цифрові технології, зокрема спеціалізовані програми для розв'язування рівнянь, графічних калькуляторів або симуляцій, що допомагає здобувачам освіти розвивати *цифрові навички*. Алгебра у STEAM часто поєднується з програмуванням та іншими технічними аспектами. Вагоме місце серед навичок XXI століття належить умінню *комунікувати*. Учнів потрібно вчити пояснювати свої математичні ідеї та рішення, використовуючи математичну мову, що сприяє формуванню навичок спілкування.

STEAM-завдання потребують самостійного пошуку інформації та варіативності, що розвиває *самостійність і відповідальність за навчання, а також адаптивність і гнучкість*. STEAM-підхід робить навчання математики більш захопливим та інтерактивним і допомагає школярам глибше розуміти її важливість та корисність у житті.

Під час планування STEM-орієнтованих уроків та заходів вагомим аспектом є відповідна підготовка вчителя, адже він повинен володіти не тільки знаннями з математики, але й основами інших природничих наук та технологій і виробити спільні підходи до критеріїв реалізації та вимог до проекту. Серед іншого важливо дбати про створення навчального середовища із гарантуванням доступу до необхідного обладнання та програмного забезпечення для практичного застосування набутих навичок. Також важливо враховувати рівень підготовки учнів та їхні інтереси та здібності в ході обирання та розроблення STEM-проектів.

До прикладу, як показали результати ЗНО з математики у 2023, 2024 роках, із питанням обчислення інтегралу впоралися лише 8,6 % випускників (рис. 1, 2), що свідчить про низький рівень навичок володіння зазначеною темою.

Автори розвідки пропонують приклад упровадження STEAM-підходу під час вивчення в курсі алгебри 11 класу теми «Первісна та визначений інтеграл». Для здобувачів освіти тема заняття сформульована як «STEM-археологія: Розкопки скарбів площі під кривою». *Навчальна мета (з програми)*: повторення та узагальнення практичних навичок із теми «Первісна та визначений інтеграл». *STEAM-мета*: вивчення історичної спадщини Миколаївщини на прикладі археологічних знахідок із позицій їхньої належності до математичного апарату (функція, фігура, символи, площа тощо).

12. Матеріальна точка рухається прямолінійно за законом $x(t) = 6t^2$, де $x(t)$ – координата точки, t – час. За якою формулою визначають швидкість $v(t)$ цієї матеріальної точки в будь-який момент часу t ?

- А $v(t) = 6t$
- Б $v(t) = 12t$
- В $v(t) = 2t^3$
- Г $v(t) = 6t^3$
- Д $v(t) = 3t$

Ключ	Відповіді учасників (%)					Не виконали завдання (%)	Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	А	Б	В	Г	Д				
Б	18,8	42,8	13,0	13,9	11,3	0,2	42,8	36,7	0,3

Рис. 1. Приклад психометричної характеристики завдань сертифікаційної роботи НМТ з математики – 2023 (с. 39).

Джерело: Офіційний звіт, 2023

19. Обчисліть інтеграл $\int_3^5 \frac{x^2 + 2x + 1}{x + 1} dx$.

Відповідь	Розподіл учасників (%) за кількістю набраних балів		Складність (P-value)	Дискримінація (D-index)	Кореляція (Rit)
	0	2			
10	91,4	8,6	8,6	25,5	0,5

Рис. 2. Приклад психометричної характеристики завдань сертифікаційної роботи НМТ з математики – 2024 (с. 40).

Джерело: Офіційний звіт, 2023

Згідно з наданими рекомендаціями щодо створення ефективного STEM-уроку (Погромська Г. С., Махровська Н. А., Рогожинська Е. К., 2024), наведемо приклади фрагментів заняття.

1. Залучення учнів до розв’язання практико-орієнтованих проблем та ситуацій.

STEAM-заняття побудовано в розрізі залучення учнів до ролі археологів-математиків-мистецтвознавців, які відправляються в експедицію на рідну Миколаївщину (точніше до міста Миколаєва), де, за легендою, прихований скарб давніх математичних знань (рис. 3).

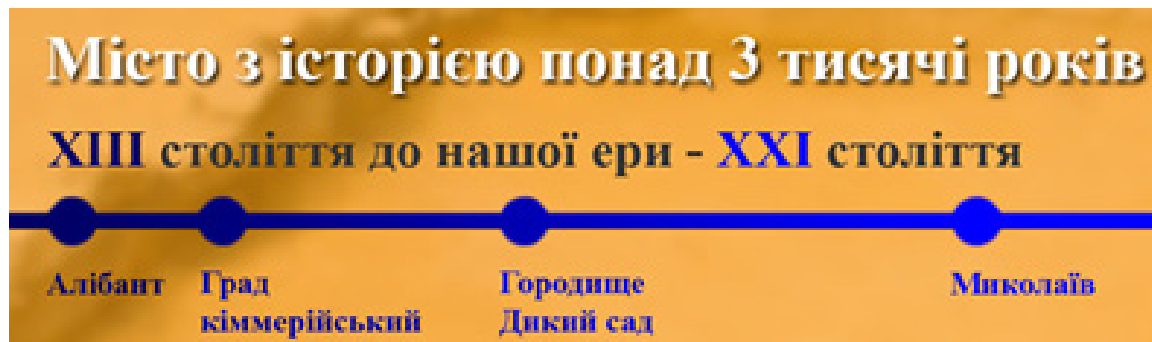


Рис. 3. Часова шкала історії м. Миколаєва.

Джерело: авторський варіант

Для повторення та узагальнення знань із теми учням запропоновано пройти три етапи:

- Знайти фрагменти: для повторення основних понять первісної та інтеграла, їхнє значення та властивостей (алгебра).
- Вивчити артефакти: дослідити різні типи первісних та інтегралів, таких, як невизначені, визначені, табличні та ін. (історія).
- Проаналізувати знахідки: звернути увагу на зв'язок між первісною та

інтегралом та виконати відповідні завдання з ними (мистецтво, археологія).

Проблемне питання (вступ до теми): Знайдіть зв'язок між пошуком археологічних знахідок та обчисленням інтеграла? Пропонувалося завдання для аналізу знахідок артефактів задля наближення до розгадки, адже під час розкопок учні «натрапили» на різні артефакти та дивні символи, висічені на знайдених шматочках (рис. 4).

Проаналізуємо знахідки

Функція f	Первісна функції f	Функція f	Первісна функції f	Функція f	Первісна функції f
k (стала)	kx	$\frac{1}{x}$	$\ln x $	$\sin x$	$-\cos x$
$x^n, n \neq -1$	$\frac{x^{n+1}}{n+1}$			$\cos x$	$\sin x$

До кожної функції (1 – 3) доберіть відповідну первісну (А – Д)

Функція	Первісна
1 $f(x) = x$	А 1
2 $f(x) = \cos x$	Б $-\cos x$
3 $f(x) = \frac{1}{x}$	В $\ln x $
	Г $\frac{x^2}{2}$
	Д $\sin x$



Рис. 4. Розшифровуємо символи.

Джерело: авторський варіант

Наведемо фрагмент пропонованого змісту заняття:

«Наступний етап нашої археологічної експедиції – розшифрування загадкових знаків, символів, формул.

- Вивчимо символи: опануємо математичні знання та техніки, необхідні для роботи з первісною та інтегралом.
- З'єднаємо фрагменти: відшукаємо закономірності та зв'язки між різними типами первісних та

інтегралів.

- Розгадуємо таємницю: як первісна та інтеграл використовуються для розв'язування задач у різних галузях, таких, як фізика, інженерія, економіка та інші.

Це подібно до того, як ми вимірюємо площу під кривою, графіком якої є похідна. Інтеграл – це математичне поняття, що використовуємо для обчислення суми нескінченної кількості малих елементів, які становлять загальну картину.

Уявіть собі, що ви хочете знайти площу фігури, обмеженої кривою лінією. Замість того, щоб вручну вимірювати кожен шматочок площі, можна розбити фігуру на нескінченно малі смуги, розрахувати площу кожної смуги та підсумувати їх. Цей процес називаємо інтегруванням.

2. Формулювання критеріїв або

надання шаблонів до завдань, які виконують учні. Наприклад, виконуючи різні завдання протягом заняття, учасники знаходили фрагменти стародавнього манускрипту, щоб дешифрувати приховану таємницю (рис. 5). Заздалегідь учасникам надано таблицю для розгадування отриманих кодів.

Дешифрування

Код	Літера
103	g
69	E
110	n
116	t
33	!
65	A
78	N
84	T

Tangent!

Рис. 5. Результат дешифрування

Джерело: авторський варіант

3. Сприяння командній роботі.

Усі STEAM-заняття проводили на основі онлайн-сервісу Kahoot! (див. гру-дослідження у відеозаписі заняття за покликанням <https://youtu.be/rfGSG57Gtc4>).



Це надає заняттю інтерактивності та збільшує інтерес для подальшого руху. Наявний змагальний ефект, але насамперед учні перемагають власні виклики і вдосконалюють уміння та навички.

Наголосимо на важливості якісного візуального супроводу завдань. Нагадаємо про можливість функцій штучного інтелек-

ту у створенні такого дидактичного матеріалу (див. рисунок 4).

Креативне представлення матеріалу в поєднанні з практико-орієнтованим змістом підвищують інтерес та мотивацію до опанування змісту предмета. Цікава фабула є вагомим частиним, що супроводжує візуалізацію і сприяє усвідомленому навчанню.

Наприклад, використання історично-довідкового матеріалу: «Сьогодні ми ведемо розкопки в стародавньому городищі «Дикий сад» у місті Миколаєві. Легенди свідчать, що десь тут захований дорогоцінний скарб-артефакт, який має надзвичайну силу. Ми вивчаємо символи і розуміємо, що він описує математичну функцію – похідну. Визначивши загальний вид первісних цієї функції, ви зможете розгадати таємницю символу та знайти шлях до скарбу (див. рис. 6). На фото представлено кремнієвий серп, знайдений у «Дикому саду» у 2020 році».

Розгадуємо таємниці

Визначте загальний вигляд первісних функції

$f(x) = 4x - \frac{3}{\cos^2 x}$

(F + G – первісна для f + g)



Функція f	Первісна функції f
$x^n, n \neq -1$	$\frac{x^{n+1}}{n+1}$
$\frac{1}{\cos^2 x}$	$\operatorname{tg} x$

А	Б	В
$F(x) = 2x^2 - 3 \operatorname{tg} x + C$	$F(x) = 4x^2 - 3 \operatorname{tg} x + C$	$F(x) = 2x^2 + 3 \operatorname{tg} x + C$
Г		Д
$F(x) = x^2 - 3 \operatorname{tg} x + C$		$F(x) = 2x^2 - \frac{3}{\operatorname{tg} x} + C$

Рис. 6. Розгадуємо таємниці

Джерело: авторський варіант

4. Занурення учнів у практичне та відкрите дослідження.

Важливим елементом будь-якого STEAM-заняття є використання актуальних матеріалів із теми, розгляд наукових фактів, обґрунтованих та доведених коректних відомостей.

Наприклад: Розкопуючи городище «Дикий сад», можемо знайти багато чудернацьких вигинів стародавньої забудови, а також знахідки можуть стосуватися дивовижних фрагментів, із яких складається розуміння побуту та життя наших предків. Зазвичай, такі артефакти мають нерівні форми, площі яких нам потрібно відшукати. Такі форми в математиці часто мають назву «криволінійна трапеція». І саме такі площі потрібно шукати археологам для розуміння цінності та історичної ваги знайдених експонатів. Застосовуючи математичні знання, ми допомагаємо археологічній науці в реконструкції історичних об'єктів.

5. Рефлексія власної діяльності.

Рефлексія є невід'ємним завершальним елементом сучасного уроку / заняття. У рамках заняття запропоновано оцінити себе за п'ятибальною шкалою – графічно дати відповідь на питання: «Наскільки повною і цілісною є ваша амфора знань із теми «Первісна та інтеграл»?».

Історична довідка для рефлексії. А тим часом представлені амфори були знайдені саме на городищі «Дикий сад» і відновлені. Знахідки свідчать про досить високий рівень розвитку поселення. На думку археологів, мешканці городища могли вести торгівлю з Малою Азією і Балканами, із Прибалтикою і Трансильванією, а через них і з Британськими островами. У 2008 році археологи знайшли великий історичний скарб – колекцію бронзових предметів: десяток сокирок для обробки дерева, наконечник для дротика та ніж-пилку.

Рефлексія

Керамічний посуд городища «Дикий сад»



Рис. 7. Приклад онлайн-дошки для рефлексії

Джерело: авторський варіант

Доповнюючи вище описане, додамо, що впровадження STEAM у навчання алгебри відкриває значні перспективи для вдосконалення методики її викладання, оскільки це виходить за рамки традиційного підходу до вивчення математики та робить цей предмет прикладним, актуальним та міждисциплінарним.

Практичне значення. Описане заняття як частина відкритого онлайн-курсу «Експрес-математика для випускників – 2024» було проведено для випускників ЗЗСО м. Николаєва та Николаївської області та вчителів у рамках проєкту «Упровадження STEM-освіти в освітній процес із математики», у рамках фестивалю «STEM-весна – 2024» (відділ STEM-освіти ІМЗО) та за ініціативи кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ Николаївського ОШПО (22–27 квітня 2024 року). Відеозапис до-

ступний за покликанням (<https://youtu.be/rfGSG57Gtc4>).

Висновки та перспективи досліджень.

Висновуємо, що STEAM упроваджується в навчання алгебри через практичне застосування математичних концепцій у життєвих ситуаціях. Поєднання STEAM-дисциплін сприяє глибшому розумінню практичного застосування алгебри, а використання сучасних інноваційних технологій надає можливості для візуалізації та створення моделей. За підсумками дослідження окреслено ключові моменти реалізації STEAM-підходу під час вивчення предмета.

Зазначене потребує нових підходів до оцінювання, де акцент робиться на сформованості компетентностей та наскрізних умінь. Звернено увагу, що у процесі навчання алгебри через STEAM активно

розвивають навички XXI століття: критичне мислення, креативність, співпрацю, розв'язання проблем та інші. STEAM дає учням можливість заздалегідь готуватися до вимог ринку праці, де важливим є вміння поєднувати технічні знання з творчістю та здатністю адаптуватися до швидких змін. Це означає, що в майбутньому математика стане однією з основ для розвитку професійних навичок, важливих у нових і швидкозмінюваних галузях.

У розвідці надано фрагменти занять із тем «Похідна та дослідження функцій» і «Первісна та визначений інтеграл» для прикладу міжпредметних зв'язків дисциплін STEAM, де учні виконували роль дешифрувальників та археологів-матема-

тиків. Цей підхід містить історичний контекст, використання сучасних технологій, інтерактивних способів комунікації та сприяє розвитку пізнавального інтересу до змісту курсу алгебри.

Перспективність досліджень полягає в розробленні STEM-уроків / занять з урахуванням інтеграції навчальних дисциплін та принципів активного навчання, де учні не лише засвоюють алгебраїчні теорії і формули, але й беруть участь у створенні нових математичних моделей та досліджень. Зазначене сприятиме формуванню нового покоління інноваторів, які здатні думати широко і діяти комплексно.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Офіційний звіт про результати НМТ у 2023 році . Том II [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/08/ZVIT-NMT_2023-Tom_2.pdf. – С. 39.
2. Офіційний звіт про результати НМТ у 2024 році. Том II [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/Zvit-NMT_2024-Tom_2_red.pdf. – С. 40
3. Погромська Г. С. Формування пізнавальної мотивації учнів засобами STEAM-освіти під час навчання геометрії / Г. С. Погромська, Н. А. Махровська, Е. К. Рогожинська // Вересень. – 2024. – № 3 (102). – С. 46–59.
4. Шевченко О. М. Роль STEAM-освіти у формування креативності й інноваційного мислення здобувачів освіти / О. М. Шевченко, Н. В. Андрущенко, Е. П. Сірик // Наукові інновації і передові технології. – 2023. – № 7. – 486–494.
5. Akgündüz D., Ertepinar H. STEM Eğitimi ve Türkiye Raporu. İstanbul: Scala Basım. – 2015. – 35 p.
6. Dare E. A., Keratithamkul K., Hiwatig B. M., Li F. Beyond Content: The Role of STEM Disciplines, Real-World Problems, 21st Century Skills, and STEM Careers within Science Teachers' Conceptions of Integrated STEM Education // Educ. Sci. – 2021. – 11. – P. 737. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11110737>
7. Johnson C. C., Mohr-Schroeder M. J., Moore T. J., English L. D. Handbook of Research on STEM Education. Routledge, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4324/978042902138>
8. Kavak Ş. The Evolution and Global Significance of STEM Education in The 21st Century // The Journal of International Scientific Researches. – 2023. – № 8(3). – P. 410–415. DOI: <https://doi.org/10.23834/isrjournal.1342255>.
9. Marope M., Griffin P., Gallagher C. Future Competences and the Future of Curriculum A Global Reference for Curricula Transformation. UNESCO-IBE, 2017. – 59 p.

**TEACHING ALGEBRA THROUGH STEAM:
A PATH TO DEVELOPING 21ST-CENTURY SKILLS**

Makhrovska Natalia,

*PhD in Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor of the Department of Theory and Methods
of Natural-Mathematical Education and Information Technology
Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute
4-a, Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine
natalya.makhrovska@moippo.mk.ua*

Pohromska Hanna,

*PhD in Physical and Mathematical Sciences, Docent,
Associate Professor of the Department of Theory and Methods
of Natural-Mathematical Education and Information Technology
Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute
4-a, Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine
hanna.pohromska@moippo.mk.ua*

Rohozhynska Elina,

*Methodologist of the Department of Theory and Methods
of Natural-Mathematical Education and Information Technology
Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute
4-a, Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine
elina.rohozhynska@moippo.mk.ua*

The article is devoted to implementing STEAM methods in the teaching of algebra. It promotes the development of 21st-century skills, such as critical thinking, creativity, collaboration, and problem-solving. International experiences with STEAM integration in education demonstrating successful practices in using interactive methods and digital tools for teaching algebra are analyzed. Emphasis is placed on interdisciplinary connections and the development of complex competencies in students. The importance of using mathematical models, project-based activities, and simulations, which help students better understand abstract concepts and apply them in real-world contexts, is highlighted.

For the first time, approaches to incorporating algebra into the components of STEAM are summarized, and the potential for developing 21st-century skills through the subject's content is outlined. An important focus is the teacher's role in creating an interactive learning environment that considers students' interests and skill levels. To achieve this, teachers must possess knowledge not only in mathematics but also in other STEAM disciplines and be well-versed in modern pedagogical technologies and approaches. Teachers must be able to adapt tasks to students' proficiency levels, consider their interests and abilities, and use an interdisciplinary approach to deepen the educational experience. Real-life examples, historical facts, and scientific experiments add valuable context to lessons, motivating students to engage actively in learning.

Examples of applying the STEAM approach in algebra topics, such as primitives and integrals, are provided through practice-oriented problem-solving tasks. The article also includes class examples where students, acting as research mathematicians, solve problems involving integral calculations and function analysis, fostering creative and analytical skills. The STEAM approach is geared towards training a new generation of innovators capable of combining technical knowledge with creativity and adaptability in a rapidly changing world.

Keywords: algebra; critical thinking; interdisciplinary connections; 21st-century skills; STEAM.

REFERENCES

1. Akgündüz, D., Ertepinar, H. (2015). STEM Eğitimi ve Türkiye Raporu. İstanbul: Scala Basım, 2015, 35 (eng).
2. Dare, E. A., Keratithamkul, K., Hiwatig, B. M. & Li, F. (2021). Beyond Content: The Role of STEM Disciplines, Real-World Problems, 21st Century Skills, and STEM Careers within Science Teachers' Conceptions of Integrated STEM Education, 11, 737. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11110737> (eng).
3. Johnson, C. C., Mohr-Schroeder, M. J., Moore, T. J. & English, L. D. (2020). Handbook of Research on STEM Education. Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/978042902138> (eng).
4. Kavak, Ş. (2023). The Evolution and Global Significance of STEM Education in The 21st Century. The Journal of International Scientific Researches. 8(3), 410–415. DOI: <https://doi.org/10.23834/isrjournal.1342255> (eng).
5. Marope, M., Griffin, P. & Gallagher, C. (2017). Future Competences and the Future of Curriculum A Global Reference for Curricula Transformation, UNESCO-IBE, 59 (eng).
6. Ofitsiinyi zvit pro rezultaty NMT u 2023 rotsi. Tom II (2023). [Official report on NMT results in 2024. Volume II] [Elektronnyi resurs]. Retrieved from: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/08/ZVIT-NMT_2023-Tom_2.pdf, 39 (ukr).
7. Ofitsiinyi zvit pro rezultaty NMT u 2023 rotsi. Tom II (2024). [Official report on NMT results in 2024. Volume II] [Elektronnyi resurs]. Retrieved from: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/08/ZVIT-NMT_2023-Tom_2.pdf, 40 (ukr).
8. Pohromska, H. S., Makhrovska, N. A. & Rohozhynska E. K. (2024). Formuvannia piznavalnoi motyvatsii uchniv zasobamy STEAM-osvity pid chas navchannia heometrii [Formation of students' cognitive motivation by means of STEAM education during geometry education]. *Veresen*, 3 (102), 46–59. DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2024.05> (ukr).
9. Shevchenko, O. M. (2023). Rol STEAM-osvity u formuvannia kreatyvnosti y innovatsiinoho myslennia zdobuvachiv osvity [The role of STEAM education in the formation of creativity and innovative thinking of students]. *Naukovi innovatsii i peredovi tekhnolohii*, 2023, 7, 486–494 (ukr).

Стаття надійшла до редакції: 05.10.2024

Прийнята до друку: 27.11.2024