

УДК 37.091.3:[37.016:514]

DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2024.05>

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

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@moipro.mk.ua

ФОРМУВАННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ МОТИВАЦІЇ УЧНІВ ЗАСОБАМИ STEAM-ОСВІТИ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРІЇ

У науково-методичній статті досліджено роль епістемологічних переконань учнів у контексті сучасної STEAM-освіти та зазначено їхню важливість для ефективного навчання. Метою дослідження є аналіз значення STEAM-навчання в сучасній підготовці учнів, а також виявлення зв'язку між епістемологічними переконаннями та мотивацією до навчання під час упровадження STEAM. У роботі підкреслено важливість розвитку в здобувачів освіти емпатії та здатності співпрацювати, а також значущість формування компетенцій для розв'язання реальних проблем, що досягається засобами STEAM-освіти.

У розвідці запропоновано приклад здійснення STEAM-підходу під час вивчення геометрії в 10 класі на тему «Координати та вектори. Рівняння кола». Визначено, що ефективності формування епістемологічних переконань здобувачів освіти сприяє

упровадження STEAM-підходу в навчальний процес, оскільки він задіює мотивацію і продукує ціннісне ставлення до навчання.

Ключові слова: геометрія; епістемологія; інтеграція; критичне мислення; компетентнісні завдання; наскрізні вміння; синергія; STEAM.

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

Вступ. Останніми роками STEAM-освіта інтегрує компоненти різних дисциплін та галузей (наука, технології, інженерія, математика, мистецтво) для якомога ефективнішої реалізації процесу викладання і навчання. Її значення полягає в здатності задовольняти швидкозмінливі потреби учнів, роботодавців та суспільства через інтеграцію предметів природничо-математичного циклу.

Ставлення учнів до STEAM-освіти відіграє вирішальну роль у їхньому залученні та успіху в природничих, технологічних, інженерних та математичних дисциплінах. Формування позитивного ставлення підвищує мотивацію та якість навченості в цих затребуваних галузях. Методика активного викладання природничо-математичних дисциплін сприяє поліпшенню ставлення учнів до розуміння та застосування знань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для України концепція STEAM-освіти визначена на державному рівні, реалізуючись у STEAM-лабораторіях та віртуальних STEAM-центрах. У «Методичних рекомендаціях щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році» (2023) зазначено, що одним із ключових компонентів формування змісту STEAM-освіти є передача знань, яка забезпечує інтеграцію наукових досягнень в освітній процес.

Теоретико-методологічні основи розвитку STEAM-освіти розглядають учені О. В. Коршунова, Н. В. Морзе, І. М. Савченко, І. А. Сліпухіна, В. В. Черноморець та інші, аналізують науково-педагогічний досвід запровадження ідей STEAM, а також досліджують особливості підготовки вчителів у цій сфері. Проблеми інноваційного, науково-дослідного мислення педагога та

учня, що є основою STEAM-освіти, висвітлено у працях науковців В. Ю. Величко, С. А. Гальченко, О. Б. Комова, Л. Г. Ніколенко, О. М. Спірін та інших.

Значення метапредметного підходу в освітньому процесі як методу запровадження основ STEM-освіти розкрила в дослідженні Л. О. Клименко (Клименко Л. О., 2016).

Проблемі використання концепції BYOD як інструмента реалізації STEAM-освіти присвячено статтю В. М. Андрієвської та Л. І. Білоусової. Спираючись на її основну ідею виокремлено переваги, уточнено способи реалізації STEAM-освіти в шкільній практиці (STEAM-проєкт, STEAM-урок, мейкер-простір) (Андрієвська В. М., Білоусова Л. І., 2017).

Природу STEM, зокрема його міждисциплінарний характер, описують автори статті в роботі (Погромська Г. С., Махровська Н. А., Рогожинська Е. К., 2022), де запропоновано бачення STEM-підходу через дві компоненти: інтеграцію предметного змісту з акцентом на математиці та реалізацію проєктного підходу. Приділено увагу наявним практичним напрацюванням авторів щодо релевантності математичної освіти в контексті синергії STEAM, зокрема формам організації навчальної діяльності та типам навчальних завдань.

На запровадження інтегрованої STEAM-освіти в освітній процес суттєво впливає ставлення вчителів до такого його виду. Формування позитивної позиції є вирішальним і початковим фундаментом для розширення знань про STEAM-освіту та її застосування в навчанні.

У роботі О. В. Ліскович підкреслено важливість підвищення рівня професійної компетентності вчителів в розрізі STEAM-освіти для ефективного запрова-

дження нових методик і програм в навчальний процес (Ліскович О. В., 2023). Звернемо увагу на важливу роль учителів математики, які можуть поступово підготувати учнів до виконання як творчих завдань, так і розв'язання життєвих проблем, а також навчити школярів ефективно працювати над дослідженнями в галузі STEAM.

За дослідженням Т. Робертс, упровадження якісної STEM-освіти сприяє кращому розумінню математики та формуванню позитивного ставлення до неї (Roberts T., 2022).

У дослідженні Г. Дост (Dost G., 2024) зазначено, що концепція належності до STEAM розвивається в результаті взаємодії між собою та іншими через спільну ідею та інтерес до галузей STEAM. Внутрішня мотивація та індивідуальні потреби до вивчення дисциплін природничо-математичного циклу (наприклад, стійкість, віра у свої здібності, допитливість тощо), соціальні детермінанти (наприклад, отримання належної підтримки від членів STEAM-спільноти, соціальний капітал та згуртованість тощо) також відіграють значну роль у формуванні потреби належності до STEAM.

Однак практичні аспекти з погляду формування епістемологічних переконань здобувачів освіти через STEAM-навчання потребують додаткових досліджень і наукових розробок.

Визначення мети і завдань. Метою статті є висвітлення ролі епістемологічних переконань здобувачів освіти як невід'ємної компоненти сучасного STEM-навчання.

Відповідно до мети окреслено **завдання:**

1. Проаналізувати значення STEAM-навчання в сучасній підготовці здобувачів освіти.
2. Показати зв'язок між епістемологічними переконаннями здобувачів освіти та мотивацією навчання під час реалізації STEAM-навчання.
3. Надати приклад упровадження STEAM-підходу під час вивчення геометрії.

Виклад основного матеріалу. Навчання та дослідження STEAM є обов'язковими для суспільного розвитку. Вони відіграють вирішальну роль в економічному та соціальному прогресі, є життєво важливими для розроблення соціально-відповідальних та екологічно стійких рішень, а також для розв'язання широкого спектра соціальних питань. Окрім майстерності та вміння застосовувати технічні знання STEAM, учням також необхідно прищепити емпатію, турботу та співчуття (Canney N., Bielefeldt A., 2015; Gunckel K. L., Tolbert S. 2018; Hess J., Sprowl J. E., Pan R., Dyehouse M., Wachter Morris C. A., Strobel J., 2012; Huang B., Jong M.S.-Y., King R. B., Chai C.-S., Jiang M.Y.-C., 2022). Інтеграція громадських і соціальних цілей може стати метою для учнів мотивовано вивчати STEAM.

Ідеться не тільки про науку, технологію, інженерію, математику та мистецтво, а й про вміння комунікувати, співпрацювати, знаходити спільні рішення та ідеї. Адже у сферах STEAM важливим є надання учням можливостей працювати в команді та допомагати іншим, спираючись на спільні інтереси та потреби. Уважаємо, що ці галузі сумісні з навчанням емпатії та іншим соціально-емоційним навичкам, і це може підвищити рівень зацікавленості учнів і усвідомлення цінності STEAM та його значення. Застосування знання STEAM для розроблення рішень і створення значущих інновацій тісно пов'язано з розумінням потреб людей. Наприклад, інженери під час розв'язання проблеми та пропонування можливих рішень мають урахувати різні погляди людей, на яких їхні проєкти можуть вплинути. Емпатія учнів у дизайнерському мисленні сприятиме збільшенню їхньої обізнаності та уважності до людських проблем або завдань, що сприятиме ефективній діяльності.

Навчання STEAM пов'язано з розвитком навичок успішного спілкування та розв'язання проблем, а також із креативним мисленням, співпрацею, наполегливістю та кар'єрними інтересами в цих галузях. Іншими словами, це можливість здобу-

вачів освіти не лише оволодіти технічними та природничо-математичними дисциплінами, але й працювати над реальними життєвими задачами, підпорядкованими спільній меті. Учні мають використовувати свої знання STEAM для розв'язання практичних проблем, які виникають у школі та поза її межами.

Уважаємо, що вчителі зацікавлені у створенні чинників, які могли б сприяти наполегливості навчання учнів у цьому контексті. Наполегливість – це постійне ефективне прагнення зі здатністю долати зовнішні та внутрішні перешкоди для досягнення мети (Палій А. А., 2010). Ця важлива схильність учнів до процесу розв'язання проблем і загальна риса людини, зосередженої на навчанні та майстерності, характеризується безперервністю, сфокусованістю та може бути довготривалою. Розуміння аспектів, що можуть уплинути на наполегливість учнів у цьому навчальному контексті, може бути корисним для розроблення ефективних способів інтеграції спільних цілей в освіту STEAM. Серед таких факторів емпатія, про що зазначено вище.

Математика є основою інтеграції науки, технологій, інженерії, мистецтва та математики (STEAM) (Roberts T., Maiorca C., Jackson C., Mohr-Schroeder M., 2022). Постановка і розв'язання практичних проблем лежить в основі STEAM-освіти. Саме так визначають автори STEAM-підхід за чотирма аспектами:

1. Використання критичного та творчого мислення.
2. Співпраця та використання відповідних інструментів.
3. Презентація результатів на основі даних та доведень.
4. Практичне застосування в системах реального світу.

Таким чином, STEAM-освіта сприяє розв'язанню практичних задач та проблем. Дослідження про вплив мотиваційних та епістемологічних переконань учнів і стратегій саморегульованого навчання на ефективність реалізації STEAM-осві-

ти проведено в роботі А. Бібі, С. Акхтар, С. Ахмеда (Bibi A., Saira Akhtar, Sadaf Zamir Ahmed. 2024). У результаті визначено, що навчальні стратегії учнів та їхні цінності відіграють важливу роль у їхньому залученні та розв'язанні проблемних питань та виконанні практичних завдань.

Алгоритм розв'язання проблем адаптується до виконання різних завдань і формулювання аспектів одного і того ж явища з погляду різних дисциплін (наприклад, із природничих наук в інженерію). Тому є нагальна потреба інтегрувати загальну здатність розв'язувати проблеми в систему шкільної освіти, оскільки практичні задачі викликають труднощі в учнів. Зазначимо, що особисті переконання учнів та їхні загальнонавчальні навички відіграють значну роль у підвищенні їхньої здатності досліджувати практичні проблеми та робити висновки.

Під час критичного аналізу навчального матеріалу залежно від віку учнів використовують різні підходи, зокрема і графічні, числові, алгебраїчні, технологічні та орієнтовані на дослідження. У початковій школі розв'язування задач здебільшого здійснюють за першими двома підходами. Однак лише запам'ятовування кроків або процесів недостатньо для ефективного навчання. З огляду на це в освітній процес середньої та старшої шкіл до практики простих дій додають весь зазначений спектр підходів. Важливо водночас із практичними методами залучати фактор усвідомлених переконань, що сприяють розв'язанню проблем. Ґрунтовне ознайомлення з контекстом також є ефективним додатковим елементом у виконанні завдань.

Як відомо, упровадити STEAM-освіту в освітній процес можна різними способами: 1) STEAM-проект, 2) STEAM-урок та 3) мейкер-простір (Андрієвська В. М., 2017). Перший ґрунтується на реальних проблемах та інтегрує знання з різних дисциплін. Результати репрезентують та обговорюють, що підсилює розуміння та усвідомлення проблеми. STEAM-уроки мають жорсткий таймінг та обмежену кількість

інтегрованих дисциплін. У мейкер-просторі учні можуть розвинути свої здібності, виявити обдарованість або талант у конкретній діяльності, реалізувати свій творчий потенціал, комунікувати з однодумцями, випробувати власні сили та можливості й утілити свої ідеї в продукт. Такий простір може бути оснащений специфічним обладнанням (інструменти для роботи з різними матеріалами, токарне та швейне обладнання, 3D-принтери, набори LEGO тощо). Під час роботи учнів в описаному середовищі виникають ідеї для реалізації в STEAM-проекті або на STEAM-уроці.

У контексті математичної шкільної освіти виокремлюють дисципліни: математика, алгебра та геометрія. Остання особливо вимагає від учнів розуміння та маніпуляції абстрактними поняттями та фігурами, що може бути складним для багатьох із них, особливо без належної візуалізації. Учні здебільшого не простежують практичної цінності геометрії у своєму повсякденному житті, що знижує їхню мотивацію до вивчення предмета. Це відбувається через недостатню кількість практичних завдань під час його вивчення.

Між тим, вивчення планіметрії та стереометрії значно підвищує рівень критичного мислення в учнів та стимулює аналітичне, логічне та креативне мислення. На уроках геометрії:

1. Розвивають уміння працювати з площинними та просторовими образами, що є важливим аспектом критичного мислення. Учні навчаються уявляти об'єкти та їхні властивості, аналізувати форму і структуру.
2. Через доведення теорем і властивостей формують уміння наводити логічні аргументи під час комунікування. Учні вдосконалюють уміння формулювати свої думки, використовувати аргументи для підтримки своїх ідей.
3. Школярі аналізують та синтезують, абстрагуючись від конкрет-

них прикладів і створюючи моделі, що можна застосувати до різних ситуацій. Це дає змогу розвивати здатність бачити загальні принципи та закономірності.

4. Використовують геометричні концепції в різних галузях, таких, як: архітектура, інженерія, мистецтво, що сприяє формуванню в учнів розуміння того, як теоретичні знання можуть бути застосовані на практиці, і розвиває здатність критично оцінювати інформацію.

Інтеграція STEAM-підходів у навчання геометрії дає змогу продемонструвати її широку застосовність у житті, що підвищує інтерес та мотивацію до її вивчення, сприяє розвиткові навичок розв'язання практичних проблем і креативного підходу до навчання. Через геометрію у STEAM-освіті учні простежують взаємозв'язки між різними дисциплінами, що готує їх до викликів сучасного світу, зокрема:

1. Може бути основою для створення проєктів, які вимагають інтеграції знань із різних STEAM-дисциплін. Наприклад, учні можуть розробляти моделі будівель, мостів або транспортних засобів, застосовуючи геометричні принципи для розрахунку форм та структур.
2. Відіграє ключову роль у комп'ютерному моделюванні та графіці.
3. Є основою багатьох інженерних концепцій, зокрема таких, як дизайн та оптимізація. Учні можуть вивчати, як геометричні форми застосовують для поліпшення ефективності та стійкості конструкцій, що є критично важливим в інженерії.
4. Озброює принципами, які можуть бути використані для розроблення експериментів та аналізу даних, наприклад, під час дослідження оптичних властивостей різних форм або вивчення геометричних

моделей у курсі фізики.

Докладні рекомендації для підготовки до компетентісно-діяльнісного уроку зі складання технологічної карти запропоновано в розвідці «Технологічна карта як інструмент планування діяльнісного уроку» (Махровська Н. А., Погромська Г. С., Колесник С. В., 2023). Для STEAM-уроку рекомендуємо доповнити технологічну карту такими елементами:

1. Визначити можливості інтеграції та сформулювати тему уроку для учнів в розрізі дисциплін STEAM.
2. Сформулювати STEAM-мету уроку як проблему для дослідження.
3. Підібрати завдання, що відповідають віковим особливостям учнів.
4. Визначити необхідні для роботи матеріали.
5. Запланувати кінцевий результат.

Автори статті пропонують приклад упровадження STEAM-підходу під час вивчення на уроках геометрії в 10 класі

теми «Координати та вектори. Рівняння кола». Для здобувачів освіти тему заняття сформульовано як «STEM-Усесвіт. Космічно-векторні мандрівки». *Навчальна мета (з програми):* повторення та узагальнення практичних навичок із теми «Координати та вектори у просторі. Рівняння кола». *STEM-мета:* вивчення елементів Усесвіту з позиції їхнього розташування та переміщення в космосі (зокрема космічних апаратів, астрономічних об'єктів).

Надамо рекомендації для створення ефективного STEM-уроку на прикладі проведеного заняття.

1. Залучення учнів до розв'язання реальних проблем та ситуацій

Пропоноване STEM-заняття побудовано в розрізі занурення учнів у космічну тематику. Проблемне питання (уведення в тему):

Визначте на рисунку 1 спільні елементи в усіх об'єктах зоряного неба? (див. рис. 1)

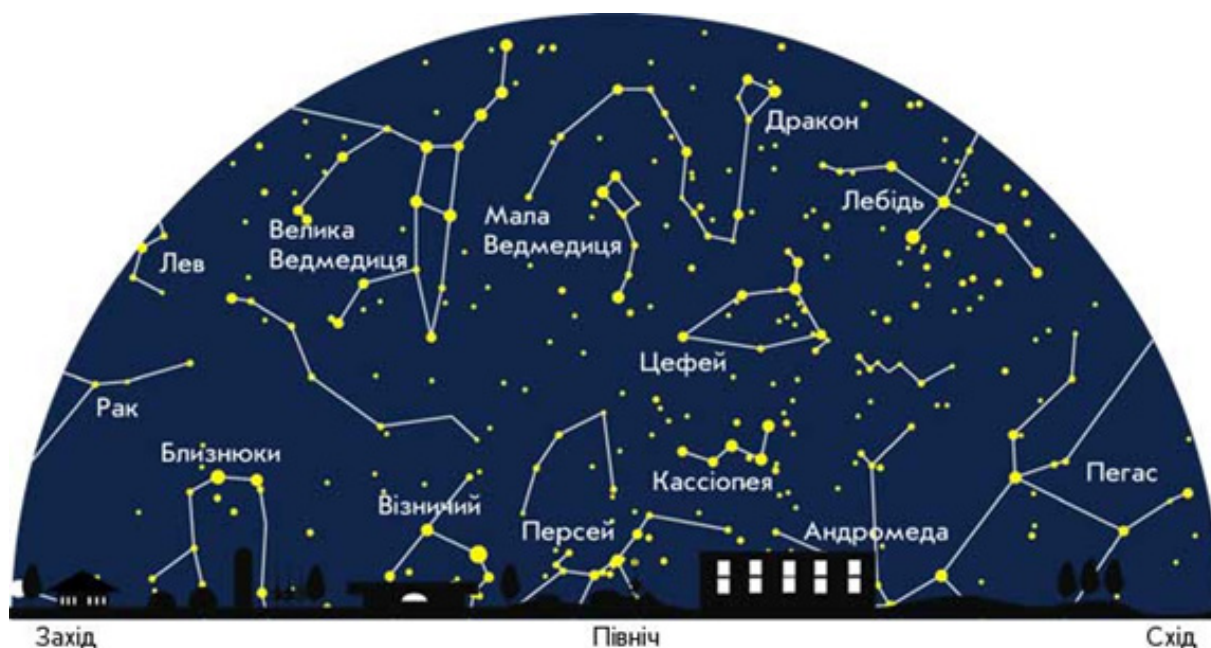


Рис. 1. Зоряне небо

Джерело: Крячко І., 2013

Доречним є завдання з пошуку координат зорь до підбраної прямокутної системи координат. Наприклад: Зазначте положення Полярної зорі в обраній системі ко-

ординат? Визначте її можливі координати в обраній системі? Знайдіть координати зорі Денеб в обраній системі координат? (див. рис. 2)

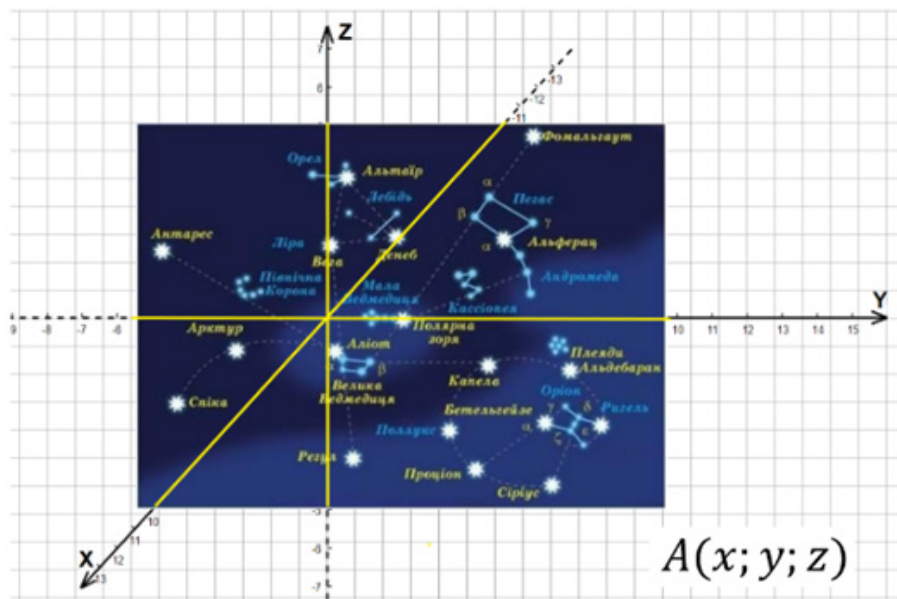


Рис. 2. Зоряне небо в обраній системі координат

Джерело: Складено самостійно

2. Формулювання критеріїв або надання шаблонів до завдань, які виконують учні, для підвищення рівня усвідомленості та відповідальності за результат.

3. Сприяння командній роботі

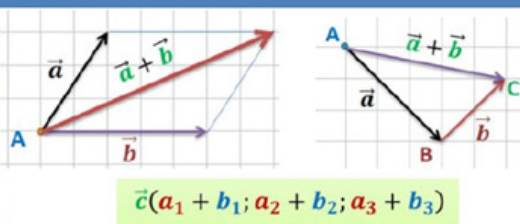
Командну або фронтальну групову роботу доречно організувати із застосуванням інтерактивних технологій, зокрема цифрових ресурсів. Прикладом є організація роботи аудиторії за допомогою онлайн-сервісу Kahoot! (див. відеозапис заняття за покликанням <https://youtu.be/>

hpHr1Is-yI4).

Наголошуємо на необхідності якісного візуального супроводу завдань, не забуваючи при цьому про можливість штучного інтелекту у створенні дидактичного матеріалу. Наприклад, див. рисунки 3 та 4.



Два космічних об'єкти рухаються за траєкторіями, що задані векторами $\vec{m}(-3; 2; -5)$ і $\vec{n}(-4; -6; 8)$. Знайдіть координати результуючого вектора \vec{c} , що є сумою векторів \vec{m} і \vec{n} .

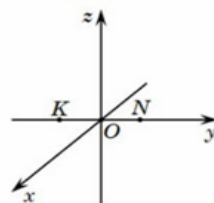


| А | Б | В | Г | Д |
|----------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| $(-1; -8; 13)$ | $(1; 4; 3)$ | $(-1; 4; -3)$ | $(-7; -4; 3)$ | $(1; 8; -13)$ |

Рис. 3. Правило додавання векторів

Джерело: Складено самостійно

Пілот космічного корабля «ЗСУ-1» отримав сигнал про невідомий космічний об'єкт, який з'явився в глибинах космосу поза межами нашої галактики. На радарі видно точки K і N цього об'єкта, які лежать на координатній осі y (див. рисунок). Укажіть можливі координати вектора \overrightarrow{KN} .



| А | Б | В | Г | Д |
|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| $(0; 0; 4)$ | $(4; 0; 0)$ | $(0; 4; 0)$ | $(4; -4; 0)$ | $(0; -4; 0)$ |

Рис. 4. Координати вектора

Джерело: Складено самостійно

4. Формування епістемологічних переконань

Уявлення людини про природу знання та процес його набуття доречно розвивати як наскрізне вміння для реалізації навички 21 століття – навчання протягом життя. Геометрія дає змогу наочно продемонструвати учням, як знання формується, як його можна перевірити та обґрунтувати, а також те, як знання може змінюватися з часом. Наприклад, координатна площина (6–9–10 класи), операції з векторами на площині і в просторі (9–10 класи). Ці переконання впливають на те, як людина навчається, підходить до розв'язування проблем, обробляє інформацію.

5. Застосування елементів інженерного проєктування

Практичне втілення результатів уроку доцільно оформити у вигляді реально спроектованого та створеного об'єкта для усвідомлення та закріплення вивченого матеріалу. У цьому контексті під час космічної подорожі STEAM-Усесвітом учням запропоновано виготовити космічну ракету (рис. 5). Макети для роботи доступні за покликаннями: <https://creativepark.canon/en/contents/CNT-0024521/index.html>; <https://creativepark.canon/en/contents/CNT-0009973/index.html> на сайті Creativepark (Creativepark).



Рис. 5. Зображення макетів космічних ракет

Джерело: Creativepark. Canon (<https://creativepark.canon/>)

Сучасні технології дають можливість не тільки створити макет космічної ракети власноруч, а й змоделювати / побудувати / зобразити її рух у різних програмах та додатках. Учні можуть виступити в

ролі інженера і змоделювати та запустити власний космічний корабель у популярній грі KerbalSpaceProgram (<https://www.kerbalspaceprogram.com/>) (див. рис. 6)



Рис. 6. Фрагмент екрана гри KerbalSpaceProgram

Джерело: <https://www.kerbalspaceprogram.com/>

6. 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: нині в Сонячній системі відомо 8 планет: Меркурій, Венера, Земля, Марс, Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун. У 2006 р. 26-та Генеральна асамблея Міжнародного астрономічного союзу скасувала статус планети для Плутона (Planets);

CST-100 Starliner (англ. CrewSpaceTransportation) – пілотований транспортний космічний корабель, що розробила компанія Боїнг у співпраці з компанією BigelowAerospace за програмою НАСА – CommercialCrewDevelopment. Головне завдання – транспортування екіпажу до МКС і до таких приватних космічних станцій, як Комерційна космічна станція Бігелу (CST-100 Starliner).

7. Рефлексія власної діяльності

Рефлексія є невід’ємним підсумковим елементом сучасного уроку / заняття. У рамках заняття запропоновано графічно дати відповідь на питання: Оцініть свої знання та вміння виконувати завдання з теми «Координати та вектори. Рівняння кола».

Практичне значення. Онлайн-заняття як частина онлайн-курсу «Експрес-математика для випускників – 2024» проведено для випускників ЗЗСО м. Миколаєва та Миколаївської області та вчителів у рамках проекту «Упровадження STEM-освіти в освітній процес із математики», у рамках фестивалю «STEM-весна – 2024» (відділ STEM-освіти ІМЗО) і за ініціативи кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ Миколаївського ОШПО (22–27 квітня 2024 року). Відеозапис доступний за покликанням (<https://youtu.be/hpHp1Is-yI4>).



Рис. 7. Приклад онлайн-дошки для рефлексії

Джерело: https://img.freepik.com/vectores-premium/esquema-do-sistema-solar-infografico-do-universo-com-planetas-orbitando-cometas-solares-asteroide_461812-217.jpg?w=996.

З авторською модифікацією

Висновки та перспективи досліджень. Цінність STEAM-освіти в динамічному сучасному світі виходить за традиційні академічні рамки, стаючи опорою інновацій і прогресу в суспільстві. Синергія дисциплін природничо-математичного циклу зумовлює залучення здобувачів до усвідомленого та вмотивованого навчання, що зі свого боку формує епістемологічні переконання та дає міцну основу для опанування професійними навичками в майбутньому. STEAM-освіта дає учням можливість ефективно розв'язувати багатогранні проблеми реального світу, дозволяючи бачити взаємозв'язки між різними галузями знань. Зокрема такий підхід демонструє красу інженерних дисциплін, що мають попит на сучасному ринку професій та сприяють побудові кар'єри в галузі STEAM.

Ефективності формування епістемологічних переконань здобувачів освіти сприяє упровадження STEAM-підходу в освітній процес, оскільки він задіює мотивацію і продукує ціннісне ставлення до навчання.

Мотивація навчання у STEAM може бути як внутрішньою, так і зовнішньою. Внутрішня мотивація передбачає інтерес до дисципліни, задоволення від розв'язання складних задач, бажання зрозуміти,

як працює світ. Зовнішня мотивація може бути пов'язана з перспективами кар'єрного зростання, визнанням або оцінками. STEAM-навчання активно формує та трансформує епістемологічні переконання учнів.

Епістемологія впливає на те, як учні сприймають STEAM-навчання: здобувачі освіти з розумінням, що знання є динамічним, легше адаптуються до нових методів навчання та активно беруть участь у проєктній діяльності; упевнені в тому, що знання можна здобувати самостійно, здійснюють пошук додаткових джерел інформації та вмотивовані щодо розвитку навичок самонавчання. Саме епістемологічні переконання є підґрунтям формування ментального інструментарію для опанування науковими знаннями та підвищують наполегливість у навчанні.

Висновуємо, що STEAM-навчання дає можливість учням не просто запам'ятовувати факти, а розвивати глибоке розуміння наукового методу та природи знання. Це зі свого боку сприяє успіхові в навчанні та житті. На основі аналізу значення STEAM-навчання в сучасній підготовці здобувачів освіти та впливу їхніх епістемологічних переконань на якість навчання автори запропонували рекомендації

зі створення ефективного STEAM-уроку та продемонстрували їхню реалізацію на прикладі заняття з геометрії для 10 класу «STEM-Усесвіт. Космічно-векторні мандрівки». Описана інтеграція дисциплін STEAM у розрізі уроку геометрії сприяє подоланню труднощів в розумінні абстрактних понять, зокрема операції над векторами та підвищує навчальну мотивацію через

закріплення термінології та методів розв'язування задач.

Перспективність досліджень полягає в аналізі впливу STEAM-освіти на розвиток метапізнавальних навичок учнів та епістемологічних переконань під час навчання алгебри та з урахуванням інтеграції навчальних дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрієвська В. М., Білоусова Л. І. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти // *Фізико-математична освіта : науковий журнал* / В. М. Андрієвська, Л. І. Білоусова. – 2017. – Випуск 4(14). – С. 13–17.
2. Клименко Л. О. Удосконалення навичок учителя-природничника з упровадження в навчальний процес методів пізнання природи (у межах STEM-освіти) / Л. О. Клименко // *Молодий вчений : наук. журнал*. – № 10(37) жовтень. – Херсон : Видавничий дім «Гельветика». – 2016. – С. 244–248.
3. Крячко І. Короткий путівник зоряним небом / І. Крячко // *Астроосвіта*. – 2013 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://astroosvita.kiev.ua/infoteka/articles/Korotkii-putivnyk-zorianym-nebom-4.php>
4. Ліскович О. Використання можливостей STEM-освіти у процесі підвищення кваліфікації вчителів фізики та астрономії / О. Ліскович // *Вересень*. – 2023. – № 2(97). – С. 40–49. DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.2.2023.04>
5. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2023/2024 навчальному році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/89820/
6. Палій А. А. Диференціальна психологія : Навчальний посібник / А. А. Палій. – Київ, 2010. – 954 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://symboldrama.if.ua/wp-content/uploads/2020/03/a.a.-palij-dyfyrencziana-psyhologiya.pdf>
7. Релевантність математичної освіти у синергії складових STEM // Г. С. Погромська, Н. А. Махровська, Е. К. Рогожинська // *Вересень*. – 2022. – № 3(94). – С. 17–28.
8. Технологічна карта як інструмент планування діяльнісного уроку / Г. С. Погромська, Н. А. Махровська, С. В. Колесник // *Вересень*. – 2023. – № 3 (98). – С. 22–32. DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2023.02>
9. Bibi A., Saira Akhtar, Sadaf Zamir Ahmed. Problem-Solving Based Learning in STEM Education: Role of Epistemological and Motivational Beliefs Along with Self-Regulated Learning Strategies. *International Journal of Academic Research for Humanities*. – 2024. – № 4(2). – P. 106–115.
10. Canney N., Bielefeldt A. A framework for the development of social responsibility in engineers // *International Journal of Engineering Education*. – 2015. – № 31(1). – P. 414–424.
11. Creativepark. Canon // Офіційний сайт: <https://creativepark.canon/>
12. CST-100 Starliner // Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/CST-100_Starliner
13. Dost G. Students' perspectives on the 'STEM belonging' concept at A-level, undergraduate, and postgraduate levels: an examination of gender and ethnicity in student descriptions // *International Journal of STEM Education*. – 2024. – 11:12 (2024) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/>

s40594-024-00472-9. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00472-9>

14. Guncke, K. L., Tolbert S. The imperative to move toward a dimension of care in engineering education // Journal of Research in Science Teaching. –2018. – № 55(7). P. 938–961. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.21458>

15. Hess J. L., Sprowl J. E., Pan R., Dyehouse M., Wachter Morris C. A., Strobel J. Empathy and caring as conceptualized inside and outside of engineering: Extensive literature review and faculty focus group analyses // American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference. – 2012.

16. Huang B., Jong M.S.-Y., King R. B., Chai C.-S., Jiang M.Y.-C. Promoting secondary students' twenty-first century skills and STEM career interests through a crossover program of STEM and community service education // Frontiers in Psychology. – 2022. – № 13. – DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.903252>

17. Kerbal Space Program // Офіційний сайт: <https://www.kerbalspaceprogram.com/>

18. Planets / Територія 12 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.territory12.in.ua/schoolhtml/web/1/index.html>

19. Roberts T., Maiorca C., Jackson C., Mohr-Schroeder M. Integrated STEM as Problem-Solving Practices // Investigations in Mathematics Learning. – 2022. – № 14 (1). – P. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1080/19477503.2021.2024721>

THE FORMATION OF PUPILS' COGNITIVE MOTIVATION VIA STEAM- EDUCATION INSTRUMENTS TEACHING GEOMETRY

Pohromska Hanna,

*PhD, Associate Professor
of the Department of Theory
and Methods for Teaching
the Natural Sciences, Mathematics
and Information Technologies*

*Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute
4-a, Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine
hanna.pohromska@moippo.mk.ua*

Makhrovska Natalia,

*PhD, Associate Professor
of the Department of Theory
and Methods for Teaching
the Natural Sciences, Mathematics
and Information Technologies*

*Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute
4-a, Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine
natalya.makhrovska@moippo.mk.ua*

Rohozhynska Elina,

*Methodologist of the Department of Theory
and Methods for Teaching
the Natural Sciences, Mathematics
and Information Technologies
Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute*

4-a, Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine
 elina.rohozhyńska@moippo.mk.ua

The article focuses on the importance of epistemological beliefs in the context of modern STEAM education. The role of these beliefs as an integral component of educational practice and how they shape the learning experience of students is emphasized in the paper. The interdisciplinary nature of STEAM and its application in teaching practice are described, emphasizing how such an approach can improve student engagement and understanding of complex subjects, particularly geometry.

The article highlights the importance of facilitating the STEAM process of teachers, particularly the teachers of mathematics, who can prepare students to solve both creative tasks and life tasks. The role of educators is important in creating an environment where students can develop research skills in STEAM. The study addresses the concept of belonging to STEM fields, suggesting that intrinsic motivation, personal interest, and social determinants play a significant role in student engagement in STEAM subjects.

The authors describe the benefits and strategies of integrating STEAM into school practice through projects, lessons, and creative spaces, too. These environments allow students to express their creativity, collaborate with peers, and bring their ideas to life.

It is noted that many students find it difficult to imagine the practical meaning of geometry in everyday life, which affects their motivation. However, the study of geometry is the key to developing critical thinking and stimulating analytical, logical, and creative thinking.

The article offers an example of the implementation of the STEAM approach during the study of geometry in the 10th grade on the topic «Coordinates and vectors. The equation of a circle». The approach involves integrating the subject of the lesson with STEAM disciplines, posing problematic questions, and selecting tasks that correspond to the age characteristics of the students.

It was concluded that STEAM education has significant prospects, in particular, in promoting an interdisciplinary approach and solving educational problems, so further research is needed to study the practical aspects of developing students' epistemological beliefs through STEAM education.

Keywords: *competence tasks; critical thinking; cross-cutting skills; epistemology; geometry; integration; motivation; problem-based learning; STEAM; synergy.*

REFERENCES

1. Andriievska, V. M., & Bilousova, L. I. Kontsepsiia BYOD yak instrument realizatsii STEAM-osvity [BYOD Concept As A Tool Of STEAM Education Implementation]. *Fizyko-matematychna osvita*, 4 (14), 13–17 (ukr).
2. Bibi, A., Saira Akhtar, & Sadaf Zamir Ahmed. (2024). Problem-Solving Based Learning in STEM Education: Role of Epistemological and Motivational Beliefs Along with Self-Regulated Learning Strategies. *International Journal of Academic Research for Humanities*, 4 (2), 106–115 (eng).
3. Canney, N., & Bielefeldt, A. (2015). A framework for the development of social responsibility in engineers. *International Journal of Engineering Education*, 31(1), 414–424 (eng).
4. Creativepark. Canon. Retrieved from: creativepark.canon/ (eng).
5. CST-100 Starliner. *Vikipediia*. Retrieved from: https://uk.wikipedia.org/wiki/CST-100_Starliner (ukr).

6. Dost, G. Students' perspectives on the 'STEM belonging' concept at A-level, undergraduate, and postgraduate levels: an examination of gender and ethnicity in student descriptions. *International Journal of STEM Education* 11:12 (2024). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00472-9> (eng).
7. Gunckel, K. L., & Tolbert, S. (2018). The imperative to move toward a dimension of care in engineering education. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(7), 938–961. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.21458> (eng).
8. Hess, J. L., Sprowl, J. E., Pan, R., Dyehouse, M., Wachter Morris, C. A., & Strobel, J. (2012). Empathy and caring as conceptualized inside and outside of engineering: Extensive literature review and faculty focus group analyses. *American Society for Engineering Education (ASEE) Annual Conference* (eng).
9. Huang, B., Jong, M.S.-Y., King, R. B., Chai, C.-S., & Jiang, M.Y.-C. (2022). Promoting secondary students' twenty-first century skills and STEM career interests through a crossover program of STEM and community service education. *Frontiers in Psychology*. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.903252> (eng).
10. Kerbal Space Program. URL: <https://www.kerbalspaceprogram.com/> (eng).
11. Klymenko, L. O. (2016). Udoskonalennia navychok uchytelia-pryrodnychnyka z uprovdzhennia v navchalnyi protses metodiv piznannia pryrody (u mezhakh STEM-osvity) [Improving the skills of a naturalist teacher in the introduction of methods of learning about nature into the educational process (within STEM education)]. *Molodyi vchenyi*, 10(37), 44–248 (ukr).
12. Kriachko, I. (2013). Korotkyi putivnyk zorianym nebom. *Astroosvita*. Retrieved from: <https://astroosvita.kiev.ua/infoteka/articles/Korotkii-putivnyk-zorianym-nebom-4.php> (ukr).
13. Liskovych, O. (2023). Vykorystannia Mozhlyvosti STEM-osvity u protsesi pidvyshchennia kvalifikatsii vchyteliv fizyky ta astronomii [Using the opportunities of STEM education in the process of improving the qualifications of physics and astronomy teachers]. *Veresen*, 2(97), 40–49. DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.2.2023.04> (ukr).
14. Makhrovska, N. A., Pohromska, H. S. & Kolesnyk, S. V. (2023). *Tekhnolohichna karta yak instrument planuvannia diialnisnogo uroku* [Technological map as a tool for planning an activity lesson]. *Veresen*, 3 (98), 22–32. DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2023.02> (ukr).
15. Metodychni rekomendatsii shchodo rozvytku STEM-osvity v zakladakh zahalnoi serednoi ta pozashkilnoi osvity u 2023/2024 navchalnomu rotsi. Retrieved from: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/89820/ (ukr)
16. Palii, A. A. (2010). *Dyferentsialna psykholohiia* [Differential psychology: Study guide]. Kyiv. Retrieved from: <https://symboldrama.if.ua/wp-content/uploads/2020/03/a.a.-palij-dyfyrencziana-psyhologiya.pdf> (ukr).
17. Planets / Terytorii 12 [Planets / Territory 12]. Retrieved from: <https://www.territory12.in.ua/schoolhtml/web/1/index.html> (ukr).
18. Pohromska, H. S., Makhrovska, N. A., & Rohozhynska, E. K. (2022). Relevantnist matematychnoi osvity u synerhii skladovykh STEM [The relevance of mathematics education in the synergy of STEM components]. *Veresen*, 3(94), 17–28. DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2022.03> (ukr).
19. Roberts, T., Maiorca, C., Jackson, C., & Mohr-Schroeder, M. (2022). Integrated STEM as Problem-Solving Practices. *Investigations in Mathematics Learning*, 14(1), 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1080/19477503.2021.2024721> (eng).