УДК 373.091.313:[373.5.016:53]:004 DOI: 10.32626/2307-4507.2023-29.85-89

Наталя ХАРАДЖЯН[1], Світлана АГАФОНОВА[2]

[1]Криворізький державний педагогічний університет

[2]Київський професійний коледж інформаційних технологій та поліграфії

e-mail: [1]n.a.kharadzjan@gmail.com, [2]osvitapolkr@gmail.com;
ORCID: [1]0000-0001-9193-755X

МІЖПРЕДМЕТНА ІНТЕГРАЦІЯ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ STEM-ПРОЄКТІВ

Анотація. У статті досліджуються різновиди міжпредметних інтеграцій для реалізації STEM-підходу та STEM-проєктів. Проаналізовано такі підходи: інтерпредметний, мультипредметний, кроспредметний та транспредметний. В якості прикладу міжпредметної інтеграції розглянуто реалізацію STEM-проєкту «Смарт-помічник для людей з вадами зору». В основі роботи приладу покладено принцип вимірювання відстані за допомогою ультразвуку. Даний проект можна віднести до мультипредметного. Оскільки основні знання необхідно отримати на уроці фізики. Подано технологічну карту проєкту з описом етапів, термінів, ресурсів та ролей учасників. Окреслено очікувані результати проєкту для учнів у розвитку практичних навичок та компетентностей. Матеріал статті може стати теоретичною базою для подальших досліджень міжпредметних STEM-підходів та їх практичного застосування у навчальному процесі. Також в окремій таблиці наведено основні етапи виконання проекту, що також можу слугувати прикладом для провадження проектної діяльності в закладах освіти.

Ключові слова: STEM-підхід, STEM-проєкт, міжпредметна інтеграція, технологічна карта.

STEM-освіта все більше позиціонується у всьому світі як основа національного розвитку, економічної конкурентоспроможності, соціального задоволення та впровадження інновацій. Знання та навички STEM є ключовими у підготовці конкурентоспроможних фахівців. Тому розвиток STEM-компетенцій при вивченні STEM-дисциплін є ключовою метою.

Фактично в закладах освіти зусилля щодо покращення викладання та навчання STEM були зосереджені на міжпредметному або інтегрованому навчанні, яке зазвичай називають «інтегрованою STEM-освітою», а не на окремому предметному підході [1]. В сучасних закладах середньої освіти НУШ вводиться спеціальні предмети по впровадженню STEM [2,3]. Такі предмети вже несуть в собі інтегративний характер – поєднуючи вивчення різних тем, різних предметів.

У загальному сенсі інтегровану STEM-освіту можна визначити як підхід до викладання змісту двох або більше з чотирьох напрямків STEM, використовуючи реальні задачі для інтеграції змісту цих предметів і покращення навчання учнів. Замість того, щоб викладати теми, що стосуються окремих предметів, і очікувати, що учні побачать їхні зв'язки з проблемами реального світу, інтегрована STEM-освіта прагне чітко визначити зв'язки між предметами STEM і забезпечити відповідний контекст для вивчення змісту STEM.

Інтегрований STEM-підхід спрямований на пошук зв'язків між предметами STEM і створення відповідного контексту для вивчення змісту. Інтегрований STEM-підхід вимагає від викладачів і учнів знати, коли і як застосовувати знання, отримані з предметів STEM. У закладах освіти зазвичай STEM впроваджується на уроках на основі проєктів, позаурочними заходами, STEM-орієнтованою робототехнікою, де необхідні знання можуть по-різному розподілятися між предметами STEM Різноманітні STEM-діяльності їх автори зазвичай описують як інтегровані.

Провівши опитування вчителів, що впроваджують STEM-підхід, Rennie та ін. визначили шість типів інтегрованих STEM-підходів [4]:

– *інтегрований STEM-підхід на основі синхронізації*: вчителі визначають загальні знання та навички з двох або більше предметів, але викладають ці предмети окремо, показуючи зв'язки тем, що вивчаються для посилення зв'язків;

– *тематичний інтегрований STEM-підхід*: вчителі працюють разом, щоб викладати свій предмет навколо локальної чи глобальної теми. Вони викладають свої предмети окремо і встановлюють зв'язки з темою з іншого предмету;

– *проєктно-орієнтовано інтегрований STEM-підхід*: акцент уроку зосереджено на виконанні проєктних завдань, які вимагають знань і навичок із різних предметів. Для проєктів часто потрібен кінцевий продукт – фізична реалізація проекту;

– *міжпредметний інтегрований STEM-підхід*: інтеграція відбувається, коли проводиться певна кількість уроків для отримання знань і формування навичок учнів шляхом вивчення взаємопов'язаних тем. Мета такого підходу розвинути загальні навички та компетенції учнів;

– *інтегрований STEM-підхід на базі спеціалізованої школи*: якщо школа довгостроково зосереджена на певній галузі STEM, наприклад, середня школа зі спеціалізацією в сільськогосподарській галузі, вчителі можуть сформувати свої курси, щоб учні мали чіткий зв'язок із спеціалізаціями галузі;

– *інтегрований STEM-підхід, орієнтований на громаду*: коли питання спільноти (громади) стає центром навчальної програми STEM, наприклад технологічні рішення для запобігання пандемії COVID-19, сучасні технології при допомозі військовим і т.д. вчителі можуть орієнтувати своє викладання предметів на те, щоб допомогти учням зрозуміти проблеми з різних точок зору та шукати потенційні рішення.

В межах даного дослідження розглянемо більш детально міжпредметний підхід, саме в STEM-освіті. Науковці розрізняють декілька видів міжпредметного (міждисциплінарного) підходу, залежно від характеру зв'язків між предметами. Багато сучасних науковців трактують різновиди міжпредметного (міждисциплі-

© Наталя ХАРАДЖЯН, Світлана АГАФОНОВА, 2023

нарного) підходу наступним чином, зокрема в роботі [5] зазначено:

– інтердисциплінарність у вузькому значенні (полягає в перенесенні методів з однієї дисципліни в іншу), і широкому (об'єднує методи різних галузей, створюючи нові методи для вивчення предмета);

– мультидисциплінарність полягає в одночасному вивченні проблеми з кількох галузей знань без взаємного засвоєння цих дисциплін;

– кросдисциплінарність вивчає предмет за допомогою методів, запозичених з інших дисциплін, які не мають відношення до цього предмета.

– трансдисциплінарність застосовує інтегровані наукові підходи до проблем, які виходять за межі академічних дисциплін: природне довкілля, енергія, здоров'я, культура і т.д.

Взявши за основу роботи [6, 7] можна розглянути різновиди міжпредметних інтеграцій для реалізації саме STEM-підходу та STEM-проєктів:

– *інтерпредметний* (*інтердисциплінарний*). Для реалізації STEM-проєкту необхідне вивчення проблеми в межах багатьох дисциплін, а також з передачею методів з однієї дисципліни в іншу. Тема проєкту інтегрує різні дисциплінарні підходи та методи (*рис. 1*.)

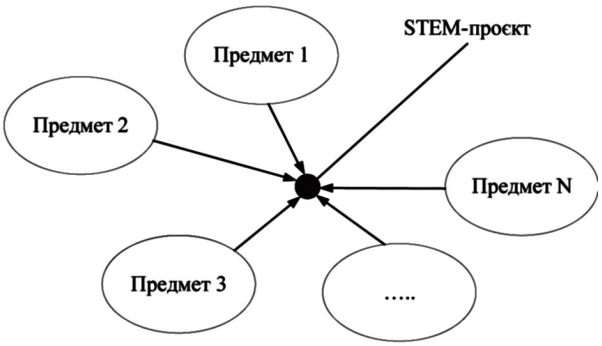

Рис. 1. *Інтерпредметний підхід у реалізації STEM-проєкту*

– *мультипредметний* (*мультидисциплінарний*) підхід. Для реалізації STEM-проєкту такий підхід спонукає до занурення в декілька предметів, що фокусуються на одній проблемі, проте не поєднує їх; мультипредметність стосується реалізації STEM-проєкту в рамках однієї дисципліни, але залучає і інші дисципліни, що поєднує в собі різні аспекти *(рис. 2*).

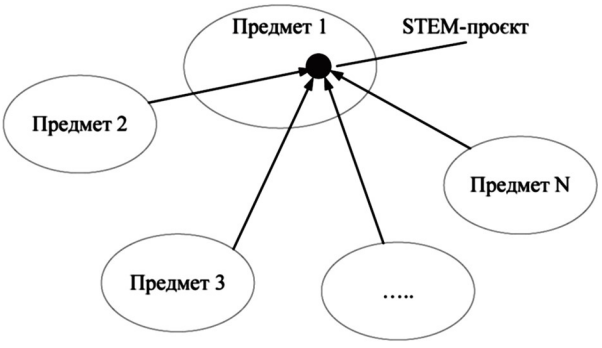

Рис. 2. *Мультипредметний підхід у реалізації STEM-проєкту*

– *кроспредметний* (*кросдисциплінарний*) підхід пов'язаний з вивченням теми STEM-проєкту на стику багатьох дисциплін, а також із загальними особливостями дисциплін (*рис. 3*).

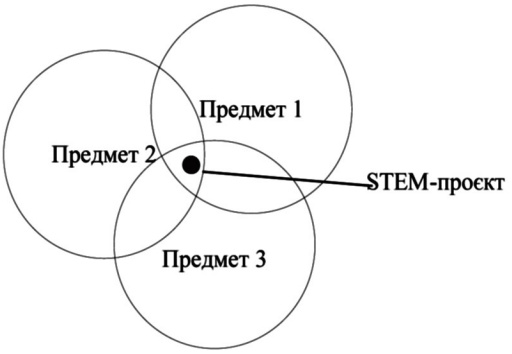

Рис. 3. *Кроспредметний підхід у реалізації STEM-проєкту*

– *транспредметний* (трансдисциплінарний) підхід. Тема STEM-проєкту повністю не відповідає жодній дисципліни, а зосереджується на певній проблемі та отриманні відповідних знань, що пов'язані з декількома різними предметами, між ними та поза ними (*рис. 4*).

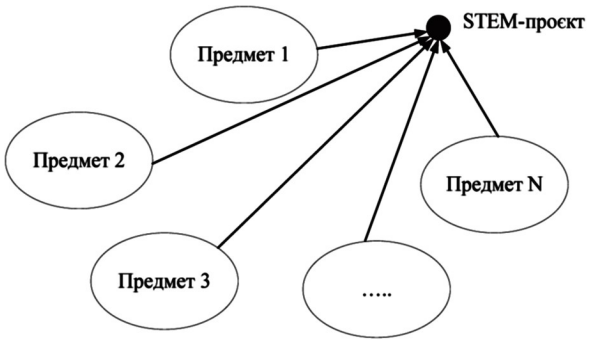

Рис. 4. *Транспредметний підхід у реалізації STEM-проєкту*

Отже, міжпредметна інтеграція – це педагогічний підхід, який передбачає злиття або об'єднання елементів двох або більше навчальних предметів для спільного вивчення теми, концепції або проблеми. Основна мета міжпредметної інтеграції полягає у тому, щоб створити зв'язки між різними галузями знань, надати контекст та зрозуміння предметів у більш широкому інтерпредметному контексті.

Також можна окреслити переваги міжпредметної інтеграції:

– глибше розуміння: здобувачі освіти отримують можливість розглядати тему з декількох різних точок зору та глибше розуміти її;

– практичне застосування: здобувачі освіти можуть застосовувати знання з різних предметів для розв'язання реальних завдань і проблем.

– стимулювання інтересу: міжпредметна інтеграція може збільшити інтерес та мотивацію здобувачі освіти, оскільки вона робить навчання більш цікавим та практичним.

В якості прикладу міжпредметної інтеграції розглянемо реалізацію STEM-проєкту «Смарт-помічник для людей з вадами зору». В основі роботи приладу покладено принцип вимірювання відстані за допомогою ультразвуку. Тому даний проект можна віднести до мультипредметного. Оскільки основні знання необхідно отримати на уроці фізики.

Розглянемо основні етапи та компоненти проекту на прикладі технологічної карти (*таблиця 1*).

У *таблиці 2* наведено основні етапи виконання проєкту.

Таблиця 1.

Технологічна карта проекту «Смарт-помічник для людей з вадами зору»

Проблема	Сучасні гаджети для людей з інвалідністю
Назва	Смарт-помічник для людей з вадами зору
Предмети, які інтегруються в проєкті	**Фізика,** математика, інформатика, технології, економіка
Тип інтеграції	Мультипредметний
Тривалість	14-16 тижнів
Віковий діапазон учнів	12-17 років
SMART- цілі проєкту	**Специфічна (Specific):** Розробити та створити 3D-надрукований смарт-помічник для людей з вадами зору, що містить мікроконтролер, 3 ультразвукові датчики та вібромотори для інформування користувача про близькість перешкод. **Вимірювана (Measurable):** Досягти ефективності роботи смарт-помічника, забезпечивши точність визначення відстані до перешкод не менше 95%, що буде вимірюватися через тестові сценарії та звіти користувачів. Вартість приладу не повинна перевищувати 50 долларів. **Досяжна (Achievable):** Використовуючи технології 3D-друку та доступні мікроконтролери та датчики, розробити пристрій, який буде зручним та доступним для використання людьми з вадами зору. **Реалістична (Realistic):** Реалізувати смарт-помічник на базі технологій 3D-друку, які доступні на ринку, та використовуючи стандартні компоненти для мікроконтролера, ультразвукових датчиків та вібромоторів. **Термінована (Timely):** Завершити розробку та випуск першої версії смарт-помічника протягом наступних 14-16 тижнів, з регулярними оновленнями для вдосконалення функціональності та відгуками користувачів.
Завдання:	– провести огляд існуючих технологій та пристроїв для допомоги людям з вадами зору; – здійснити аналіз потреб цільової аудиторії та їхніх вимог до смарт-помічника; – розробити дизайн смарт-помічника, включаючи розташування ультразвукових датчиків, вібромоторів та мікроконтролера; – визначити оптимальні матеріали для 3d-друку та забезпечення зручного та ергономічного користування; – створити 3d-модель пристрою та використати її для друку прототипу; – розробити програмне забезпечення для мікроконтролера, яке забезпечить роботу ультразвукових датчиків та вібромоторів; – провести тестування прототипу на точність визначення відстані та зручність використання; – здійснити випуск фінальної версії смарт-помічника. – розробити стратегію маркетингу та розповсюдження для забезпечення доступності та використання пристрою; – надавати технічну підтримку користувачам; – планувати та впроваджувати періодичні оновлення для вдосконалення функціональності та відповіді на потреби користувачів.
Очікувані результати для учня	– отримання практичного досвіду у розробці та створенні пристроїв із використанням технологій 3d-друку та мікроконтролерів; – розвиток навичок програмування для ефективного використання ультразвукових датчиків; – навчання плануванню та виконанню комплексного проекту від дослідження до випуску; – розвиток вмінь розробки пристроїв, які вирішують практичні завдання та полегшують повсякденне життя. сприяння творчому мисленню через розробку інноваційного пристрою для сприяння незалежності людей з вадами зору; – свідомість про важливість розробки технологій, спрямованих на поліпшення якості життя та підтримку осіб із обмеженими можливостями; – розвиток навичок співпраці у команді під час розробки проекту; – вміння чітко та ефективно комунікувати; – створення корисного та доступного пристрою для людей з вадами зору, що полегшить їхнє повсякденне життя та підвищить їхню самостійність.
Форми проєкту	групова
Форма подання результатів проєкту	створення робочого прототипу, виступ з презентацією, експеримент із людиною яка має вади зору (відеороліки)
Необхідні ресурси для роботи над проєктом	мікроконтролери, 3d принтер, пластик, програмне забезпечення для написання програми
Цифрові інструменти та ресурси, які будуть використані у проєкті	Програмне забезпечення для 3d моделювання (Tinkeracd? Blender, Cura і т.д.), для програмування мікроконтролерів (Arduino, BrainPad, Microbit і т.д.), текстові редактори, браузери, програми для опрацювання відео і все інше за необхідністю.

Продовження таблиці 1

Діяльність вчителів	– розробка докладного плану проєкту, визначення завдань для учнів та педагогічних аспектів реалізації; – ведення навчання учнів технічним та програмувальним навичкам, а також основам роботи з 3D-друком; – надання підтримки у розумінні процесу проєкту та вдосконалення навичок учнів у вирішенні технічних завдань; – заохочення учнів до творчого мислення та розвитку інноваційних ідей для покращення функціональності смарт-помічника; – організація тестування пристрою для перевірки його функціональності та ефективності; – оцінювання робіт учнів та їхнього внеску у проект; – координація роботи групи учнів, виявлення і вирішення можливих конфліктів або труднощів; – Забезпечення ефективної комунікації та співпраці серед учасників проекту; – надання підтримки та менторського супроводу для учнів під час виконання їхніх завдань; – вирішення питань та надання допомоги в труднощах, що виникають під час реалізації проекту; – встановлення співпраці з фахівцями та організаціями, які можуть надати додатковий експертний погляд на проект; – використання можливостей для залучення зовнішніх ресурсів та експертної підтримки.
Діяльність учнів	проєктування, прогнозування, аналіз ринку, створення презентації та прототипу гаджета, розвиток ідеї до кінцевого продукту
Результати проєкту	розробка та створення працездатного смарт-помічника, який успішно виконує функції «розпізнавання» об'єктів та відстані до перешкод за допомогою ультразвукових датчиків.

Таблиця 2.

Основні етапи виконання проєкту «Смарт-помічник для людей з вадами зору»

Етап	Тривалість	Зміст
1. Підготовчий етап		
1.1. Формування команди	2 тижні	Визначення ролей та обов'язків для кожного учасника. Організація комунікації та визначення графіку зустрічей
1.2. Аналіз потреб цільової аудиторії		Проведення опитувань серед людей з вадами зору. Збір вимог та очікувань від смарт-помічника
2. Проєктування		
2.1. Визначення функціональних вимог	2 тижні	Встановлення основних функцій смарт-помічника. Розробка математичної моделі роботи.
2.2. Вибір технологій		Вивчення та вибір технологій штучного інтелекту, машинного навчання та IoT. Визначення потрібного обладнання та ресурсів.
3. Розробка		
3.1. Створення прототипу	4-6 тижнів	Розробка алгоритмів опрацювання ультразвуком хвилі для повідомлення перешкоди користувачеві. Інтеграція з мережею Інтернет речей (IoT) для взаємодії з оточуючим середовищем.
3.2. Впровадження технологій		Розробка базового функціоналу смарт-помічника.
4. Тестування		
4.1. Внутрішнє тестування	2 тижні	Проведення тестів на функціональність та стабільність системи. Виправлення помилок та недоліків.
4.2. Зовнішнє тестування		Залучення зовнішніх експертів та користувачів для отримання зворотного зв'язку. Виправлення та оптимізація системи.
5. Впровадження		
5.1. Підготовка до випуску	2 тижні	Розробка документації для користувачів та розробників. Підготовка рекламних матеріалів.
5.2. Запуск проєкту		Виведення смарт-помічника на ринок. Моніторинг реакції користувачів.
6. Підтримка та розвиток		
6.1. Технічна підтримка	постійно	Слідкування за роботою системи та вирішення технічних проблем. Поновлення та вдосконалення функціоналу.
6.2. Розвиток проєкту		Аналіз ринку та конкурентів. Впровадження нових технологій та функцій.

У статті здійснено ґрунтовний аналіз різних типів міжпредметної інтеграції для реалізації STEM-проєктів в освіті. Детально розглянуто ключові підходи – інтерпредметний, мультипредметний, кроспредметний та транспредметний. На прикладі мультипредметного STEM-проєкту «Смарт-помічник для людей з вадами зору» продемонстровано практичне застосування мультипредметного підходу, що інтегрує фізику, математику, інформатику, технології та економіку. Детальна технологічна карта відображає етапи, терміни, необхідні ресурси та ролі учасників проєкту.

Визначено очікувані результати проєкту, включаючи розвиток практичних навичок та компетентностей учнів. Матеріал може слугувати теоретичною базою для подальших досліджень міжпредметних STEM-підходів та їх впровадження.

Крім того, таблиця з описом основних етапів виконання проєкту надає модель інтеграції проєктної діяльності в навчальні плани закладів освіти.

Загалом, стаття надає цінні ідеї щодо різних моделей інтеграції предметів для посилення STEM-освіти з міжпредметної перспективи та на основі про-

єктного навчання. Наведені практичні приклади та рекомендації можуть сприяти розробці ефективних STEM-орієнтованих навчальних програм.

Список використаних джерел:

1. Roehrig G.H., Dare E.A., Ellis J.A., Ring-Whalen E. Beyond the basics: a detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. 2021, 3:11. URL: https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y (дата звернення: 21.10.2023).
2. Бутурліна О.В., Артєм'єва О.Є. Модельна навчальна програма «STEM. 5-6 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти. URL: https://osvita.ua/doc/files/news/847/84786/STEM_5-6kl_mizhgaluzevij_integrov_kurs_Bu.pdf (дата звернення: 20.10.2023).
3. Сокол І.М., Ченцов О.М Модельна навчальна програма «Робототехніка. 5–6 класи» для закладів загальної середньої освіти. URL: https://drive.google.com/file/d/1bJkI1tn8Z5VHIQDi758Bazyg6HLVS8g_/view (дата звернення: 21.10.2023).
4. Rennie L., Venville G., Wallace J., Making STEM Curriculum Useful, Relevant, and Motivating for Students. *In STEM Education in the Junior Secondary*; Springer: Berlin / Heidelberg, Germany, 2018. P. 91–109. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-5448-8_6 (дата звернення: 07.11.2023).
5. Олійник В. Інтердисциплінарність у неперервному фаховому зростанні педагогічних кадрів у системі післядипломної педагогічної освіти України. *Interdyscyplinarność pedagogiki i jej subdyscypliny* / pod red. Zofu Szaroty Franciszka Szloska. Radom: Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologi Eksploatacji, 2013. С. 561–567.
6. Роль цифрових технологій у розвитку екосистеми STEM-освіти / Л.М. Гриневич та ін. *Information Technologies and Learning Tools*. 2021. Т. 83, № 3. С. 1–25. URL: https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.4461 (дата звернення: 20.10.2023).
7. Ilter H. K. Monodisciplinary vs Pluridisciplinary Research. 2015. URL: https://hkilter.com/index.php?title=Monodisciplinary_vs_Pluridisciplinary_Research (дата звернення: 07.11.2023).

Natalia KHARADZJAN[1], Svitlana AGAFONOVA[2]

[1]Kryvyi Rih State Pedagogical University
[2]Kyiv Professional College of Information Technologies and Printing

INTERDISCIPLINARY INTEGRATION IN STEM PROJECT IMPLEMENTATION

Abstract. The article explores various types of interdisciplinary integrations for the implementation of the STEM approach and STEM projects. The following approaches are analyzed: interdisciplinary, multidisciplinary, cross-disciplinary, and transdisciplinary. As an example of interdisciplinary integration, the implementation of the STEM project «Smart Assistant for People with Visual Impairments» is considered. The device is based on the principle of measuring distance using ultrasound. This project can be classified as multidisciplinary since the fundamental knowledge is required to be obtained in physics lessons. The technological map of the project is presented, outlining the stages, timelines, resources, and roles of participants. The expected outcomes of the project for students in the development of practical skills and competencies are outlined. The material of the article can serve as a theoretical basis for further research on interdisciplinary STEM approaches and their practical application in the educational process. Additionally, a separate table outlines the main stages of project implementation, serving as an example for conducting project-based activities in educational institutions.

Key words: STEM approach, STEM project, interdisciplinary integration, technological map.

Отримано: 8.11.2023