

УДК 37.091.33-027.22:004.896:159.955
DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/94-2-59>

Олена ТАБІНСЬКА,
orcid.org/0009-0003-4482-5207
заступник директора з розвитку
ТОВ «СТЕМ-КЛАС»
(Київ, Україна) olena.tabinska7@gmail.com

ІНТЕГРАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEAM У ПРОЦЕС ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

У статті здійснено комплексний аналіз теоретичних і методичних засад інтеграції елементів STEAM-освіти у процес формування технічного мислення здобувачів освіти. Актуальність дослідження зумовлена потребою сучасного суспільства, що перебуває в умовах цифровізації, розвитку високих технологій та зростання ролі інженерно-технічної діяльності. Обґрунтовано, що технічне мислення є ключовою когнітивною компетентністю, необхідною для успішної адаптації особистості до сучасного технологічного середовища.

У роботі проаналізовано взаємозв'язок технічної діяльності, технічних здібностей і технічного мислення як цілісної системи; розкрито структуру технічних здібностей, технічного мислення; охарактеризовано його теоретичний, образний та практичний компоненти. Особливу увагу приділено механізмам інтеграції складників STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics), їхньому впливу на розвиток аналітичного, просторового, алгоритмічного й творчого мислення здобувачів освіти, що є основою технічного мислення. Окреслено роль інтегрованого освітнього середовища у стимулюванні пізнавальної самостійності здобувачів освіти, виокремлено стратегічне значення технічної творчості як засобу професійного самовизначення молоді.

Розкрито методичні аспекти використання робототехніки, 3D-моделювання та проектного навчання як ефективних інструментів формування технічного мислення в умовах міждисциплінарного підходу. Запропоновано приклад STEAM-проєкту для учнів старшої школи, який передбачає поетапну організацію інженерної діяльності, поєднання теоретичних знань із практичними діями й розвиток умінь аналізу, проектування й технічної рефлексії. Зроблено висновок, що інтеграція елементів STEAM сприяє цілісному розвитку технічного мислення та підвищує готовність здобувачів освіти до розв'язання реальних технічних і професійних завдань.

Ключові слова: STEAM-освіта, технічні здібності, технічне мислення, робототехніка, 3D-моделювання, проєктне навчання, здобувачі освіти.

Olena TABINSKA,
orcid.org/0009-0003-4482-5207
Deputy Director for Development
LLC «STEM-CLASS»
(Kyiv, Ukraine) olena.tabinska7@gmail.com

INTEGRATION OF STEAM ELEMENTS INTO THE PROCESS OF DEVELOPING LEARNERS' TECHNICAL THINKING

The article provides a comprehensive analysis of the theoretical and methodological foundations of integrating STEAM education elements into the process of developing learners' technical thinking. The relevance of the study is determined by the needs of modern society, which is characterized by digitalization, the rapid development of advanced technologies, and the increasing role of engineering and technical activities. It is substantiated that technical thinking is a key cognitive competence required for successful adaptation to a contemporary technological environment.

The paper analyzes the interrelationship between technical activity, technical abilities, and technical thinking as an integrated system. The structure of technical abilities and technical thinking is revealed, and its theoretical, visual, and practical components are characterized. Special attention is paid to the mechanisms of integrating STEAM components (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) and their influence on the development of analytical, spatial, algorithmic, and creative thinking of learners, which form the basis of technical thinking. The role of an integrated educational environment in stimulating learners' cognitive independence is outlined, and the strategic importance of technical creativity as a means of young people's professional self-determination is emphasized.

The methodological aspects of using robotics, 3D modeling, and project-based learning as effective tools for developing technical thinking within an interdisciplinary approach are discussed. An example of a STEAM project for upper secondary school students is proposed, which involves a step-by-step organization of engineering activity, the integration of theoretical knowledge with practical actions, and the development of skills in analysis, design, and technical reflection. It is concluded that the integration of STEAM elements contributes to the holistic development of technical thinking and enhances learners' readiness to solve real technical and professional tasks.

Key words: STEAM education, technical abilities, technical thinking, robotics, 3D modeling, project-based learning, learners.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімким науково-технічним прогресом, цифровізацією і зростанням ролі інженерно-технічних спеціальностей. У цих умовах перед системою освіти України постає завдання підготовки конкурентоспроможних фахівців, здатних до технічної творчості, критичного мислення та розв'язання складних прикладних завдань. Особливого значення набуває формування технічного мислення здобувачів освіти, що є основою інженерної культури й інноваційної діяльності.

Одним із перспективних напрямів модернізації освітнього процесу є впровадження STEAM-освіти, що інтегрує природничі науки, технології, інженерію, мистецтво і математику. STEAM-підхід сприяє формуванню цілісного світогляду, розвитку творчих і технічних здібностей, а також практичному застосуванню знань. У сучасному освітньому середовищі робототехніка розглядається не як окрема навчальна дисципліна, а як ефективний засіб інтеграції предметів STEAM-циклу, що сприяє застосуванню абстрактних наукових понять у процесі створення реальних технічних виробів. Такий міжпредметний підхід дає змогу подолати розрізненість знань і сформуванню в здобувачів освіти цілісне розуміння взаємозв'язків між навчальними дисциплінами.

В умовах розвитку науково-технічного прогресу, що супроводжується активним упровадженням цифрових технологій, штучного інтелекту й інтернету речей, технічне мислення набуває особливого значення. Воно виходить за межі суто інженерної діяльності та стає важливою компетентністю, необхідною для аналізу складних технічних систем і пошуку ефективних рішень. Формування технічного мислення, що поєднує логічність, просторову уяву й навички налагодження технологічних процесів, є важливим завданням сучасної освіти й відповідає потребам ринку праці, орієнтованого на інновації та творчий підхід.

Особливості формування технічного мислення здобувачів освіти через інтеграцію STEAM-елементів обумовлена стратегічними змінами в нормативно-правовій базі України, що спрямовані на модернізацію змісту загальної середньої освіти. Законодавчим підґрунтям цього процесу виступає *Закон України «Про освіту»*, де у переліку ключових компетентностей особистості чільне місце відводить здатності до інноваційності, а також володінню фундаментальними знаннями у галузі природничих наук, техніки і технологій. Це закладає правову основу для переходу від репродуктив-

них методів навчання до конструкторсько-технологічних.

Фундаментальним документом, що безпосередньо легітимізує впровадження інтегрованих підходів в освітній процес, є *Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року* (Розпорядження КМУ № 960-р). Концепція визначає розвиток технічного і критичного мислення як пріоритетний напрям державної політики, наголошуючи на необхідності популяризації інженерних професій та модернізації матеріально-технічної бази закладів освіти через створення STEM-лабораторій, центрів робототехніки.

Реалізація цих стратегічних завдань знаходить своє практичне втілення у *Державних стандартах базової та профільної середньої освіти*. Зокрема, Державний стандарт базової середньої освіти (Постанова КМУ № 898) визначає обов'язкові результати навчання в технологічній та інформатичній освітніх галузях, серед яких акцентується увага на здатності учнів до моделювання, конструювання й алгоритмізації процесів. Особливої значущості набуває нещодавно прийнятий Державний стандарт профільної середньої освіти (Постанова КМУ № 852, 2024 р.), де передбачено можливості для ранньої професійної орієнтації учнів 10-12 класів у межах інженерно-технологічних профілів.

Таким чином, дослідження методичних засад інтеграції елементів STEAM у процес навчання робототехніки є прямою відповіддю на запит держави щодо підготовки інтелектуального капіталу, здатного працювати в умовах високотехнологічного суспільства та відповідати викликам Industry 4.0, що підтверджено відповідним Планом заходів щодо реалізації Концепції STEM-освіти (Розпорядження КМУ № 131-р).

Водночас наявність нормативно-правового забезпечення є лише базовою умовою, що потребує подальшого науково-методичного опрацювання. Попри державну підтримку розвитку STEAM-освіти, у практиці закладів освіти спостерігається невідповідність між широким упровадженням відповідного обладнання та відсутністю цілісного підходу до формування і оцінювання технічного мислення здобувачів освіти. Тому актуальність дослідження зумовлена необхідністю наукового обґрунтування можливостей інтеграції елементів STEAM у процес формування технічного мислення здобувачів освіти в умовах реформування української освіти.

Аналіз досліджень. Проблема інтеграції STEAM-технологій та розвитку технічного мислення є предметом міждисциплінарних пошуків,

що охоплюють педагогіку, психологію й кібернетику. Аналіз наукового доробку дозволяє виокремити кілька ключових напрямів дослідження.

Вагомий внесок у розроблення стратегії розвитку STEM-освіти внесли Н. Поліхун, О. Патрікеєва та І. Сліпухіна та ін. У їхніх колективних працях обґрунтовано дидактичні принципи інтеграції природничо-математичних дисциплін, визначено роль STEM-центрів як інноваційних осередків навчання. Зокрема, О. Патрікеєва акцентує увагу на важливості підготовки вчителя до роботи в умовах міждисциплінарності, що є критичним для впровадження робототехніки.

Питання використання робототехнічних систем для формування цифрової компетентності й алгоритмічного мислення ґрунтовно досліджено у працях Н. Морзе та М. Гладдун. Автори розглядають робототехніку не лише як предмет вивчення, а як середовище для розвитку навичок XXI століття, зокрема критичного мислення і командної роботи. На особливу увагу заслуговують їхні дослідження щодо використання платформ LEGO й Arduino як засобів візуального та текстового програмування.

Теоретичний фундамент розуміння структури технічного мислення закладений у класичних працях Т. Кудрявцева та В. Моляко. У сучасному контексті ці ідеї розвиває С. Якименко, яка досліджує механізми формування професійного мислення в умовах технічної творчості. Авторка наголошує на важливості переходу від наочно-дійового до абстрактно-логічного мислення під час розв'язання конструкторських завдань.

Фундаторка STEAM-підходу G. Yakman у своїх працях доводить, що залучення елементів дизайну та мистецтва (Arts) дозволяє гуманізувати технічну освіту та стимулювати інноваційний потенціал здобувачів. В українському сегменті інтеграцію Arts-компонента в технологічну освіту досліджує О. Стріценко, вказуючи на розвиток естетико-технічної рефлексії учнів.

Незважаючи на значний масив наукових праць, залишається недостатньо висвітленим питання диференційованого впливу різних типів робототехнічних систем (із закритою та відкритою архітектурою) на розвиток окремих операцій технічного мислення (аналітичного дебагінгу, інженерного прогнозування) в умовах оновлених державних стандартів.

Мета статті – обґрунтувати теоретико-методичні можливості інтеграції елементів STEAM-освіти у процес формування технічного мислення здобувачів освіти.

Виклад основного матеріалу. Традиційно в психолого-педагогічній літературі *технічне мис-*

лення розглядається як складний інтелектуальний процес, що забезпечує розв'язання задач у сфері техніки і технологій. Воно охоплює три ключові компоненти: понятійний (логічний аналіз фізичних законів), образний (просторова уява та оперування схемами) та практично-дієвий (здатність реалізувати задум у матеріалі).

Проте в епоху стрімкої цифровізації й поширення STEAM-освіти сутність технічного мислення зазнає суттєвої трансформації. Сьогодні це вже не просто здатність розуміти механізми, а розвинена здатність до системного міждисциплінарного аналізу. Саме тому важливою інтегративною передумовою якісної реалізації STEAM-підходу є належний рівень сформованості технічного мислення та здібностей здобувачів.

Ефективність формування технічного мислення значною мірою залежить від глибокого розуміння *структури технічних здібностей*, що потребує системного аналізу взаємозв'язків між їхніми окремими елементами. Дослідження внутрішньої будови цього феномена дозволяє розкрити не лише його основні складники, а й механізми їхньої взаємодії.

У науковому доробку таких дослідників, як О. Белошпицький, Г. Мамус, Б. Нікітін, О. Стріценко, Л. Хімчук, С. Якименко та ін., значну увагу приділено визначенню якісних характеристик технічного розвитку, зокрема в контексті професійної підготовки майбутніх фахівців.

Так Л. Хімчук пропонує чотирикомпонентну структуру формування творчого потенціалу учнів:

- *мотиваційний компонент*: визначає спрямованість особистості на технічну творчість.
- *інтелектуальний компонент*: базується на аналітичних здібностях та здатності до генерування оригінальних ідей.
- *комунікативно-творчий компонент*: передбачає здатність до колаборації та акумуляції колективного досвіду.
- *естетичний компонент*: базується на впровадженні принципів гармонії та краси в інженерну діяльність, що корелює з концепцією «А» (Arts) у системі STEAM (Хімчук, 2005).

Г. Мамус акцентує увагу на важливості технічного мислення і просторової уяви. Особливої ваги в контексті STEAM-інтеграції набуває її теза про необхідність синтезу технічних параметрів із художньою уявою та мисленням. При цьому опорною властивістю здібностей визначається спостережливість (Мамус, 2001).

Практичними індикаторами розвинених технічних здібностей у здобувачів освіти виступають стійкий інтерес до складних механізмів, схильність до самостійного конструювання та ремонту

приладів, здатність до графічного відображення технічних задумів (ескізування), активне опрацювання спеціалізованої літератури.

Дослідник О. Белошпицький стверджує, що фундаментальною платформою для розвитку технічних здібностей у межах технологій є залучення здобувачів освіти до технічної творчості. Автор деталізує завдання освітнього процесу, виокремлюючи наступні пріоритети:

- сформувати стійку систему технічних знань та практичних навичок як базу технологічної підготовки;

- забезпечити засвоєння відомостей суспільно-технічного характеру (від властивостей матеріалів до принципів економіки та організації виробництва);

- стимулювати розвиток інноваційного потенціалу та стійкого інтересу до інженерної сфери;

- сприяти опануванню культури праці та професійній орієнтації у галузях, пов'язаних із виробництвом техніки (Белошпицький, 2010).

На відміну від якісного аналізу, Б. Нікітін запропонував методикку кількісного оцінювання конструктивно-технічних здібностей. Його підхід базується на моделюванні професійної діяльності інженера, дизайнера, винахідника через три ключові операції: складання готового виробу, виготовлення компонентів та конструювання (Нікітін, 1994).

У сучасній педагогічній науці розвиток технічних здібностей диференціюють за трьома основними аспектами:

1. Загальний: здатність до широкого спектру технічної діяльності (В. Рибалка, Р. Гуревич).

2. Груповий: спрямованість на конкретні творчі напрями, як-от раціоналізаторство чи винахідництво (В. Моляко, Т. Терещук).

3. Вузькоспеціалізований: виявлення хисту до конкретних галузей, наприклад, залізничного транспорту чи конвеєрного виробництва (В. Мадзігон, М. Корець, В. Чумак).

Для глибшого розуміння структури цих здібностей необхідно проаналізувати саму технічну діяльність, що за рівнем інтелектуального навантаження можна класифікувати від репродуктивної до творчої:

- *операційний рівень*: виконання типових трудових прийомів у межах сталих технологічних процесів (автоматизована ланка);

- *технологічний рівень*: розробка та практична реалізація нових процесів, що потребує значних інтелектуальних зусиль;

- *управлінський рівень*: контроль за автоматизованими системами, що передбачає аналіз відхилень та прогнозування ризиків;

- *системно-налагоджувальний рівень*: найбільш складний вид діяльності, що поєднує проектування, наладку та регулювання складного устаткування (Якименко, 2010).

Така ієрархія видів діяльності дозволяє стверджувати, що інтеграція елементів STEAM має бути спрямована на поступовий перехід здобувача від виконання простих операцій до комплексного управління та налагодження складних технічних систем.

Аналіз структури та складових технічних здібностей дає підстави розглядати їх як основу професійної підготовки здобувачів освіти. Водночас технічні здібності відображають передусім потенційні можливості особистості, тоді як технічне мислення виступає безпосереднім механізмом реалізації цих можливостей у процесі практичної діяльності, особливо під час розв'язання проблемних і прикладних завдань.

У межах STEAM-навчання здобувач освіти не лише володіє певними здібностями, а активно залучає пізнавальні ресурси для трансформації теоретичних знань у конкретний технічний результат (Стріценко, 2022). У цьому контексті технічне мислення доцільно розглядати як інтелектуальний процес, що забезпечує оперування технічними поняттями, образами та моделями з метою пошуку раціональних і ефективних рішень.

Важливою характеристикою технічного мислення в умовах інтегрованого навчання є тісний взаємозв'язок теоретичного й практичного компонентів. На відміну від абстрактного мислення, воно завжди орієнтоване на досягнення конкретного результату, що в STEAM-середовищі проявляється у здатності швидко переходити від математичних розрахунків до створення інженерних конструкцій. Не менш значущою є динамічність просторових уявлень, яка полягає у вмінні мисленно оперувати елементами технічних об'єктів, аналізувати їх взаємодію та функціонування в русі. Саме ця здатність є підґрунтям для ефективної роботи з 3D-моделюванням і САПР (Поліхун, Сліпухін, Патрікеєва, 2021).

Крім того, технічне мислення характеризується оперативністю та алгоритмічністю, що виявляється у здатності швидко аналізувати ситуацію, приймати обґрунтовані рішення в умовах обмежених ресурсів або часу, зокрема під час роботи з робототехнічними та програмними системами. Важливим складником є також конструктивно-критичний підхід, орієнтований на виявлення помилок і пошук шляхів їх усунення. Такий підхід формує рефлексивну позицію здобувача освіти, за якої труднощі та невдалі результати розгляда-

ються як етапи вдосконалення й оптимізації технічного рішення.

Взаємозв'язок між технічною діяльністю, технічними здібностями та технічним мисленням доцільно розглядати як цілісну систему, у межах якої кожен компонент виконує визначену функцію (рис. 1). Такий підхід є особливо актуальним у контексті STEAM-освіти, де навчання орієнтоване на практичну діяльність, проектування та розв'язання комплексних технічних завдань.



Рис. 1. Технічні здібності як складова системи технічної діяльності

Аналіз представленої системи дає змогу стверджувати, що технічні здібності є складовою технічної діяльності та водночас підґрунтям для розвитку технічного мислення. До структури технічних здібностей належать мануальна спритність, просторова уява та спостережливність, які в сукупності забезпечують ефективність виконання технічних дій. Зокрема, мануальна спритність проявляється у вмінні точно й раціонально використовувати інструменти, механізми та технічні пристрої, що є необхідним під час виконання практичних завдань у STEAM-проектах. Просторова уява надає технічній діяльності творчого характеру, забезпечуючи здатність уявляти форму, будову та взаємодію елементів технічних об'єктів. Спостережливність, своєю чергою, виявляється у вмінні помічати суттєві особливості технічних систем, аналізувати їхню роботу та зміни в процесі функціонування.

Провідною характеристикою технічних здібностей виступає технічне мислення, що проявляється у здатності розуміти технічні процеси та самостійно знаходити продуктивні рішення інженерних завдань. У межах сучасних досліджень технічне мислення розглядається як єдність теоретичного, образного та практичного компонентів, що перебувають у постійній взаємодії (Рогоза, Левченко, 2025). Саме така триєдність забезпечує можливість переходу від осмислення проблеми до її практичної реалізації, що є характерним для діяльності в STEAM-середовищі.

Теоретичний компонент технічного мислення пов'язаний з оперуванням технічними поняттями, формуванням нових знань та плануванням майбутньої діяльності. Практичний компонент

охоплює виконання дій, перевірку рішень, пошук помилок і корекцію результатів. Швидкість і гнучкість переходу між теоретичними та практичними діями виступає важливим показником рівня розвитку технічного мислення здобувачів освіти. У STEAM-навчанні цей процес реалізується через проектну та дослідницьку діяльність, де теоретичні знання постійно перевіряються на практиці.

Особливу роль у структурі технічного мислення відіграє образний компонент, який ґрунтується на взаємодії просторової уяви та просторового мислення. Саме ці пізнавальні процеси забезпечують здатність створювати динамічні просторові образи, прогнозувати результати технічних дій та моделювати роботу технічних систем. Розвинуте просторове мислення є необхідною умовою успішної діяльності в умовах сучасного виробництва та цифрових технологій, де зростає інтелектуальна складова праці.

Ускладнення технічних систем і поява нових галузей виробництва зумовлюють підвищені вимоги до когнітивних, операційних і мотиваційних якостей особистості. У цьому контексті інтеграція елементів STEAM-освіти створює умови для цілеспрямованого розвитку технічного мислення як ключової компетентності, що забезпечує здатність адаптуватися до змін, ефективно працювати з новими технологіями та брати участь у створенні інноваційних технічних рішень.

Розглядаючи технічне мислення як багатоконпонентне утворення, що формується у процесі цілеспрямованої технічної діяльності, доцільно проаналізувати механізми інтеграції елементів STEAM та їхній вплив на розвиток когнітивних навичок здобувачів освіти. Саме міждисциплінарна взаємодія складників STEAM забезпечує умови для комплексного залучення теоретичних знань, образного мислення та практичних дій, що було окреслено в попередньому аналізі структури технічного мислення.

Науковий компонент (Science) у STEAM-освіті виконує функцію пізнавальної основи технічної діяльності. Він сприяє розвитку аналітичного мислення, формуванню причинно-наслідкових зв'язків і здатності пояснювати фізичні та природні процеси, що лежать в основі функціонування технічних систем. У процесі роботи з робототехнічними моделями здобувачі освіти не лише відтворюють окремі явища, а й осмислюють їхню роль у цілісній системі, що активізує пізнавальні операції аналізу, узагальнення та прогнозування результатів діяльності.

Технологічний компонент (Technology) орієнтований на розвиток операційних і процедурних

когнітивних навичок, пов'язаних із використанням цифрових інструментів, програмного забезпечення та технічних засобів. Робота з мікроконтролерами, сенсорами, середовищами програмування та системами автоматизованого проектування формує в здобувачів освіти здатність до алгоритмічного мислення, поетапного планування дій і контролю результатів. Технологічна складова також сприяє розвитку навичок налагодження та корекції технічних рішень, що є важливим елементом технічного мислення в умовах реальної інженерної діяльності.

Інженерний компонент (Engineering) забезпечує практичну спрямованість STEAM-навчання та безпосередньо впливає на формування конструктивно-проектного мислення. У процесі створення технічних об'єктів здобувачі освіти залучають просторову уяву, здатність до моделювання, аналізу обмежень і оптимізації конструкцій. Інженерна діяльність вимагає постійного переходу між теоретичним осмисленням проблеми та її практичною реалізацією, що відповідає трикомпонентній структурі технічного мислення, визначеній у попередньому розділі.

Мистецький компонент (Art), інтегрований у STEAM-підхід, відіграє важливу роль у розвитку образного та творчого мислення. Він сприяє формуванню естетичного бачення технічних рішень, уміння візуалізувати ідеї та шукати нестандартні підходи до проектування. У робототехніці та 3D-моделюванні мистецька складова проявляється в дизайні конструкцій, інтерфейсів і функціональних елементів, що стимулює когнітивну гнучкість та здатність поєднувати технічну доцільність із візуальною виразністю.

Математичний компонент (Mathematics) виконує роль універсальної мови опису технічних процесів і забезпечує розвиток логічного та абстрактного мислення. Математичні моделі, розрахунки, алгоритми та залежності лежать в основі програмування робототехнічних систем і побудови тривимірних моделей. Завдяки цьому здобувачі освіти набувають уміння формалізувати технічні задачі, працювати з кількісними параметрами та оцінювати ефективність запропонованих рішень.

Реалізація зазначених механізмів інтеграції STEAM потребує відповідного методичного забезпечення, центральне місце в якому займає практичне використання робототехніки, 3D-моделювання та проектного навчання (Морзе, Гладун, 2019). Робототехніка виступає універсальним дидактичним засобом, що поєднує всі компоненти STEAM у єдиному освітньому процесі. Вона дозволяє організувати навчання на

основі реальних технічних задач, у межах яких здобувачі освіти проходять повний цикл діяльності: від постановки проблеми та розроблення ідеї до створення, тестування й удосконалення технічного продукту.

З метою практичної реалізації інтеграції елементів STEAM у процес формування технічного мислення учнів старшої школи доцільно впроваджувати навчальні проекти прикладного спрямування. Проектна діяльність у цьому контексті розглядається як метод навчання, що забезпечує поєднання теоретичних знань і практичних дій, активізує пізнавальну діяльність учнів та створює умови для розвитку ключових когнітивних навичок.

У якості прикладу пропонується навчальний *STEAM-проект «Розумна автоматизована система для побутових або навчальних потреб»*, який орієнтований на учнів 10–11 класів і може бути реалізований у межах уроків інформатики, фізики, технологій або факультативних занять з робототехніки.

Метою проекту є формування технічного мислення учнів шляхом залучення їх до повного циклу інженерної діяльності: від аналізу проблеми та постановки завдання до створення, тестування та вдосконалення робототехнічного пристрою. У процесі роботи над проектом учні розвивають уміння аналізувати технічні умови, планувати власну діяльність, працювати з технічною документацією та оцінювати ефективність запропонованих рішень.

Проект передбачає поетапну організацію діяльності. На *початковому етапі* учні здійснюють аналіз проблемної ситуації, визначають функціональні вимоги до майбутньої системи та формулюють технічне завдання. На цьому етапі активно залучається науковий компонент STEAM, оскільки учні використовують знання з фізики для пояснення принципів роботи датчиків і виконавчих механізмів, а також з математики для попередніх розрахунків.

Наступний *етап* пов'язаний із *проектуванням та моделюванням*. Учні розробляють ескізи та створюють 3D-моделі окремих елементів або корпусу пристрою за допомогою систем автоматизованого проектування. Цей етап сприяє розвитку просторової уяви, образного мислення та навичок візуалізації технічних рішень. Водночас інтегрується мистецький компонент STEAM, що проявляється в роботі над дизайном, формою та зручністю використання створюваного об'єкта.

Практичний етап реалізації проекту полягає у складанні робототехнічної конструкції, підключенні електронних компонентів і програмуванні

алгоритмів роботи системи. Тут провідну роль відіграють технологічний та інженерний компоненти STEAM. Учні навчаються працювати з мікроконтролерами, сенсорами, виконавчими пристроями, а також створювати та налагоджувати програмний код. У процесі тестування системи особлива увага приділяється пошуку та усуненню помилок, що сприяє формуванню навичок аналізу, самоконтролю та технічної рефлексії.

Завершальний етап проєкту передбачає презентацію результатів і рефлексію. Учні представляють створений пристрій, обґрунтовують вибір технічних рішень, аналізують труднощі, з якими вони стикалися, та пропонують можливі напрями вдосконалення проєкту. Така діяльність сприяє розвитку критичного мислення, комунікативних навичок і здатності до самооцінювання власної діяльності.

Реалізація запропонованого STEAM-проєкту забезпечує цілеспрямований розвиток технічного мислення учнів старшої школи, оскільки поєднує теоретичні знання з практичними діями, стимулює просторову уяву, алгоритмічне мислення та здатність до інженерного аналізу. Водночас проєктна діяльність створює умови для формування мотивації до вивчення технічних дисциплін і підготовки учнів до подальшої професійної діяльності в галузях, пов'язаних із сучасними технологіями та інженерією.

Отже, інтеграція елементів STEAM в освітній процес створює цілісну методичну основу для формування технічного мислення здобувачів освіти. Поєднання наукових знань, інженерної діяльності, цифрових технологій, творчих підходів і математичного моделювання забезпечує розвиток аналітичних, просторових та алгоритмічних когнітивних

навичок. Використання робототехніки дозволяє перевести теоретичні знання у практичну площину, активізувати пізнавальну діяльність і сформувати готовність до розв'язання реальних технічних завдань. Запропонований STEAM-проєкт підтверджує доцільність міждисциплінарного підходу як ефективного засобу розвитку технічного мислення в умовах сучасної освіти.

Висновки. Аналіз теоретико-методологічних засад засвідчив, що технічне мислення є складним інтелектуальним процесом, який не може розвиватися ізольовано лише в межах технічних дисциплін. Визначено, що технічні здібності (мотиваційний, інтелектуальний, комунікативний та естетичний компоненти) є фундаментальним потенціалом особистості, тоді як технічне мислення виступає динамічним інструментом його реалізації. Інтеграція STEAM забезпечує перехід від репродуктивного засвоєння технічних знань до продуктивної творчої діяльності.

Доведено, що кожен компонент STEAM відіграє специфічну роль у когнітивному розвитку: *Science* та *Mathematics* формують аналітичний фундамент; *Technology* та *Engineering* забезпечують інструментарій та алгоритміку; а *Arts* додає необхідний рівень креативності, художньої уяви та дизайн-мислення, що перетворює технічне мислення на інноваційне.

Перспективи подальших досліджень вбачаються у розробці конкретних методичних рекомендацій та діагностичного інструментарію для вимірювання динаміки розвитку технічного мислення здобувачів у процесі виконання міжпредметних STEAM-проєктів на базі сучасних STEM-лабораторій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Белошпицький О. Технічна творчість на уроці праці як перспективна форма трудової підготовки учнів загальноосвітньої школи. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*. Умань : ПП Жовтий О. О., 2010. Ч. 2. С. 38–45.
2. Мамус Г. М. Розвиток технічних здібностей майбутніх вчителів трудового навчання у процесі конструювання та моделювання швейних виробів (методичний аспект) : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2001. 20 с.
3. Методичні засади використання технологій STEM-освіти в гімназії : методичний посібник / В. В. Рогоза, Ф. Г. Левченко та ін. Київ : Педагогічна думка, 2025. 198 с.
4. Морзе Н. В., Гладун М. А. Методика використання робототехніки як засобу формування дослідницьких компетентностей. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Т. 71, № 3. С. 14–29.
5. Нікітін Б. П. Виникнення і розвиток творчих здібностей. *Радянська школа*. 1994. № 4. С. 20–22.
6. Поліхун Н. І., Сліпун І. А., Патрікеєва О. О. Роль STEM-освіти у підготовці майбутніх фахівців до викликів четвертої промислової революції. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2021. № 2 (106). С. 134–145.
7. Стріченко О. М. STEAM-освіта як засіб розвитку творчих здібностей учнів на уроках технологій. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Вип. 45. Т. 2. С. 182–186.
8. Хімчук Л. М. Розвиток творчих технічних здібностей дітей в умовах позашкільного навчання. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 12 : Психологія*. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2005. № 6 (30). Ч. II. С. 285–292.

9. Якименко С. І. Психолого-педагогічні умови формування технічного мислення учнівської молоді. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського. Педагогічні науки*. 2020. № 1 (68). С. 227–233.

REFERENCES

1. Bieloshpytskyi O. (2010). Tekhnichna tvorchist na urotsi pratsi yak perspektyvna forma trudovoi pidhotovky uchniv zahalnoosvitnoi shkoly [Technical creativity in the labor lesson as a promising form of labor training for students of general education schools]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskooho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Pavla Tychny. Uman: PP Zhovtyi O. O. Part 2*. 38–45. [in Ukrainian].
2. Mamus H. M. (2001). Rozvytok tekhnichnykh zdibnostei maibutnykh vchyteliv trudovoho navchannia u protsesi konstruiuvannia ta modeliuvannia shveinykh vyrobiv (metodychnyi aspekt) [Development of technical abilities of future labor training teachers in the process of design and modeling of clothing (methodological aspect)] (Extended abstract of candidate's thesis). Kyiv. 20 p. [in Ukrainian].
3. Rohoza V. V., Levchenko F. H. et al. (2025). *Metodychni zasady vykorystannia tekhnolohii STEM-osvity v himnazii: metodychnyi posibnyk* [Methodological principles of using STEM education technologies in the gymnasium: a methodical guide]. Kyiv: Pedahohichna dumka. 198 p. [in Ukrainian].
4. Morze N. V., Gladdun M. A. (2019). *Metodyka vykorystannia robototekhniki yak zasobu formuvannia doslidnytskykh kompetentnosti* [Methodology of using robotics as a means of forming research competences]. *Information Technologies and Learning Tools*. Vol. 71, No. 3. 14–29. [in Ukrainian].
5. Nikitin B. P. (1994). *Vynyknennia i rozvytok tvorchykh zdibnostei* [The emergence and development of creative abilities]. *Radianska shkola*. No. 4. 20–22. [in Ukrainian].
6. Polikhun N. I., Slipukhin I. A., Patrikiieieva O. O. (2021). *Rol STEM-osvity u pidhotovtsi maibutnykh fakhivtsiv do vyklykiv chetvertoi promyslovoi revoliutsii* [The role of STEM education in preparing future specialists for the challenges of the fourth industrial revolution]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*. No. 2 (106). 134–145. [in Ukrainian].
7. Strytsenko O. M. (2022). *STEAM-osvita yak zasib rozvytku tvorchykh zdibnostei uchniv na urokakh tekhnolohii* [STEAM education as a means of developing students' creative abilities in technology lessons]. *Innovatsiina pedahohika*. Issue 45. Vol. 2. 182–186. [in Ukrainian].
8. Khimchuk L. M. (2005). *Rozvytok tvorchykh tekhnichnykh zdibnostei ditei v umovakh pozashkilnoho navchannia* [Development of creative technical abilities of children in the conditions of out-of-school education]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Serii 12: Psykholohiia*. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova. No. 6 (30). Part II. 285–292. [in Ukrainian].
9. Yakymenko S. I. (2020). *Psykhologo-pedahohichni umovy formuvannia tekhnichnoho myslennia uchnivskoi molodi* [Psycho-pedagogical conditions for the formation of technical thinking of student youth]. *Naukovyi visnyk Mykolaivskoho derzhavnoho universytetu imeni V. O. Sukhomlynskoho. Pedahohichni nauky*. No. 1 (68). 227–233. [in Ukrainian].

Дата першого надходження рукопису до видання: 20.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 19.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025