

Хоменко Любо́в

ORCID 0000-0001-6806-2783

Кандидат фізико-математичних дисциплін, доцент,
доцент кафедри теорії та методики технологічної освіти,
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
(м. Полтава, Україна) E-mail: ljudv.dzjuba@gmail.com,

Кашуба Сергій

ORCID 0009-0006-1800-3113

Аспірант кафедри теорії та методики технологічної освіти
факультету технологій та дизайну,
Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
(м. Полтава, Україна) E-mail: kashubasv@gmail.com

Іванова Вікторія

Учитель-методист вищої категорії інформатики,
Науковий ліцей №3 Полтавської міської ради
(м. Полтава, Україна) E-mail: viki34@gmail.com

МОДЕЛЬ STEM-НАВІГАТОРА ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У СТАРШОКЛАСНИКІВ

У статті досліджується впровадження моделі STEM-навігатора в контексті сучасного освітнього простору, що сприяє розвитку технічних та критичних компетентностей учнів. Визначено, що інтеграція дисциплін STEM (наука, технології, інженерія та математика) в навчальний процес є ефективним інструментом для розвитку ключових компетентностей, зокрема, самостійності, технологічної грамотності та креативності. Автори аналізують основні педагогічні умови, які необхідні для успішної реалізації цієї моделі в загальноосвітніх закладах освіти. Окремо розроблено модель STEM-навігатора, що втілює міждисциплінарний підхід до навчання та інтегрує різні аспекти STEM-освіти в єдину когерентну структуру. Зазначено, що використання моделі дозволяє підвищити зацікавленість учнів у технічних науках, сприяє розвитку навичок критичного мислення та ефективного вирішення комплексних задач. Стаття спрямована на підтримку педагогічних інновацій та покращення якості професійної підготовки учнів через інтеграцію міждисциплінарних знань та технологій у сучасну освітню практику.

Мета статті: здійснити комплексний аналіз освітнього потенціалу робототехніки як засобу міждисциплінарної інтеграції природничих наук, технологій, інженерії, мистецтва та математики (STEM) у сучасному освітньому процесі; обґрунтувати сукупність педагогічних умов для ефективної імплементації робототехніки в освітнє середовище загальної середньої освіти України.

Методологія дослідження: систематизація наукових праць у сфері STEM-освіти, аналіз сучасних підходів до інтеграції предметів STEM у навчальний процес, а також вивчення досвіду вітчизняних та зарубіжних дослідників. Дослідження спирається на теоретичні моделі STEM-освіти, зокрема на основі методів активного навчання та дослідницького підходу.

Наукова новизна: полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробленні та візуалізації інноваційної педагогічної моделі «STEM-навігатор» як інструмента формування ключових компетентностей старшокласників. Уперше запропоновано науково обґрунтовану сукупність педагогічних умов реалізації моделі STEM-навігатора в освітньому процесі, яка передбачає поєднання проєктно-дослідницької діяльності, формувальне оцінювання, цифровізацію освітнього середовища, індивідуалізацію траєкторії навчання та залучення учнів до практикоорієнтованої STEM-активності.

Висновки: у результаті проведеного дослідження зроблено висновок, що інтеграція STEM-навігатора в освітній процес є потужним інструментом для розвитку ключових компетентностей учнів, зокрема самостійності, технологічної грамотності та креативності. Залучення учнів до діяльності на основі STEM-моделі сприяє їхньому всебічному розвитку, підвищує зацікавленість у технічних науках і забезпечує формування у них навичок, які є важливими для успішної професійної діяльності у майбутньому.

Ключові слова: STEM-навігатор, інженерна освіта, педагогічні умови, критичне мислення, технологічна грамотність, інтеграція дисциплін, проєктне навчання, модель STEM-навігатора.

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Сучасна парадигма освіти базується на ідеї інтегрованого навчання, у якому знання з різних предметів об'єднуються для вирішення практичних задач [13]. В умовах динамічного розвитку цифрових технологій робототехніка стає потужним інструментом реалізації міждисциплінарного підходу в освітній діяльності [2; 3].

У сучасних умовах цифровізації освіти та стрімкого розвитку інноваційних технологій зростає потреба у впровадженні ефективних міждисциплінарних підходів до організації освітнього процесу [1]. Одним із провідних засобів реалізації таких підходів є освітня робототехніка, яка виступає інтегративною платформою для поєднання знань з природничо-наукових дисциплін, технологій, інженерії, математики та елементів креативного мислення [14; 11].

Робототехніка як дидактичний інструмент сприяє формуванню ключових компетентностей учнів, розвитку навичок XXI століття – критичного мислення, співпраці, комунікації, інформаційної грамотності [10], а також інженерного та алгоритмічного мислення. В умовах реалізації компетентнісного підходу та впровадження Нової української школи (НУШ), робототехнічні проєкти набувають особливої значущості, оскільки дозволяють ефективно інтегрувати зміст освіти, стимулюють учнівську дослідницьку активність та сприяють формуванню внутрішньої мотивації до навчання.

Водночас використання робототехніки у закладах загальної середньої та позашкільної освіти створює умови для особистісно орієнтованого, інклюзивного та проєктно-діяльнісного навчання [4], що відповідає викликам сучасного суспільства та запитам ринку праці на висококваліфікованих фахівців у галузі STEM [7].

Таким чином, робототехніка виступає не лише інструментом розвитку технічної грамотності, а й засобом інтеграції наукового знання з креативною діяльністю, що забезпечує цілісність освітнього процесу та підвищує його ефективність.

В Україні питання інтеграції робототехніки в систему освіти набуває особливої актуальності в контексті модернізації змісту освіти, розвитку цифрової інфраструктури, а також реалізації державної політики у сфері STEM-освіти [5; 9]. Міністерство освіти і науки України активно підтримує ініціативи щодо впровадження робототехніки в освітній процес, зокрема через запровадження факультативів, гуртків, міжшкільних STEM-центрів, участь у міжнародних освітніх програмах та конкурсах з робототехніки.

В умовах воєнного стану, коли постає завдання збереження якості освіти та розвитку інноваційного потенціалу молоді, робототехніка стає потужним засобом формування стійких освітніх траєкторій і мотивації до навчання в умовах невизначеності та викликів [8; 1].

Актуальність обраної тематики зумовлена необхідністю наукового обґрунтування та методичного забезпечення процесу впровадження робототехніки в освітню практику як засобу інтеграції наукового і технічного контенту з елементами творчості, що є визначальним чинником модернізації сучасного освітнього простору України [14; 11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі впровадження STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти присвячено низку наукових праць українських дослідників, серед яких О. О. Патрикеева [10], О. В. Лозова, С. Л. Горбенко, Н. А. Поліщук, К. Г. Постова [13], І. А. Сліпухіна, О. В. Онопченко, О. І. Міхєєнко, В. М. Оржеховська, Т. Є. Федорченко та інші. Ці дослідження охоплюють різні аспекти STEM-освіти, зокрема методологічні, організаційно-управлінські, змістові та технологічні [14].

Зокрема, О. О. Патрикеева [10] та ін. у своїх працях акцентують увагу на умовах впровадження STEM-освіти в закладах освіти України, розкриваючи основні завдання та принципи її реалізації. Н. І. Поліхун [13], К. Г. Постова та інші дослідники з Інституту обдарованої дитини НАПН України розробили методичні рекомендації щодо інтеграції формальної та неформальної освіти обдарованих учнів у контексті STEM-освіти. Ці рекомендації сприяють розвитку дослідницької діяльності учнів та формуванню їхньої інженерної культури [10].

Важливим аспектом є також професійний розвиток педагогів у контексті STEM-освіти. У дослідженнях О. О. Патрикеевої, О. В. Лозової та С. Л. Горбенко [10] розглядаються форми контролю навчальної діяльності учнів при впровадженні STEM-освіти, зокрема інтерактивні методи, рольові ігри, конкурси та брейн-стормінги, що сприяють розвитку критичного мислення та творчих здібностей учнів [3].

Таким чином, аналіз наукових праць свідчить про багатогранність підходів до впровадження STEM-освіти в Україні, що охоплюють методичні, організаційні, технологічні та професійно-педагогічні аспекти. Ці дослідження створюють теоретичну та практичну основу для реалізації ефективних моделей STEM-освіти в закладах загальної середньої освіти.

Мета дослідження – здійснити комплексний аналіз освітнього потенціалу робототехніки як засобу міждисциплінарної інтеграції природничих наук, технологій, інженерії, мистецтва та математики (STEM) у сучасному освітньому процесі; обґрунтувати сукупність педагогічних умов для ефективної імплементації робототехніки в освітнє середовище загальної середньої освіти України.

Методологією нашого дослідження є систематизація та вивчення наукових публікацій, аналіз наукової та навчально-методичної літератури, Інтернет-джерел, а також розкриття основних визначень досліджуваної проблеми. Для цього застосовуються підходи, що сприяють глибшому розумінню інтеграції

робототехніки в контексті STEM-освіти та розвитку ключових компетентностей учнів. Аналізується вплив новітніх технологій, зокрема робототехніки, на формування технологічної грамотності, креативності та критичного мислення. Узагальнення та висновки допомагають визначити педагогічні умови для ефективного впровадження робототехніки в освітній процес, що має сприяти розвитку цілісної освітньої моделі, яка відповідає вимогам сучасного цифрового та технологічного середовища.

Наукова новизна дослідження полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробленні та візуалізації інноваційної педагогічної моделі «STEM-навігатор» як інструмента формування ключових компетентностей старшокласників. Модель представлено як системну, структурно-функціональну конструкцію, що інтегрує міждисциплінарні освітні вектори (наука, технології, інженерія, математика) з урахуванням вікових особливостей, освітніх потреб і мотиваційних чинників учнів старшої школи. Уперше запропоновано науково обґрунтовану сукупність педагогічних умов реалізації моделі STEM-навігатора в освітньому процесі, яка передбачає поєднання проектно-дослідницької діяльності, формувальне оцінювання, цифровізацію освітнього середовища, індивідуалізацію траєкторії навчання та залучення учнів до практикоорієнтованої STEM-активності. Модель спрямована на розвиток технологічної, креативної, комунікативної, дослідницької та соціальної компетентностей, що відповідає сучасним концепціям компетентнісного підходу та інноваційної парадигми шкільної освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Інтеграція STEM-дисциплін через робототехніку є важливим аспектом сучасної освіти, сприяючи формуванню у здобувачів освіти цілісного науково-технічного мислення. Вона передбачає поєднання знань з природничих, математичних і технологічних наук із творчими та інженерними підходами до вирішення практичних завдань. Однією з найбільш ефективних форм такої інтеграції є використання проектних методів, що дозволяють учням розв'язувати реальні проблеми в контексті STEM-напряму, поєднуючи технологічні інструменти з креативними практиками. Робототехніка, як інструмент інтеграції STEM-дисциплін, дозволяє учням не лише засвоювати теоретичні знання, а й набувати практичних навичок, таких як програмування, проектування робіт, алгоритмізація та тестування конструкцій. Водночас, вона сприяє розвитку важливих компетентностей, таких як креативність, критичне мислення, здатність до інноваційного вирішення проблем, а також формує навички колективної діяльності через роботу в командах.

У сучасному науково-педагогічному дискурсі спостерігається різноманіття підходів до визначення педагогічних умов, необхідних для ефективної реалізації STEM-освіти. Так, Сороко Н. виокремлює такі компоненти STEM-орієнтованого освітнього середовища, як цільовий, комунікативний, змістовий, організаційно-діяльнісний, технологічний та результативно-діагностичний [14]. Іванченко Є. та Свіридюк О. акцентують увагу на сукупності прийомів, методів, організаційних форм та обставин, що враховують особливості організації навчально-виховного процесу у вищих військових закладах освіти [3; 1]. Дрокіна А. підкреслює важливість цілеспрямованого, систематичного та організованого процесу підготовки майбутніх учителів початкової школи до впровадження STEM-технологій [2].

Виходячи з аналізу наукових джерел, нами визначено такі педагогічні умови, що забезпечують ефективну імплементацію робототехніки в освітнє середовище загальної середньої освіти України:

1. Інтеграція міждисциплінарного підходу в зміст освіти. Це забезпечує системність знань і формує здатність до комплексного розв'язання проблем. Реалізація міждисциплінарності сприяє розвитку критичного мислення, аналітичних умінь, когнітивної гнучкості та креативності в процесі навчання.

2. Професійна спрямованість STEM-діяльності. Реалізується через залучення здобувачів освіти до практично орієнтованих завдань, участь у конкурсах, фестивалях, хакатонах, дослідницьких проєктах тощо. Такий підхід дає змогу учням моделювати власну професійну траєкторію, усвідомлювати значущість STEM-професій та розвивати інженерне мислення.

3. Організація освітнього середовища на засадах відкритої інженерно-дослідницької лабораторії. Створюється простір для втілення власних STEM-ініціатив. Наявність робототехнічних платформ, мікроконтролерів, сенсорів, 3D-принтерів, лабораторних комплектів дозволяє забезпечити проектно-дослідницький підхід до навчання, що є одним із ключових принципів сучасної STEM-освіти.

4. Особистісно орієнтоване педагогічне проектування. Передбачає індивідуалізацію навчальних траєкторій відповідно до інтересів, пізнавальних потреб та рівня сформованості компетентностей учнів. Це реалізується через систему вибіркового модулю, елективних курсів і проектної діяльності.

5. Цифровізація освітнього процесу. Інтеграція сучасних цифрових інструментів, таких як віртуальні лабораторії, симулятори, платформи для кодування, застосунки для моделювання, системи віртуальної та доповненої реальності, сприяє підвищенню залученості учнів до навчального процесу, формуванню цифрової грамотності та розвитку навичок XXI століття.

6. Партнерська взаємодія з науковими та інженерними спільнотами. Забезпечує доступ до сучасних досягнень науки й технологій, а також надає можливості учням брати участь у реальних дослідженнях, стажуваннях, профільних заходах та тематичних ініціативах.

7. Розвиток STEM-компетентностей педагогів. Створення умов для безперервного професійного розвитку вчителів через систему підвищення кваліфікації, участь у методичних майстерках, консорціумах, освітніх марафонах, які стимулюють поширення практик STEM-освіти та оновлення педагогічного інструментарію.

Таким чином, визначені педагогічні умови формують методологічну та технологічну основу для реалізації моделі в умовах цифрової трансформації освітнього процесу та інтенсифікації STEM-орієнтованої діяльності в закладах загальної середньої освіти.

Модель «STEM-навігатор», що була розроблена на основі досвіду роботи з інтеграцією робототехніки в освітній процес, орієнтована на розвиток ключових компетентностей, що є необхідними для успішної адаптації учнів до вимог сучасного світу. Вона передбачає поетапне впровадження STEM-освіти на кожному освітньому етапі, дозволяючи реалізовувати інтеграцію знань на базі проектної та інженерно-технічної діяльності, а також забезпечує розвиток креативності через застосування елементів мистецтва в STEM-підході.

Модель ґрунтується на компетентнісному підході та передбачає поетапне формування навичок, що дозволяють учням Рис. 1.



Рис. 1. Схема розвитку навичок для успішного навчання в контексті STEM-освіти

Важливою особливістю моделі є її гнучкість, що дозволяє адаптувати її до різних освітніх рівнів — від шкільної освіти до студентських програм, сприяючи інтеграції STEM-освіти в навчальні програми різних дисциплін.



Рис. 2. Структура гнучкості освітньої моделі в контексті інтеграції STEM-компетентностей

Модель забезпечує учням не лише здатність до вирішення технічних завдань, а й розвиває навички пошуку інноваційних рішень для складних проблем, що є основою сучасного освітнього процесу.

Графічне представлення репрезентує візуалізовану структуру інноваційного освітнього підходу, спрямованого на інтеграцію природничо-наукових дисциплін, інженерії, технологій, математики та елементів креативної діяльності через освітню робототехніку.

Модель розроблена як векторна педагогічна система, що структурує та супроводжує індивідуальну освітню траєкторію здобувача освіти у межах інтегрованого навчального середовища.



Рис. 3. Моделі STEM-навігатор

Центральним ядром моделі виступає робототехнічний компонент, який виконує функцію системного інтегратора, забезпечуючи синергію міждисциплінарних знань і практичної діяльності.

Ключові складові моделі:

1. **STEM-компоненти** (наука, технології, інженерія, математика) подано як взаємопов'язані вектори пізнавальної активності, кожен з яких формує окремий блок компетентностей: когнітивних, інструментальних, інформаційно-комунікаційних.

2. **Модуль креативності та дизайн-мислення** підкреслює важливість розвитку дивергентного мислення, візуального моделювання, естетичної рефлексії та культури інженерного проектування. Цей модуль вбудовується в усі етапи STEM-проектів через задачі відкритого типу.

3. **Цифрова грамотність та технологічна культура** відображаються у використанні освітніх платформ, середовищ програмування, електронних пристроїв і сенсорної техніки в процесі створення роботизованих рішень.

4. **Навігаційний контур** представлений у вигляді інтегрованої траєкторії, що поєднує **етапи: мотивація – проєктування – реалізація – рефлексія – трансфер знань**, що відповідає принципам **компетентісно-орієнтованого навчання** та педагогіки партнерства.

5. **Методичний супровід** реалізується у вигляді рекомендацій, цифрових сценаріїв, менторського наставництва з боку педагога та залучення учнів до співтворення освітнього контенту.

6. **Оцінювання** відбувається через **формувальне та автентичне оцінювання**, з акцентом на самооцінку, взаємооцінку та створення цифрового портфоліо результатів діяльності.

Запропонована модель формує підґрунтя для реалізації концепції **персоналізованого навчання**, сприяє розвитку **м'яких навичок (soft skills)**, зокрема комунікації, лідерства, гнучкості та емоційного інтелекту. Її впровадження актуалізує інтерес учнів до науково-дослідницької діяльності, формує ціннісне ставлення до інновацій та орієнтує на **освітню результативність і соціальну відповідальність**.

На базі факультету технологій та дизайну Полтавського національного педагогічного університету діє STEM-лабораторія, у якій проводяться майстер-класи, практичні заняття, тренінги з основ робототехніки.

Педагоги, методисти та здобувачі педагогічного університету розробляють та впроваджують авторські освітні кейси, які базуються на інтеграції дисциплін у межах практичних проєктів – створення роботизованих моделей, участь у змаганнях, вирішення кейсів зі сталого розвитку, енергоефективності тощо. Особлива увага приділяється використанню відкритих апаратно-програмних платформ, зокрема

Arduino та **micro:bit**, які дозволяють учням створювати інтерактивні пристрої, програмувати сенсори, розв'язувати задачі автоматизації та моніторингу навколишнього середовища.

Завдяки цим платформам учні мають можливість поглибити знання з фізики, інформатики, математики, опановуючи водночас основи схемотехніки, алгоритмізації та програмування. Проєкти з використанням Arduino та micro:bit реалізуються у вигляді навчальних STEM-модулів, таких як: «Розумна теплиця», «Автоматичне освітлення приміщення», «Система поливу на основі сенсорів вологості», «Портативна метеостанція», тощо.

У рамках практичної апробації авторської моделі «STEM-навігатор» було здійснено її інтеграцію в освітній простір Наукового ліцею № 3 Полтавської міської ради. Учні Наукового ліцею № 3 активно долучаються до проєктно-орієнтованих STEM-активностей, які передбачають розв'язання прикладних задач на основі використання елементів робототехніки, мікроелектроніки та програмування. Вони виявляють високий рівень мотивації до навчання, демонструють здатність до самостійного прийняття технічних рішень, ефективного планування проєктної діяльності та роботи в команді.

Застосування моделі «STEM-навігатор» у практиці навчання дозволяє не лише трансформувати традиційний освітній процес у напрямі міждисциплінарної інтеграції, а й формує у здобувачів освіти усвідомлену траєкторію професійного самовизначення. Завдяки гнучкій структурі моделі, учні можуть реалізовувати індивідуалізовані освітні маршрути, засновані на особистісних інтересах, схильностях до дослідницької діяльності та інженерного конструювання.

Результати спостережень і проміжного оцінювання показують, що в умовах реалізації даної моделі в учнів формується не лише академічна успішність, а й зростає рівень таких наскрізних компетентностей, як критичне мислення, креативність, цифрова грамотність, що цілком відповідає сучасним вимогам Нової української школи та пріоритетам STEM-освіти.

Таким чином, модель «STEM-навігатор» виявляє високу адаптивність до умов профільного навчання в академічно орієнтованих закладах середньої освіти, сприяє підвищенню якості освіти та формуванню конкурентоспроможного здобувача освіти, здатного до інноваційної діяльності в умовах цифрової трансформації суспільства.

Висновки. Робототехніка у системі загальної середньої освіти України відіграє важливу роль як інтеграційний інструмент, що забезпечує взаємозв'язок між теоретичним знанням та практичною діяльністю. Її впровадження сприяє розвитку STEM-компетентностей, креативності, проєктного та критичного мислення, а також активізує пізнавальну діяльність учнів. Для розширення масштабів впровадження необхідне методичне забезпечення, підвищення кваліфікації педагогів та оновлення матеріально-технічної бази.

Узагальнення наукових джерел та практичний досвід реалізації моделі «STEM-навігатор» дозволяє стверджувати, що зазначена сукупність педагогічних умов є системоутворювальним чинником ефективного функціонування STEM-орієнтованого освітнього середовища. Вони спрямовані на формування в учнів високого рівня мотивації до навчання, самостійності, здатності до проєктування індивідуальних освітніх траєкторій, розвитку ключових компетентностей та підготовки до усвідомленого вибору майбутньої професії у галузі науки, техніки та технологій. Реалізація цих умов у рамках моделі «STEM-навігатор» підтверджується практикою діяльності Наукового ліцею №3 м. Полтави, учні якого демонструють високі результати участі в STEM-заходах, олімпіадах, конкурсах, дослідницьких проєктах і науково-практичних конференціях.

Перспективи подальших досліджень. Подальше дослідження доцільно зосередити на розробці авторських методик інтеграції робототехніки в навчальні програми, аналізі освітніх результатів у довготривалій перспективі та на вивченні впливу робототехнічної діяльності на формування м'яких навичок (soft skills).

References

1. Гуржій А. М., Шишкіна М. П., Семеріков С. О. Цифрова трансформація освіти: теоретико- засади. Київ: Інститут цифровізації освіти НАПН України, 2021. 200 с.
Hurzhii, A. M., Shyshkina, M. P., Semerikov, S. O. (2021). Tsyfrova transformatsiia osvity: teoretyko-metodolohichni zasady [Digital transformation of education: theoretical and methodological foundations]. Kyiv, Ukraine: Institute of Digitalization of Education of the NAES of Ukraine. 200. [in Ukrainian].
2. Дрокіна А. Підготовка майбутніх учителів початкової школи до впровадження STEM-технологій у професійну діяльність: дис. ... канд. пед. наук. Суми, 2020. 254 с.
Drokina, A. (2020). Pidhotovka maibutnikh uchyteliv pochatkovoї shkoly do vprovadzhennia STEM-tekhnologii u profesiinu diialnist [Preparation of future primary school teachers for the implementation of STEM technologies in professional activity]. *Candidate's thesis*. Sumy, Ukraine. 254. [in Ukrainian].
3. Іванченко Є., Свіридюк О. Педагогічні умови формування готовності майбутніх офіцерів Збройних Сил України до застосування STEM-технологій у професійній діяльності. Одеса: Військова академія, 2019. 120 с.
Ivanchenko, Ye., Sviridiuk, O. (2019). Pedagogichni umovy formuvannia hotovnosti maibutnikh ofitseriv Zbroinykh Syl Ukrainy do zastosuvannia STEM-tekhnologii u profesiinii diialnosti [Pedagogical conditions

- for the formation of readiness of future officers of the Armed Forces of Ukraine to use STEM technologies in professional activities]. Odesa, Ukraine: Military Academy. 120. [in Ukrainian].
4. Інститут модернізації змісту освіти. STEM-освіта. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> (дата звернення: 26.05.2025 року)
Instytut modernizatsii zmistu osvity. STEM-osvita [Institute of Education Content Modernization. STEM education]. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/> [in Ukrainian].
 5. Інститут модернізації змісту освіти. STEM-школа. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-shkola/> (дата звернення: 24.05.2025 року)
Instytut modernizatsii zmistu osvity. STEM-shkola [Institute of Education Content Modernization. STEM school]. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/stem-shkola/> [in Ukrainian].
 6. Інститут модернізації змісту освіти. Відділ STEM-освіти. URL: <https://imzo.gov.ua/pro-imzo/struktura/viddil-stem-osviti/> (дата звернення: 22.05.2025 року)
Instytut modernizatsii zmistu osvity. Viddil STEM-osvity [Institute of Education Content Modernization. STEM Education Department]. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/pro-imzo/struktura/viddil-stem-osviti/> [in Ukrainian].
 7. Інститут модернізації змісту освіти. Всеукраїнська STEM-педагогічна майстерня на тему «Освітня робототехніка як інструмент розвитку STEM-освіти». URL: <https://imzo.gov.ua/events/vseukrainska-stem-pedahohichna-maysternia/> (дата звернення: 22.05.2025 року)
Instytut modernizatsii zmistu osvity. Vseukrainska STEM-pedahohichna maisternia na temu «Osvitnia robototekhnika yak instrument rozvytku STEM-osvity» [Institute of Education Content Modernization. All-Ukrainian STEM pedagogical workshop on the topic «Educational robotics as a tool for the development of STEM education»]. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/events/vseukrainska-stem-pedahohichna-maysternia/> [in Ukrainian].
 8. Інститут модернізації змісту освіти. Засоби та обладнання STEM. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/zasobi-ta-obladnannya-stem/> (дата звернення: 26.05.2025 року)
Instytut modernizatsii zmistu osvity. Zasoby ta obladnannia STEM [Institute of Education Content Modernization. STEM tools and equipment]. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/zasobi-ta-obladnannya-stem/> [in Ukrainian].
 9. Інститут модернізації змісту освіти. Програми STEM. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/programi-stem/> (дата звернення: 24.05.2025 року)
Instytut modernizatsii zmistu osvity. Prohramy STEM [Institute of Education Content Modernization. STEM programs]. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/programi-stem/> [in Ukrainian].
 10. Коршунова О. В., Гущина Н. І., Василяшко І. П., Патрикєєва О. О. STEM-освіта. Професійний розвиток педагога: збірник спецкурсів. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2018. 80 с.
Korshunova, O. V., Hushchyna, N. I., Vasylashko, I. P., Patrykieieva, O. O. (2018). STEM-osvita. Profesiyniy rozvytok pedahoha: zbirnyk spetskursiv [STEM education. Professional development of a teacher: collection of special courses]. Kyiv, Ukraine: Osvita Publishing House. 80. [in Ukrainian].
 11. Маркова О. М. STEM-освіта як складова інноваційного освітнього простору: управлінський аспект. *Освіта регіону*. 2022. № 2(98). С. 43–48.
Markova, O. M. (2022). STEM-osvita yak skladova innovatsiinoho osvitnoho prostoru: upravlinskyi aspekt [STEM education as a component of the innovative educational space: a managerial aspect]. *Osvita rehionu – Education of the Region*, 2 (98). 43–48. [in Ukrainian].
 12. Міністерство освіти і науки України. Нова українська школа. URL: <https://mon.gov.ua/en/nova-ukrainska-shkola/> (дата звернення: 26.05.2025 року)
Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Nova ukrainska shkola [Ministry of Education and Science of Ukraine. New Ukrainian School]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/en/nova-ukrainska-shkola/> [in Ukrainian].
 13. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпукхіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О. В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.
Polikhun, N. I., Postova, K. H., Slipukhina, I. A., Onopchenko, H. V., Onopchenko, O. V. (2019). Uprovadzhennia STEM-osvity v umovakh intehtatsii formalnoi i neformalnoi osvity obdarovanykh uchniv: metodychni rekomendatsii [Implementation of STEM education in the context of integration of formal and non-formal education for gifted students: methodological recommendations]. Kyiv, Ukraine: Institute of Gifted Child of the NAES of Ukraine. 80. [in Ukrainian].
 14. Сороко Н. Педагогічні моделі STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя основної школи. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2020. 140 с.
Soroko, N. (2020). Pedahohichni modeli STEAM-orientovanoho osvitnoho seredovyshcha dlia rozvytku informatsiino-tsifrovoi kompetentnosti vchytelia osnovnoi shkoly [Pedagogical models of STEAM-oriented educational environment for the development of information and digital competence of a secondary school teacher]. Sumy, Ukraine: Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. [in Ukrainian].

Khomenko Liubov

<https://orcid.org/0000-0001-6806-2783>

Candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Theory
and Methods of Technological Education,
Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University
(Poltava, Ukraine) E-mail: ljudo.dzjuba@gmail.com

Kashuba Serhii

<https://orcid.org/0009-0006-1800-3113>

Postgraduate student of the Department of Theory and
Methods of Technological Education,
Faculty of Technology and Design,
Poltava V. G. Korolenko National Pedagogical University
(Poltava, Ukraine) E-mail: kashubasv@gmail.com

Ivanova Viktoriia

Teacher-methodologist of the highest qualification category in informatics,
scientific Lyceum № 3 of the Poltava city council
(Poltava, Ukraine) E-mail: viki34@gmail.com

THE STEM-NAVIGATOR MODEL AS A TOOL FOR DEVELOPING KEY COMPETENCIES IN UPPER SECONDARY SCHOOL STUDENTS

The article explores the implementation of the STEM-navigator model within the framework of the modern educational landscape, emphasizing its role in fostering students' technical and critical competencies. It is established that the integration of STEM disciplines (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) into the learning process serves as an effective pedagogical tool for the development of key competencies, particularly autonomy, technological literacy, and creativity. The authors examine the core pedagogical conditions essential for the successful deployment of this model in general secondary education institutions. A dedicated STEM-navigator model has been developed, embodying an interdisciplinary approach to teaching and integrating various facets of STEM education into a coherent instructional framework. The study highlights that the application of this model enhances student engagement in technical subjects, promotes the development of critical thinking skills, and supports the effective resolution of complex, real-world problems. This article contributes to the advancement of educational innovation and the improvement of learners' professional preparedness by integrating interdisciplinary knowledge and emerging technologies into contemporary educational practice.

Purpose of the Article: The aim of this article is to conduct a comprehensive analysis of the educational potential of robotics as a means of interdisciplinary integration of science, technology, engineering, the arts, and mathematics (STEAM) within the contemporary educational process. The study also seeks to substantiate a set of pedagogical conditions necessary for the effective implementation of educational robotics in the learning environment of general secondary education institutions in Ukraine.

Research Methodology: The study is grounded in a systematic review of academic literature in the field of STEM education, an analysis of current approaches to subject integration within the STEM framework, as well as an exploration of both national and international pedagogical practices. The research is based on theoretical models of STEM education, with particular emphasis on active learning methodologies and inquiry-based learning approaches.

Scientific Novelty: The scientific contribution of the study lies in the theoretical justification, development, and visualization of an innovative pedagogical model titled the "STEM Navigator," designed as a tool for cultivating key competencies among upper secondary school students. For the first time, a scientifically grounded set of pedagogical conditions has been proposed for implementing the STEM-navigator model within the educational process. These conditions include the integration of project-based and inquiry-driven learning, formative assessment strategies, the digitalization of the learning environment, the individualization of learning trajectories, and the engagement of students in practice-oriented STEM activities.

Conclusions. The findings of the study indicate that integrating the STEM-navigator model into the educational process serves as a powerful mechanism for fostering students' key competencies, particularly autonomy, technological literacy, and creativity. Student involvement in activities grounded in the STEM framework contributes to their holistic development, enhances interest in technical disciplines, and facilitates the acquisition of skills essential for future professional success.

Keywords: STEM-navigator, engineering education, pedagogical conditions, critical thinking, technological literacy, interdisciplinary integration, project-based learning, STEM-navigator model.

Стаття надійшла до редакції 30.04.2025 р.

Рецензент: доктор педагогічних наук, професор **Гриньова М. В.**