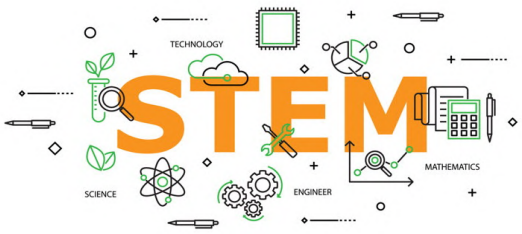
STEM-освіта

УДК 373.5.091:005

Микола КІНАХ,
директор КЗЗСО «Луцька гімназія № 7 Луцької міської ради»;
Лариса ЯРОЩУК,
заступник директора з навчально-виховної роботи
КЗЗСО «Луцька гімназія № 7 Луцької міської ради»

Моделювання STEM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності здобувачів освіти



Ідеться про розробку та впровадження моделі STEM-орієнтованого середовища у закладі освіти для розвитку цифрової компетентності учнів. Доведено, що модернізація освітнього простору має бути системною та спланованою. Ефективне навчання забезпечується завдяки поєднанню природничо-математичних предметів і використанню практичних завдань, спрямованих на розв'язання реальних життєвих проблем.

Ключові слова: *здобувачі освіти, інформаційно-цифрова компетентність, STEM-орієнтоване освітнє середовище, STEM-освіта, моделювання, педагогічні умови.*

Mykola Kinakh, Larysa Yaroshchuk. Modelling a STEM-Oriented Educational Environment for the Development of Learners' Information and Digital Competence.

The article discusses the design and implementation of a STEM-oriented educational environment in a school setting aimed at developing students' digital competence. It argues that the modernization of the educational environment should be systematic and strategically planned. Effective learning is achieved through the integration of science and mathematics subjects and the use of practical tasks focused on solving real-life problems.

Keywords: *learners, information and digital competence, STEM-oriented educational environment, STEM education, modelling, pedagogical conditions.*

Постановка проблеми. Розбудова інформаційного суспільства висуває нові вимоги до якості підготовки сучасного випускника, де ключове місце посідає інформаційно-цифрова компетентність. Це зумовлено стрімким інтегруванням інформаційно-комунікаційних технологій в усі сфери людської життєдіяльності та потребою адаптації освітньої системи до динамічних соціокультурних змін.

Стрімкий розвиток робототехніки, штучного інтелекту, нейромереж, а також технологій доповненої (AR) і віртуальної (VR) реальності кардинально змінює формат навчання. Поступове перенесення освітнього процесу в інтернет-простір, поширення мобільних і дистанційних моделей взаємодії вимагають створення принципово нового середовища. Воно має ефективно вирішувати такі завдання:

– формування рівня інформаційно-цифрової компетентності особистості як базової передумови життєдіяльності в цифровому світі;

– перехід від репродуктивного засвоєння знань до інноваційних підходів, що забезпечують індивідуалізацію навчання та активну творчу співпрацю всіх суб'єктів освітнього процесу;

– підвищення конкурентоспроможності молоді на ринку праці через реалізацію концепції безперервної освіти та узгодження освітніх результатів із запитами працедавців.

Одним із найбільш перспективних рішень є розвиток STEM-орієнтованого освітнього середовища, де STEM: S – science (природничі науки), T – technology (технології), E – engineering (інженерія), M – mathematics (математика). Такий простір ґрунтується на практико-орієнтованому, міждисциплінарному та проєктному підходах. Його інтеграція в освітній процес дозволяє педагогам ефективно використовувати потенціал ІКТ для розвитку в учнів креативного та критичного мислення.

Аналіз досліджень і публікацій. Розгляд досліджень підтверджує актуальність створення STEM-освітнього

середовища та формування цифрової грамотності. Так, у Концепції розвитку природничо-математичної освіти STEM-освіта подається як цілісна система природничої і математичної освітніх галузей. Її метою є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей із використанням трансдисциплінарного підходу до навчання. Останній базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання практичних проблем із метою подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності [5].

У Концепції НУШ [4] та Законі «Про освіту» [3] виділено 10 ключових компетентностей, серед яких особливе значення має розвиток умінь, пов'язаних зі STEM-освітою: математична грамотність, компетентності в галузі природничих наук і технологій, інформаційно-цифрова компетентність, уміння навчатися протягом життя та підприємливість [1]. Водночас вектори практичної реалізації зазначених компетентностей деталізовано у Державному стандарті базової середньої освіти [2], що регламентує результати навчання в інформатичній, технологічній та природничій галузях. Системний зв'язок між STEM-підходом та технологічним прогресом закріплено у Концепції розвитку цифрових компетентностей [6], що визначає параметри цифрової грамотності сучасного здобувача освіти. Особливої актуальності дослідження набуває у світлі наказу МОН № 1438 щодо всеукраїнського інноваційного проєкту з науково-методичного забезпечення STEM-освіти [8], а також щорічних Методичних рекомендацій ІМЗО [7], що фокусують увагу на створенні високотехнологічних освітніх просторів.

Реалізація цих концептуальних засад у практиці сучасної школи потребує глибокого теоретико-методологічного обґрунтування, що знаходить відображення у працях вітчизняних та зарубіжних науковців. Зокрема, теоретичні аспекти формування STEM-середовища досліджують М. Бойко, Н. Валько, В. Вембер, Л. Гриневич, О. Лісовий, Н. Морзе. Напрями реалізації STEM-освіти в контексті модернізації природничо-математичної грамотності актуалізуються у працях О. Топузова, Л. Калініної, В. Рогози. Проблематика формування інформаційно-цифрової компетентності вчителів як ключового суб'єкта створення STEM-орієнтованого середовища посідає чільне місце у роботах Н. Гончарової; вікові особливості впровадження STEM-концепту вивчає С. Доценко. Системний внесок у науково-методичне забезпечення інноваційних моделей STEM-навчання здійснюють фахівці Інституту педагогіки НАПН України та Інституту цифровізації освіти НАПН України.

Науковці одностайні, що успішний розвиток інформаційно-цифрової компетентності сучасних здобувачів освіти не може відбуватися стихійно, а потребує цілеспрямованого проєктування та системної організації навчального простору.

Метою статті є обґрунтування теоретичної моделі STEM-орієнтованого освітнього середовища та презентація практичного досвіду його реалізації в експериментальному закладі загальної середньої освіти для ефективного розвитку інформаційно-цифрової компетентності здобувачів.

Виклад основного матеріалу. Опис практичного досвіду закладу освіти ґрунтується на результатах дослідно-експериментальної роботи, що проводилася протягом 2021–2026 рр. на базі КЗЗСО «Луцька гімназія № 7 Луцької міської ради» за темою «Моделювання STEM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності здобувачів освіти».

Об'єктом дослідження був освітній процес у закладі освіти, а його предметом – педагогічні умови моделювання зазначеного середовища. Мета експериментальної роботи полягала в розробці, обґрунтуванні та практичній перевірці моделі й відповідного комплексу педагогічних умов. Гіпотезою дослідження було висунуто припущення про те, що розвиток інформаційно-цифрової компетентності здобувачів освіти буде результативним за дотримання таких взаємопов'язаних педагогічних умов:

– створення цілісного STEM-орієнтованого освітнього середовища;

– системне використання інноваційних інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі;

– безперервне підвищення рівня інформаційно-цифрової компетентності педагогічних працівників закладу освіти.

На І етапі експерименту розроблено модель упровадження STEM-технологій в освітній простір закладу освіти (рис. 1).

Запропонована модель має багатокомпонентну структуру, де кожен елемент функціонує у взаємодії з іншими, забезпечуючи комплексний вплив на розвиток інформаційно-цифрової компетентності учнів. Базове ядро моделі охоплює такі взаємопов'язані напрями та форми роботи:

– STEM-уроки та мейкерство, що виступають практичною основою навчання, поєднуючи теоретичні знання з інформатики, математики та природничих наук із прикладним конструюванням, моделюванням і створенням реальних продуктів;

– STEM-тиждень та інженерний тиждень, що забезпечують занурення здобувачів освіти в проєктну діяльність через проведення наукових хакатонів, квестів, майстер-класів та виставок учнівських винаходів;

– дистанційне навчання, яке інтегрує сучасні хмарні сервіси, віртуальні лабораторії та цифрові освітні платформи, що дозволяє безперервно розвивати ІКТ-грамотність учнів за будь-яких умов. Зокрема, створення єдиного віртуального кабінету на базі платформи *Google Classroom* забезпечило надійне збереження «цифрового сліду» кожного учнівського проєкту. Таке онлайн-середовище дало дітям відчуття безпеки та впорядкованості, адже всі навчальні інструкції, допуски до програмного забезпечення та зразки робіт доступні для них у режимі 24/7;

– профорієнтаційний супровід, спрямований на знайомство учнів із професіями майбутнього у сфері високих технологій, інженерії та програмування;

– співпраця та STEM-спільнота, що передбачають активну взаємодію закладу освіти з іншими інституціями, батьками, закладами вищої освіти та бізнес-сектором, а також створення внутрішнього середовища однодумців для обміну інноваційним досвідом.

Таким чином, представлена модель відображає перехід від поурочного викладання окремих дисциплін до цілісної системи, що стимулює дослідницькі навички та цифрову грамотність учнів на всіх рівнях шкільного життя.

Усі ці заходи та уроки проводяться з однією метою – змінити самого школяра. Щоб чітко бачити, які саме якості ми розвиваємо в дітях, створено модель інформаційно-цифрової компетентності учня (рис. 2). Вона показує, що цифрова грамотність складається з трьох головних частин: знань, умінь та ставлення до технологій.

Наступною ланкою дослідження, розробленою педагогами закладу освіти, стала процесуальна модель розвитку інформаційно-цифрової компетентності. Ця модель наочно демонструє динамічну траєкторію здобувача освіти в часі – його послідовну трансформацію від пасивного споживача цифрового контенту до активного творця інноваційних продуктів. Структурно вона охоплює два взаємопов'язані етапи:

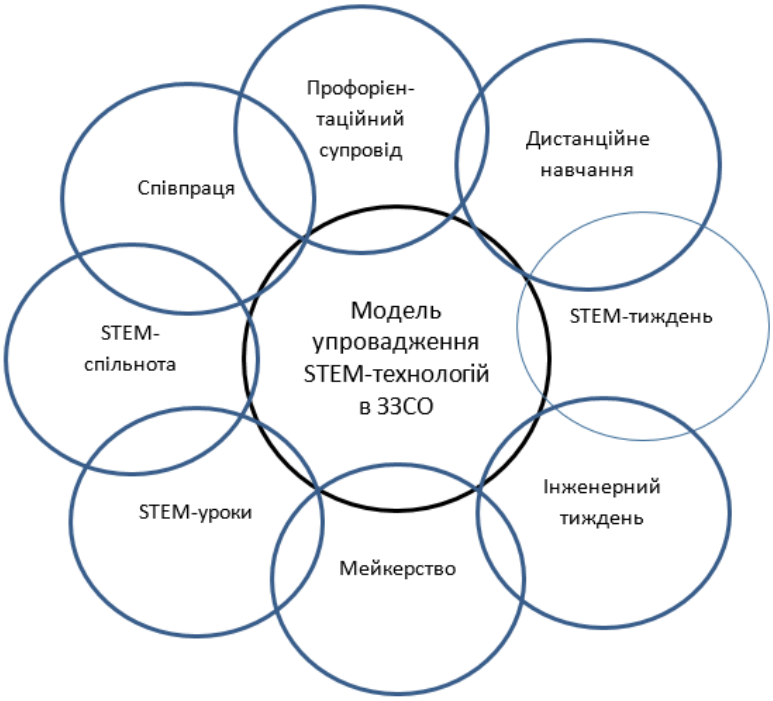


Рисунок 1. Модель упровадження STEM-технологій в освітній простір ЗЗСО

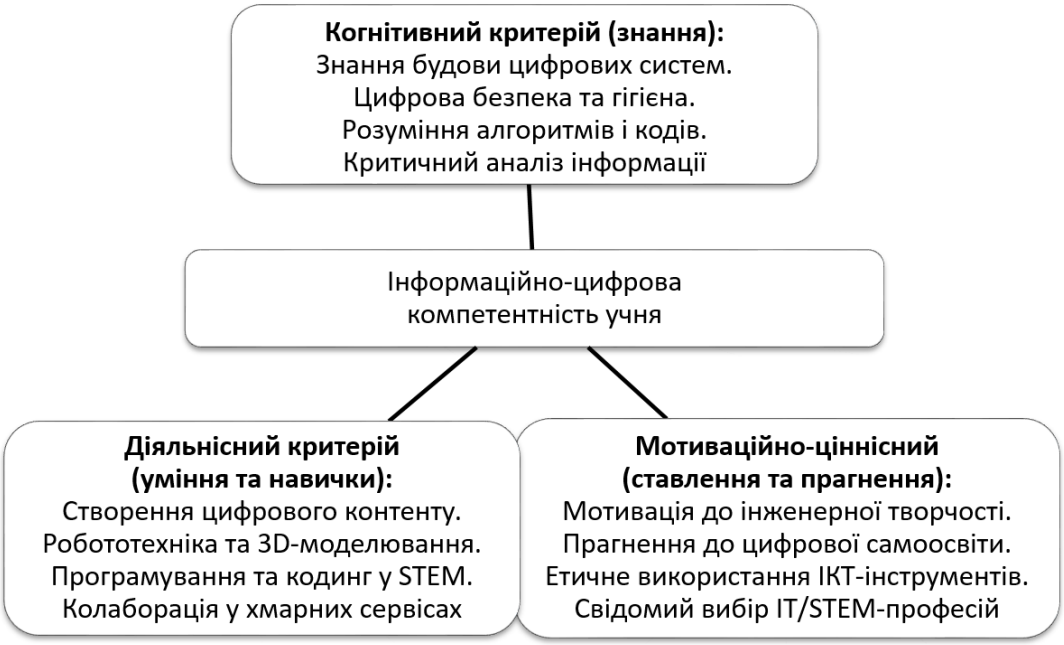


Рисунок 2. Модель інформаційно-цифрової компетентності здобувача освіти

Етап перший: пропедевтико-мотиваційний (початкова школа). Він спрямований на формування первинного пізнавального інтересу до точних та природничих наук. Цільові завдання етапу реалізуються через ігрову діяльність, логічні вправи, базове візуальне програмування, а також елементарне мейкерство із застосуванням конструкторів «Лего», танграмів, геобордів та оригамі. Важливу роль на цьому рівні відіграє проведення інтегрованих уроків та занять гуртка початкового технічного моделювання, що закладає фундамент алгоритмічного мислення учнів.

Традиційною формою системної організації такої діяльності у закладі освіти є щорічне проведення загальношкільного єдиного STEM-дня, а також тематичних декад і міждисциплінарних занять. Яскравим прикладом реалізації цього підходу у початкових класах гімназії є проведення тематичної декади під гаслом «День сніговика». У межах цього проєкту учні 1–4 класів спільно з учителями та батьками долучилися до цікавого дослідження традиційного зимового символу. Молодші школярі вивчали походження сніговика та історію пов'язаного з ним свята, розгадували ребуси, виконували інтегровані мовні й математичні завдання, а також створювали об'ємні моделі та артоб'єкти з різноманітних підручних матеріалів. Проведення творчих майстер-класів із виготовлення тематичних листівок дозволило розвивати просторову уяву, дрібну моторику та креативність учнів.

Іншим ефективним інструментом формування природничо-наукової картини світу став тематичний STEM-день «Таємничий космос». Учні перших класів занурилися у роль дослідників Сонячної системи. Подорожуючи інтерактивними станціями, діти розв'язували комплексні пізнавальні завдання: розгадували філворди й кросворди, виконували вправи з «космочитання» із відновленням пропущених літер у текстах, обчислювали математичні маршрути космічних ракет та шукали відповіді на логічні запитання вікторини. Командна робота над створенням спільної мегарозмальовки «Всесвіт» сприяла розвитку навичок співпраці у цифровому та реальному освітньому просторі закладу. Такий синергетичний підхід забезпечує м'яке входження дитини у світ технологій та науки через близькі й зрозумілі їй образи.

Етап другий: дослідницько-проєктувальний (базова школа). Передбачає перехід учнів до самостійного створення цифрових та інженерних продуктів. На цьому етапі здобувачі освіти залучаються до складнішого мейкерства, 3D-моделювання та робототехніки. Інформаційно-цифрова компетентність активно розвивається під час виконання міждисциплінарних STEM-проєктів, проведення віртуальних лабораторних досліджень, підготовки робіт для олімпіад і Малої академії наук України (МАН). Важливим складником цього етапу є організація та проведення профорієнтаційних заходів у форматі популярних проєктів «Професії майбутнього», «Дівчата STEM» та «IT-дівчата». Вони реалізуються з урахуванням місцевих потреб ринку праці, а також можливостей провідних підприємств

і бізнес-структур Волинської області. Такий підхід дозволяє учням усвідомлено обирати майбутній вектор професійного розвитку в царині високих технологій.

Практичним інструментом у межах експерименту є щорічне проведення в гімназії Інженерного тижня. Програма тижня охоплює STEM-завдання, що базуються на інтеграції законів фізики, хімії, геометрії, географії, екології та мистецтва. Так, під час виконання інженерно-ігрового завдання «Спільник 2.0» школярі власноруч конструювали об'ємного «друга-маскота», опановуючи первинні навички роботи з різними матеріалами, міцності конструкцій та просторового моделювання. Учні п'ятих класів реалізували проєкт «Бульбашки Lollipop», де на практиці досліджували інтерференцію світла та динаміку рідин, спостерігаючи за хімічними й кольоровими реакціями всередині мильних бульбашок. Семикласники виконали складний інженерний виклик із розробки інтерактивної листівки «Світло вдома». Проєкт передбачав створення замкненого електричного кола (елементів «розумного дому») за допомогою мідного скотча, батарейки та світлодіода, де закриття листівки активувало систему освітлення. Це дозволило реалізувати знання про електропровідність матеріалів та базову схемотехніку. Старшокласники розробляли та збирали діючі технічні пристрої, серед яких портативний вентилятор «Wow!», органайзер «Картонний пенал», підставка «Крута переробка» (екологічний апсайклінг) та кінетичні скульптури. Така діяльність забезпечила перехід від розв'язання абстрактних винахідницьких завдань до безпосереднього створення прикладних інженерних продуктів.

Системне проведення Інженерного тижня перетворює освітній процес у простір наукового пошуку, стимулює винахідницький потенціал учнів та підтверджує ефективність розробленої моделі.

Практична результативність розробленої процесуальної моделі підтверджується систематичною участю та високими досягненнями учнів закладу в масштабних заходах, що проходять за підтримки Міністерства освіти і науки України. Серед них особливе місце посідають олімпіади з предметів природничо-математичного циклу, міжнародний математичний конкурс «Кенгуру», міжнародний ІТ-конкурс «Бобер», міжнародна дистанційна гра-конкурс «Олімпіс», Всеукраїнський фізичний конкурс «Левеня», Всеукраїнський інтернет-турнір «Відкрита природнича демонстрація», а також Всеукраїнські інтерактивні конкурси «МАН-юніор дослідник» і «МАН-юніор ерудит».

Окрім того, вихованці гімназії традиційно демонструють високі результати та стають призерами й переможцями конкурсів різного рівня. Зокрема, у межах реалізації технічного та творчого потенціалу здобувачі освіти вибороли перші місця у міській виставці-конкурсі науково-технічної творчості «Наш пошук і творчість – тобі, Україно!», міській виставці-конкурсі декоративно-ужиткового та образотворчого мистецтва «Знай і люби свій край», а також в обласних відкритих змаганнях учнівської молоді з запуску повітряних зміїв. Вагомим підтвердженням дієвості STEM-середовища закладу є також успішний виступ учнів на міському конкурсі-захисті науково-дослідницьких, винахідницьких та раціоналізаторських розробок науково-технічного спрямування.

Важливою умовою результативності експерименту та ключовим чинником моделювання інноваційного середовища стало безперервне підвищення рівня інформаційно-цифрової компетентності самих педагогічних працівників гімназії. Розвитку професійної майстерності вчителів системно сприяла їхня активна участь у різнопланових заходах регіонального та всеукраїнського рівнів: науково-практичних конференціях, семінарах, вебінарах, профільних STEM-фестивалях, конкурсах, а також у систематичних заняттях на базі всеукраїнської «web-STEM-школи».

Під час таких інтерактивних заходів освітяни не лише опановували передові теоретичні знання й отримували доступ до сучасних цифрових ресурсів, а й мали змогу презентувати власні методичні здобутки, обмінюватися прогресивними ідеями та практичним досвідом із колегами.

Системне підвищення кваліфікації дозволило педагогічному колективу перейти до практичного впровадження високотехнологічних рішень. Зокрема, протягом звітного періоду вчителі гімназії вдосконалили професійні уміння щодо інтеграції технологій віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальностей в освітній процес. У практиці роботи гімназії цей напрям реалізовано через такі форми діяльності:

– організація віртуальних екскурсій («відвідування» учнями віддалених географічних об'єктів, історичних пам'яток, провідних світових музеїв, наукових лабораторій безпосередньо з навчальної аудиторії), що суттєво підвищило рівень наочності на уроках географії, історії та природознавства;

– моделювання складних фізичних, хімічних, біологічних та математичних понять у тривимірному просторі (просторове вивчення будови молекул, атомів, внутрішніх систем організму, зокрема процесу кровообігу);

– застосування спеціалізованих навчальних VR-ігор, що суттєво підвищують внутрішню мотивацію учнів до пізнавальної діяльності;

– організація віртуальних професійних спроб (керування повітряними суднами, моделювання процесів на будівельному майданчику тощо).

Паралельно з VR-технологіями, педагогами закладу опановано та впроваджено інструменти доповненої реальності (AR). Основні вектори застосування AR-технологій на уроках охоплюють:

– використання AR-додатків для «оживлення» сторінок підручників шляхом відображення 3D-моделей біологічних органів, історичних артефактів чи складних геометричних фігур;

– сканування рослин за допомогою мобільних пристроїв для миттєвого отримання інтерактивних даних про їхню внутрішню будову та специфіку життєвого циклу;

– залучення школярів до проведення самостійних AR-дослідів та створення мультимедійних презентацій із використанням елементів доповненої реальності.

Результати міжнародного дослідження «Освіта як інструмент формування особистої стійкості, соціального капіталу країни та культури миру» свідчать, що 22 % учнів і 24 % вчителів часто використовують штучний інтелект для навчання. Використання штучного інтелекту в освіті – це сучасна реальність, що допомагає вчителям економити час на рутині, залишаючи більше можливостей для живого спілкування, наставництва та розвитку критичного мислення. ШІ не заміняє педагога, а стає його цифровим асистентом. Педагоги закладу використовують інструменти ШІ *(NotebookLM, Gemini, ChatGPT, MagicSchool AI)* для створення візуального контенту (генерація зображень, інфографіки, схем та інтерактивних презентацій), розробки навчальних матеріалів (створення конспектів уроків, адаптація текстів під різний рівень складності, генерація практичних завдань та квестів), перевірки та аналізу робіт (аналіз відповідей учнів, підготовка критеріїв оцінювання та створення зворотного зв'язку), підготовки інтерактиву (генерація тестів, кросвордів, симуляції та опитування для перевірки знань).

Набутий педагогічним колективом досвід використання VR/AR-технологій, ШІ-інструментів дозволив перетворити традиційне навчання на високотехнологічний дослідницький процес, забезпечивши сталий розвиток інформаційно-цифрової компетентності як учителів, так і учнів гімназії.

Висновки. Отже, створене у гімназії STEM-орієнтоване освітнє середовище є максимально сприятливим для розвитку інформаційно-цифрової компетентності здобувачів освіти. Проведена робота дозволила отримати такі важливі результати:

1. Організація освітнього простору (STEM-уроки, Інженерні тижні, дистанційне навчання в *Google Classroom*) забезпечила успішний перехід учнів від пасивного споживання інформації до активного мейкерства та створення власних реальних продуктів (від моделей оригамі до елементів «розумного дому» та робототехніки). Практична дієвість моделі підтверджується перемогами вихованців на міських та обласних конкурсах науково-технічної творчості.

2. Сформовано та впроваджено чітку модель цифрових навичок учня, що дозволяє вчителям відстежувати розвиток знань, практичних умінь та мотивації дітей до технічної творчості протягом усього навчання.

3. Доведено, що головною умовою успіху є цифрова грамотність самих педагогів. Завдяки навчанню вчителі змогли опанувати та впровадити на уроках технології віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальностей, що зробило навчання наочним, цікавим та безпечним.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі полягають у детальному вивченні можливостей інтеграції елементів штучного інтелекту в STEM-середовище закладу освіти для індивідуального розвитку кожного учня.

Використані джерела

1. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Вембер В. П., Бойко М. А. Роль цифрових технологій у розвитку екосистеми STEM-освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання.* 2021. Т. 83. № 3. С. 1–25. URL: https://surl.li/tmpbcz

2. Державний стандарт базової середньої освіти. URL: https://surl.lt/wguabm

3. Закон України «Про освіту». URL: https://surl.lu/twpqyf

4. Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року. URL: https://surl.li/aiuajt

5. Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: https://surl.li/eocsqp

6. Концепція розвитку цифрових компетентностей. URL: https://surl.lu/biyspg

7. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2025/2026 навчальному році. URL: https://surl.li/eymqgo

8. Наказ МОН № 1438 щодо всеукраїнського інноваційного проєкту з науково-методичного забезпечення STEM-освіти. URL: https://surl.li/qwhqwb

9. Осадчий В. В., Валько Н. В., Кушнір Н. О. Проєктування освітнього середовища для STEM-орієнтованого навчання. *Information Technologies and Learning Tools.* 2020. Т. 75. № 1. С. 316–330. URL: https://surl.li/ynawck