УДК 373.5.091

Інна ХІЛЬКОВЕЦЬ,
директор Нововолинського наукового ліцею Волинської обласної ради;
Світлана ЗЕМЦОВА,
заступник директора з наукової роботи
Нововолинського наукового ліцею Волинської обласної ради

Розвиток успішної особистості випускника наукового ліцею шляхом моделювання STEM-орієнтованого освітнього середовища



Презентовано досвід експериментального закладу освіти щодо моделювання STEM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку успішної особистості випускника наукового ліцею. Обґрунтовано структуру інноваційного простору ліцею, матеріально-технічним центром якого є STEM-лабораторія. Описано методичні особливості організації урочної та позаурочної діяльності учнів із застосуванням сучасного цифрового та лабораторного обладнання.

Ключові слова: *інноваційний простір, моделювання, STEM-лабораторія, STEM-освіта, STEM-орієнтоване освітнє середовище ліцею, наука.*

Inna Khilkovets, Svitlana Zemtsova. Developing a Successful Science Lyceum Graduate Through the Modelling a STEM-Oriented Educational Environment.

The article presents the experience of an experimental educational institution in modelling a STEM-oriented educational environment aimed at developing a successful graduate of a science lyceum. It substantiates the structure of the lyceum's innovative educational space, whose material and technical center is a STEM laboratory. The authors describe the methodological features of organizing classroom and extracurricular activities using modern digital and laboratory equipment.

Keywords: *innovative space, modelling, STEM laboratory, STEM education, STEM-oriented educational environment of a lyceum, science.*

Постановка проблеми. Сьогодні незаперечним є той факт, що освіта – один із головних чинників забезпечення сталого розвитку суспільства, генератор нових ідей та запорука динамічного поступу економіки. Вона готує людину до викликів сучасного світу, забезпечує свободу її інтелектуального, професійного та соціального вибору.

Саме тому в освітньому процесі акцент переноситься з виконання рутинних завдань і пасивного запам'ятовування інформації на формування навичок XXI століття: ефективної співпраці, креативного розв'язання проблем, ухвалення рішень, управління проєктами, наполегливості та спрямування власних талантів на покращення світу. Відповідно до Концепції Нової української школи сучасний випускник має бути цілісною особистістю, патріотом та інноватором – людиною, здатною змінювати навколишній світ, конкурувати на ринку праці й навчатися протягом життя [3]. Особливого значення це набуває в умовах наукового ліцею, де виховується майбутня наукова та технологічна еліта країни.

У цьому контексті STEM-освіта постає провідною педагогічною інновацією XXI століття, що дозволяє спроєктувати дієву модель такого розвивального простору.

Аналіз досліджень і публікацій. Моделювання STEM-орієнтованого середовища в науковому ліцеї спирається на чітку нормативно-правову основу. Важливим теоретичним підґрунтям є частина 1 статті 12 Закону України «Про освіту», що законодавчо закріплює перелік ключових компетентностей, необхідних для успішної самореалізації випускника [2]. Орієнтація на формування математичної, цифрової та природничо-наукових компетентностей безпосередньо корелює із завданнями STEM-навчання в умовах наукового ліцею.

Відповідно до Положення про науковий ліцей, головним завданням закладу є формування

дослідницьких навичок та розвиток наукового мислення учнів [8]. Зокрема, Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) в Україні визначає технологічний інструментарій та методичні підходи, що дозволяють ефективно досягти зазначеної мети, забезпечуючи підготовку випускника нового типу [4]. Цей стратегічний документ також регламентує етапи впровадження STEM-технологій на всіх рівнях освіти та висуває чіткі вимоги до створення сучасного інноваційного простору. Покроковий алгоритм дій, зокрема щодо оновлення матеріально-технічної бази, облаштування високотехнологічних лабораторій та підвищення кваліфікації педагогічних працівників, конкретизовано у відповідному Плані заходів щодо реалізації Концепції [7].

Державні вимоги до формування компетентностей випускника наукового ліцею актуалізують необхідність теоретичного аналізу вже наявних педагогічних підходів. У науковій літературі накопичено значний досвід дослідження STEM-освіти як інструменту розвитку успішної особистості.

Реалізація визначених нормативно-правовими актами завдань потребує глибокого теоретичного осмислення та розробки науково обґрунтованої моделі інноваційного простору. В цьому контексті особливого значення набувають праці Н. Морзе та Л. Гриневич, присвячені розбудові екосистеми STEM-освіти і трансформації сучасного освітнього середовища в умовах цифровізації [1].

Вагомий внесок у дослідження методичних аспектів інтегрованого навчання та підготовки педагогічних кадрів до роботи в інноваційному просторі належить О. Барні та Н. Балик. Питання моделювання безпосередньо STEAM-орієнтованого середовища та його впливу на цифрову компетентність учителів ґрунтовно висвітлено в працях Н. Сороко та О. Рокоман. Водночас нормативно-методичне підґрунтя та практичні кейси створення мережі STEM-центрів в Україні детально проаналізовано у дослідженнях фахівців ІМЗО, зокрема О. Патрикеєвої та І. Василашко.

Аналіз теоретичних підходів та нормативної бази свідчать про наявність міцних основ для розбудови інноваційного простору. Проте практичне втілення таких моделей в умовах наукових ліцеїв усе ще потребує додаткового узагальнення. Тому важливо показати на реальних прикладах, як саме створити таке середовище під час навчання.

Метою статті є висвітлення та опис практичного досвіду роботи наукового ліцею щодо проєктування та розбудови STEM-орієнтованого освітнього середовища, спрямованого на розвиток успішного випускника.

Виклад основного матеріалу. Практична реалізація STEM-орієнтованого середовища в ліцеї розпочалася зі створення спеціалізованої лабораторії, що є інноваційним центром освітньої системи закладу. Цей простір забезпечує повний цикл проєктної діяльності учнів, інтегруючи міждисциплінарні зв'язки та перетворюючи теоретичні знання на прикладні дослідження.

Ми тут розглядаємо STEM/STEAM-лабораторію як комплекс засобів навчання та інноваційне середовище, у якому ліцеїсти опановують основи робототехніки, електроніки, комп'ютерної графіки, інженерії. Водночас вивчення фізики, хімії, біології, математики та інформатики базується на дослідницько-експериментальній діяльності.

Напрями діяльності STEM-лабораторії зумовлені її матеріально-технічним забезпеченням і охоплюють:

– 3D-моделювання та прототипування (проєктування та тривимірний друк об'єктів);

– цифрову графіку, фотозйомку та медіатворчість (створення візуального контенту);

– робототехніку та інженерію (конструювання й програмування роботизованих систем);

– комп'ютерне гравіювання та лазерне вирізання (робота з матеріалами для створення моделей).

Одним із найбільш ефективних методів у структурі STEM-освіти ліцею є 3D-моделювання, що забезпечує можливість візуалізації та матеріалізації розроблених учнями об'єктів за допомогою тривимірного друку. Ця технологія має наскрізний характер і активно застосовується у вивченні різних дисциплін:

– у курсі хімії учні створюють об'ємні моделі молекул хімічних речовин та кристалічних ґраток твердих тіл;

– на уроках біології – просторові моделі структури ДНК, рослинних клітин та анатомічних органів людини;

– у межах географії – тривимірні макети рельєфу, карт і гірських систем;

– під час вивчення математики – моделі складних геометричних фігур для наочного дослідження їхніх властивостей.

Окрему увагу приділено комп'ютерному молекулярному моделюванню на уроках хімії із залученням інформаційно-комунікаційних технологій. Використання інтерактивної панелі та спеціалізованого програмного забезпечення (зокрема, редакторів *ChemSketch* та *ISIS/DRAW*) дозволяє розвивати в ліцеїстів просторову уяву і навички візуалізації мікросвіту. За допомогою інструментів *ChemSketch* учні самостійно конструюють двовимірні та тривимірні моделі хімічних сполук, а також інтегрують їх у процеси запису хімічних рівнянь. Додатково на уроках хімії та математики застосовуються механічні конструктори для моделювання, що забезпечує кінестетичне сприйняття абстрактних наукових понять.

Важливим складником формування технологічної компетентності є вивчення основ електротехніки,

програмування та робототехніки. На початковому етапі ліцеїсти опановують базові навички у середовищі онлайн-симулятора *Tinkercad Circuits*, який дозволяє безпечно проєктувати та тестувати віртуальні електричні кола.

Наступним кроком є виконання практичних та лабораторних робіт у межах навчальної дисципліни «Технології» на базі апаратно-програмної платформи *Arduino*. Використання мікроконтролерів із відкритим кодом та відповідного програмного інтерфейсу (API) дозволяє учням освоїти алгоритми розробки і керування робототехнічними системами. Під час експериментальної діяльності ліцеїсти досліджують взаємодію мікроконтролера з різними аналоговими та цифровими датчиками, що реєструють стан навколишнього середовища (температуру, освітленість, рух). Програмуючи обробку вхідних даних, учні налаштовують керування виконавчими механізмами – сервоприводами різних типів, двигунами та світловими пристроями, що закладає тривалий фундамент для їхньої самостійної науково-технічної творчості.

Логічним продовженням навчальної діяльності в межах STEM-лабораторії є розвиток позаурочних форм технічної творчості. Зокрема, на базі закладу ефективно функціонує профільна секція робототехніки. Показником високої результативності її роботи є щорічна активна участь ліцеїстів у різнорівневих профільних змаганнях, хакатонах та турнірах обласного й всеукраїнського рівнів. Презентуючи власні роботизовані системи, вихованці секції демонструють сформовані інженерні, конструкторські та програмістські компетентності, що підтверджує конкурентоспроможність створеного освітнього середовища.

Функціональні можливості простору суттєво розширюються завдяки використанню сучасного апаратного комплексу: інтерактивної панелі, персональних комп'ютерів та ноутбуків, документ-камери, а також спеціалізованого інструментарію. Важливою особливістю розбудови цього середовища є його адаптивність: технічне забезпечення гнучко налаштовується під індивідуальну освітню траєкторію та дослідницькі інтереси кожного учня.

Ефективним кейсом у діяльності ліцею стало перенесення процесів 3D-моделювання, фотозйомки та робототехніки у віртуальний простір. Це завдання було реалізоване на базі середовища хмарного моделювання *Autodesk Tinkercad*, а також за допомогою спеціалізованих цифрових інструментів і застосунків (*Canva, Picsart, FlipaClip, InShot, Bazaart, GIF Maker* тощо).

У результаті цієї роботи сформовано портфоліо учнівських проєктів, що мають виражену практичну цінність. Ліцеїсти розробили віртуальні моделі роботизованих систем та різноманітний медіавміст, інтегрований у соціальні комунікації закладу. Описаний досвід цифрової взаємодії є універсальним, тому його подальший розвиток та інтеграція із традиційними практиками планується як пріоритетний напрям і в умовах офлайн-навчання.

Поряд із модернізацією матеріально-технічної бази ключовим вектором розбудови інноваційного простору наукового ліцею є впровадження принципів інтегрованого навчання. Замість ізольованого вивчення окремих дисциплін, учні досліджують наукові концепції через міждисциплінарні проєкти, що моделюють реальні життєві ситуації.

Яскравим прикладом такої інтеграції є екологічний напрям досліджень. Під час роботи над екологічними проєктами ліцеїсти використовують цифрові технології для збору даних про стан довкілля, застосовують інженерні знання для розробки прототипів систем фільтрації та залучають математичний апарат для аналізу й візуалізації результатів.

Особливого значення міждисциплінарний підхід набуває на уроках природничого циклу, зокрема біології, де інтегровані прийоми сприяють формуванню в учнів цілісної природничо-наукової картини світу. Сучасне розуміння живих організмів неможливе без залучення законів хімії та фізики, так само як аналіз екосистем потребує глибоких знань із географії. Ефективним дидактичним інструментом у цьому контексті виступає комп'ютерна 3D-анімація, яка дозволяє продемонструвати складні біологічні та фізико-хімічні процеси в динаміці.

Важливо зазначити, що STEM-технології у ліцеї виходять за межі тільки технічних чи природничих предметів. Інтегроване навчання активно впроваджується і на уроках іноземних мов через комбінування мовної підготовки з історією, образотворчим мистецтвом та художньою культурою. Завдяки поєднанню індивідуальних і групових форм роботи учні залучаються до активної проєктної діяльності.

Виконання таких наскрізних завдань навчає ліцеїстів самостійно мислити, критично оцінювати інформацію та знаходити нестандартні рішення, синтезуючи знання з різних сфер науки, техніки та творчості.

Важливим вектором розбудови STEM-орієнтованого середовища є популяризація науки серед ліцеїстів. Доступне та наочне висвітлення складних наукових концепцій, демонстрація експериментів та ознайомлення з інноваційними технологічними досягненнями пробуджують дослідницький інтерес учнів, допомагають їм глибше розуміти закономірності навколишнього світу, розвивають критичне мислення та стимулюють свідомий вибір майбутньої професійної траєкторії в галузі STEM.

Цей напрям реалізується у ліцеї через систему традиційних масових та науково-комунікативних заходів: предметні декадники, дні науки, функціонування відкритих наукових лабораторій, де ліцеїсти презентують власні проєкти та демонструють експерименти для однолітків і батьків. Невіддільною частиною освітнього процесу є екскурсії до провідних наукових центрів, музеїв та високотехнологічних лабораторій, що дозволяє учням побачити практичне застосування теоретичних знань.

Ефективною формою взаємодії є залучення до освітнього процесу провідних фахівців і науковців для проведення лекцій та майстер-класів. Зокрема, на базі ліцею було організовано обласний практикум з фізики, астрономії та мінералогії у межах Всеукраїнського навчально-дослідницького освітнього проєкту «Моя аксіома нескінченності». Партнерами заходу виступили експерти Національного центру «Мала академія наук України» (НЦ «МАНУ»): завідувач відділу створення навчально-тематичних систем знань, голова Асоціації вчителів фізики «Шлях освіти XXI» І. Чернецький, а також наукові співробітники В. Василенко та Є. Пащенко. Під час зустрічі фахівці окреслили перед ліцеїстами перспективи сучасної наукової діяльності та провели серію практико-орієнтованих майстер-класів і демонстраційних дослідів, що суттєво підвищило мотивацію учнів до самостійного наукового пошуку.

Дієвим інструментом занурення в дослідницьку діяльність стала двотижнева науково-дослідницька практика для здобувачів освіти 8 та 10 класів, організована за участю лабораторії експериментальних досліджень «Ex Lab». У межах цієї практики ліцеїсти виконували реальні лабораторні дослідження, що відповідають сучасному рівневі розвитку природничих наук. Зокрема, учні опанували методики роботи з високоточними мікроскопами, здійснювали екстракцію хлорофілу з рослинної сировини та вивчали його аутолюмінесценцію. Важливим складником практики став експеримент із синтезу наночастинок міді та подальшого дослідження їхніх фізико-хімічних властивостей. Описаний досвід експериментальної роботи долає психологічні бар'єри учнів перед складними науковими галузями та формує стійкі навички дослідницької діяльності випускника нового типу.

Системний характер розбудови STEM-орієнтованого середовища у ліцеї підтверджується розвитком мережі зовнішнього партнерства. Заклад активно взаємодіє із провідними ЗВО України, серед яких: Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцький національний технічний університет, Національний університет «Львівська політехніка», Львівський національний університет імені Івана Франка, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Національний лісотехнічний університет України, Національний університет харчових технологій, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Також налагоджено стійкі зв'язки з Волинським інститутом післядипломної педагогічної освіти, Волинським обласним відділенням Малої академії наук України, промисловими підприємствами та соціокультурними інституціями регіону. Така міжвідомча інтеграція дозволяє ліцеїстам переймати досвід безпосередньо в провідних фахівців і ознайомлюватися із сучасними досягненнями індустрії та науки.

У межах профорієнтаційної роботи й наукової співпраці для учнів організовуються регулярні зустрічі з професорсько-викладацьким складом університетів-партнерів. Ефективним кейсом став цикл лекцій від представників Інституту хімії та хімічних технологій НУ «Львівська політехніка» (зокрема, кафедри органічної хімії). Ліцеїсти отримали вичерпну інформацію про специфіку сучасних міждисциплінарних спеціалізацій («Харчова хімія та експертиза», «Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів»), ознайомилися з алгоритмами академічної мобільності, умовами вступу та векторами подальшого працевлаштування у високотехнологічних галузях економіки.

Практичний складник мережевої взаємодії інтегровано в структуру щорічної науково-дослідницької практики учнів. Програма передбачає виїзні екскурсії на виробничі потужності сучасних підприємств (зокрема, ТОВ «Кроноспан»), до хімічних лабораторій львівських університетів, а також до соціальних інституцій, як-от благодійний фонд «Карітас».

Важливим складником формування соціогуманітарного простору STEM-освіти є співпраця з дитячою бібліотекою-філією № 2 м. Нововолинська. На базі цієї установи систематично проводяться науково-популярні бесіди, презентації наукової літератури, практикуми з інформаційної грамотності та тренінги з розвитку гнучких навичок (*soft skills*). Прикладом такої взаємодії став майстер-клас «Лідерство – вміння надихати», проведений фахівцями БФ «Карітас Волинь». Під час інтерактивних вправ та кейс-методів ліцеїсти аналізували складові успішного лідерства, моделювали командну взаємодію та відпрацьовували навички прийняття управлінських рішень, що є важливим для майбутніх керівників інженерних і наукових проєктів.

Показником високої готовності ліцеїстів до практичного застосування набутих STEM-компетентностей є їхня участь у профільних конкурсах та змаганнях. Зокрема, команда закладу взяла участь у технологічному хакатоні *Creation Art*

Challenge, який відбувся на базі Нововолинського електромеханічного фахового коледжу. У процесі виконання конкурсних завдань учні продемонстрували високий рівень інженерно-технічних навичок, успішно захистили власні проєкти перед експертною комісією та завоювали головну нагороду турніру, що підтверджує життєздатність і результативність розробленої моделі освітнього середовища.

Ефективно побудоване STEM-орієнтоване середовище не лише забезпечує засвоєння предметних знань, а й безпосередньо сприяє розвитку гнучких навичок: критичного мислення, креативності, здатності до співпраці, ефективної комунікації та вміння розв'язувати комплексні практичні завдання. Зазначені компетентності є базовими для успішної соціалізації випускників ліцею та їхньої майбутньої професійної реалізації.

У межах функціонування освітнього простору окрема увага надається захисту й адаптації ліцеїстів до викликів сучасного інформаційного суспільства. Постійна взаємодія підлітків із різноплановим медіаконтентом актуалізує потребу у формуванні інформаційного імунітету та навичок безпечного споживання цифрових продуктів. Із цією метою в закладі впроваджено систему комплексних просвітницьких та виховних заходів, спрямованих на розвиток медіаграмотності, профілактику агресивних проявів у підлітковому середовищі та мінімізацію ризиків деструктивного впливу соціальних мереж.

Теоретичний складник цієї роботи реалізується під час тематичних виховних годин, де ліцеїсти спільно з педагогами аналізують механізми маніпуляцій у медіапросторі, досліджують проблему репрезентації насильства в індустрії комп'ютерних ігор та кінематографі, а також вивчають психологічні аспекти впливу цифрового вмісту на емоційний стан. Візуальним супроводом цієї діяльності є інформаційні стенди, що функціонують на постійній основі й містять методичні рекомендації з кібербезпеки, алгоритми перевірки джерел інформації та правила відповідальної поведінки в мережі «Інтернет».

Для практичного відпрацювання отриманих знань активно застосовуються ігрові технології. Зокрема, проведення інтерактивної гри «Коло безпеки» дозволило здобувачам освіти змоделювати типові життєві ситуації, проаналізувати потенційні ризики цифрового простору та алгоритми прийняття відповідальних рішень у кризових обставинах.

Важливим елементом превентивної роботи є міжвідомча взаємодія із правоохоронними органами. У межах цієї співпраці для ліцеїстів було організовано цикл практико-орієнтованих бесід за участю інспектора Служби освітньої безпеки молодшого лейтенанта поліції Н. Л. Желих. Під час зустрічей особливий акцент зроблено на правових наслідках кібербулінгу, агресивної поведінки та участі в небезпечних віртуальних спільнотах. Такий інтегрований підхід забезпечує трансформацію теоретичних знань з безпеки у свідому модель поведінки ліцеїстів, що є невіддільною частиною гармонійного розвитку особистості в умовах високотехнологічного освітнього середовища.

Висновки. Узагальнення теоретичних засад та аналіз практичного досвіду закладу свідчать, що створення STEM-орієнтованого освітнього середовища є важливим кроком для підготовки молодого покоління до викликів технологічно розвиненого світу, сприяючи їхньому всебічному розвитку та формуванню необхідних компетентностей. Реалізована в науковому ліцеї модель доводить, що ефективність такого простору базується на синергії матеріально-технічного забезпечення (сучасної STEM-лабораторії), міждисциплінарної інтеграції навчальних предметів та мережі зовнішнього партнерства з провідними ЗВО, МАН і виробничими підприємствами.

Описаний досвід підтверджує, що створення STEM-орієнтованого освітнього середовища – це багатогранний процес, що вимагає системного підходу та залучення всієї ліцейної спільноти. Інтеграція інженерно-технологічних напрямів (3D-моделювання, робототехніки на базі *Arduino*, комп'ютерного моделювання) із просвітницько-виховними заходами (розвиток медіаграмотності, лідерських якостей, кібербезпеки) дозволяє забезпечити збалансоване формування як твердих, так і м'яких навичок ліцеїстів. У підсумку це закладає надійний фундамент для розвитку успішної особистості випускника наукового ліцею.

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. Закон України «Про освіту». URL: https://surli.cc/hexxyx

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

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

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

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

7. План заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: https://surl.li/iclkxt

8. Положення про науковий ліцей. URL: https://surl.li/ywdjtz