

О. І. Гулай

КОНЦЕПЦІЯ STEM У ДІЯЛЬНОСТІ ГУРТКА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК

Анотація. Стаття присвячена STEM-напряму, який здобув світове визнання як один із основних акцентів сучасних реформ у сфері природничої та технічної освіти. Представлено досвід взаємодії Малої академії наук України і Луцького національного технічного університету у сфері позашкільної освіти. Програма дослідницького гуртка матеріалознавства забезпечує інтеграцію змісту та методології природничих наук, технологій, інженерії, математики і логічного мислення у співпраці та дослідженнях. Метою навчальної програми є формування ключових і загальноосвітніх компетентностей методами наукового дослідження в галузі матеріалознавства. Безумовною перевагою гуртка є можливість проводити численні експерименти, спрямовані на дослідження структури та властивостей речовин і матеріалів. Заняття у гуртку спрямовані на розвиток уміння аналізувати поставлені завдання, застосовувати набуті знання на практиці, дають можливість постановки досліду, його виконання та опрацювання одержаних результатів. Презентації наукових здобутків на конкурсах розвивають творчі здібності й практичні навички учнів. Визначено, що STEM-підхід до організації позашкільної освіти допомагає в ефективному розвитку науково-технічної творчості школярів. Співпраця технічного університету та Малої академії наук сприяє розвитку ключових і предметних компетентностей учнів, поглибленню їх знань та розвитку нових навичок, професійному самовизначенню. Вагомим аргументом ефективності роботи є численні перемоги вихованців на конкурсах науково-технічної творчості школярів, таких як «Інтел-Еко», «Інтел-Техно», «Майбутнє України», «Кристали», конкурс-захист наукових робіт МАН.

Ключові слова: компетентність, STEM-підхід, позашкільне навчання, професійне самовизначення.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Життєво важливими якостями для конкурентоспроможності особистості є готовність і здатність до роботи в технологічно розвиненому світі. У XXI ст. спостерігається взаємне проникнення технологій, коли найцікавіші та найнеочікуваніші результати з'являються саме на стику наук. Логіка розвитку науки визначає перехід від вузької спеціалізації до міждисциплінарності, що зумовлює перспективу якісного зростання технологічних можливостей індивідуального й суспільного розвитку людини. У світовій і вітчизняній освіті успішно

реалізується концепція STEM (наука, технологія, інженерія та математика), яка передбачає вивчення різних навчальних дисциплін з послідовною їх інтеграцією, дає можливість розвивати такі важливі навички, як спроможність комплексного розв'язання проблем, уміння спілкуватися та здатність до співпраці.

Формування різнопланових компетентностей здійснюється не лише закладами формальної освіти, а й неформальними позашкільними установами, чільне місце серед яких займає Мала академія наук. Технічний напрям у системі МАН на сьогодні є одним із найпопулярніших, щорічно зростає кількість учнівських інтелектуальних змагань вітчизняного та міжнародного значення.

У цьому аспекті реалізація STEM-концепції в роботі секцій технічного спрямування (зокрема, секції матеріалознавства) є надзвичайно актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концептуально-порівняльний аналіз STEM-орієнтованих підходів здійснено в роботі [1]. За основу беремо загальне визначення STEM-освіти як педагогічної технології формування та розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей учнів/студентів, рівень яких визначає конкурентну спроможність особистості на сучасному ринку праці. У вузчому розумінні через STEM-підхід до навчання здійснюється інтеграція змісту та методології природничих наук, технологій, інженерії, математики і логічного мислення у співпраці та дослідженнях.

Останніми роками з'являються численні навчальні матеріали, навчальні програми та інструкції з навчання, пов'язані зі STEM. Викладачі й дослідники все частіше висвітлюють потенційні переваги використання інформаційних і комунікаційних освітніх технологій для покращення результатів навчання [2; 3]. Зокрема, міждисциплінарна програма для вивчення науки, техніки та комп'ютерних наук представлена в роботі [4]. Дизайн курсу поєднує контекстуальне, проєктно-орієнтоване та інтегроване навчання, широке використання інформаційних і комп'ютерних технологій (ІКТ).

Упровадження STEAM-освіти (долучення мистецької компоненти) у шкільну практику може бути реалізоване трьома основними способами [5]:

1) STEAM-проєкт, який ґрунтується на інтеграції знань із різних дисциплін шкільного курсу для розв'язання реальної проблеми. Результати роботи оприлюднюються в мережі або на турнірах, у конкурсах. Це найбільш поширена форма реалізації STEAM-освіти в зарубіжній шкільній практиці;

2) STEAM-урок — зменшена версія STEAM-проєкту. Кожна частина такого уроку суворо структурована, має часовий регламент, і, крім того, кількість дисциплін, які можна залучити для розв'язання поставленої проблеми, є обмеженою;

3) мейкер-простір, або мейкер-спейс — це творчий простір людини, де вона розвиває власні здібності, виявляє обдарованість або талант у специфічній діяльності, реалізує свій творчий потенціал, спілкується з однодумцями,

випробовує власні можливості й відтворює свої задуми в діяльності.

Численні публікації доводять актуальність та багатогранність теми STEM-освіти. Вітчизняні педагоги активно впроваджують новий підхід у молодшій школі [6], при викладанні фізики, математики, хімії у середній і старшій школі [7; 8], у позашкільні [9; 10]. STEM-освіта базується на використанні засобів та обладнання, що пов'язані з технічним моделюванням, енергетикою та електротехнікою, інформатикою, обчислювальною технікою і мультимедійними технологіями, науковими дослідженнями в царині енергозберігаючих технологій, автоматикою, телемеханікою, робототехнікою й інтелектуальними системами, радіотехнікою та радіоелектронікою, авіацією, космонавтикою і аерокосмічною технікою тощо [11].

STEM-концепцію доцільно реалізувати при вивченні матеріалознавства в гуртку технічного спрямування Малої академії наук. Серед рекомендованих науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України» навчальних програм розділи, присвячені вивченню матеріалознавства, є лише у двох: «Технології та сучасна інженерія» [12] і «Технічні науки. Науково-дослідницький аспект» [13]. Обидві програми спрямовані на поглиблення шкільних знань, вивчення основ машинобудування та робототехніки, електротехніки, розвиток в учнів інтересу до техніки, винахідництва і раціоналізаторства, розвиток навичок самостійного наукового пошуку та залучення учнів до наукової роботи в технічній галузі. Розроблена у Волинській МАН програма, крім класичних матеріалознавчих тем, містить також розділи «Основи науково-дослідницької діяльності» та «Робота над проєктами» (див. табл. 1). Це дало змогу реалізувати всі компоненти STEM-освіти, що детально висвітлено нижче.

Мета статті: аналіз досвіду реалізації STEM-підходу в роботі гуртка матеріалознавства Малої академії наук.

Методи дослідження: теоретичні — аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури, навчальних планів і програм — для виявлення стану досліджуваної проблеми; аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, проєктування — для розробки методик викладання; емпіричні методи — пряме, опосередковане, включене спостереження для дослідження ефективності розроблених методик.

Зміст навчальних програм із позашкільної освіти

	Навчальна програма	Зміст
1	Технології та сучасна інженерія [12]	1. Метали 2. Обробка сталі 3. Кольорові та тверді сплави 4. Неметалеві матеріали і сплави 5. Новітні способи обробки матеріалів
2	Технічні науки. Науково-дослідницький аспект [13]	1. Матеріали — основа розвитку цивілізації 2. Наноматеріали й нанотехнології — основа науково-технічної революції XXI ст. 3. Кристалічна будова матеріалів 4. Фізика міцності матеріалів 5. Художнє і ювелірне литво в історії світового мистецтва 6. Композиційні матеріали в науці та техніці 7. Захисні й декоративні покриття в техніці 8. Поверхневі явища у твердих, рідких та газових середовищах
3	Матеріалознавство [14]	1. Будова та властивості речовини 2. Будова і властивості сплавів 3. Неметалеві матеріали 4. Наноматеріали 5. Основи науково-дослідницької діяльності 6. Робота над проектами

Виклад основного матеріалу дослідження. Матеріалознавство є прикладною наукою, що встановлює зв'язок між хімічним складом, структурою та властивостями матеріалів. Важливими також є закономірності змін властивостей, що відбуваються за умов дії зовнішніх факторів: температури, характеру сил навантаження, агресивного зовнішнього середовища тощо. Хоча ця дисципліна не входить до шкільної програми, ознайомлення з нею дає школярам можливість поглибити свої знання про матеріальні об'єкти навколишнього світу, інтегративно поєднати знання з фізики, хімії, математики, визначитися із вибором майбутньої професії. Саме таким є спрямування роботи секції матеріалознавства відділення технічних наук Волинської обласної Малої академії наук, що працює в лабораторіях кафедри матеріалознавства Луцького національного технічного університету.

Основний фактор, який дає змогу підтримувати пізнавальний інтерес учнів упродовж навчального року, — це велика кількість експериментів, спрямованих на дослідження властивостей речовин та матеріалів, які використовуються у повсякденному житті, промисловості й техніці.

Плануючи роботу зі школярами, ми керувалися компетентнісним підходом, котрий спрямовує

педагогічний процес на формування і розвиток ключових (базових, основних) і предметних компетентностей особистості. Переконані, що більш значущими та ефективними для успішної професійної діяльності є не розрізнені знання, а узагальнені вміння, які проявляються у здатності розв'язувати життєві й професійні проблеми, здібності до іншомовного спілкування, підготовці в галузі інформаційних технологій тощо. Саме вони стали наріжним каменем компетентнісної парадигми навчання, на основі якої була складена навчальна програма із позашкільної освіти дослідно-експериментального напрямку [14].

Наукові дослідження в галузі матеріалознавства спрямовані на формування таких компетентностей школярів:

- загальнокультурної — сприяє підвищенню інтелектуального рівня учня, його технічної грамотності;
- пізнавальної — забезпечує розуміння фізичної сутності явищ, які відбуваються в матеріалах під час дії на них різних факторів в умовах виробництва та експлуатації, можливість встановлення залежності між складом, технологією виготовлення, будовою і властивостями матеріалів;

- технологічної — сприяє оволодінню основами технології обробки матеріалів, знаннями про їх техніко-економічні характеристики, сфери застосування та основи будови устаткування, інструментів і обладнання;
- компетентності з інформаційних та комунікативних технологій — забезпечує розвиток умінь пошуку, систематизації, аналізу й представлення наукової інформації;
- здоров'язберігаючої — формує розвиток умінь із безпечної життєдіяльності, безпечної експлуатації та утилізації різноманітних матеріалів;
- соціальної — сприяє вихованню патріотизму і гордості за досягнення вітчизняних вчених у галузі матеріалознавства, самореалізації особистості в соціумі, професійному самовизначенню.

Вивчення дисципліни базується на знаннях із хімії, фізики та математики. Безсумнівною перевагою гуртка є можливість проводити численні експерименти, пов'язані з дослідженням структури та властивостей речовин і матеріалів. Ця особливість дає змогу підтримувати інтерес учнів до занять, адже набагато цікавіше досліджувати щось експериментально, ніж теоретично. Заняття у гуртку відповідають STEM-концепції, оскільки охоплюють природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics) і посилюють ці компоненти в навчальних програмах.

Із 2017 р. у секції матеріалознавства займаються не лише старшокласники, а й молодші школярі: працює гурток «Матеріалознавство — юні дослідники» для учнів 4–6 класів. Ознайомлення з наукою допомагає школярам поглибити свої знання з природознавства, сформувані навички роботи з речовинами та приладами, підготуватися та розвинути інтерес до вивчення природничих предметів — фізики, хімії, математики, спрямувати дитячу допитливість у русло перших наукових експериментів.

Практикується відтворення експериментів, про які учні читали у підручниках або в інтернет-джерелах. При цьому заохочується ініціатива: зазвичай декілька занять проводяться на теми, що пропонують школярі. Щорічно учні беруть участь у наукових пікніках: старші та молодші школярі є модераторами експериментів для відвідувачів цих заходів.

Основні напрями роботи на заняттях гуртка базуються на проблемному та діяльнісному підходах (для молодших школярів експерименти адаптовані до їх можливостей):

- ознайомлення з технологією отримання матеріалів (екскурсії або перегляд відео);
- дослідження хімічних властивостей речовин;
- дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів;
- дослідження мікроструктури матеріалів;
- проведення розрахунків, статистична обробка результатів;
- прогнозування сфер використання нових матеріалів;
- «наукове фантазування» — проектування матеріалів майбутнього;
- визначення екологічних ризиків поводження із відходами, рециклінг матеріалів;
- підготовка інтерактивних презентацій для наукових пікніків;
- підготовка тез та презентацій отриманих результатів;
- виступи на конференціях;
- участь у конкурсах технічного спрямування.

Практичні заняття секції матеріалознавства, на яких учні вчать проводити експерименти та розробляти власну наукову тему, побудовані за такою схемою:

- 1) окреслення проблеми, що потребує розв'язання (від локальної [спосіб визначення густини речовини] до глобальної [з чого збудувати будинок на Марсі]);
- 2) обговорення способів реалізації;
- 3) пояснення етапів виконання роботи з покроковими інструкціями;
- 4) демонстрація виконання окремого завдання викладачем (за необхідності);
- 5) самостійна робота учнів з консультаціями викладача;
- 6) проведення обчислень, запис результатів у лабораторному журналі, побудова графіків;
- 7) аналіз отриманих результатів.

Таким чином, кожне заняття є певним міні-проектом, підготовкою до перших наукових досліджень у межах конкурсу-захисту наукових робіт Малої академії наук. Найважливіше завдання, яке ставиться перед кожним заняттям, — підтримання пізнавального інтересу вихованців, оскільки шкільні заняття нерідко відбуваються шаблонно й нецікаво. Неочікувані ефекти, яскраві експерименти, парадоксальні

висновки, а також невимушена атмосфера наукового спілкування є основними аргументами залучення учнів до вивчення матеріалознавства.

Концепція STEM особливо яскраво реалізується при роботі над дослідницькими проектами. Проаналізуємо компоненти концепції на прикладі роботи учениці Луцького НВК № 22 Бандури Марії «Екобезпечні пакувальні матеріали» (на рис. 1 наведено постер, презентований на конкурсі «ІНТЕЛ-ЕКО» у 2017 р.):

- визначено об'єкт, предмет і завдання дослідження, проаналізовано наукову літературу, обґрунтовано методику експерименту,

проведено низку експериментів, зроблено висновки (Science);

- розроблено технологію нанесення воскового покриття на тканину, отримано дослідні зразки, проаналізовано їх екологічну безпечність (Technology);
- використано новітній підхід до створення екологічно безпечного пакування Бертрана Шове, спрогнозовано сфери використання розробленого матеріалу та способи його утилізації (Engineering);
- проведено математичну обробку й аналіз результатів експерименту (Mathematics).



Рис. 1. Постер роботи Бандури Марії

Презентація роботи на конкурсах потребувала також дизайнерського підходу до оформлення постера (використано компонент Art, а це вже застосування STEAM) та демонстрації ораторських здібностей. Завдяки інтеграції матеріалознавства, фізики, хімії, екології робота набула міжпредметного звучання, а учениця перемогла не тільки у змаганнях технічного напрямку, а й на міжнародному конкурсі «Мій рідний край». Логічним завершенням роботи над проектом було отримання патенту на корисну модель.

Упродовж 2014–2020 рр. учні секції матеріалознавства щороку виборювали призові місця на II (обласному) етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту наукових робіт МАН України. Починаючи з 2013 р. вони щорічно представляли Волинську область та здобували перемоги на III етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту наукових робіт МАН України (відділення технічних наук, секція «Матеріалознавство»), а також на III етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту наукових робіт МАН України для учнів 6–8 класів.

Слухачі секції успішно презентують свої проекти на конкурсі Intel-Еко Україна національного етапу міжнародного конкурсу науково-технічної

творчості школярів Intel ISEF (International Science and Engineering Fair) та конкурсі «ЕКО-ТЕХНО-Україна». Вихованці секції активно беруть участь у Всеукраїнській науково-технічній виставці-конкурсі молодіжних інноваційних проектів «Майбутнє України» та здобули чимало перемог. Молодші школярі щороку вирощують кристали як учасники Всеукраїнського конкурсу імені Євгена Гладисhevського «Кристали», старші вихованці готують тези й перемагають.

Упродовж останніх п'яти років учнями секції матеріалознавства (включно із молодшими школярами) ВО МАН було опубліковано майже 30 тез обласних та всеукраїнських наукових учнівських конференцій, низки всеукраїнських і міжнародних науково-практичних конференцій, отримано два патенти на корисну модель. У червні 2017 р. гуртківці були учасниками Всеукраїнської школи-семінару для учнів — членів Малої академії наук України «Сучасне матеріалознавство: матеріали та технології» (Луцьк — Світязь). У січні 2019 р. гуртківці молодшої групи брали участь у навчально-тренінгових заняттях у рамках Всеукраїнського науково-освітнього проекту «Відкрита освітня лабораторія», які проходили в м. Києві (див. фото 1).



Фото 1. Учасники проекту «Відкрита освітня лабораторія»

Доказом ефективності застосування STEM-концепції є результати участі вихованців гуртка матеріалознавства в обласних та всеукраїнських конкурсах, підсумовані в табл. 2. Після завершення занять у гуртку учні відзначали покращення успішності з фізики та хімії (87,5% опитаних), розвиток уміння презентувати результати й дискутувати (82,3%), підвищення самооцінки (79,2%), зростання інтересу до технічних наук (72,5%). 52,7% опитаних виявили бажання після завершення навчання у школі здобувати технічні спеціальності, пов'язані з матеріалознавством.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. Поєднання науки, технології, інженерії та математики на заняттях гуртка дає змогу досягнути поставленої мети навчання — формування ключових і загальнопредметних компетентностей особистості засобами наукового дослідження в галузі матеріалознавства. Вміння аналізувати поставлені завдання, застосовувати набуті знання на практиці, можливість постановки досліду, його виконання та опрацювання одержаних результатів розвивають творчі здібності й практичні навички учнів і сприяють становленню майбутніх компетентних фахівців.

Найважливішим результатом застосування STEM-концепції вбачаємо розвиток критичного мислення учнів, зокрема, вміння розуміти і будувати логічні зв'язки між фактами, обирати необхідні джерела даних, розв'язувати проблему системно, визначати актуальність та важливість ідей, аргументувати свої думки, виявляти невідповідності й помилки в отриманих даних та у власних судженнях, робити висновки тощо.

Подальші дослідження будуть спрямовані на встановлення змін у навчальній вмотивованості вихованців гуртка.

Список використаних джерел

1. Стрижак О. Є., Сліпухіна І. А., Поліхун Н. І., Чернецький І. С. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. № 6. Т. 62. С. 16–33.
2. Wu Y. T., Anderson O. R. Technology-enhanced stem (science, technology, engineering, and mathematics) education. *Journal of Computers in Education*. 2015. Vol. 2. P. 245–249. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0041-2>.
3. Гулай О. І., Фурс Т. В., Шемет В. Я. STEM-спрямування навчання природничо-наукових дисциплін у технічному університеті. *Наукові записки*. Серія: Педагогічні науки. Вип. 177. Ч. 1. Кропивницький : РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. С. 124–129.
4. Awad N., Sound M. Waves and communication: students' achievements and motivation in learning a STEM-oriented program. *Creative Education*. 2014. № 23. Vol. 5. P. 1959–1968. DOI: <https://doi.org/10.4236/ce.2014.523220>.
5. Андрієвська В. М., Білоусова Л. І. Концепція BYOD як інструмент реалізації STEAM-освіти. *Фізико-математична освіта* : науковий журнал. 2017. Вип. 4 (14). С. 13–17.
6. Гончарова Н. О. Використання ігрових технологій в STEM-освіті. *Нові технології навчання*. 2016. Вип. 2 (88). С. 160–163.
7. Кнорозок Л. М., Шевчук О. Г., Шевчук М. О. Формування критично-креативного мислення учнів з фізичних дисциплін засобами stem-технологій. *Наукові записки НДУ ім. М. Гоголя. Психолого-педагогічні науки*. 2019. № 3. С. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.31654/2663-4902-2019-PP-3-57-64>.
8. Кіт І. В., Кіт О. Г. Розвиток STEM-освіти у школі. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2014. № 4. С. 3–5.
9. Савченко І. М. Реалізація ідей STEM-освіти Національним центром «Мала академія наук України». *Наукові записки Малої академії наук України*. 2015. № 7. С. 148–157.

Таблиця 2

Результати участі вихованців гуртка матеріалознавства в обласних та всеукраїнських конкурсах

Конкурс	Навчальний рік				
	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020
Конкурс-захист дослідницьких робіт МАН	3/1/–*	3/1/1	4/2/1	4/2/2	4/1/–
Конкурс інноваційних проєктів «Майбутнє України»	–/–/–	1/1/1	2/1/–	2/1/1	2/1/1
«ІНТЕЛ-ЕКО», «ІНТЕЛ-ТЕХНО»	1/–	–/–	2/1	2/–	3/2

* — подано робіт / переможців обласного етапу / переможців всеукраїнського етапу

10. Биковський Я. Т. До питання навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів поза-шкільної освіти. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи : зб. наук. пр. Київ : НПУ, 2012. Вип. 36. С. 298–301.
 11. Барна О. В., Балик Н. Р. Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. *STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес* : збірник матеріалів І регіональної науково-практичної вебконференції (м. Тернопіль, 24 травня 2017 р.). Тернопіль : ТОКІППО, 2017. С. 3–8. URL: <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/handle/123456789/455> (дата звернення: 18.10.2020).
 12. Степура О. М. Технологія та сучасна інженерія: навчальна програма. URL: <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBMOAPKT3h0aW41WG9LWG8/view> (дата звернення: 15.10.2020).
 13. Лобода П. І., Засідка Л. М., Мініцький А. В. Навчальна програма курсу за вибором. Технічні науки. Науково-дослідницький аспект. Київ, 2016. 23 с.
 14. Гулай О. І. Формування компетентнісних якостей майбутнього фахівця засобами науково-технічної творчості учнів : зб. наук. пр. Кам'янець-Подільського нац. ун-ту ім. Івана Огієнка. Серія педагогічна. Кам'янець-Подільський, 2015. Вип. 21. С. 24–27.
- References**
1. Stryzhak, O. Ye., Slipukhina, I. A., Polikhun, N. I., Chernetskyi, I. S. (2017). STEM-education: main definitions. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, 62 (6), 16–33 [in Ukrainian].
 2. Wu, Y. T., Anderson, O. R. Technology-enhanced stem (science, technology, engineering, and mathematics) education. *Journal of Computers in Education*. 2015. № 2. P. 245–249. DOI: 10.1007/s40692-015-0041-2.
 3. Hulai, O. I., Furs, T. V., Shemet, V. Ya. (2019). STEM-approach on natural disciplines studies at a technical university. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy: zbirnyk naukovykh prats*, 177 (1), 124–129 [in Ukrainian].
 4. Awad, N., Sound, M. B. Waves and communication: students' achievements and motivation inlearning a STEM-oriented program. *Creative Education*. 2014. № 5 (23). P. 1959–1968. DOI: 10.4236/ce.2014.523220.
 5. Andrievska, V. M., Bilousova, L. I. (2017). BYOD Concept As A Tool Of STEAM Education Implementation. *Fizyko-matematychna osvita*, 4 (14), 13–17 [in Ukrainian].
 6. Honcharova, N. O. (2016). Using game technologies in STEM-education. *Novi tekhnolohii navchannia*, 2 (88), 160–163 [in Ukrainian].
 7. Knorozok, L. M., Shevchuk, O. H., Shevchuk, M. O. (2019). Formation of critical-creative thinking of students by physical disciplines by methods of stem-technologis. *Naukovi zapysky NDU im. M. Hoholia. Psykholoho-pedahohichni nauky*, № 3, 57–64. DOI:10.31654/2663-4902-2019-PP-3-57-64 [in Ukrainian].
 8. Kit, I. V., Kit, O. H. (2014). The development of STEM-education in school. *Kompiuter u shkoli ta simi*, 4, 3–5 [in Ukrainian].
 9. Savchenko, I. M. (2015). Implementation of STEM education ideas by the National Center “Junior academy of sciences of Ukraine”. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy: zbirnyk naukovykh prats*, 7, 148–157 [in Ukrainian].
 10. Bykovskiy, Ya. T. (2012). On the issue of teaching students in physical and mathematical circles of out-of-school educational institutions. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova*, 36, 298–301 [in Ukrainian].
 11. Barna, O. V., Balyk, N. R. (2017). Implementation of STEM-education in educational institutions: stages and models. *STEM-osvita ta shliakhy yii vprovadzhenia v navchalno-vykhovnyi protses*, 3–8. Retrieved from : <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/handle/123456789/455> [in Ukrainian].
 12. Stepura, O. M. Technology and modern engineering. Retrieved from : <https://drive.google.com/file/d/0B3m2TqBMOAPKT3h0aW41WG9LWG8/view>
 13. Loboda, P. I., Zasiedka, L. M., Minitskyi, A. V. (2016). *Elective course curriculum. Technical sciences. Research aspect*. Kyiv [in Ukrainian].
 14. Hulai, O. I. (2015). Forming of competence qualities of future specialist by facilities of scientific and technical creativity of pupils. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho Universytetu im. Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna*, 21, 24–27 [in Ukrainian].

O. I. Hulai

STEM CONCEPT IN THE WORK OF THE MATERIALS RESEARCH GROUPS OF THE SMALL ACADEMY OF SCIENCES

Abstract. The article is devoted to STEM-direction, which gained world recognition as one of the main modern reformative tendencies in the natural and technical education field. The experience of cooperation between the Junior Academy of Sciences of Ukraine and the Lutsk National Technical University in the field of extracurricular education is presented in the article. The materials science research program provides an integration of the content and methodology of the natural sciences, technology, engineering and mathematics, and logical thinking into collaboration and research. The purpose of the curriculum is to develop key and subject competencies of individual by means of scientific research in materials science. Doubtless advantage of the group is a possibility of doing numerous experiments related to the study of the structure and properties of substances and materials. Classes in the materials research group are aimed at developing the ability to analyze the tasks set, apply the acquired knowledge in practice, give the opportunity to formulate the experience, its implementation and processing of the obtained results. Presentations of scientific achievements at competitions develop students' creative abilities and practical skills. It is established that the STEM approach to after-school learning promotes the effective development of scientific and technical creativity of students. Cooperation of Technical University and Small Academy of Sciences promotes the development of key and subject pupils competencies, the deepening of their knowledge and the development of new skills, professional self-determination. A significant argument for the efficiency is the numerous victories of pupils at competitions of scientific and technical creativity of students, such as "Intel-Eco", "Intel-Techno", "Future of Ukraine", "Crystals", competition-defense of scientific works of the Academy of Sciences.

Keywords: competence, competence approaches, out-of-school education, professional self-determination.

О. И. Гулай

КОНЦЕПЦИЯ STEM В РАБОТЕ СЕКЦИИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ МАЛОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Аннотация. Статья посвящена STEM-направлению, получившему мировое признание в качестве главного акцента современных реформ в сфере естественного и технического образования. Представлен опыт взаимодействия Малой академии наук Украины и Луцкого национального технического университета в области внешкольного образования. Программа исследовательского кружка материаловедения обеспечивает интеграцию содержания и методологии естественных наук, технологий, инженерии, математики и логического мышления в сотрудничестве и исследованиях. Целью учебной программы является формирование ключевых и общеобразовательных компетентностей методами научного исследования в области материаловедения. Безусловным преимуществом кружка является возможность проводить многочисленные эксперименты, направленные на исследование структуры и свойств веществ и материалов. Занятия в кружке направлены на развитие умения анализировать поставленные задачи, применять полученные знания на практике, дают возможность постановки опыта, его проведения и обработки полученных результатов. Презентации научных достижений на конкурсах развивают творческие способности и практические навыки учащихся. Установлено, что STEM-подход к организации внешкольного образования помогает в эффективном развитии научно-технического творчества школьников. Сотрудничество технического университета и Малой академии наук способствует развитию ключевых и предметных компетенций учащихся, углублению их знаний и развитию новых навыков, профессиональному самоопределению. Весомым аргументом эффективности работы кружка являются многочисленные победы воспитанников на конкурсах научно-технического творчества школьников, таких как «Интел-Эко», «Интел-Техно», «Будущее Украины», «Кристаллы», конкурс-защита научных работ МАН.

Ключевые слова: компетентность, STEM-подход, внешкольное обучение, профессиональное самоопределение.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРА

Гулай Ольга Іванівна — д-рка пед. наук, доцентка, професорка кафедри матеріалознавства, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна, hulay@i.ua; ORCID ID: <https://doi.org/0000-0002-1120-6165>

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Hulaj O. I. — D. Sc. in Pedagogy, Associate Professor, Professor of Department of material science, Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine, hulay@i.ua; ORCID ID: <https://doi.org/0000-0002-1120-6165>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Гулай О. И. — д-р пед. наук, доцент, профессор кафедры материаловедения, Луцкий национальный технический университет, г. Луцк, Украина, hulay@i.ua; ORCID ID: <https://doi.org/0000-0002-1120-6165>

Стаття надійшла до редакції / Received 07.11.2020