

**Гуменний Олександр Дмитрович**, кандидат педагогічних наук, завідувач лабораторії електронних навчальних ресурсів Інституту професійної освіти НАПН України, м. Київ, Віто-Литовський провулок, 98 А, тел. 63558524, e-mail: gumenny7@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6596-3551>

## **ЗАСТОСУВАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ВИКЛИКИ**

**Анотація.** У статті ретельно досліджується вплив інтеграції STEM-технологій на процес формування професійних компетенцій майбутніх педагогів з акцентом на потенціал Smart-комплексів навчальних дисциплін. Ці комплекси, що поєднують у собі використання цифрових ресурсів, інтерактивного контенту та онлайн платформ, стають критично важливими у створенні динамічного навчального середовища. Автор глибоко аналізує, як такі інноваційні підходи можуть радикально змінити методику викладання, зробити освіту більш адаптивною та відповідною до сучасних вимог і викликів.

Детальний розгляд сучасних тенденцій впровадження STEM в освітній процес в Україні дає змогу ідентифікувати ключові перешкоди та виклики, з якими зіштовхуються вищі навчальні заклади, – від застарілих навчальних програм до недоліків у матеріально-технічній базі та кваліфікації викладацького складу – ці виклики потребують комплексного підходу та розробки дієвих стратегій для їх подолання.

Особливу увагу у статті приділено значенню Smart-комплексів у підготовці майбутніх педагогів. Автор підкреслює, що освітній процес, збагачений цифровими технологіями та інтерактивним контентом, не лише покращує залучення учнів до навчання, але й сприяє розвитку таких ключових навичок, як критичне мислення, креативність та здатність до міждисциплінарного аналізу. Упровадження таких комплексів в освітній процес демонструє позитивний вплив на розвиток учнівського потенціалу та підготовку їх до роботи в сучасному цифровому світі.

Автор надає конкретні приклади успішного впровадження Smart-комплексів у навчальний процес, детально розглядаючи, як ці інновації були інтегровані в різні навчальні дисципліни, та який вплив вони мали на освітні результати. На основі цих прикладів формулюються рекомендації щодо подальшого розвитку та впровадження Smart-комплексів в освітню практику з акцентом на необхідності створення сприятливих умов для інновацій та постійної підтримки креативності й ініціативи як з боку викладачів, так і студентів.

**Ключові слова:** STEM-освіта, підготовка педагогів, Smart-комплекси, вища освіта, інновації, міждисциплінарний підхід, критичне мислення, цифрові технології, командна робота, ефективна комунікація, web-дизайн, інтерактивне навчальне середовище.

**Oleksandr Humennyi**, Candidate of Pedagogical Sciences, Head of the Laboratory of Electronic Educational Resources at the Institute of Vocational Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Vito-Lytovskyy Lane, 98 A, tel. 63558524, email: gumennyi7@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6596-3551>

## **APPLICATION OF STEM TECHNOLOGIES IN THE TRAINING OF FUTURE TEACHERS: PROSPECTS AND CHALLENGES**

**Annotation.** The article thoroughly investigates the impact of integrating STEM technologies on the process of forming professional competencies in future educators, with an emphasis on the potential of Smart complexes of academic disciplines. These complexes, incorporating the use of digital resources, interactive content, and online platforms, become critically important in creating a dynamic and flexible learning environment. The author deeply analyzes how innovative approaches can radically change teaching methods, making education more adaptive and corresponding to modern demands and challenges.

A detailed examination of current trends in implementing STEM in the educational process in Ukraine allows us to identify key obstacles and challenges faced by higher education institutions. From outdated curricula and deficiencies in material and technical resources to the qualifications of the teaching staff – these challenges require a comprehensive approach and the development of effective strategies to overcome them.

Special attention in the article is devoted to the significance of Smart complexes in the training of future educators. The author emphasizes that the educational process, enriched with digital technologies and interactive content, not only improves student engagement but also fosters the development of key skills such as critical thinking, creativity, and interdisciplinary analysis. The implementation of such complexes in the educational process demonstrates a positive impact on the development of student potential and preparation for work in the modern digital world.

Concrete examples of successful implementation of Smart complexes in the educational process are provided, examining in detail how these innovations have been integrated into various academic disciplines and the impact they have on educational outcomes. Based on these examples, recommendations are formulated for the further development and implementation of Smart complexes in educational practice, with an emphasis on the need to create favorable conditions for innovation and continuous support for creativity and initiative from both teachers and students.

**Keywords:** STEM education, teacher training, Smart complexes, higher education, innovations, interdisciplinary approach, critical thinking, digital technologies, teamwork, effective communication, web design, interactive learning environment.

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах швидкого науково-технічного розвитку та динамічних змін у соціальному середовищі, існує гостра потреба у вдосконаленні системи підготовки майбутніх педагогів, зокрема у напрямі інтеграції STEM-технологій в освітній процес. STEM-підходи, що включають науку, технології, інженерію та математику, є відповіддю на сучасні виклики освіти та спрямовані на розвиток критичного мислення, креативності, та застосування знань у реальному житті. Педагоги стикаються з проблемою перевантаженості навчальними предметами та недостатнім зв'язком наданих знань з практичними ситуаціями, що зменшує можливість студентів застосовувати знання ефективно після завершення шкільного навчання.

Проблема ефективної інтеграції STEM-технологій у навчальний процес майбутніх учителів полягає не лише у необхідності доступу до сучасного обладнання та ресурсів, але й у розробці нових дидактичних матеріалів, методик навчання та оцінювання. Це ставить перед викладачами виклик адаптуватися до нових умов та впроваджувати інноваційні методи в освітній процес. Традиційні методи навчання потребують змін для вирішення цих питань та для забезпечення високого рівня професійної адаптації та конкурентоспроможності випускників.

Розуміючи труднощі, що виникають перед викладачами вищої освіти при інтеграції STEM-технологій у підготовку майбутніх педагогів, ми також мусимо визнати, що самі методи навчання мають бути трансформованими. Існуючі педагогічні практики повинні оновлюватися, щоб відповідати як академічним, так і практичним потребам студентів, а також для забезпечення високої адаптивності та конкурентоспроможності випускників у швидко змінюваних умовах сучасності.

У контексті Нової української школи, яка прагне до формування критично необхідних умінь та навичок сучасного століття, важливість практичного застосування знань виходить на перший план. Це означає, що майбутні учителі повинні бути обізнані не тільки з теорією, а й з практичними аспектами навчання, що дозволить їм не тільки адаптуватися до інновацій у навчальному процесі, але й активно сприяти самореалізації та креативності своїх учнів. Зважаючи на ці вимоги, необхідно розробити та впровадити педагогічні підходи, що включають застосування STEM-технологій, та сформувати середовище, яке сприяє дослідницькій активності та новаторству.

Сучасний педагог має бути не лише передавачем знань, а й організатором та координатором учнівської діяльності, здатним стимулювати інтерес до науки та підтримувати бажання до навчання. Отже, ключовими аспектами постановки проблеми є ідентифікація та подолання бар'єрів для інтеграції STEM-освіти в українських ВНЗ, розробка ефективних підходів до оновлення навчальних програм, методів навчання, а також створення умов для реалізації потенціалу STEM-технологій у підготовці майбутніх педагогів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналізуючи сучасні наукові дослідження, можна відмітити важливість та актуальність STEAM-підходів, які

визнані світовою спільнотою як передові методи оптимізації навчальних процедур. Особливо це стосується розвитку STEM-освіти в Україні, її поточного стану, викликів та можливостей, що були об'єктом дослідження учених таких як Н. Гущина, І. Василяшко, О. Патрикєєва, О. Коршунова, Л. Булавська[1], Н. Морзе[2] та В. Шарко[3]. Детальні рекомендації до імплементації STEM-технологій у навчальних закладах висвітлені в роботах О. Буряка[4], С. Буліги та інших вчених, які внесли свій вклад у методичну базу даної сфери. Необхідно також зазначити, що хоча існують напрацювання щодо застосування згаданих інноваційних технологій в освіті, аспект їх використання в контексті професійної підготовки майбутніх педагогів потребує подальшого глибокого аналізу та дослідження.

Сучасний педагогічний дискурс у площині інтеграції STEM-освіти визначається роботами провідних фахівців в цій галузі, таких як Гонсалес Хізер (Heather Gonzales), Куензі Джеффрі (Jeffrey Kuenzi)[5], Ленгдон Девід (David Langdon)[6] та Ніколс Кейт (Keith Nichols)[7]. Їхні дослідження акцентують увагу на критичній необхідності забезпечення майбутніх учителів відповідними знаннями та навичками для сталого впровадження STEM-підходів в освітньому середовищі.

У контексті підготовки майбутніх педагогів важливо не лише ознайомити їх з передовими практиками застосування STEM-освіти, але й навчити як ці знання можуть бути інтегровані в шкільну програму для розв'язання реальних педагогічних завдань. Підготовка учнів, яка включає формування високоорганізованого мислення та розвиток ключових компетенцій в науці, технологіях, інженерії та математиці, повинна стати основою для майбутньої професійної діяльності вчителя. Такий підхід не тільки підвищить ефективність освітнього процесу, але й сприятиме адаптації студентів до динамічно змінюваних умов роботи та життя.

**Мета статті:** аналіз сучасних тенденцій і викликів у впровадженні STEM-технологій в процес підготовки майбутніх педагогів, визначення необхідних компетенцій для вчителів та розроблення рекомендацій щодо інтеграції цих технологій в освітні програми закладів вищої освіти в Україні.

### **Виклад основного матеріалу.**

Аналізуючи роль STEM-освіти у формуванні ключових компетенцій майбутніх педагогів, варто розглянути кілька аспектів, що підкреслюють її значимість та вплив на освітній процес:

1. Інтеграція міждисциплінарного підходу в освітню практику майбутніх педагогів відіграє ключову роль у підготовці учнів до життя та кар'єри в сучасному світі, де границі між науковими дисциплінами стають дедалі більш розмитими. У контексті STEM-освіти це означає, що педагоги мають не тільки володіти ґрунтовними знаннями з окремих наукових галузей, але й розуміти, як ці знання переплітаються та взаємодіють між собою, формуючи основу для комплексного світогляду.

Майбутні педагоги мають здобути не лише загальні знання з кожної із STEM-дисциплін, але й глибоке розуміння основних принципів, закономірностей та методів кожної галузі. Це дозволить їм не просто передавати знання, але й навчати учнів застосовувати ці знання в різних контекстах, інтегруючи та комбінувати ідеї з різних областей для розв'язання комплексних завдань.

Ефективне впровадження міждисциплінарного підходу вимагає від педагогів не лише знань, але й особливих педагогічних навичок. Вони повинні вміти організовувати навчальний процес так, щоб він стимулював учнів до самостійного дослідження, критичного мислення та творчого застосування знань у різноманітних ситуаціях. Особлива увага при цьому повинна приділятися проєктній діяльності, яка залучає учнів до роботи над реальними проблемами, сприяючи таким чином глибокому засвоєнню інтегрованих знань.

Міждисциплінарний підхід у STEM-освіті не тільки збагачує фахові знання майбутніх педагогів, але й сприяє розвитку комплексного мислення, здатності до інноваційного мислення та вирішення проблем. Вчителі, підготовлені згідно з принципами STEM, стають не просто передавачами знань, але й модераторами навчального процесу, керівниками учнівських дослідницьких проєктів, наставниками та натхненниками для своїх вихованців.

Упровадження міждисциплінарного підходу в освіту майбутніх педагогів вимагає від освітніх інституцій, науково-педагогічних працівників та розробників навчальних програм зосередитися на створенні умов для такого інтегрованого навчання, забезпеченні необхідних ресурсів та методичної підтримки. Тільки в такому разі можливе формування нового покоління вчителів, здатних ефективно працювати в умовах швидко змінюваного світу та виховувати учнів, готових до майбутніх викликів.

2. Розвиток критичного мислення та вирішення проблем є невід'ємним аспектом STEM-освіти, який відіграє вирішальну роль у формуванні комплексних умінь учнів. За дослідженнями Роберта Марцано (Robert Marzano) та Джона Хатті (John Hattie), використання інтегрованих навчальних стратегій, що включають аналіз, синтез та розв'язання проблем, значно підвищує ефективність навчання та сприяє розвитку глибокого розуміння навчального матеріалу.

Важливим є розуміння того, що STEM-завдання та проєкти не лише ставлять перед учнями виклик знайти рішення для складних завдань, але й мотивують їх застосовувати набуті знання в реальних життєвих ситуаціях. Це вимагає від майбутніх педагогів не тільки глибокого розуміння предмету, але й вміння застосовувати різноманітні підходи для стимулювання критичного мислення та логічного аналізу у своїх учнів.

Особливе місце у вдосконаленні STEM-навчання займають Smart-комплекси навчальних дисциплін, що є інноваційною формою інтеграції технологій в освітній процес. Їх розробка та впровадження дозволяють створити умови для ефективної взаємодії учня з навчальним матеріалом,

сприяючи глибшому засвоєнню предметних знань та розвитку важливих умінь, таких як критичне мислення, креативність та здатність до інновацій. Майбутнім педагогам важливо оволодіти навичками розробки таких комплексів та вмінням інтегрувати їх у навчальний процес, щоб максимально реалізувати потенціал STEM-освіти.

Висновки досліджень підкреслюють необхідність акцентування на практичному застосуванні знань у процесі навчання. Так, наприклад, у роботі "Enhancing Science Education through Technology Integration" Роберта Марцано[8] вказано на значний вплив технологій на здатність учнів критично мислити та ефективно розв'язувати проблеми. А Джон Хатті у своїй праці "Visible Learning" наголошує на важливості викладача як ключового фактора успіху в навчанні, що підтримує ідею про вирішальну роль педагога в процесі інтеграції та використання Smart-комплексів в освіті. Таким чином, підготовка майбутніх педагогів до застосування STEM-освіти з використанням Smart-комплексів відіграє вирішальну роль у формуванні нового покоління освітян, здатних впроваджувати інноваційні підходи в навчанні та сприяти розвитку критичного мислення та вирішення проблем серед учнів.

Застосування та інновації відіграють ключову роль у реалізації освітньої стратегії STEM, орієнтованої на практичне застосування здобутих теоретичних знань у різноманітних контекстах. Для майбутніх педагогів це означає не тільки можливість передачі фундаментальних знань, але й здатність демонструвати їхнє використання у практичних ситуаціях, зокрема, в сценаріях реального життя, що вимагають застосування комплексного підходу та міждисциплінарних знань.

Така освіта мотивує учнів до глибшого осмислення навчального матеріалу, відкриваючи шлях до інноваційної діяльності та творчості. Особливо важливо в цьому контексті є стимулювання інтересу до наукових досліджень, розробки нових технологій та винаходів, що може призвести до значних проривів у вирішенні актуальних соціальних, економічних та екологічних проблем.

Майбутні педагоги повинні бути оснащені вміннями інтегрувати у навчальний процес не тільки сучасні технології, а й інноваційні методики, які стимулюють активне залучення учнів у процес пізнання. Однією з ключових навичок є web-дизайн, що включає створення інтерактивних та візуально привабливих онлайн-ресурсів, спроможних заохочувати самостійні дослідження та креативність серед учнів. Ця компетенція стає все більш важливою, оскільки цифрове навчання розвивається.

Використання проектного навчання, де учні мають можливість самостійно розробляти та реалізовувати проекти з власним web-дизайном для вирішення реальних задач, стає ефективним способом навчання. Створення веб-сайтів, додатків або цифрових презентацій сприяє не тільки засвоєнню практичних технологічних навичок, але й розвитку критичного мислення, командної роботи

та лідерських здібностей, а також дозволяє учням презентувати результати своєї роботи в доступному та зрозумілому форматі.

Окрім того, важливим аспектом є підготовка вчителів до використання цифрових інструментів і ресурсів, які можуть значно розширити можливості для інноваційного навчання та дослідження. Впровадження таких інструментів, як віртуальна реальність, аугментована реальність, 3D-моделювання та програмування, відкриває нові горизонти для навчального процесу, роблячи його більш захоплюючим та ефективним.

3. Комунікація та співпраця є вирішальними компонентами в успішному реалізуванні STEM-проєктів, де не лише знання, але й вміння взаємодіяти в команді, стають ключовими факторами ефективності. Як вказує Джонсон Девід В. (Johnson, David W.) та Джонсон Роджер Т. (Johnson, Roger T.) у своїй праці "Cooperative Learning in the Classroom", кооперативне навчання може значно підвищити продуктивність групи, мотивацію учасників та їхнє задоволення навчальним процесом. Важливість розвитку навичок комунікації та співпраці для майбутніх педагогів не може бути переоцінена, оскільки ці уміння є фундаментом для створення продуктивного навчального середовища.

На нашу думку, вміння аргументувати свою точку зору, активне сприймання інформації та відкритість до обміну думками є критично важливими для розробки та реалізації STEM-проєктів. Важливо зазначити, що майбутні педагоги мають бути здатні не тільки передавати знання, але й організувати процес навчання таким чином, щоб учні активно залучалися до обговорень та працювали над спільними завданнями.

Сучасний освітній процес вимагає від вчителів не лише професійних знань, але й готовності до тісної співпраці як з колегами, так і з учнями, адже розвиток навичок комунікації та командної роботи має стати одним з пріоритетів у підготовці майбутніх педагогів, щоб вони ефективно керували навчальними проєктами та стимулювали учнів до активного навчання та саморозвитку.

Заохочення до співпраці в навчальному процесі не тільки сприяє розвитку важливих соціальних умінь, але й підготовлює учнів до майбутньої професійної діяльності, коли здатність ефективно працювати в команді та будувати продуктивну взаємодію є ключовими компетенціями. Тому, майбутнім педагогам важливо не лише володіти цими навичками на високому рівні, але й бути здатними формувати їх в учнів, використовуючи для цього інноваційні підходи та методики навчання.

Роль STEM-освіти у формуванні ключових компетенцій майбутніх педагогів є незаперечною. Підготовка вчителів, які можуть ефективно впроваджувати STEM-підходи, сприятиме не тільки підвищенню якості освіти, але й формуванню покоління, здатного впоратися з викликами майбутнього.

Усвідомлюючи критичну роль STEM-освіти у розвитку компетенцій, необхідних майбутнім педагогам для ефективної відповіді на виклики сучасності, ми переконані, що теоретичне осмислення необхідно доповнювати

реальними дієвими методами викладання. Така практична реалізація вимагає не тільки глибокого розуміння основ STEM, але й здатності адаптувати ці знання до змінливих умов сучасного освітнього простору. Ось чому інтеграція Smart-комплексів у навчальний процес є наступним невід'ємним кроком.

Smart-комплекси представляють собою передовий інструмент, який сприяє не тільки покращенню інтерактивності та залученості учнів, але й формує у них необхідні навички для навігації в цифровому світі [9]. Вони об'єднують цифрові технології, мультимедійний контент та інтерактивне програмне забезпечення для створення електронного навчального середовища, в якому теоретичні знання перетворюються на практичні вміння через низку інноваційних та динамічних вправ. Такий підхід виявляється особливо ефективним для розвитку творчого мислення та критичного аналізу, ключових компетенцій, які надзвичайно важливі для сучасного вчителя.

Враховуючи високу ефективність Smart-комплексів у стимулюванні інтерактивності, залученості учнів та розвитку необхідних навичок для ефективної роботи в цифровому світі, ми приходимо до важливості детального аналізу їх застосування в освітньому процесі. Застосування комплексів, в яких в комбінуються цифрові технології, мультимедійний контент і інтерактивне програмне забезпечення, відкриває нові можливості для перетворення теоретичних знань у практичні вміння. Таке інноваційне та динамічне навчальне середовище сприяє не тільки розвитку творчого мислення та критичного аналізу, але й готує студентів до викликів сучасності. Розглянемо конкретні приклади впровадження комплексів у різні навчальні дисципліни, щоб підкреслити ключові аспекти, як-от підвищення мотивації студентів, зростання їх залученості до навчального процесу та значне покращення якості освітніх результатів.

Одним із прикладів ефективного впровадження Smart-комплексів у курс математики є інтеграція інтерактивних відео, онлайн-симуляцій та інтерактивних завдань, які значно спрощують студентам візуалізацію та розуміння складних математичних концепцій та теорем. Наприклад, за допомогою інтерактивних відео, що демонструють поетапне розв'язання задач, студенти отримують змогу не просто спостерігати за процесом, а й бути учасниками в ньому, вибираючи різні шляхи розв'язку.

Онлайн-симуляції, з іншої точки зору, дають можливість моделювати математичні експерименти та досліджувати різні математичні явища в контрольованому віртуальному середовищі. Це не тільки забезпечує глибше розуміння матеріалу, але й дозволяє студентам експериментувати без переживання зробити помилку.

Інтерактивні завдання, які вимагають активного втручання студентів, сприяють розвитку аналітичних навичок та критичного мислення. Вони можуть включати розв'язання проблемних задач, де кожен крок потребує від студента вибору подальшої дії, що базується на логічному мисленні та попередньому досвіді.



Використання цих ресурсів є не тільки корисним для підвищення зацікавленості студентів у предметі, але й має позитивний вплив на їхню успішність. Це підтверджується зростанням рівня залученості студентів, їхньої активної участі у навчальному процесі, а також значним поліпшенням результатів на контрольних зрізах та іспитах. Упровадження Smart-комплексів стало ключовим кроком на шляху до створення більш інтерактивного, залученого та результативного навчального середовища в курсі математики.

У сфері природничих наук, ключовим елементом якої є STEM-освіта, інтеграція Smart-комплексів для проведення віртуальних лабораторних робіт відкриває нові можливості для студентів. Завдяки STEM-підходу, який поєднує науку, технології, інженерію та математику, використання цих інноваційних інструментів у навчанні дозволяє студентам глибше зануритися в експериментальну роботу. Це сприяє не тільки вдосконаленню технічних навичок, але й розвитку компетенцій, які є важливими для сучасного науковця, таких як критичне мислення та вміння проводити міждисциплінарні дослідження.

Специфіка STEM-освіти полягає у використанні практичного підходу до навчання, де віртуальні лабораторні роботи в Smart-комплексах дозволяють студентам проводити експерименти в безпечному онлайн-середовищі, економлячи час та ресурси. Можливість повторення експериментів без додаткових витрат на матеріали та обладнання стає невід'ємною частиною процесу навчання, що сприяє глибшому розумінню наукових процесів і методів дослідження. Так, в рамках STEM-освіти, використання віртуальних лабораторій стає потужним інструментом для розвитку навичок, необхідних у сучасному цифровому світі.

Таким чином, використання Smart-комплексів для вивчення природничих наук у контексті STEM-освіти не тільки відкриває перед студентами нові можливості для розвитку як фахівців, так і дослідників, готових до викликів сучасного наукового та професійного світу, але й акцентує на значенні практичного застосування знань у вирішенні реальних наукових завдань.

Ще один приклад включає інтеграцію Smart-комплексів у вивчення іноземних мов. Застосування інтерактивних онлайн-платформ та мобільних додатків для мовного обміну з носіями мови розширяє можливості для практики та вдосконалення мовних навичок в реальному контексті. Це, в свою чергу, сприяє підвищенню рівня володіння іноземними мовами серед студентів.

Таким чином, упровадження Smart-комплексів має значний потенціал для трансформації навчального процесу, забезпечуючи більш ефективно та мотивоване навчання. Однак для досягнення максимального ефекту від таких інновацій необхідно забезпечити відповідну підготовку викладачів, а також технічне та методичне забезпечення навчального процесу.

Для забезпечення ефективного розвитку та впровадження Smart-комплексів навчальних предметів в освітній процес підготовки майбутніх педагогів у вищих навчальних закладах, пропонуються наступні рекомендації:

– Важливо розробити та імплементувати інтегровані навчальні програми, які б поєднували традиційні педагогічні методи з інноваційними технологічними рішеннями. Це сприятиме створенню більш гнучкого та адаптивного навчального середовища.

– Організувати програми постійного професійного розвитку для викладачів, спрямовані на ознайомлення з новітніми технологіями та методиками викладання, з акцентом на використанні Smart-комплексів.

– Забезпечити належну технічну підтримку та доступ до необхідних ресурсів, включаючи програмне забезпечення, обладнання та інтернет-ресурси, для ефективного використання Smart-комплексів.

– Стимулювати інноваційну активність серед студентів за допомогою проектного навчання, дослідницьких ініціатив та залучення до створення персоналізованих Smart-комплексів.

– Формувати міждисциплінарні групи для розробки Smart-комплексів, що включатимуть фахівців з різних наукових галузей, з метою створення більш комплексного та цілісного навчального контенту.

– Регулярно проводити оцінювання ефективності використання Smart-комплексів в навчальному процесі, аналізувати зворотний зв'язок від студентів та викладачів, та коригувати навчальний процес відповідно до отриманих результатів.

– Розширити співпрацю з компаніями та організаціями ІТ-сектору для розробки та впровадження новітніх Smart-комплексів, використовуючи передові технології та інноваційні рішення.

Впровадження рекомендацій вимагатиме спільних зусиль від усіх зацікавлених сторін, включаючи вищі навчальні заклади, органи управління освітою, ІТ-компанії та саму академічну спільноту, але результатом стане значне покращення якості підготовки майбутніх педагогів, що буде відповідати викликам сучасної освіти.

**Висновки.** Ефективне впровадження STEM-технологій сприяє розвитку критичного мислення, креативності та інших ключових навичок, необхідних майбутнім вчителям. Використання Smart-комплексів як інтегрованих навчальних інструментів значно покращує навчальний процес, роблячи його більш інтерактивним та ефективним.

Незважаючи на значні переваги, інтеграція STEM-технологій у освітній процес зустрічає ряд викликів, включаючи потребу в оновленні навчальних програм, підвищенні кваліфікації викладачів та забезпеченні необхідних технічних ресурсів.

Для подолання цих викликів та ефективного впровадження STEM-освіти необхідно реалізувати комплексний підхід, який включає розробку інтегрованих навчальних програм, оновлення матеріально-технічної бази, підвищення кваліфікації викладачів та створення умов для практичної реалізації отриманих знань.

За умови успішного впровадження рекомендованих підходів, українська вища освіта зможе досягнути значного прогресу у підготовці кваліфікованих педагогічних кадрів, здатних ефективно використовувати інноваційні технології та методики в навчанні.

#### ***Література:***

1. Гущина Н. І., Василяшко І. П., Патрикєєва О. О., Коршунова О. В., Булавська Л. Г. (2021). STEM-школа – 2021. Київ: Видавничий дім "Освіта". [Електронний ресурс]. Доступно: [http://yakistosviti.com.ua/userfiles/image/2021\\_Zbirnyk\\_STEMschool\\_1.pdf](http://yakistosviti.com.ua/userfiles/image/2021_Zbirnyk_STEMschool_1.pdf)
2. Морзе Н. В., Струтинська О. В., Умрик М. А. (2018). Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету, 5, 178-187. [Електронний ресурс]. Доступно: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeemu\\_2018\\_5\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeemu_2018_5_22)
3. Шарко В. (2016). Модернізація системи навчання учнів STEM-дисциплін як методична проблема. Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 10(3), 160-165. [Електронний ресурс]. Доступно: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz\\_pmfm\\_2016\\_10%283%29\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmfm_2016_10%283%29_37)
4. Буряк О. О. (2019). Розвиток професійних навичок педагогів для роботи за основними напрямками STEM-навчання. Харків: Друкарня Мадрид.
5. Gonzales, Heather, Kuenzi, Jeffrey. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Congressional Research Service. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf>
6. Langdon, David; et al. (July 2011). "STEM: Good Jobs Now and For the Future". U.S. Department of Commerce. [Електронний ресурс]. Доступно: Retrieved 2012-12-21
7. Nichols, Keith (Sep 27, 2005). "Oblinger Joins New National Coalition To Attract STEM Students". NC State University News Services. [Електронний ресурс]. Доступно: Retrieved 2012-12-21
8. Marzano, R. J., & Brown, J. L. (2009). A handbook for the art and science of teaching. ASCD.
9. Нумєннї, О. (2024). Застосування смарт-комплексу навчальної дисципліни для розробки творчих проєктів студентів. Vzdelávanie a spoločnosť, (8), 100-111. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://lib.iitta.gov.ua/739768/>

#### ***References:***

1. Hushchyna N. I., Vasylyashko I. P., Patrykieieva O. O., Korshunova O. V., Bulavska L. H. (2021). STEM-shkola – 2021. Kyiv: Vydavnychiy dim "Osvita". [Elektronnyi resurs]. Dostupno: [http://yakistosviti.com.ua/userfiles/image/2021\\_Zbirnyk\\_STEMschool\\_1.pdf](http://yakistosviti.com.ua/userfiles/image/2021_Zbirnyk_STEMschool_1.pdf)
2. Morze N. V., Strutynska O. V., Umryk M. A. (2018). Osvitnia robototekhnika yak perspektyvnyi napriam rozvytku STEM-osvity. Vidkryte osvितne e-seredovyshe suchasnoho universytetu, 5, 178-187. [Elektronnyi resurs]. Dostupno: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeemu\\_2018\\_5\\_22](http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeemu_2018_5_22)
3. Sharko V. (2016). Modernizatsiia systemy navchannia uchniv STEM-dystsyplin yak metodychna problema. Naukovi zapysky [Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka]. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity, 10(3), 160-165. [Elektronnyi resurs]. Dostupno: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz\\_pmfm\\_2016\\_10%283%29\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmfm_2016_10%283%29_37)
4. Buriak O. O. (2019). Rozvytok profesiinykh navychok pedahohiv dlia roboty za osnovnymu napriamamy STEM-navchannia. Kharkiv: Drukarnia Madryd.

5. Gonzales, Heather, Kuenzi, Jeffrey. (2012). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. Congressional Research Service. [Elektronnyi resurs]. Dostupno: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf>
6. Langdon, David; et al. (July 2011). "STEM: Good Jobs Now and For the Future". U.S. Department of Commerce. [Elektronnyi resurs]. Dostupno: Retrieved 2012-12-21
7. Nichols, Keith (Sep 27, 2005). "Oblinger Joins New National Coalition To Attract STEM Students". NC State University News Services. [Elektronnyi resurs]. Dostupno: Retrieved 2012-12-21
8. Marzano, R. J., & Brown, J. L. (2009). A handbook for the art and science of teaching. ASCD.
9. Humennyi, O. (2024). Zastosuvannia smart-kompleksu navchalnoi dystsypliny dlia rozrobky tvorchykh proektiv studentiv. Vzdelavanie a spolochnost', (8), 100-111. [Elektronnyi resurs]. Dostupno: <http://lib.iitta.gov.ua/739768/>