

УПРОВАДЖЕННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДГОТОВКУ ФАХІВЦІВ ДЛЯ ГАЛУЗІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

Секлій Ілона Юріївна,

здобувач вищої освіти

Волинського національного університету імені Лесі Українки

ORCID ID: 0009-0002-1290-0535

Стрелков Владислав Володимирович,

Ph. D., старший викладач кафедри національної безпеки

Волинського національного університету імені Лесі Українки

ORCID ID: 0000-0001-8436-3260

У статті досліджується застосування імерсивних технологій, зокрема віртуальної (VR), доповненої (AR) та змішаної (MR) реальності, у сфері безпеки та оборони України. У сучасних умовах зростання загроз національній безпеці, зокрема через гібридні конфлікти та інноваційні форми воєнних дій, виникає нагальна потреба в упровадженні ефективних технологічних рішень для підвищення якості підготовки фахівців, які забезпечують безпеку держави. Особливу увагу приділено освітній галузі «Безпека та оборона», яка покликана готувати висококваліфікованих спеціалістів, здатних діяти в умовах нестабільності, швидко адаптуватися до нових викликів та приймати оперативні рішення у критичних ситуаціях.

Проаналізовано сучасний стан розвитку імерсивних технологій у світі, а також визначено ключові напрями їх упровадження у військовій, правоохоронній, медичній та цивільній сферах безпеки. Проведено класифікацію технологій VR, AR та MR, розглянуто їхні функції, особливості застосування, технічні можливості та основні переваги порівняно з традиційними методами навчання. Зокрема, підкреслено можливість створення реалістичних тренувальних середовищ, які дають змогу моделювати небезпечні та екстремальні ситуації без ризику для життя учасників навчального процесу.

Представлено огляд провідних світових і вітчизняних платформ, програмних рішень та апаратних засобів, що використовуються для моделювання небезпечних ситуацій, а також проаналізовано приклади успішного використання таких технологій у різних країнах. Зазначено роль державної підтримки, наукових досліджень і розвитку ІТ-індустрії в Україні, що створюють умови для впровадження інновацій у сфері безпеки та оборони.

Особливу увагу приділено методології дослідження, яка базується на комплексному між-дисциплінарному підході, включаючи аналіз нормативно-правової бази, контент-аналіз сучасних наукових і технічних публікацій, а також порівняльний аналіз досвіду провідних країн у сфері імерсивних технологій. Стаття містить практичні рекомендації щодо інтеграції VR/AR-технологій у навчальні програми підготовки спеціалістів безпеки та оборони, підкреслюючи важливість цифрової трансформації у формуванні нової якості освіти та тренувань.

Таким чином, дослідження є вагомим внеском у розвиток теоретичних та прикладних аспектів застосування цифрових імерсивних технологій у контексті національної безпеки України. Визначено стратегічне значення впровадження таких інновацій для підвищення оперативної готовності, професійної компетентності та адаптивності фахівців у галузі безпеки та оборони, що у цілому сприяє зміцненню обороноздатності держави у складних сучасних умовах.

Ключові слова: імерсивні технології, віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR), змішана реальність (MR), безпека та оборона, національна безпека, цифрова трансформація, підготовка фахівців, моделювання небезпечних ситуацій, технології навчання.

Sekliy I. Yu., Strelkov V. V. Implementation of immersive technologies in the training of specialists for the security and defense industry

The article investigates the application of immersive technologies, namely virtual reality (VR), augmented reality (AR), and mixed reality (MR), in the field of security and defense of Ukraine. In the current conditions of increasing threats to national security, particularly due to hybrid conflicts and innovative forms of warfare, there is an urgent need to implement effective technological

solutions to improve the quality of training specialists who ensure the state's security. Special attention is paid to the educational field «Security and Defense», which is designed to prepare highly qualified specialists capable of operating in unstable conditions, quickly adapting to new challenges, and making operational decisions in critical situations.

The study analyzes the current state of development of immersive technologies worldwide and identifies key directions for their implementation in the military, law enforcement, medical, and civilian security sectors. It provides a classification of VR, AR, and MR technologies, examines their functions, features of application, technical capabilities, and main advantages compared to traditional training methods. In particular, it highlights the possibility of creating realistic training environments that allow modeling dangerous and extreme situations without risking the lives of participants in the educational process.

The work presents an overview of leading global and domestic platforms, software solutions, and hardware tools used for simulating hazardous situations, as well as analyzes examples of successful use of such technologies in various countries. The role of state support, scientific research, and the development of the IT industry in Ukraine, which create conditions for the introduction of innovations in the security and defense sector, is emphasized.

Special attention is given to the research methodology, which is based on a comprehensive interdisciplinary approach, including the analysis of the regulatory and legal framework, content analysis of modern scientific and technical publications, as well as a comparative analysis of the experience of leading countries in the field of immersive technologies. The article contains practical recommendations for integrating VR/AR technologies into training programs for security and defense specialists, emphasizing the importance of digital transformation in shaping a new quality of education and training.

Thus, the study makes a significant contribution to the development of theoretical and applied aspects of the use of digital immersive technologies in the context of Ukraine's national security. The strategic importance of implementing such innovations is identified to enhance the operational readiness, professional competence, and adaptability of specialists in the field of security and defense, which overall contributes to strengthening the state's defense capability in complex modern conditions.

Key words: immersive technologies, virtual reality (VR), augmented reality (AR), mixed reality (MR), security and defense, national security, digital transformation, specialist training, hazardous situation modeling, training technologies.

Актуальність дослідження. Галузь «Безпека та оборона» є специфічною освітньою цариною, у яку було включено низку спеціальностей відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 05.09.2024 № 1021 [1]. Згідно з офіційним переліком спеціальностей, ця галузь охоплює такі напрями підготовки: «Державна безпека», «Безпека державного кордону», «Національна безпека (за окремими сферами забезпечення і видами діяльності)», «Управління інформаційною безпекою», «Військове управління (за видами збройних сил)», «Забезпечення військ (сил)», «Озброєння та військова техніка», «Пожежна безпека», «Правоохоронна діяльність», «Цивільна безпека», а також «міждисциплінарні освітні програми в межах однієї галузі» та «міждисциплінарні міжгалузеві освітні програми». Це свідчить про системну побудову освітнього простору в цій сфері та її стратегічну вагу для державної політики [1].

Окремішність цієї галузі в українській системі вищої освіти – це не лише адміністративне або формальне рішення. У самому її виокремленні проглядається глибинна національна специфіка, яка зумовлена історичним контекстом, багатомірними викликами сучасної безпеки, а також тривалим перебуванням України в умовах зовнішньої загрози. Саме тому освітня підготовка фахівців у цій галузі не може здійснюватися за загальними стандартами, як у гуманітарних або природничих науках. Вона потребує особливих освітніх підходів, які враховують реалії гібридної війни, специфіку бойових дій, динамічне змінення загроз та психологічне навантаження на особовий склад.

Окрім того, результати навчання у межах галузі «Безпека та оборона» мають свої унікальні характеристики. Вони включають не лише знання тактичних і стратегічних засад оборони, а й уміння приймати рішення в умовах

стресу, діяти в екстремальному середовищі, координувати міжвідомчі зусилля у режимі надзвичайних ситуацій. Це вимагає пошуку ефективних засобів навчання, які дали б змогу відтворювати максимально наближені до реальних умови [1]. Одним із найбільш перспективних рішень є впровадження імерсивних технологій, зокрема засобів доповненої (AR) та віртуальної (VR) реальності [2].

Актуальність теми зумовлена тим, що імерсивні технології – це сукупність цифрових інструментів, які створюють ефект повного або часткового занурення користувача в змодельоване середовище, забезпечуючи інтерактивну взаємодію з віртуальним або доповненим світом. Ці технології активно впроваджуються в освітній процес, зокрема в галузі безпеки та оборони, де вони сприяють формуванню практичних навичок у безпечних умовах [2].

У науковій літературі імерсивні технології визначаються як «технології повного або часткового занурення у віртуальний світ, різні види поєднання реальної і віртуальної реальності». Іншими словами, імерсивність означає створення ефекту присутності у змодельованому середовищі, що дає змогу користувачеві відчувати себе частиною цього середовища [2].

До основних видів імерсивних технологій належать:

- віртуальна реальність (VR): створення повністю віртуального середовища, з яким користувач взаємодіє за допомогою спеціальних пристроїв [16, с. 122–131];

- доповнена реальність (AR): накладання цифрових елементів на реальний світ, що дає змогу поєднувати віртуальні об'єкти з фізичним середовищем [16, с. 122–131];

- змішана реальність (MR): інтеграція віртуальних об'єктів у реальний світ із можливістю їх взаємодії у режимі реального часу [16, с. 122–131];

- розширена реальність (XR): узагальнюючий термін, що охоплює VR, AR та MR [16, с. 122–131];

- 360-градусні відео: відеозаписи, що дають змогу користувачеві оглядати сцену з усіх боків, створюючи ефект присутності [17];

- голограми: тривимірні зображення, які створюють ілюзію об'ємних об'єктів у просторі [17];

- тактильні технології (Haptics): технології, що забезпечують зворотний зв'язок через дотик, даючи користувачеві змогу відчувати віртуальні об'єкти фізично. Ці технології класифікуються за рівнем занурення, типом взаємодії та технічними характеристиками, що дозволяє оптимізувати їх використання в освітньому процесі [18].

У галузі безпеки та оборони імерсивні технології використовуються для моделювання реальних ситуацій, що дає змогу підготувати фахівців до дій у складних та небезпечних умовах без ризику для життя. Зокрема, вони застосовуються для:

- навчання тактичним діям: створення віртуальних полігонів для відпрацювання бойових сценаріїв [11, с. 112–118];

- підготовки до надзвичайних ситуацій: моделювання кризових ситуацій для тренування реагування [12, с. 45–53];

- розвитку навичок управління: симуляція командних операцій для вдосконалення лідерських якостей [12, с. 45–53].

Використання імерсивних технологій у цій галузі сприяє підвищенню ефективності навчання, зниженню витрат на підготовку та забезпеченню безпеки під час тренувань.

Матеріали та методи. У процесі підготовки статті застосовано комплексний міждисциплінарний підхід, який включає: аналіз нормативно-правової бази України у сфері національної безпеки, освіти та цифрових технологій, що дає змогу окреслити законодавчі рамки впровадження імерсивних технологій у галузі безпеки та оборони [1; 14, с. 91–98]; контент-аналіз сучасних наукових і технічних публікацій, у тому числі міжнародних джерел, із метою виявлення актуальних трендів, інноваційних рішень та прикладів успішного застосування VR/AR/MR-технологій у сфері без-

пеки [4, с. 73–88; 5, с. 35–41]; порівняльний аналіз міжнародного досвіду використання імерсивних технологій у військовій, правоохоронній, медичній та цивільній сферах. Окрему увагу приділена практикам країн – членів НАТО, США, Ізраїлю, країн ЄС та України [15, с. 91–98; 16, с. 122–131]; огляд програмного та апаратного забезпечення, що використовується для моделювання небезпечних ситуацій, включаючи як комерційно доступні рішення, так і індивідуальні розробки, створені на основі вітчизняних IT-платформ [13, 17]; систематизація та класифікація імерсивних технологій (VR, AR, MR) за функціональним призначенням, технічними можливостями, рівнем інтерактивності та ефективністю застосування у процесі підготовки фахівців [4, с. 73–88; 17].

Методологічною основою дослідження є поєднання теоретичного аналізу, емпіричного узагальнення та практико-орієнтованого підходу, що дає змогу зробити обґрунтовані висновки щодо доцільності, ефективності та перспективності впровадження VR/AR/MR-технологій у національну систему безпеки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досвід останніх років демонструє стрімке зростання інтересу до використання імерсивних технологій у сфері безпеки та оборони в усьому світі. Зарубіжний ринок активно впроваджує інноваційні рішення, орієнтовані на підготовку фахівців, військовослужбовців і працівників силових структур. Ці розробки охоплюють програмне забезпечення, апаратні засоби та інтегровані платформи, які дають змогу моделювати реалістичні ситуації, зменшувати ризики та підвищувати його ефективність під час навчання [1; 5, с. 35–41]. Дослідження цього ринку є важливим кроком для вивчення передового досвіду, який може бути адаптований в українській системі освіти у галузі безпеки та оборони [2; 4 с. 73–88].

Провідні технологічні рішення на зарубіжному ринку:

1. Immersive Labs – Cybersecurity Training, Immersive Labs спеціалізу-

ється на кібербезпеці, пропонуючи понад 2 500 лабораторій для практичного навчання. Їхні рішення дають змогу командам розвивати навички безпечного кодування та реагування на кіберзагрози в реалістичних умовах, що є критично важливим для фахівців із безпеки [13].

2. VBS4 (Bohemia Interactive Simulations, США/Чехія) – інтерактивне віртуальне середовище для тактичної підготовки військових, що використовує технології 3D-моделювання для створення багатокористувацьких сценаріїв [12, с. 45–53].

3. Calian Defence – Immersive Training Technologies, Calian Defence пропонує комплексні рішення для військової підготовки, включаючи імерсивні технології, такі як 360-градусне відео, VR, AR, MR та XR. Ці технології дають змогу створювати реалістичні сценарії для тактичної підготовки, що підвищує ефективність навчання та знижує ризики під час реальних операцій [12, с. 45–53].

4. Varjo – VR для оборонного сектору, Varjo розробляє високоякісні VR-рішення для оборонного сектору, що дають змогу зменшити витрати на навчання до 99% та забезпечують ефективне дистанційне навчання. Їхні технології забезпечують високу точність та реалістичність віртуальних середовищ [14].

5. XRT та HTC VIVE – місійно-орієнтоване навчання, співпраця між XRT та HTC VIVE призвела до створення безпечної та ефективної системи навчання для урядових застосувань. Це рішення забезпечує масштабоване та імерсивне навчання, що відповідає потребам сучасних військових структур [15, с. 91–98].

6. XVR Simulation (Нідерланди) – модульна платформа віртуального навчання для служб екстреного реагування (пожежна, медична, поліція), яка дає змогу моделювати кризові сценарії з високим рівнем реалістичності [16, с. 122–131].

7. HTX Labs EMPACT (США) – платформа, яка поєднує VR/AR з інструментами аналізу результатів навчання для використання в оборонному секторі США [11, с. 112–118].

8. HTX Labs – EMPACT, HTX Labs пропонує платформу EMPACT, яка є хмарним рішенням для створення, управління та масштабування XR-тренінгів. Ця платформа дає змогу організаціям розробляти інтерактивні навчальні програми з використанням віртуальної та доповненої реальності, що особливо корисно для військової підготовки та навчання в галузі безпеки [11, с. 112–188].

9. SIMX (США) – VR-тренажери для медичної та тактичної підготовки, які активно використовуються у Військово-повітряних силах США та службах першої допомоги, та інші технологічні рішення [18].

Що стосується вітчизняного ринку імерсивних технологій у сфері безпеки та оборони, то він демонструє поступовий розвиток, зокрема завдяки державним ініціативам, науковим дослідженням та активності приватного сектору [2; 4, с. 73–88].

У 2023 р. уряд України визнав програмне забезпечення складовою частиною озброєння та військової техніки (ОВТ) [3]. Це рішення відкриває нові можливості для IT-компаній, даючи їм змогу укласти державні контракти та отримувати доступ до спеціалізованих сервісів, які раніше були доступні лише виробникам фізичного озброєння. Окрім того, Міністерство цифрової трансформації України активно впроваджує цифрові технології в освіту та безпеку, розробляючи платформи для дистанційного навчання та електронні освітні ресурси, що сприяє підвищенню цифрової грамотності громадян [2]. Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського активно досліджує впровадження сучасних інформаційних технологій у сфері безпеки та оборони. Зокрема, журнал «Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони» [6] публікує статті, присвячені військовій кібернетиці, інтелектуальним інформаційним технологіям, робототехніці та іншим аспектам. Також в Україні проводяться дослідження щодо впровадження штучного інтелекту в забезпечення національної безпеки та обороноздатності, що свід-

чить про зацікавленість наукової спільноти у розвитку цієї галузі [4, с. 73–88]. Українські IT-компанії активно розробляють програмне забезпечення для оборонної галузі. Наприклад, компанія Softline Defence [7] пропонує різноманітні системи для підвищення ефективності підприємств оборонної галузі, включаючи рішення для керування даними, проектування та моделювання зброї і військової техніки. Окрім того, в Україні активно розвивається спільнота defense tech-стартапів, які працюють над інноваційними рішеннями для армії. Зокрема, платформи IT Arena [8], Startup Depot [9] та кластер із розвитку оборонних технологій Brave1 [10] підтримують такі ініціативи, сприяючи розвитку вітчизняного ринку імерсивних технологій у сфері безпеки та оборони [2; 5, с. 35–41].

Вітчизняний ринок імерсивних технологій у сфері безпеки та оборони активно розвивається завдяки підтримці держави, науковим дослідженням та ініціативам приватного сектору. Хоча існують певні виклики, такі як обмежене фінансування та потреба в спеціалізованому обладнанні, перспективи розвитку цієї галузі в Україні залишаються позитивними. Подальша інтеграція імерсивних технологій у навчальні програми та оборонні стратегії сприятиме підвищенню ефективності підготовки фахівців та зміцненню національної безпеки.

Нижче окреслимо перспективи застосування технологічних рішень у підготовці майбутніх фахівців:

1. Підвищення якості навчання через імерсивність і реалістичність: імерсивні технології VR/AR/MR, які пропонують платформи на кшталт HTX Labs EMPACT та Calian Defence, створюють реалістичні віртуальні середовища, що дають змогу фахівцям максимально наблизитися до реальних ситуацій. Це сприяє кращому засвоєнню тактичних навичок, швидкому прийняттю рішень і розвитку критичного мислення [4, с. 73–88; 13]. За рахунок імерсивності навчання стає більш інтерактивним, що підвищує мотивацію студентів і забезпечує глибше розуміння складних операційних процесів [2].

2. Безпечне й ефективне моделювання кризових та бойових ситуацій: такі платформи, як XVR Simulation та VBS4, дають змогу моделювати надзвичайні події з високим рівнем деталізації, створюючи безпечне середовище для відпрацювання навичок екстреного реагування без ризику для життя. Це є ключовим для підготовки військових, медичних служб та інших служб безпеки [11, с. 112–118].

3. Масштабованість і адаптивність навчальних програм: хмарні рішення, зокрема HTX Labs EMPACT, забезпечують гнучкість і можливість масштабувати навчальні програми на великі групи слухачів, а також швидко адаптувати контент під різні сценарії й потреби замовника [4, с. 73–88]. Завдяки цьому можлива індивідуалізація підготовки з урахуванням рівня навичок кожного учня, що суттєво підвищує ефективність навчального процесу.

4. Зниження витрат та оптимізація ресурсів: технології Varjo та SIMX дають змогу зменшити потребу в фізичних тренажерах, дорогому обладнанні та полігонах, що значно скорочує витрати на навчання та логістику. Також це відкриває можливості для дистанційної підготовки, що особливо актуально в умовах воєнних конфліктів чи пандемій [14; 15, с. 91–98].

5. Розвиток кібербезпеки та спеціалізованих навичок: компанія Immersive Labs пропонує платформу для практичного тренінгу у сфері кібербезпеки, що допомагає фахівцям розвивати необхідні навички реагування на кіберзагрози у контрольованому, але максимально наближеному до реальних умов середовищі [5, с. 35–41].

6. Підтримка державних ініціатив та інтеграція з національними системами: в Україні визнання програмного забезпечення як частини озброєння та військової техніки відкриває широкі можливості для розвитку імерсивних технологій у сфері безпеки. Це сприятиме укладанню державних контрактів, залученню інвестицій та розвитку наукових досліджень [1].

7. Формування компетентностей майбутнього: упровадження таких рішень, як HTC VIVE у співпраці з XRT, сприяє формуванню у фахівців таких важливих компетенцій, як гнучкість мислення, креативність, командна взаємодія, а також швидке прийняття рішень у стресових умовах – усі ці навички є критично важливими у сучасній безпековій сфері [12, с. 45–53].

Детальніший перелік відповідності технологічних рішень конкретним напрямкам підготовки наведено в табл. 1.

Упровадження нових технологій або систем часто супроводжується низкою викликів, що можуть суттєво вплинути на ефективність і терміни реалізації.

Одним із головних викликів є інтеграція нових рішень у вже існуючу інфраструктуру. Часто старі системи або процеси мають свою специфіку, яка не завжди сумісна з інноваційними технологіями, що потребує додаткових ресурсів і часу на адаптацію [14; 17]. Ще однією проблемою є недостатній рівень технічної підготовки персоналу. Навіть найкраща система не буде працювати ефективно, якщо користувачі не володіють необхідними знаннями і навичками для її експлуатації. Це вимагає проведення навчальних програм, що може призвести до додаткових витрат і тимчасового зниження продуктивності [2; 14]. Важливим викликом є й фінансовий аспект. Початкові інвестиції у впровадження нових технологій можуть бути значними – це закупівля обладнання, ліцензійного програмного забезпечення, організація навчання. Окрім того, необхідно враховувати витрати на подальше обслуговування і підтримку системи [12, с. 45–53; 18]. Опір змінам – ще одна поширена проблема. Працівники або керівництво можуть не приймати нововведення через страх перед невідомим або через звичку до старих методів роботи. Це вимагає активної комунікації, пояснення переваг і залучення персоналу до процесу змін [5, с. 35–41; 16, с. 122–131]. Безпека даних та конфіденційність також є важливими викликами, особливо коли йдеться про впровадження цифрових технологій. Необхідно

Таблиця 1

Спеціальність	Технологічні рішення	Характеристики
Державна безпека	HTX Labs – EMPACT	забезпечує загальну підготовку в галузі безпеки через інтерактивне VR-навчання, корисне для формування базових навичок
	Immersive Labs – Cybersecurity Trainin	сфокусоване на кіберзагрозах, важливо для підготовки фахівців до захисту цифрової інфраструктури
Безпека державного кордону	Calian Defence – Immersive Training Technologies	забезпечує реалістичні сценарії тактичної підготовки, що важливо для прикордонної служби
	XRT та HTC VIVE	застосовуються для місійно-орієнтованого навчання, де критично важливо відтворити специфіку прикордонних операцій
Національна безпека (за окремими сферами забезпечення і видами діяльності)	Varjo – VR для оборонного сектору	забезпечує повноцінне загальне навчання персоналу оборонного сектору завдяки високій якості візуалізації
	VBS4 (Bohemia Interactive Simulations)	дає змогу моделювати тактичні ситуації на національному рівні, зокрема бойові дії
Управління інформаційною безпекою	Immersive Labs – Cybersecurity Training	дає змогу відпрацьовувати сценарії кіберзагроз, навчаючи адаптивного реагування на атаки
Військове управління (за видами збройних сил)	HTX Labs EMPACT	забезпечує VR-платформу для стратегічного військового командування
	VBS4 (Bohemia Interactive Simulations)	ідеальне для тренувань у сфері тактичного управління військами
Забезпечення військ (сил)	SIMX VR-тренажери	навчання з медичної евакуації, допомоги та логістики, важливо для підвищення виживання в зоні бойових дій
	Varjo – VR рішення	дає змогу навчатися дистанційно та ефективно розподіляти ресурси
Озброєння та військова техніка	Softline Defence	дає змогу створювати моделі техніки, оцінювати ефективність ще до виробництва
Пожежна безпека	XVR Simulation	багатокористувацька платформа для симуляції дій екстрених служб, зокрема пожежної, для координації у критичних умовах
Правоохоронна діяльність	XVR Simulation	дає змогу поліцейським відпрацьовувати дії у кризових ситуаціях (наприклад, захоплення заручників)
	Calian Defence	допомагає тренувати тактичні навички для складних місій
Цивільна безпека	XVR Simulation	моделює надзвичайні ситуації, навчає координувати дії різних служб і цивільних під час криз (землетруси, техногенні аварії)

Джерело: складено авторами на основі [11, с. 112–118; 12, с. 45–53; 13; 14; 15, с. 91–98; 16, с. 122–131; 18].

забезпечити надійний захист інформації від несанкціонованого доступу, що потребує додаткових заходів і ресурсів [12, с. 45–53; 18]. Відсутність чітких стандартів і нормативної бази у сфері застосування нових технологій може

ускладнити процес упровадження, створюючи правову невизначеність і підвищуючи ризики [1; 14]. Окрім того, адаптація технологій під специфічні потреби конкретної організації може виявитися більш складною, ніж передбачалося.

Виникають технічні несправності або необхідність доопрацювання, що збільшує час і вартість проєкту [5, с. 35–41; 17]. Ще одним викликом є потреба у постійному оновленні та підтримці систем. Технології швидко розвиваються, тому потрібно регулярно інвестувати у модернізацію, щоб зберігати їх ефективність [12, с. 45–53; 18]. Недостатня кількість якісних навчальних матеріалів і програм може уповільнити процес освоєння нових систем користувачами та негативно вплинути на загальний результат впровадження [2; 17].

З огляду на зазначене вище, пропонуємо низку рекомендацій щодо подолання ймовірних викликів та оптимізації процесів впровадження імерсивних технологічних рішень у програми підготовки фахівців для сектору безпеки і оборони України.

Для мінімізації проблем сумісності варто заздалегідь провести детальний аналіз існуючих систем і процесів, визначити критичні точки інтеграції. Рекомендується вибирати технології з відкритими стандартами, що полегшує їх підключення до наявної інфраструктури. Поетапне впровадження і тестування на ранніх етапах дадуть змогу виявити й виправити несправності без суттєвих простоїв. Забезпечення тісної співпраці між розробниками, IT-відділом та кінцевими користувачами допоможе швидко адаптувати технології під реальні потреби [14; 17].

Рекомендується організовувати комплексні навчальні програми з урахуванням різних рівнів підготовки користувачів, включаючи практичні тренінги та інструктажі. Важливо розробити доступні навчальні матеріали (відео, посібники, FAQ), створити внутрішню підтримку у вигляді «менторів» або технічних консультантів. Постійне оновлення знань через регулярні вебінари або курси дасть змогу утримувати персонал у тонусі та знизить ризик помилок [2; 12, с. 45–53].

Для оптимізації витрат необхідно скласти детальний бюджет з урахуванням не лише початкових інвестицій, а й поточних витрат на обслуговування

і модернізацію. Розумним кроком буде поетапне впровадження технологій, що розподілить навантаження на бюджет. Варто розглянути можливість використання хмарних сервісів або моделей оренди програмного забезпечення, які зменшують капітальні витрати і забезпечують гнучкість. Регулярна оцінка ефективності інвестицій допоможе коригувати стратегію й уникати непотрібних витрат [13; 18].

Потрібно зосередитися на прозорій і відкритій комунікації, інформуючи співробітників про мету та переваги нововведень. Важливо залучати ключових працівників і лідерів думок до процесу змін, щоб вони стали внутрішніми агентами трансформації. Впровадження мотиваційних програм і підтримка персоналу допоможуть подолати страхи і невпевненість. Урахування зворотного зв'язку й оперативна реакція на зауваження покращать сприйняття змін [5, с. 35–41; 16, с. 122–131].

Розроблення і впровадження комплексної політики інформаційної безпеки є критичним. Важливо використовувати багаторівневі заходи захисту, такі як шифрування, багатофакторна аутентифікація, контроль доступу. Регулярні аудити безпеки, тестування на уразливості та навчання персоналу з кібергігієни допоможуть мінімізувати ризики. Співпраця з досвідченими фахівцями у сфері безпеки забезпечить ефективну адаптацію систем до сучасних загроз [11, с. 112–118; 18].

Рекомендується відслідковувати розвиток нормативної бази і застосовувати міжнародні стандарти як орієнтир. Активна участь у галузевих асоціаціях допоможе оперативно реагувати на зміни у законодавстві. Створення внутрішніх політик та процедур, що враховують нормативні вимоги, зменшить правову невизначеність і допоможе дотримуватися законодавства [1; 14].

Важливо включати кінцевих користувачів у процес збору вимог і тестування, щоб технології відповідали реальним завданням організації. Використання модульних рішень дає змогу більш гнучко налаштовувати систему. Планування

часу і ресурсів на доопрацювання та тестування допоможе уникнути затримок і додаткових витрат [5, с. 35–41; 17].

Необхідно розробити довгострокову стратегію підтримки й оновлення, включаючи регулярний моніторинг продуктивності систем і аналіз нових технологічних трендів. Автоматизація процесів моніторингу та оповіщень про технічний стан допоможе своєчасно реагувати на збої. Контракти на технічну підтримку і співпраця з розробниками забезпечать стабільну роботу та адаптацію систем до змін [12, с. 45–53; 13].

Створення власних навчальних ресурсів з урахуванням особливостей організації підвищить ефективність освоєння. Використання мультимедійних форматів, інтерактивних курсів і можливостей дистанційного навчання зробить процес більш доступним. Регулярне оновлення навчальних програм дасть змогу відображати нові функції систем і технологічні зміни [2; 17].

Ці рекомендації допоможуть оптимізувати процес упровадження нових технологій, підвищити якість результатів і знизити ризики, пов'язані з викликами, що виникають у процесі впровадження змін.

Висновки. Проведене дослідження засвідчило, що впровадження імерсивних технологій (доповненої, віртуальної та змішаної реальності) у сферу освіти та підготовки кадрів для сектору безпеки і оборони є важливим кроком на шляху модернізації освітнього процесу в Україні. Такі технології дають змогу створювати реалістичні та контрольо-

вані моделі надзвичайних ситуацій, що значно підвищує ефективність підготовки фахівців, знижують ризики під час тренувань і сприяють формуванню навичок швидкого прийняття рішень у стресових умовах.

Аналіз світового досвіду підтверджує, що VR/AR-технології вже активно використовуються у військових академіях, центрах підготовки сил безпеки та спеціалізованих навчальних закладах, що забезпечує високу якість і практичну спрямованість навчання. Водночас вітчизняний досвід поки що обмежений, однак наявні наукові розробки, підтримка державних програм та зростаючий інтерес ІТ-сектору створюють сприятливі умови для розвитку цієї сфери.

Основними перевагами застосування імерсивних технологій є можливість багаторазового відпрацювання складних сценаріїв безпечно, інтерактивність навчального процесу, підвищення мотивації слухачів та формування практичних компетенцій, які важко отримати за допомогою традиційних методів. Незважаючи на існуючі виклики: технологічні, фінансові та організаційні, перспективність інтеграції VR/AR у систему підготовки фахівців із безпеки й оборони є об'єктивно обґрунтованою. Подальший розвиток і впровадження імерсивних технологій в освітні програми сприятимуть підвищенню рівня професіоналізму фахівців, їхньої готовності до дій у кризових ситуаціях, а також загальному зміцненню спроможностей фахівців щодо забезпечення національної безпеки України.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Про внесення змін до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України від 30.08.2024 № 1021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1021-2024-%D0%BF#Text> (дата звернення: 18.05.2025).
2. Гарбузова В.Ю. Імерсивні технології: методи, що мотивують навчати. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/98118/1/Imersyvni_tekhnolohii.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 18.05.2025).
3. Комп'ютерні програми визнані складовою частиною ОБТ: Уряд підтримав відповідні зміни. *Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості України*. URL: <https://mspu.gov.ua/news/kompiuterni-prohramy-vyznani-skladovoiu-chastynoiu-ovt-uriad-pidtrymav-vidpovidni-zminy> (дата звернення: 18.05.2025).

4. Білан С.В. Доповнена та віртуальна реальність як сучасні цифрові технології навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Т. 81. № 1. С. 73–88. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.3987> (дата звернення: 18.05.2025).
5. Жуковський І. Технології віртуальної та доповненої реальності у безпековому середовищі: сучасні можливості. *Збірник наукових праць Національного університету оборони України*. 2021. № 3(59). С. 35–41.
6. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. URL: <https://sit.nuou.org.ua/> (дата звернення: 18.05.2025).
7. IT для сектора оборони. *Softline Defence*. URL: <https://softline.org.ua/> (дата звернення: 18.05.2025).
8. IT Arena 2025. URL: <https://itarena.ua/> (дата звернення: 18.05.2025).
9. Startup Depot. URL: <https://www.cpp.lviv.ua/startup-depot/> (дата звернення: 18.05.2025).
10. Brave1-кластер підтримки defense-tech. URL: <https://brave1.gov.ua/> (дата звернення: 18.05.2025).
11. Костроміна С.Н., Зазнобіна О.І. Використання VR у підготовці фахівців із національної безпеки. *Проблеми кібербезпеки*. 2020. № 33(1). С. 112–118.
12. Лозинський В.М., Ярова В.А. AR/VR-технології у підготовці до надзвичайних ситуацій: перспективи та виклики. *Безпека життя і діяльності*. 2022. № 1(10). С. 45–53.
13. Програма підготовки військових кадрів із використанням віртуальної реальності / Міністерство оборони України. Київ, 2023.
14. Концепція розвитку цифрових компетентностей у сфері освіти і науки України на період до 2026 року / Міністерство освіти і науки України. Київ, 2022.
15. Ntoa S. VR/AR in Crisis Management Training: The European Approach. *Journal of Emergency Education*. 2021. Vol. 6, No. 2. P. 91–98.
16. Orero P., Torralba A. Immersive Reality in Public Safety Education. *Safety and Technology Journal*. 2022. Vol. 12, No. 3. P. 122–131.
17. Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*. 2020. Vol. 147. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778> (дата звернення: 18.05.2025).
18. Immersive Technologies and the Future of Training in Security and Defense Sectors : звіт / Європейська комісія. Брюссель, 2022.

REFERENCES:

1. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024). Pro vnesennia zmin do pereliku haluzei znan' i spetsial'nostei, za yakymy zdiisniuietsia pidhotovka здобувачів вищої та фахової передвищої освіти [On amendments to the list of fields of knowledge and specialties for training applicants for higher and professional pre-higher education] (Resolution No. 1021, August 30, 2024). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1021-2024-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
2. Harbuzova, V.Yu. (2025). Imersyvni tekhnolohii: metody, shcho motyvuiut' navchaty [Immersive technologies: Methods that motivate learning]. Retrieved from https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/98118/1/Imersyvni_tekhnolohii.pdf [in Ukrainian].
3. Ministry for Strategic Industries of Ukraine. (2025). Komp'uterni prohramy vyznani skladovoiu chastynoiu OVT: Uriad pidtrymav vidpovidni zminy [Computer programs recognized as part of military equipment: The government supported the relevant changes]. Retrieved from <https://mspu.gov.ua/news/kompiuterni-prohramy-vyznani-skladovoiu-chastynoiu-o-vt-uriad-pidtrymav-vidpovidni-zminy> [in Ukrainian].
4. Bilan, S.V. (2021). Dopovnena ta virtual'na real'nist' yak suchasni tsyfrovi tekhnolohii navchannia [Augmented and virtual reality as modern digital learning technologies]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, 81(1), 73–88. <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.3987> [in Ukrainian].
5. Zhukovskyi, I. (2021). Tekhnolohii virtual'noi ta dopovnenoї real'nosti u bezpekovomu sere dovyyshchi: suchasni mozhlyvosti [Virtual and augmented reality technologies in the security environment: Modern capabilities]. *Zbirnyk naukovykh prats' Natsional'noho universytetu oborony Ukrainy*, 3(59), 35–41. [in Ukrainian].

6. Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony [Modern Information Technologies in the Field of Security and Defense]. (n.d.). Journal website. Retrieved from <https://sit.nuou.org.ua/> [in Ukrainian].
7. Softline Defence. (n.d.). IT dla sektora oborony [IT for the defense sector]. Retrieved from <https://softline.org.ua/> [in Ukrainian].
8. IT Arena 2025. (2025). Retrieved from <https://itarena.ua/>
9. Startup Depot. (n.d.). Retrieved from <https://www.cpp.lviv.ua/startup-depot/>
10. Brave1 – klaster pidtrymky defense-tech [Brave1 – Defense-tech support cluster]. (n.d.). Retrieved from <https://brave1.gov.ua/> [in Ukrainian].
11. Kostromina, S.N., & Zaznobina, O.I. (2020). Vykorystannia VR u pidhotovtsi fakhivtsiv iz natsional'noi bezpeky [The use of VR in training national security specialists]. *Problemy kiberbezpeky*, 33(1), 112–118. [in Ukrainian].
12. Lozynskyi, V.M., & Yarova, V.A. (2022). AR/VR-tekhonolohii u pidhotovtsi do nadzvychainykh sytuatsii: perspektyvy ta vyklyky [AR/VR technologies in emergency preparedness: Prospects and challenges]. *Bezpeka zhyttia i diial'nosti*, 1(10), 45–53. [in Ukrainian].
13. Ministry of Defence of Ukraine. (2023). Prohrama pidhotovky viiskovykh kadriv iz vykorystanniam virtual'noi real'nosti [Training program for military personnel using virtual reality]. Kyiv. [in Ukrainian].
14. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2022). Kontseptsiiia rozvytku tsyfrovyykh kompetentnostei u sferi osvity i nauky Ukrainy na period do 2026 roku [Concept for the development of digital competences in education and science until 2026]. Kyiv. [in Ukrainian].
15. Ntoa, S. (2021). VR/AR in crisis management training: The European approach. *Journal of Emergency Education*, 6(2), 91–98.
16. Orero, P., & Torralba, A. (2022). Immersive reality in public safety education. *Safety and Technology Journal*, 12(3), 122–131.
17. Radianti, J., Majchrzak, T.A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
18. European Commission. (2022). Immersive technologies and the future of training in security and defense sectors [Report]. Brussels.

Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)



Стаття надійшла до редакції 16.10.2025

Стаття прийнята 01.11.2025

Статтю опубліковано 30.12.2025