

DOI 10.18372/2786-5495.1.20590

УДК 355.58:004.738.5:37.018.43+004

Головань Вячеслав Григорович 

кандидат технічних наук, професор,
професор кафедри ракетно-артилерійського озброєння,
Військова академія,
м. Одеса, Україна

gv55.gv55@gmail.com

Головань Артур Вячеславович 

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри ракетно-артилерійського озброєння,
Військова академія,
м. Одеса, Україна

dopler@ukr.net

Дроздов Михайло Олексійович 

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри фундаментальних наук,
Військова академія,
м. Одеса, Україна

drozd48@ukr.net

Нікул Станіслав Олексійович 

кандидат технічних наук, доцент,
начальник факультету ракетно-артилерійського озброєння
Військова академія,
м. Одеса, Україна

kaf_rao_od@ukr.net

**ВІРТУАЛЬНІ ОСВІТНІ СЕРЕДОВИЩА У ДИСТАНЦІЙНОМУ
НАВЧАННІ НАЗЕМНИМ СИСТЕМАМ ОЗБРОЄННЯ**

Анотація. У статті розглянуто досвід використання сучасних віртуальних освітніх середовищ (ВОС) в процесі дистанційної навчання майбутніх фахівців з експлуатації наземних систем озброєння (НСО). Визначено корисні властивості таких середовищ, зокрема в захищеному доступі, централізованому збереженні та модернізації навчальної та спеціалізованої інформації, можливості оптимізації колективної навчальної роботи та її інтеграції з іншими цифровими платформами. Окрему увагу приділено аспектам інформаційної безпеки та їх потенційним викликам. Зроблено висновок щодо перспектив подальшого розвитку сучасних ВОС у військовій освіті.

Ключові слова: дистанційне навчання, віртуальні освітні середовища, військова освіта, наземні системи озброєння, цифрові технології, інформаційна безпека.

Annotation. The article reviews the experience of using modern virtual learning environments (VLEs) in the process of distance learning of future specialists in the operation of ground weapons systems. The useful properties of such environments have been identified, in particular, in protected access, centralized storage and modernization of educational and specialized information, the possibility of optimizing collective educational work and its integration with other digital platforms. Particular attention is paid to aspects of information security and potential challenges. A conclusion is drawn regarding the prospects for further development of VLEs in military education.

Key words: distance learning, virtual educational environments, military education, ground weapons systems, digital technologies, information security.

Вступ. Сучасна цифровізація військової освіти проявляє два основних тренди. По-перше, це підвищення інтенсивності та ефективності освітнього процесу завдяки використанню сучасних освітніх інформаційних технологій, а також унаслідок ускладнення та збільшення змісту освіти. По-друге, це захист освітньої та спеціальної інформації від несанкціонованого доступу. Вона

вимагає впровадження інноваційних інформаційно-комунікаційних технологій, що дозволяють забезпечити ефективно та безперервне навчання як в змішаному режимі, так і в умовах неможливості його проведення в спеціалізованих навчальних приміщеннях вищого військового навчального закладу (ВВНЗ). У контексті підготовки фахівців у галузі НСО ця обставина набуває особливої актуальності.

Освітній процес ВВНЗ в умовах ведення сучасних бойових дій потребує швидкого доступу до інформації, ефективного управління знаннями та неперервної підготовки особового складу з використанням віддаленого доступу до спеціальної інформації. В умовах сучасної війни традиційні методи навчання для військових стають малоефективними або навіть неможливими, що зумовлює необхідність активного використання найбільш ефективних технологій дистанційного навчання. Одним із ключових інструментів у цьому процесі є ВОС, яке забезпечує збереження, управління та обмін навчальними матеріалами без фізичної прив'язки до конкретної локації і може забезпечувати надійний і якісний доступ до навчальних ресурсів. Це є вкрай важливим для набуття знань та практичних навичок майбутніми офіцерами у поводженні з озброєнням та військовою технікою (ОВТ), а також у впровадженні інноваційних методів навчання під час занять.

Серед переваг спеціалізованих ВОС для військових слід відзначити:

- доступність та мобільність, що дозволяють завантажувати, у тому числі, тим кого навчають, навчальні матеріали з будь-якої локації за допомогою інтернет-з'єднання. При цьому освітній інформаційний простір корисно структурований в частинах забезпечення аудиторних занять під керівництвом віддаленого викладача, а також організації та реалізації самостійної навчальної діяльності і проведення контрольних заходів освітнього процесу;
- безпеку та конфіденційність. ВОС забезпечують шифрування даних, що унеможлиблює несанкціонований доступ до них;
- можливість співпраці з зацікавленими сторонами (наприклад, з Замовником на підготовку військових фахівців).

У статті розглянуто значення спеціалізованих ВОС та перспективи їх розвитку в умовах сучасної війни.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Останні дослідження у сфері дистанційного навчання та інформаційних технологій у військовій освіті демонструють зростаюче значення ВОС для забезпечення спеціально впорядкованого і безперервного доступу до навчальних матеріалів та їх використання. Так у дослідженні [1] аналізується впровадження хмарних технологій у систему військової освіти та висвітлена потреба в національних стандартах безпеки та інтеграції з чинними нормами НАТО. У роботах [2-4] розглядається загальна ефективність дистанційної освіти, включаючи аспекти безпеки даних і централізованого інтерактивного управління контентом. Вони підкреслюють важливість адаптивних технологій навчання, що дозволяють персоналізувати освітні процеси, акцентується увага на необхідності використання інтерактивних мультимедійних ресурсів, які значно підвищують ефективність навчального процесу. Міжнародний стандарт з управління інформаційною безпекою [5] включає оновлені контролю безпеки, пов'язані з хмарними сервісами, віддаленим доступом, захистом від кібератак. Документ [6] встановлює стандартизовані підходи до розгортання безпечних хмарних рішень у збройних силах НАТО. Результати аналізу дистанційних освітніх платформ, що використовують ВВНЗ та напрями впровадження інформаційних технологій у військовій підготовці наведені в роботах [8-10; 12; 14; 15].

У публікаціях [7; 11; 13; 16] надані рекомендації щодо впровадження інноваційних технологій у сфері віртуального навчання, висвітлені практичні аспекти використання інтерактивних технологій у військовій освіті, як засіб підвищення якості навчання і підвищення ефективності оволодіння військово-технічними дисциплінами.

Ці дослідження підтверджують ефективність дистанційних технологій навчання та стратегічну важливість ВОС як інструменту підвищення мобільності, адаптивності та безпеки навчального процесу в умовах війни.

Постановка проблеми. Попри значний прогрес у розвитку дистанційних технологій навчання у військовій сфері, існує ряд невирішених проблем, а саме:

- *персоналізація навчального процесу.* Сучасні системи ВОС ще недостатньо адаптовані для персоналізованого навчання військовослужбовців, не враховують їх спеціалізацію та рівень поточної освітньої підготовки;

- *адаптація ВОС до екстремальних умов.* Більшість дистанційних платформ розраховані на використання в мирних умовах. Є необхідною максимально можлива адаптація ВОС до кризових умов воєнного стану з розробкою спеціалізованих навчальних модулів а також відповідного програмного і технічного забезпечення дії ВОС;

- *забезпечення стабільного зв'язку.* Використання ВОС потребує безперервного доступу до Internet, що може бути ускладненим в умовах війни. Потрібні автономні рішення та технології для роботи ВОС в умовах обмеженого або ускладненого зв'язку та її оптимізації;

- *забезпечення повної кібербезпеки ВОС.* В умовах постійного розвитку кіберзагроз та їх підступності необхідні нові динамічні алгоритми захисту та методи виявлення загроз у реальному часі.

Мета статті – узагальнення наявного досвіду спеціалізованих ВОС з метою розробки пропозицій на їх подальший розвиток і вдосконалення.

Методика дослідження – аналіз сучасної наукової літератури, теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка авторських гіпотез за напрямком визначених вище проблем.

Основний зміст статті. Дистанційне навчання НСО вимагає гнучкого та оперативного доступу до великого обсягу спеціалізованих навчальних матеріалів: технічної документації, моделей озброєння, мультимедійних ресурсів. Спеціалізовані ВОС можуть зберігати такі електронні ресурси як на окремих серверах так і у хмарному середовищі, забезпечуючи їх захист доступність, актуальність та можливість швидкої модернізації чи модифікації.

До ключових властивостей ВОС у підготовці фахівців з НСО належать:

- *гнучкість та доступність*. Доступ до навчальних матеріалів може здійснюватися з мобільних пристроїв, підключених до мережі спеціалізованого ВОС, що особливо важливо для військовослужбовців, які перебувають у зоні бойових дій. Це дозволяє безперервно підтримувати процес навчання, незалежно від територіального розташування користувача;

- *централізоване зберігання та управління контентом*. Адміністратори та інструктори можуть оперативнo оновлювати навчальні матеріали та засоби їх мультимедійного представлення та моделювання, додавати нові курси та встановлювати рівень доступу користувачів різних категорій. Це дозволяє швидко модернізувати програму підготовки, враховуючи актуальні виклики та загрози;

- *безпека та захист інформації*. Спеціалізовані ВОС забезпечують надійний захист навчальних матеріалів від фізичного знищення та несанкціонованого доступу. Завдяки шифруванню даних, система багатофакторної автентифікації та розподіленим центрам обробки даних, інформація залишається недоступною для зловмисника навіть у разі втрати фізичних носіїв або пошкодження локальних серверів;

- *колективна робота та можливість інтеграції з іншими системами управління навчанням*. Завдяки стандартизації та уніфікації технічного та програмного забезпечення сучасних інформаційних систем спеціалізована ВОС може без особливих проблем взаємодіяти з будь-якою з них;

- *віртуалізація та моделювання дії конструктивних елементів НСО*. Є можливим наочний аналіз варіантів модернізації НСО з визначенням кращого.

Разом з тим використання ВОС у військовій сфері супроводжується такими певними ризиками: існує загроза витоку даних, кібератак щодо спотворення або знищення електронних матеріалів, несанкціонованого доступу.

Розглянемо приклади ВОС, які можуть бути використані для дистанційного навчання в галузі НСО як у навчальних цілях, так і для професійної підготовки військових фахівців:

1. Захищене військове сховище на базі приватної хмари (Private Military Cloud).

Приклади реалізації: власна інфраструктура Міністерства оборони (на базі VMware Cloud або Open Stack); база електронних навчальних матеріалів для курсів з експлуатації НСО тощо; інтеграція з LMS (Learning Management System) – типу Moodle або Blackboard.

Переваги: повний контроль над безпекою і доступом; можливість ізоляції від інтернету (air-gapped); підтримка відеоуроків, технічної документації, симуляторів.

2. NATO Federated Cloud – навчальні ресурси в альянсовому середовищі.

Приклад реалізації: хостинг на базі об'єднаних ресурсів НАТО; курси з обслуговування та управління НСО; доступ через авторизовані облікові записи з багаторівневою автентифікацією.

Переваги: підтримка міждержавної інтеоперабельності; стандартизовані навчальні модулі; високий рівень захисту та шифрування.

3. Microsoft Azure Government Cloud (або Azure MOD Cloud – UK MOD).

Приклад реалізації: сховище курсів і 3D-моделей з технічного обслуговування артилерійських систем (HIMARS, M777); інтеграція з HoloLens або VR-модулями для симуляцій; платформа підтримує мультимедіа, SCORM-пакети, AR/VR сценарії.

Переваги: сертифіковане середовище для військового використання; підтримка великих обсягів даних (відео, моделі, САД-файли); вбудовані інструменти аналітики результатів навчання.

4. Віртуальні лабораторії на Amazon Web Services (AWS Gov Cloud).

Приклад реалізації: онлайн-лабораторії для навчання роботі з електронікою та системами керування в наземних платформах; зберігання схем, симуляторів систем наведення, технічних керівництв; можливість розгортання симуляцій бойової роботи або діагностики.

Переваги: швидка масштабованість; безпечний віддалений доступ через VPN або VDI; висока надійність та резервне копіювання.

5. Національна система військової освіти з підтримкою хмар (на прикладі України або Польщі).

Приклад реалізації: використання серверів вищих військових навчальних закладів; віртуальні сховища з курсами з обслуговування вітчизняних НСО (Стугна-П, Богдана тощо); локальні хмари із доступом через військову VPN.

Переваги: можливість адаптації під національні НСО; зберігання критичних даних лише в межах країни; висока автономність у разі втрати зовнішніх каналів.

Загальна структура такого сховища може включати: каталоги навчальних курсів по системах (САУ, ПТРК тощо); технічна документація (інструкції з експлуатації, технічні описи, ТТХ тощо); відеоінструкції з ремонту/експлуатації; симуляційні тренажери (веб- або VR-формату); модулі оцінювання знань (тести, кейси, практичні завдання).

Розглянемо концепт архітектури ВОС для дистанційного навчання у сфері НСО (NGA-LMS), разом із таблицею 1 порівняння варіантів реалізації та базовими елементами технічного завдання, а також рисунком 1, де показано приклад ВОС, адаптованого для навчання фахівців з експлуатації НСО.

Таблиця 1

Порівняння різних рішень для реалізації ВОС

Параметр / Варіант	Приватна військова хмара	NATO FederatedCloud	AzureGovernmentCloud	AWS GovCloud
Безпека	+++++	+++++	++++	++++
Інтероперабельність (з партнерами)	++	++++	+++	+++
Гнучкість розгортання	++++	++	++++	++++
Залежність від зовнішніх серверів	Існує	Існує	Існує	Існує
Підтримка AR/VR/симуляторів	Здійснюється (через локальне ПЗ)	Здійснюється	Здійснюється	Здійснюється
Країна розміщення даних	Україна локально	Країни НАТО	США / ЄС	США
Ключова перевага	Повний контроль	Міждержавна інтеграція	Готові модулі MS	Гнучка масштабованість

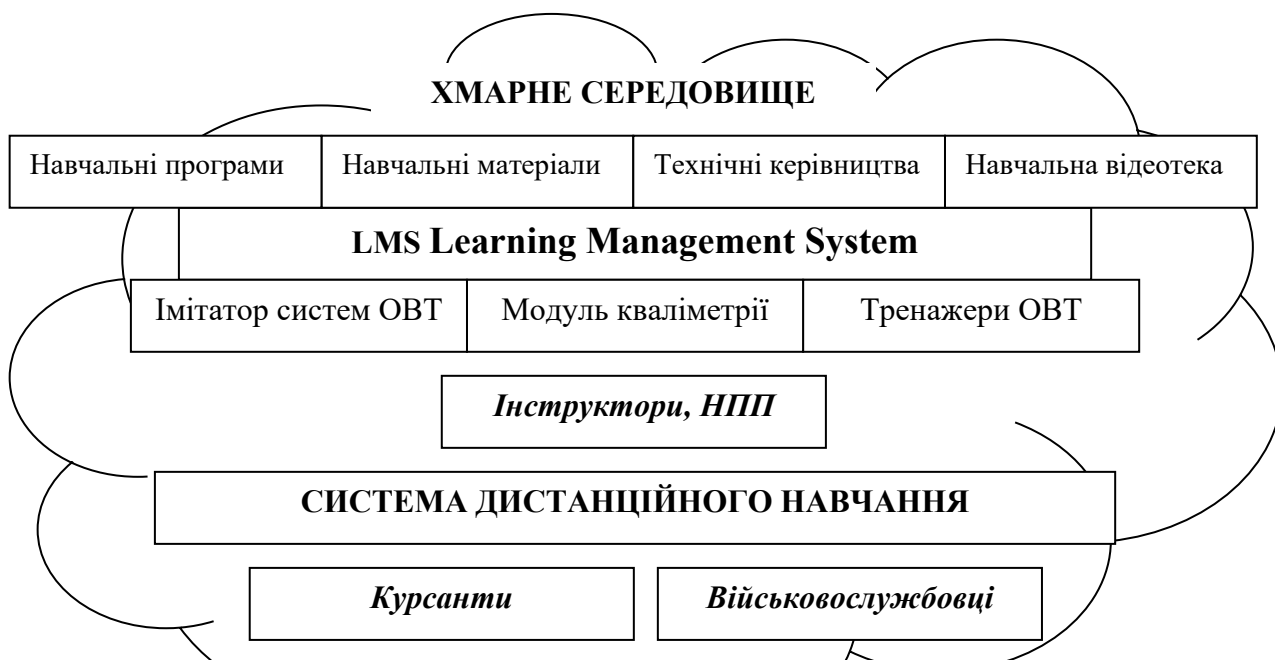


Рис. 1. Приклад ВОС, адаптованого для навчання майбутніх фахівців з експлуатації НСО

Назва рішення: *Віртуальне навчальне середовище для підготовки фахівців з наземних систем озброєння (NGA-LMS).*

Основні компоненти такого навчального середовища повинні включати:

1. Сервер сховища (Storage Node): навчальні відео, 3D-моделі, технічна документація; SCORM/HTML5 навчальні пакети;
2. Сервер додатків (Application Node): LMS (наприклад, Moodle або Canvas); інтеграція з симуляторами та AR/VR-модулями;
3. Сервер безпеки (Security Node): VPN, MFA, шифрування, антивірус; логи доступу, аудит дій;
4. Інтерфейс користувача (User Portal): особистий кабінет того, хто навчається; доступ до матеріалів, розкладу, завдань;
5. Адміністративний модуль: управління користувачами; аналітика та статистика успішності;
6. Резервне копіювання (Backup Node): резервна база даних, історія

доступів; локальний та хмарний бекап.

Для подальшого розвитку спеціалізованих ВОС рекомендується: впровадження гібридних хмарних систем із пріоритетом на приватні хмари; орієнтація на стандарти ISO/IEC 27001 та керівництва НАТО як на нормативну основу; формування національної доктрини кіберзахисту хмарних середовищ у військовій сфері.

Висновки. В результаті проведеного дослідження дійшли наступних висновків.

1. Спеціалізовані ВОС – ефективний інструмент підвищення якості традиційного і дистанційного навчання. Вони суттєво покращують передачу та сприйняття навчальної інформації, корисно автоматизують та впорядковують освітні процеси, роблять можливим і легко досяжним бачення ОБТ зсередини, що завжди було проблематичним в традиційному навчанні, спрощено інтегруються з новітніми інформаційними технологіями, створюють підґрунтя для впровадження VR/AR-рішень у підготовку фахівців та є перспективним інструментом для технічної підготовки військових фахівців.

2. Використання спеціалізованих ВОС вирішує наступні завдання у підготовці військових фахівців технічного напрямку: підвищення безпеки, мобільності та ефективності підготовки військових кадрів, сприяння адаптації до змін у тактиці бойових дій; забезпечення найкомфортнішої самостійної пізнавальної роботи слухачів (курсантів, студентів); підвищення їх мотивації до оволодіння новим, достатньо складним, навчальним матеріалом; вивчення фізичних процесів функціонування складових ОБТ; отримання практичних навичок експлуатації різноманітних зразків ОБТ; мотивація викладачів на модернізацію змісту навчання та розробку віртуальних тренажерів, моделей, лабораторних робіт тощо;

3. Перевагою спеціалізованого ВОС є можливість ефективного використання віддалених віртуальних тренажерів, різноманітних відеоматеріалів для різних форм навчання.

4. Проте залишається ряд викликів, які потребують подальшого дослідження, зокрема щодо створення і удосконалення навчального контенту (тренажерів) віртуальної та доповненої реальності, кібербезпеки, стабільного зв'язку та адаптації контенту до бойових умов. Розвиток таких технологій має стати пріоритетним напрямом для підготовки військових фахівців.

Список використаних джерел

1. Bondarenko, O., Sheremet, M., Melnyk, O., & Kravchenko, T. (2022). Cloud technologies in military education: Challenges and solutions. *Military Science Journal*, 3(2), P. 45–55. <https://doi.org/10.1234/msj.2022.03.02.045>

2. Clark, R. E. *Distance Education and Web-Based Learning: A Critical Analysis*. London : Routledge, 2019. 320 p.

3. Dede, C. Planning for Neomillennial Learning Styles: Implications for Investments in Technology and Faculty. *Educause Quarterly*. 2005. № 28(1). P. 7-12.

4. Moore, M. G., Kearsley, G. *Distance Education: A Systems View of Online Learning*. Boston: Wadsworth, 2011. 450 p.

5. ISO/IEC 27001:2022. Information Security Management.

NATO Standardization Office. (2020). *Guidelines for secure military cloud solutions* (STANAG 9006 Ed.2). Brussels: NATO Standardization Office. URL: <https://nso.nato.int/> (дата звернення: 12.02.2025).

6. Бобрівник К. Є., Гладка М. В., Проектування віртуальної навчальної лабораторії для студентів технічно-технологічних спеціальностей «Енергетика і автоматика». 2014. №3. С.18 - 23.

7. Використання інформаційних технологій у підготовці військовослужбовців: Аналітичний звіт. Київ : МОУ, 2023. 65 с.

Головань В.Г. Горліченко М.Г., Дроздов М.О. Дистанційне навчання у ВВНЗ в умовах воєнного стану. *Дистанційна освіта в Україні: інноваційні, нормативно-правові, педагогічні аспекти*. 2023. № 2. С.183–195. URL: <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/DEU/article/view/17321> (дата звернення: 12.02.2025).

8. Дерев'янчук А. Й., Франчук Ю. В. Методика створення і застосування інтерактивних засобів навчання у підготовці фахівців РВіА в особливий період. *Збірник наукових праць*, м. Одеса, ВА, 2020, №1, С. 191-202.

Лабораторія дистанційного і віртуального навчання. – Кафедра штучного інтелекту і інформаційних систем, ХДТУРЕ. URL: <http://vdll.kture.kharkov.ua>. (дата звернення: 12.02.2025).

9. Освіта України в умовах воєнного стану. *Інноваційна та проектна діяльність: Науково-методичний збірник* / за загальною ред. С. М. Шкарлета. Київ-Чернівці «Букрек». 2022. 140 с.

10. Петренко В.О. Віртуальні освітні середовища у військовій підготовці. *Збірник наукових праць ВІТІ*. 2021. № 2. С. 44 - 49.

11. Сокурєнко В.І., Огданський І.Ф., Папірник Р.Б., Солод Л.В. Особливості впровадження дистанційного навчання для технічних спеціальностей. http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/vpabia/2009_2/statii/UDK%20378.pdf.

12. Технології дистанційного навчання у військовій освіті: аналіз тенденцій та перспектив розвитку. *Військовий науковий вісник*. 2022. №5. С. 45-59.

13. Чопа Д.А., Дерев'янчук А.Й., Дерев'янчук В.А. Інформаційні технології як засіб підвищення якості вивчення військово-технічних дисциплін. *Сучасні інформаційні технології в сфері безпеки та оборони*. НУОУ. 2022. №1(43). С. 91 - 98.