



УДК 355.48:004.8

[https://doi.org/10.52058/3041-1793-2025-9\(14\)-425-439](https://doi.org/10.52058/3041-1793-2025-9(14)-425-439)

Согорін Андрій Анатолійович кандидат соціологічних наук, майор, доцент кафедри вогневої підготовки, факультет службово-бойової діяльності, Київський інститут Національної гвардії України, м. Київ, <https://orcid.org/0009-0009-5900-7139>

Бірук Анатолій Іванович полковник, старший викладач кафедри вогневої підготовки, Київський інститут Національної гвардії України, м. Київ, <https://orcid.org/0009-0009-4745-1208>

Ніконенко Андрій Миколайович старший лейтенант, викладач кафедри бойового та логістичного забезпечення, Київський інститут Національної гвардії України, м. Київ, <https://orcid.org/0009-0004-2261-7906>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВОГНЕВІЙ ПІДГОТОВЦІ КУРСАНТІВ

Анотація: У статті розглянуто перспективи застосування штучного інтелекту у вогневій підготовці курсантів вищих військових навчальних закладів. Автори акцентують увагу на тому, що традиційні методи стрілецької підготовки – практичні стрільби, тактичні заняття, робота з тренажерами – залишаються базовими, проте характеризуються рядом обмежень, зокрема високою вартістю боєприпасів, дефіцитом полігонної інфраструктури та відсутністю можливостей для широкої індивідуалізації навчального процесу. У цьому контексті штучний інтелект розглядається як стратегічний інструмент, що здатний забезпечити якісно новий рівень підготовки військовослужбовців.

Здійснено аналіз сучасних наукових досліджень, міжнародних стратегічних документів НАТО, США, Великої Британії та інших країн, які визначають рамкові умови інтеграції штучного інтелекту у військову освіту. Значна увага приділяється адаптивним системам навчання, інтелектуальним симуляторам, віртуальним і змішаним середовищам (VR/MR), а також технологіям аналізу даних на основі стандартів ADL Total Learning Architecture та xAPI 2.0. Продемонстровано, що когнітивні моделі дозволяють скорочувати час оволодіння навичками та підвищувати точність виконання вправ, а використання біофідбеку й VR-стрес-інокуляції сприяє розвитку стійкості та психологічної готовності курсантів до бойових умов.

Окремо розглянуто міжнародний досвід: США активно впроваджують Synthetic Training Environment (STE) та IVAS/SiVT, Велика Британія

орієнтується на принципи відповідального використання технологій (Ambitious, Safe, Responsible), Канада акцентує на цифровізації After-Action Review, а Польща створює віртуальні полігони з елементами штучного інтелекту. Ці приклади підтверджують, що інтеграція інтелектуальних систем уже виходить за межі експериментів і стає частиною масової практики підготовки.

Разом із перспективами підкреслюються ризики: технологічна залежність, можливі кіберзагрози, проблеми захисту персональних і біометричних даних, а також інституційна інерція та недостатня підготовка інструкторів. Автори роблять висновок, що для ефективного впровадження інновацій необхідне поєднання технічних рішень, педагогічних методик та нормативно-етичних стандартів, які гарантують збереження провідної ролі людини у навчальному процесі.

Загалом стаття обґрунтовує, що застосування штучного інтелекту у вогневій підготовці курсантів може стати стратегічним ресурсом розвитку військової освіти України, дозволяючи оптимізувати використання ресурсів, підвищити ефективність тренувань, забезпечити відповідність стандартам НАТО та сформувати інноваційну модель навчання, здатну адекватно відповідати викликам сучасних збройних конфліктів.

Ключові слова: штучний інтелект, вогнева підготовка, курсанти, військова освіта, адаптивні системи, віртуальна реальність, симулятори, NATO, After-Action Review.

Sogorin Andriy Anatoliyovich Doctor Philosophy in Sociology, Major, Associate Professor of the Department of Fire Training, Faculty of Operational and Combat Activity, Kyiv Institute of the National Guard of Ukraine, Kyiv, <https://orcid.org/0009-0009-5900-7139>

Biruk Anatoly Ivanovich Colonel, senior lecturer of the Department of Fire Training, Kiev Institute of the National Guard of Ukraine, Kyiv, <https://orcid.org/0009-0009-4745-1208>

Nikonenko Andrii Mykolaiovych Senior Lieutenant, Lecturer, Department of Combat and Logistics Support, Kyiv Institute of the National Guard of Ukraine, Kyiv, <https://orcid.org/0009-0004-2261-7906>

POTENTIAL APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FIREARMS TRAINING FOR CADETS

Abstract. The article explores the prospects of applying artificial intelligence (AI) in firearms training for cadets at higher military educational institutions. The authors emphasize that traditional methods of marksmanship training—live firing,



tactical drills, and simulators—remain fundamental but are increasingly limited by high ammunition costs, scarce training ranges, and the lack of individualized learning opportunities. Against this background, AI is presented as a strategic tool capable of transforming the quality of military training.

A comprehensive analysis of recent research and international policy documents from NATO, the United States, the United Kingdom, and other countries outlines the framework for integrating AI into military education. Particular attention is paid to adaptive learning systems, intelligent simulators, virtual and mixed-reality environments (VR/MR), as well as data analytics technologies based on ADL Total Learning Architecture and the xAPI 2.0 standard. Empirical evidence demonstrates that cognitive models reduce the time required to acquire skills and improve shooting accuracy, while biofeedback and VR-based stress inoculation training enhance cadets' resilience and psychological readiness for combat conditions.

The paper highlights international best practices: the U.S. Army actively deploys the Synthetic Training Environment (STE) and IVAS/SiVT systems; the UK follows the “Ambitious, Safe, Responsible” principles of AI adoption; Canada digitizes After-Action Reviews with advanced software solutions; and Poland develops virtual ranges with embedded AI capabilities. These examples confirm that AI integration is moving from experimental stages to mainstream implementation in military training.

At the same time, the article identifies potential risks, including technological dependency, cybersecurity threats, issues of personal and biometric data protection, as well as institutional inertia and insufficient instructor training. The authors conclude that effective AI implementation requires a balanced approach, combining technical solutions, pedagogical innovations, and ethical standards to ensure the indispensable role of the instructor remains central in the training process.

Overall, the study argues that applying AI in firearms training for cadets can become a strategic asset for modernizing Ukraine's military education system. It would optimize resource use, enhance training effectiveness, align national standards with NATO requirements, and foster an innovative model of instruction capable of meeting the challenges of contemporary armed conflicts.

Keywords: artificial intelligence, firearms training, cadets, military education, adaptive systems, virtual reality, simulators, NATO, After-Action Review.

Постановка проблеми. Сучасні трансформації у військовій сфері відбуваються під впливом глобальної цифровізації, зростання ролі інформаційних технологій та стрімкого розвитку штучного інтелекту (ШІ). Для військової освіти, зокрема для системи вогневої підготовки курсантів, ці процеси мають особливе значення. В умовах обмежених ресурсів, високої динаміки бойових дій та необхідності швидкої адаптації до змін на полі бою постає потреба в інноваційних підходах, які дозволяють підвищити ефективність навчання майбутніх офіцерів.

Традиційні методи вогневої підготовки - практичні стрільби, тактичні заняття, робота з тренажерами - залишаються базовими, однак мають низку обмежень: високу вартість використання боєприпасів і полігонної інфраструктури, залежність від погодних умов, а також обмежені можливості індивідуалізації навчання. Це зумовлює необхідність пошуку нових рішень, що поєднують реалістичність, масштабованість і доступність.

Штучний інтелект розглядається як одна з ключових технологій, здатних змінити підхід до вогневої підготовки. Його використання відкриває можливості створення адаптивних систем навчання, розробки віртуальних полігонів, моделювання бойових ситуацій, автоматичного аналізу результатів стрільби, а також прогнозування індивідуальних навчальних траєкторій курсантів. У багатьох арміях країн НАТО вже активно впроваджуються інтерактивні симулятори та інтелектуальні тренажери, що демонструють високу ефективність і дозволяють значно підвищити якість підготовки військовослужбовців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні роки у сфері військової педагогіки та оборонних технологій спостерігається активний розвиток досліджень, присвячених використанню ШІ та цифрових симуляцій у навчанні.

У стратегічному вимірі рамки задають НАТО [4] та оборонні відомства США і Великої Британії [10; 11; 13; 14], які наголошують на відповідальному застосуванні ШІ, збереженні ролі людини у прийнятті рішень та стандартизації даних.

У сфері даних і аналітики ключовим є впровадження стандарту xAPI 2.0 [3] та архітектури ADL Total Learning Architecture [1], що забезпечує уніфікований збір і використання телеметрії з навчальних систем.

У галузі симуляцій провідним є досвід армії США, зокрема Synthetic Training Environment (STE) та інтегрована система IVAS/SiVT [7,8], які дозволяють відпрацьовувати стрілецькі навички у змішаній реальності з високою частотою повторів. Дослідження U.S. Army [12] демонструють підвищення реалістичності завдяки гептичним підсистемам.

Наукова література також висвітлює можливості адаптивних моделей навчання. RAND [9] доводить, що когнітивні моделі дозволяють скорочувати час на опанування навичок і підвищують точність виконання вправ.

Окремий пласт досліджень стосується психофізіологічної підготовки: використання біофідбеку у VR середовищах довело свою ефективність у тренуванні стресостійкості [2; 15].

У контексті емпіричних досліджень важливими є роботи, які підтверджують покращення результатів стрільби після VR/AR-тренінгів [6].

Таким чином, корпус публікацій демонструє стале зростання інтересу до інтеграції ШІ у військову освіту, але водночас підкреслює необхідність подальшої стандартизації метрик та масштабних експериментальних досліджень.



Мета статті полягає у визначенні перспектив використання технологій штучного інтелекту у вогневій підготовці курсантів, аналізі зарубіжного досвіду та формуванні пропозицій щодо їх інтеграції у вітчизняну військову освіту.

Виклад основного матеріалу.

Теоретичні засади інтеграції штучного інтелекту у військову освіту

Штучний інтелект у контексті військової освіти слід розглядати як комплекс методів обробки даних, моделювання та навчання моделей, що дають змогу автоматизувати аналіз навчальних результатів, адаптувати сценарії занять і підтримувати ухвалення рішень у тренувальних середовищах. На рівні міждержавних політик цей напрям визначено Стратегією НАТО щодо ШІ та Принципами відповідального використання (lawfulness, responsibility/accountability, explainability, reliability, governability та ін.), які формують рамку безпечного та прозорого застосування ШІ у підготовці особового складу й задають спільну термінологічну та етичну основу для освітніх рішень у державах-членах і партнерах. Паралельно національні стратегії союзників деталізують ці принципи: у США курс спрямовано на прискорене впровадження даних, аналітики й ШІ з акцентом на «ієрархію потреб ШІ» та якісні дані, а також на дорожню карту відповідального ШІ в обороні; у Великій Британії діє політика Ambitious, Safe, Responsible та керівництво з надійного ШІ в обороні [11]. Ці документи безпосередньо стосуються освітньо-тренувальних застосувань - стандартів даних, етики, валідації алгоритмів і ролі людини у контурі прийняття рішень.

Педагогічна база інтеграції ШІ спирається на ідеї адаптивного навчання, де складність і зміст вправ динамічно регулюються залежно від індивідуального прогресу, а також на концепції майстерності (mastery learning) і цільової практики (deliberate practice). Доказова база для військової освіти швидко зростає: аналітичні огляди та прикладні дослідження демонструють, що когнітивні моделі та персоналізація значно підвищують ефективність тренувань і зменшують витрати завдяки точному розподілу часу та ресурсів. Зокрема, RAND [9] описує інтеграцію обчислювальних когнітивних моделей для адаптивного тренінгу (мовних і процедурних навичок), акцентуючи на «підводних каменях» - калібруванні складності, валідності метрик, інтерпретованості підказок. У межах вогневої підготовки це означає налаштування темпу й складності стрілецьких вправ відповідно до точності й стабільності серій, автоматизований аналіз типових помилок (спуск, стійка, прицілювання) з рекомендаціями, а також планування повторів для закріплення навичок і стійкості до стресу. Такі підходи безпосередньо поєднують педагогічні моделі з інженерними компонентами ШІ - оцінюванням, рекомендаціями та прогнозуванням індивідуальних траєкторій.

Ефективність ШІ визначається насамперед якістю та сумісністю даних. У сфері навчання Міністерство оборони США просуває ADL Total Learning

Architecture (TLA), що інтегрує стандарти обміну даними про навчальні події з симуляторів і AR/VR. Ключовим є стандарт xAPI 2.0 [3], який формально описує JSON-модель і REST-інтерфейс для передачі тріад «актор–дія–об’єкт» у Learning Record Store. Для вогневої підготовки це означає можливість уніфіковано збирати телеметрію (час до першого пострілу, дисперсія, реакція на цілі, стабільність хвату й пози), інтегрувати її з відео та сенсорними даними і надалі використовувати в аналітиці та адаптації навчального процесу. На відомчому рівні Data, Analytics and AI Adoption Strategy [13] підкреслює ієрархію потреб ШІ: від управління джерелами даних і доступом до відповідального застосування моделей. Для освітніх підрозділів це означає впровадження політик маркування, забезпечення якості та безпеки даних тренувань (особливо біометричних і відео), а також створення процедур валідації моделей із урахуванням ризиків при використанні у прийнятті рішень.

Сучасна військова підготовка рухається у напрямі конвергентних LVC-середовищ (Live–Virtual–Constructive) та синтетичних тренувальних екосистем, у яких ШІ відповідає за динаміку сценаріїв, моделювання поведінки противника й цивільного середовища, оцінювання результатів і персоналізацію завдань. В офіційній архітектурі сухопутних військ США Synthetic Training Environment (STE) та підсистема Live Training Environment (LTE) орієнтовані на високу частоту повторів, багаторівневі колективні тренування та підвищення боєготовності, інтегруючи ШІ/ML для прогнозування й адаптації контенту. Важливим компонентом виступає IVAS/SiVT як змішано-реалістичний тренажер «fight–rehearse–train», що дозволяє переносити стрілецькі й тактичні завдання у MR-простір і збирати багатомодальні дані. Окремо розвивається напрям збагачення симуляцій гептикою та коректною фізикою віддачі й імпульсів, що підвищує перенесення навичок із віртуальних вправ на реальне стрільбище. Армія США активно випробовує подібні підсистеми у рамках STE, що має особливе значення для стрілецької підготовки, де відчуття спуску, стабілізації та зворотного зв’язку від пострілу безпосередньо впливають на точність і темп засвоєння.

Разом із технологічними й педагогічними компонентами важливими є нормативно-етичні засади інтеграції ШІ. НАТО та провідні оборонні відомства вимагають дотримання принципів законності, підзвітності, прозорості, надійності, керованості та людиноцентричності. У США це деталізовано в Responsible AI Strategy & Implementation Pathway [14], у Великій Британії - у політиці Ambitious, Safe, Responsible [10] та документі JSP 936 [11]. Для навчального процесу це означає збереження ролі інструктора як «людини у контурі», необхідність інтерпретації та перевірки алгоритмічних оцінок, захист даних курсантів і обов’язкове тестування моделей на зміщення та справедливість.

У підсумку формується теоретична модель інтеграції ШІ у вогневу підготовку курсантів, яка включає чотири взаємопов’язані рівні. Перший - це



дані й телеметрія: стандартизований збір подій тренування з датчиків зброї, відео, комп'ютерного зору й біометрії (серцевий ритм, мікродинаміка стійки) відповідно до стандарту xAPI 2.0 [3]. Другий - аналітика й моделі: діагностика типових помилок, прогнозування прогресу, адаптація складності вправ із орієнтацією на інтерпретовані метрики точності, дисперсії, часу реакції та стабільності. Третій рівень - сценарії й середовище: LVC/STE/IVAS як носії адаптивних сценаріїв, де ІІІ моделює поведінку супротивника, варіює умови (освітлення, вітер, шум), а гептика наближує відчуття до реального полігону. Четвертий - говернанс і етика: валідація моделей, аудит якості даних, пояснюваність рекомендацій і збереження провідної ролі інструктора відповідно до стратегій НАТО, США та Великої Британії. Таким чином, ІІІ не замінює класичну вогневу підготовку, а підсилює її, забезпечуючи високу частоту безпечних повторів, стабільність вимірювання, індивідуалізацію вправ і підґрунтя для обґрунтованих педагогічних рішень інструктора - за умови дотримання стандартів даних і принципів відповідального застосування.

Виклики та проблеми сучасної вогневої підготовки курсантів

Сучасна вогнева підготовка курсантів стикається з низкою викликів, які мають як матеріально-технічний, так і педагогічний та психофізіологічний характер. Її традиційна основа - використання полігонів, навчальної зброї та боеприпасів - виявляється дедалі більш обмеженою через високі фінансові витрати та дефіцит інфраструктури. У Збройних силах України, як і в арміях багатьох країн НАТО, проблема нестачі полігонів і надмірного навантаження на наявні об'єкти ускладнює масову підготовку. Додатковим чинником виступає висока вартість боеприпасів, що призводить до скорочення кількості практичних стрільб і створює розрив між навчальною та реальною бойовою ситуацією. Дослідження RAND [9] наголошують, що саме економічні обмеження стали одним із головних драйверів пошуку альтернатив у вигляді симуляцій і цифрових тренажерів.

Іншим важливим викликом є обмежені можливості індивідуалізації навчального процесу. Традиційна вогнева підготовка здебільшого відбувається у форматі групових занять, що ускладнює врахування індивідуальних потреб курсантів. Унаслідок цього слабші курсанти не завжди отримують достатньо часу для відпрацювання базових навичок, тоді як сильніші учасники часто не мають можливості переходити до складніших сценаріїв. Аналітики Міністерства оборони США підкреслюють, що сучасні стандарти мають дедалі більше орієнтуватися на персоналізоване навчання (personalized training), яке забезпечується інтелектуальними системами збору та аналізу даних. Такий підхід передбачає динамічне налаштування складності вправ залежно від прогресу кожного курсанта, але його практична реалізація у традиційних програмах навчання досі залишається утрудненою.

Вогнева підготовка має також психофізіологічний вимір, оскільки у реальних бойових умовах від військовослужбовців очікується здатність діяти

під впливом стресу, втоми та інформаційного перевантаження. Дослідження у сфері військової педагогіки наголошують, що стресостійкість і здатність концентруватися становлять критично важливу складову вогневої компетентності. У США та країнах НАТО активно розвивається напрям human performance optimization, який поєднує тренування зі збором даних про психофізіологічні параметри (серцевий ритм, час реакції, рівень уваги) та інтеграцією їх у навчальні програми. У традиційних українських програмах підготовки цей аспект залишається розробленим недостатньо, що створює розрив між очікуваним рівнем стійкості й реальними можливостями підготовки.

Ще однією проблемою є відрив між тренуванням і реальними бойовими умовами. Стрілецькі вправи часто не відображають складності сучасного бою: змінні умови місцевості, непередбачувані дії противника, потребу у взаємодії в підрозділі. У Стратегії НАТО зі штучного інтелекту підкреслюється, що навчання має бути максимально наближеним до бойових умов і включати сценарії, здатні динамічно змінюватися. Відсутність технологій, що дозволяють оперативно моделювати змінні умови бою, істотно знижує ефективність підготовки курсантів і призводить до певної формальності у відпрацюванні навичок.

Не менш важливими є інституційні та методичні виклики. Викладачі й інструктори залишаються ключовими фігурами навчального процесу, проте існує проблема методичної неузгодженості. Багато програм спираються на стандартизовані вправи, які не враховують потенціал нових цифрових технологій. У доповідях U.S. Army PEO STRI наголошується на необхідності інтеграції synthetic training environments (STE), що дозволяють поєднувати «живі» й віртуальні сценарії. Водночас інституційна інерція й недостатня готовність педагогічних кадрів до використання інноваційних підходів гальмують процес модернізації вогневої підготовки.

Узагальнено можна сказати, що сучасні виклики охоплюють економічні, педагогічні, психофізіологічні та організаційні чинники, які потребують комплексного підходу до оновлення системи підготовки. Саме тут інтеграція інтелектуальних технологій здатна запропонувати інструменти для подолання існуючих обмежень і створення нової якості навчального процесу.

Можливості використання штучного інтелекту у вогневій підготовці курсантів

Штучний інтелект відкриває нові горизонти для індивідуалізації та підвищення ефективності вогневої підготовки курсантів, насамперед через побудову адаптивних тренувальних контурів, які автоматично підбирають складність вправ, темп і тип підказок під динаміку кожного курсанта. Доказова база з військового домену, де моделі адаптивного тренінгу інтегровані в прикладні навчальні середовища, демонструє зростання ефективності й економію ресурсів завдяки таргетованим повторенням і корекції помилок у реальному часі. Водночас критичною передумовою впровадження виступає



якість телеметрії та структурованість даних, зібраних і агрегованих у Learning Record Store за стандартом xAPI 2.0 [1], який уніфікує події «актор–дія–об’єкт» із симуляторів і полігонів.

Особливо важливою є роль інтелектуальних симуляторів та використання MR/VR у межах конвергентних LVC-середовищ (Live–Virtual–Constructive), де ШІ керує поведінкою опонентів, динамікою сценаріїв і оцінюванням результатів. У рамках Synthetic Training Environment (STE) армії США та підсистеми Live Training Environment (LTE) акцент робиться на масштабних повторях із максимальною реалістичністю, що реалізується й у системі IVAS/SiVT для підготовки на рівні відділення чи взводу у форматі «fight–rehearse–train». Ці рішення мають безпосереднє значення для стрілецьких вправ: варіативність умов, насиченість подіями та миттєвий аналітичний зворотний зв’язок суттєво підвищують точність і стійкість навичок, а також знижують знос матеріальної частини.

Не менш важливим є автоматизований аналіз техніки стрільби за допомогою комп’ютерного зору та сенсорних мереж, які дозволяють діагностувати типові помилки, пов’язані зі спуском, хватом і стійкою, забезпечуючи об’єктивний і безперервний кількісний фідбек. Дослідження показують, що позо-оцінювання здатне виявляти ключові фази рухів і може бути перенесене з досвіду спортивної стрільби до військової практики, а роботи зі злиття даних у мультимодальних сенсорних системах пояснюють критичні чинники точності у часовій динаміці.

Використання прогностичних моделей відкриває можливості планування індивідуальних траєкторій розвитку. Машинне навчання, навчене на стандартизованій телеметрії, прогнозує траєкторії оволодіння навичками – точність, дисперсію, час реакції – дозволяючи завчасно виявляти «вузькі місця» та рекомендувати оптимальні мікроцикли, що охоплюють кількість повторів, паузи та зміну умов. Огляди прикладних практик в оборонній сфері підтверджують дієвість такого підходу, одночасно наголошуючи на потребі у валідації метрик та інтерпретованості рекомендацій, що має важливе значення для роботи інструкторів.

Істотно змінюється і процес After-Action Review (AAR), який набуває даноцентричного характеру завдяки використанню алгоритмів відеоаналітики, NLP і автоматизованих панелей. ШІ здатний автоматично виділяти ключові епізоди на відео, синхронізувати телеметрію з журналами подій, агрегувати спостереження інструкторів і формувати узгоджені метрики для наступних занять. Такі можливості вже висвітлюються у методичних розробках НАТО STO і підтверджуються прикладними кейсами застосування NLP та ML для обробки текстових звітів.

Додатково ШІ відкриває перспективи для розвитку психофізіологічного компонента вогневої підготовки. Поєднання біофідбеку й VR-стрес-інокуляції (SIT) дозволяє тренувати саморегуляцію дихання, уваги й стійкості до

навантаження, а інтелектуальні системи забезпечують персоналізовані підказки на основі динаміки серцевого ритму, варіабельності серцевого інтервалу та поведінкових маркерів. Емпіричні дослідження на військовослужбовцях підтверджують ефективність цих підходів для збереження продуктивності в умовах стресу.

Насамкінець варто відзначити, що інтеграція VR/MR у тренування за наявності коректної фізики, гептичного супроводу й валідованих метрик позитивно позначається на результатах «живої» стрільби. Практичні дослідження демонструють покращення групування пострілів, зростання результатів під час кваліфікаційних вправ і прискорене відновлення навичок після перерв. Для курсантів це означає можливість отримати більшу кількість повторів у контрольованих умовах ще до виходу на полігон, що підвищує якість і безпечність їхньої підготовки.

Практичні приклади впровадження ІІІ у військовій підготовці (міжнародний досвід)

Міжнародний досвід демонструє, що провідні армії світу вже активно інтегрують штучний інтелект у навчальні процеси, зокрема у сферу вогневої підготовки. У Сполучених Штатах ключову роль відіграє екосистема Synthetic Training Environment (STE), яка поєднує «живі», віртуальні та конструктивні сценарії в єдиній системі. Використання алгоритмів ІІІ у STE дозволяє автоматично адаптувати складність завдань, варіювати сценарії та забезпечувати точний аналіз дій курсантів. Важливим елементом виступає Integrated Visual Augmentation System (IVAS), що поєднує технології змішаної реальності, сенсорні модулі та алгоритми обробки даних для створення реалістичних умов бою і тренувань зі стрілецької підготовки. Практика підтверджує, що такі рішення дозволяють масштабувати тренувальний процес, зменшувати витрати на полігони та боєприпаси, а також забезпечувати курсантам значно більшу кількість повторів у безпечному середовищі.

У Великій Британії впровадження інтелектуальних систем у військову освіту здійснюється під нормативною рамкою політики Ambitious, Safe, Responsible, яка визначає пріоритети відповідального та безпечного застосування технологій. Важливим доповненням є документ JSP 936, що встановлює вимоги до надійності алгоритмів і наголошує на принципі «людини у контурі», коли інструктор зберігає ключову роль у контролі та валідації навчальних результатів. У практичній площині це виражається у впровадженні тренажерів і симуляторів, що відповідають вимогам пояснюваності та прозорості, а також у ретельній перевірці алгоритмів перед застосуванням у навчальних підрозділах.

НАТО ще у 2021 році затвердило Artificial Intelligence Strategy [4], яка закріпила принципи законності, прозорості та підзвітності при використанні ІІІ у сфері оборони. У тренувальному контексті окреме значення має автоматизація After-Action Review (AAR), де інтелектуальні системи аналізують



телеметрію та відеоматеріали, виділяють ключові епізоди й формують об'єктивний фідбек. Дослідницькі програми НАТО STO, зокрема MSG-177, підтвердили, що застосування алгоритмів комп'ютерного зору та обробки природної мови скорочує час аналізу даних і підвищує якість розборів навчальних занять, роблячи процес AAR швидким, структурованим і більш ефективним.

Канадські Збройні сили також активно інтегрують цифрові рішення в освітній процес. Використання спеціалізованого програмного забезпечення для AAR дозволяє записувати відео- та аудіопотоки, маркувати ключові моменти, автоматично формувати порівняльні звіти та документувати висновки в електронному вигляді. Це знімає з інструкторів значну частину рутинної роботи, дозволяє швидко ідентифікувати проблемні аспекти навчання і будувати персоналізовані програми підготовки для курсантів.

Польські Війська територіальної оборони, у свою чергу, роблять ставку на створення віртуальних полігонів і симуляторів, які вже сьогодні інтегрують елементи ШІ для аналізу результатів індивідуальної підготовки. Умови служби резервістів, які мають обмежений час для тренувань, зумовили потребу в ефективних цифрових рішеннях, здатних компенсувати нестачу практичних занять. У результаті польський досвід демонструє, що технології штучного інтелекту можуть стати інструментом оптимізації навчання навіть у військових структурах із невеликими ресурсами.

Таким чином, приклади США, Великої Британії, Канади, Польщі та діяльності НАТО показують, що використання штучного інтелекту у військовій підготовці вже переходить від експериментів до масштабної практики. При цьому поєднання симуляцій, адаптивних алгоритмів і цифрових систем аналізу забезпечує зростання ефективності та реалістичності навчання, але водночас вимагає дотримання етичних стандартів і збереження ролі людини в освітньому процесі.

Перспективи та потенційні ризики застосування штучного інтелекту у вогневій підготовці курсантів

Застосування штучного інтелекту у вогневій підготовці курсантів відкриває широкі перспективи, серед яких насамперед варто виділити індивідуалізацію навчання, підвищення ефективності та економічність освітнього процесу. Завдяки адаптивним системам можливо створювати персоналізовані траєкторії підготовки, що враховують рівень підготовленості та швидкість засвоєння матеріалу конкретного курсанта. Дослідження RAND підтверджують, що використання когнітивних моделей у тренінгах скорочує час оволодіння навичками та знижує кількість критичних помилок, що напряму впливає на якість навчання. Не менш важливою є масштабованість цифрових рішень: симулятори та віртуальні середовища здатні забезпечити тренування великої кількості курсантів одночасно без надмірних витрат на боєприпаси й інфраструктуру, що вже підтверджує досвід застосування

системи Synthetic Training Environment у США. Особливою перевагою виступає безпека, адже VR/AR-тренування з елементами біофідбеку дозволяють відпрацьовувати дії в умовах підвищеного стресу без ризику для життя, формуючи водночас навички самоконтролю й стійкості до навантажень.

Разом із тим перспективи супроводжуються низкою ризиків, які потребують усвідомленого управління. Одним із найбільш значущих є технологічна залежність від цифрових систем і вразливість до кібератак, що може призвести до зупинки навчального процесу у випадку відмови обладнання чи порушення роботи мережевих сервісів. У зв'язку з цим у стратегічних документах Міністерства оборони США та НАТО наголошується на необхідності багаторівневого захисту даних і резервних каналів підготовки. Не менш серйозним викликом є етичні аспекти: надмірна автоматизація може призвести до зменшення ролі інструктора, тоді як політика Великої Британії «Ambitious, Safe, Responsible» та директивний документ JSP 936 вимагають обов'язкової присутності людини в контурі прийняття рішень і пояснюваності алгоритмів. Це означає, що будь-яке рішення, запропоноване штучним інтелектом, має бути перевірене й інтерпретоване викладачем. Додатковим ризиком є питання захисту персональних і біометричних даних курсантів, адже системи ШІ потребують великих обсягів інформації для аналізу, що створює потенційні загрози витоку та зловживання. Саме тому стандарти, подібні до IEEE xAPI 2.0, мають значення не лише як технічна інновація, але й як інструмент забезпечення уніфікованого та безпечного обміну даними.

Ще одним викликом стає інституційна інерція та недостатня підготовка кадрів до використання інноваційних технологій. Інтеграція ШІ у військову освіту потребує не тільки сучасних технічних рішень, а й високого рівня цифрової компетентності викладачів, без якої інновації ризикують залишитися невикористаними. Аналітичні огляди RAND та дослідницькі програми НАТО STO підтверджують, що навчання інструкторів і створення нових методик є критичними чинниками успіху цифрових реформ у військовій сфері.

Отже, перспективи застосування штучного інтелекту у вогневій підготовці курсантів полягають у створенні гнучкої, індивідуалізованої та безпечної системи підготовки, що здатна оптимізувати ресурси й підвищити якість навчання. Проте для реалізації цих переваг необхідне системне управління ризиками, що охоплює кіберзахист, етику, захист даних і підготовку кадрів. Лише за таких умов інтеграція ШІ стане стратегічним ресурсом підвищення боєготовності та відповідності сучасним викликам у сфері військової освіти.

Висновки. Штучний інтелект має значний потенціал для трансформації системи вогневої підготовки курсантів, відкриваючи нові можливості для якісного оновлення навчального процесу. Його застосування здатне забезпечити індивідуалізацію навчання завдяки адаптивним системам і прогнозуванню траєкторій розвитку навичок, що дозволяє максимально враховувати рівень підготовленості та психофізіологічні особливості кожного курсанта.



Використання ШІ підвищує реалістичність тренувань через впровадження віртуальних і змішаних середовищ (VR/MR), автоматичне моделювання сценаріїв і створення умов, максимально наближених до сучасного бою. Це, у свою чергу, сприяє формуванню стійких практичних навичок у безпечному та контрольованому середовищі, знижуючи витрати на полігонну інфраструктуру та боєприпаси.

Окреме значення має інтеграція ШІ в системи стрес-тренінгу та біофідбеку, що дозволяє формувати стресостійкість і психологічну готовність діяти в умовах перевантаження. Таким чином, вогнева підготовка стає не лише технічною, а й комплексною - з орієнтацією на розвиток когнітивної та емоційної стабільності майбутніх офіцерів.

Водночас міжнародний досвід (США, Велика Британія, Канада, Польща, НАТО) демонструє, що впровадження таких технологій неможливе без дотримання етичних принципів, кіберзахисту та стандартизації даних. Ключовими залишаються питання прозорості алгоритмів, ролі інструктора як людини в контурі прийняття рішень, захисту персональних і біометричних даних курсантів.

В умовах модернізації військової освіти України інтеграція ШІ у вогневу підготовку курсантів має розглядатися як стратегічний напрям розвитку, що дозволить підвищити боєготовність, посилити відповідність стандартам НАТО та забезпечити конкурентоспроможність вітчизняної військової освіти на міжнародному рівні. Перспективним видається поетапне впровадження: від стандартизації збору та аналізу даних - до створення повноцінних LVC-середовищ і адаптивних тренажерів із вбудованою аналітикою та психофізіологічною підтримкою.

Таким чином, використання штучного інтелекту у вогневій підготовці не лише оптимізує ресурси й підвищує якість навчання, але й стає фундаментом для створення інноваційної моделі військової освіти, здатної адекватно реагувати на виклики сучасних збройних конфліктів.

Література:

1. ADL Initiative. (n.d.). Total Learning Architecture: Service definitions. Advanced Distributed Learning Initiative. Retrieved September 6, 2025, from <https://www.adlnet.gov/>.
2. Bouchard, S., Bernier, F., Boivin, É., Morin, B., & Robillard, G. (2012). Using biofeedback while immersed in a stressful videogame increases the effectiveness of stress management skills training in soldiers. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 15(8), 451–458. <https://doi.org/10.1089/cyber.2012.1507>.
3. IEEE Standards Association. (2023). IEEE 9274.1.1-2023: Learning technology-JSON data model & RESTful web service for learner experience (xAPI 2.0). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://standards.ieee.org/>.
4. NATO. (2021, October 22). Summary of the NATO Artificial Intelligence Strategy. North Atlantic Treaty Organization. <https://www.nato.int/>.
5. NATO STO. (n.d.). Artificial Intelligence for After-Action Review (MSG-177). NATO Science and Technology Organization.

6. Oliver, R. A., Kehoe, E. J., & McLean, A. N. (2019). Impact of firearms training in a virtual reality environment on marksmanship and return to duty. *Military Medicine*, 184(11–12), e832–e837. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz140>.

7. PEO STRI (U.S. Army). (n.d.). Integrated Visual Augmentation System: Squad Immersive Virtual Trainer (IVAS-SiVT). U.S. Army Program Executive Office Simulation, Training and Instrumentation. <https://www.peostri.army.mil/>.

8. PEO STRI (U.S. Army). (n.d.). Synthetic Training Environment (STE) – Live Training Environment (LTE). U.S. Army Program Executive Office Simulation, Training and Instrumentation. <https://www.peostri.army.mil/>.

9. RAND Corporation. (2024). Lessons learned from integrating a computational cognitive model for adaptive training. RAND Corporation. <https://www.rand.org/>.

10. UK Ministry of Defence. (2022, June 15). Ambitious, safe, responsible: Our approach to the delivery of AI-enabled capability in Defence. UK Government. <https://www.gov.uk/>.

11. UK Ministry of Defence. (2024, November). JSP 936, Part 1: Dependable AI in Defence. UK Government. <https://www.gov.uk/>.

12. U.S. Army. (2025, July 1). Reality check: Haptics improvements to Army simulation training. U.S. Army. <https://www.army.mil/>

13. U.S. Department of Defense. (2023). Data, Analytics, and AI Adoption Strategy. U.S. DoD. <https://media.defense.gov/>.

14. U.S. Department of Defense. (2024). Responsible AI Strategy and Implementation Pathway. U.S. DoD. <https://media.defense.gov/>.

15. Vartanian, O. (2022). Training-related stress and performance in the military. In *Encyclopedia of Military Psychology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55530-0_10.

16. Пурнак В.П., Согорін А.А. Обґрунтування застосування стандарту НАТО «A leader's guide to after-action reviews» у вогневій підготовці курсантів ВВНЗ. Актуальні питання забезпечення службово-бойової діяльності сил сектору безпеки і оборони: матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Харків, 24 квітня 2025 року. 2025. С. 124-126.

17. Согорін А.А., Бірюков О.І. Сучасні технології НАТО у вогневій підготовці. *Національні інтереси України: науково-практичний журнал*. № 7(12) 2025. С. 260-270. doi: 10.52058/3041-1793-2025-7(12)-260-269.

18. Согорін А.А., Атаманенко І.О. стандарти НАТО в формуванні вогневої компетентності курсантів вищих військових навчальних закладів в Україні. «Національні інтереси України»: науково-практичний журнал. № 8(13) 2025. С. 328-336. doi: 10.52058/3041-1793-2025-8(13)-328-336.

References:

1. ADL Initiative. (n.d.). Total Learning Architecture: Service definitions. Advanced Distributed Learning Initiative. Retrieved September 6, 2025, from <https://www.adlnet.gov/>.

2. Bouchard, S., Bernier, F., Boivin, É., Morin, B., & Robillard, G. (2012). Using biofeedback while immersed in a stressful videogame increases the effectiveness of stress management skills training in soldiers. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 15(8), 451–458. <https://doi.org/10.1089/cyber.2012.1507>.

3. IEEE Standards Association. (2023). IEEE 9274.1.1-2023: Learning technology-JSON data model & RESTful web service for learner experience (xAPI 2.0). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://standards.ieee.org/>.

4. NATO. (2021, October 22). Summary of the NATO Artificial Intelligence Strategy. North Atlantic Treaty Organization. <https://www.nato.int/>

5. NATO STO. (n.d.). Artificial Intelligence for After-Action Review (MSG-177). NATO Science and Technology Organization.



6. Oliver, R. A., Kehoe, E. J., & McLean, A. N. (2019). Impact of firearms training in a virtual reality environment on marksmanship and return to duty. *Military Medicine*, 184(11–12), e832–e837. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz140>.
7. PEO STRI (U.S. Army). (n.d.). Integrated Visual Augmentation System: Squad Immersive Virtual Trainer (IVAS-SiVT). U.S. Army Program Executive Office Simulation, Training and Instrumentation. <https://www.peostri.army.mil/>.
8. PEO STRI (U.S. Army). (n.d.). Synthetic Training Environment (STE) – Live Training Environment (LTE). U.S. Army Program Executive Office Simulation, Training and Instrumentation. <https://www.peostri.army.mil/>.
9. RAND Corporation. (2024). Lessons learned from integrating a computational cognitive model for adaptive training. RAND Corporation. <https://www.rand.org/>.
10. UK Ministry of Defence. (2022, June 15). Ambitious, safe, responsible: Our approach to the delivery of AI-enabled capability in Defence. UK Government. <https://www.gov.uk/>.
11. UK Ministry of Defence. (2024, November). JSP 936, Part 1: Dependable AI in Defence. UK Government. <https://www.gov.uk/>.
12. U.S. Army. (2025, July 1). Reality check: Haptics improvements to Army simulation training. U.S. Army. <https://www.army.mil/>.
13. U.S. Department of Defense. (2023). Data, Analytics, and AI Adoption Strategy. U.S. DoD. <https://media.defense.gov/>.
14. U.S. Department of Defense. (2024). Responsible AI Strategy and Implementation Pathway. U.S. DoD. <https://media.defense.gov/>.
15. Vartanian, O. (2022). Training-related stress and performance in the military. In *Encyclopedia of Military Psychology*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-55530-0_10.
16. Purnak V. P., Sogorin A. A. (2025). Obhruntuvannia zastosuvannia standarta NATO «A leader’s guide to after-action reviews» u vohnevii pidhotovtsi kursantiv VVNZ [Justification for the application of the NATO standard “A leader’s guide to after-action reviews” in the fire training of cadets of the Military Academy]. Aktualni pytannia zabezpechennia sluzhbovo-boiovoi diialnosti syl sektoru bezpeky i oborony: materialy IV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii - Current issues of ensuring the service and combat activities of the security and defense sector forces: materials of the IV All-Ukrainian Scientific and Practical Conference. (pp 124-126). Kharkiv [in Ukrainian].
17. Sogorin A. A., Biriukov O. I. (2025) Suchasni tekhnolohii NATO u vohnevii pidhotovtsi [Modern NATO Technologies in Firearms Training]. *Natsionalni interesy Ukrainy: naukovo-praktychnyi zhurnal - National Interests of Ukraine: Scientific and Practical Journal*, 7(12) (pp 260-270) [in Ukrainian]. doi: 10.52058/3041-1793-2025-7(12)-260-269.
18. Sogorin A. A., Atamanenko I. O. (2025) Standarty NATO v formuvanni vohnevoi kompetentnosti kursantiv vyshchyykh viiskovykh navchalnykh zakladiv v Ukraini [NATO Standards in Shaping Firearms Competence of Cadets in Higher Military Educational Institutions in Ukraine]. *Natsionalni interesy Ukrainy: naukovo-praktychnyi zhurnal – National Interests of Ukraine: Scientific and Practical Journal*, 8(13) (pp. 328–336) [in Ukrainian]. doi: 10.52058/3041-1793-2025-8(13)-328-336.