

ПІДГОТОВКА ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ

УДК 004.4:358.11

DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.31.2024.92-99>М.В. Баландін¹, О.М. Дорохов¹, В.М. Ключ¹, В.В. Мілочкін¹, О.В. Подлесний¹, І.Д. Волков²*1 - Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів**2 - Науково-дослідний центр ракетних військ і артилерії, Суми**Article history: Received 11 September 2024; Revised 27 September 2024; Accepted 04 November 2024*

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ПОЛІГОНУ «КАНОНІР» В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ НАЗЕМНОЇ АРТИЛЕРІЇ

Проведений аналіз технічних можливостей комп'ютерного артилерійського полігону (виріб «Канонір») в процесі підготовки курсантів та офіцерів артилерійських підрозділів з питань ведення оптичної та аеророзвідки, виявлення та засічки різноманітних цілей, виконання вогневих завдань з ураження рухомих і нерухомих цілей різноманітними способами визначення установок для стрільби. Також методом співставлення координат та висот перевірено точність нанесення на 3D карту місцевості симулятора об'єктів, споруд, місцевих предметів та характерних ландшафтних точок. Перевірено точність визначення топографічних даних по цілях, точність розрахунку поправок на відхилення умов стрільби від табличних та точність визначення установок для стрільби для різних артилерійських систем штатними боеприпасами. Проведено оцінку можливостей застосування даного комп'ютерного полігону для виконання індивідуальних вогневих завдань на імітаційних засобах. Проаналізовано загальні можливості даного програмного продукту щодо його застосування в процесі підготовки курсантів та офіцерів артилерійських підрозділів. За результатами проведеного аналізу визначені основні напрями підготовки, в яких доцільно використовувати виріб «Канонір». Наведено результати проведення педагогічного експерименту із застосування виробу «Канонір» в процесі підготовки курсантів з навчальної дисципліни «Стрільба і управління вогнем». Крім того, надані практичні рекомендації щодо підготовки, налаштування, використання та підвищення ефективності використання даного програмного забезпечення в процесі підготовки курсантів та офіцерів-артилеристів в цілому.

Ключові слова: *безпілотний літальний апарат, безпілотний авіаційний комплекс, визначення установок для стрільби, засічка цілі, комп'ютерний артилерійський полігон, коректування вогню артилерії, розвідка та визначення розвідувальних даних, стрільба на ураження.*

Постановка проблеми

Одним із важливих елементів підготовки офіцера-артилериста є виконання вогневих завдань з ураження різноманітних цілей противника. Найбільш ефективним з них є виконання вогневих завдань бойовим пострілом із використанням різноманітних артилерійських систем та засобів розвідки. Водночас виконати весь перелік вогневих завдань, що передбачені Курсом підготовки артилерії (КПА) [1] та всіма способами визначення установок для стрільби відповідно до Наставови зі стрільби і управління вогнем наземної артилерії (дивізіон, батарея, взвод, гармата) [2] неможливо, внаслідок значної вартості та використання більшого об'єму ресурсів. Внаслідок цього, для виконання більшості

вогневих завдань в циклі підготовки офіцера-артилериста використовується виконання вогневих завдань на імітаційних засобах. Поряд з тим наявні засоби імітації – гвинтівкові та малі артилерійські полігони не дозволяють виконувати весь перелік вогневих завдань та використовувати для обслуговування стрільби всі засоби розвідки. Так, наприклад, вони не дозволяють навчати виконання завдань ураження цілей з пристрілюванням за допомогою БПЛА, що є основним засобом визначення установок для стрільби на ураження пристрілюванням за досвідом російсько-української війни. Також слід відмітити, що наявні імітаційні засоби не інтегровані до системи бойового управління «Кропива» та інших вітчизняних систем управління вогнем [3, 4], що знижує ефективність їх використання.

На заміну застарілим засобам імітації виконання вогневих завдань розроблені та використовуються комп'ютерні артилерійські полігони, які мають більш широкі функціональні можливості та загалом дозволяють виконувати весь перелік вогневих завдань широким спектром боєприпасів. В Україні розроблені та використовуються декілька таких засобів імітації – комп'ютерний артилерійський полігон Сумського державного університету [5], мультимедійний комплекс підготовки бригадної артилерійської групи конструкторського бюро «Логіка» [6] та комп'ютерний артилерійський полігон, виготовлений ТзОВ «Романекс» м. Ужгород [7]. Дані програмні продукти та їх можливості потребують аналізу та оцінки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Процес комп'ютерного моделювання ведення бойових дій є сучасною тенденцією розвитку процесу підготовки артилерійських підрозділів як індивідуальної, так і колективної.

Розробки щодо автоматизації процесу підготовки ведуться як у розвинутих країнах [8], так і в російській федерації [9,10]. Також відомі закордонні імітаційні засоби, які передбачають виконання вогневих завдань лише для спеціалізованих систем управління вогнем [11]. Застосування даних симуляторів для підготовки вітчизняних спеціалістів артилерії неможливо через несумісність закордонних систем управління вогнем із системою управління боєм «Кропива».

У процесі підготовки вітчизняних офіцерів-артилеристів використовуються системи комп'ютерного моделювання Joint Conflict And Tactical Simulation J-CATS [12], Virtual Battlespace (VBS) [13]. Разом з тим ці симулятори використовуються для тренування тактичних дій та не деталізують процеси визначення установок для стрільби на ураження артилерійськими підрозділами.

Функціональні та технічні можливості існуючих вітчизняних засобів імітації виконання вогневих завдань (комп'ютерних артилерійських полігонів) [5-7] суттєво відрізняються та потребують детального аналізу та оцінки, з метою вибору оптимального варіанта для застосування в навчальному процесі підготовки фахівців артилерійських підрозділів.

Метою даної роботи є оцінка технічних і функціональних можливостей комп'ютерного артилерійського полігону «Канонір» (КАП) щодо використання в якості засобу імітації виконання вогневих завдань артилерійськими підрозділами та перспективи його використання в процесі підготовки курсантів та офіцерів артилерійських підрозділів.

Виклад основного матеріалу

Комп'ютерний артилерійський полігон "Канонір" – це сучасний симулятор, побудований на базі передових технологій Unity [14], який дозволяє точно моделювати та відпрацьовувати бойові сценарії артилерії. Використання High Definition Render Pipeline (HDRP) у поєднанні з новітніми шейдерами забезпечує високоякісне фотореалістичне висвітлення, відображення та деталізацію об'єктів. Це створює максимально достовірне візуальне середовище, що є критично важливим для точного відтворення реальних бойових умов.

Комп'ютерний артилерійський полігон «Канонір» не лише використовує передові технології Unity, але й постійно оновлюється, водночас із розвитком цього потужного інструментарію. Завдяки інтеграції нових можливостей і технологій, що регулярно з'являються в Unity, полігон залишається на передовій у сфері військових симуляцій. Кожне нове оновлення Unity дозволяє впроваджувати більш досконалі графічні рішення, покращувати продуктивність та забезпечувати ще більш реалістичне і деталізоване відтворення бойових умов [7].

Комп'ютерний артилерійський полігон «Канонір» призначений для комплексної імітації виконання вогневих завдань артилерійськими підрозділами та дозволяє:

- виконувати заходи підготовки стрільби і управління вогнем як із використанням автоматизованих програм управління вогнем, так із застосуванням механічних (аналітичних) засобів обчислень;
- імітувати дії противника, в тому числі рух і вогневу активність;
- імітувати бойову роботу підрозділів оптичної розвідки всіма наявними засобами;
- імітувати ведення розвідки за допомогою безпілотного літального апарата;
- обслуговувати стрільбу артилерії з достатнім ступенем реалістичності та актуальності;
- імітувати політ снаряда за траєкторіями, передбаченими Таблицями стрільби, в тому числі із врахуванням ефекту розсіювання снарядів по дальності, бокового та по висоті;
- використовувати основні типи артилерійських систем, які є на озброєнні в ЗСУ;
- використовувати основні типи боєприпасів (осколково-фугасні, димові, освітлювальні, із вбивчими елементами, касетними, агітаційні) та типи підривників (ударні та безконтактні);
- виконувати вогневі завдання КПА № 3, № 4, № 5, № 6, № 7;

- розраховувати та візуалізувати результати вогневого ураження противника в залежності від типу та могутності боєприпасу, що застосовувався;

- проводити оцінку виконання вогневих завдань згідно з КПА.

Функціональні можливості КАП «Канонір» дозволяють виконувати завдання в будь-яку пору року та час доби. Також існує можливість моделювання будь-яких метеорологічних умов.

Переваги та опції КАП «Канонір»:

- тренажер забезпечує технічну підтримку проведення занять (тренувань) зі стрільби і управління вогнем посадових осіб артилерійських батареї, озброєних артилерійськими системами 2С1, 2С3, 2С7, 2А65, мінометами 2С12, УПК;

- мобільність тренажера, в комплект якого входить ноутбук з програмним забезпеченням, мультимедійний проектор з вбудованою акустикою та пересувний екран, що дозволяє проводити заняття зі стрільби та управління вогнем як в обладнаних приміщеннях, так і в польових умовах (наметах, ангарах, гаражах та ін.). Тренажер переносний, упакований в ударостійкому корпусі;

- використання в роботі штатних оптичних приладів (бінокль, бусоль) з масштабуванням зображення на екрані до реальних лінійних розмірів, що дозволяє проводити засічку розривів за допомогою кутомірних сіток приладів для набуття виконуючими вогневе завдання необхідних навичок в оцінці розривів та коригуванні вогню артилерії;

- використання симулятора БПЛА для ведення розвідки цілей та визначення прямокутних координат цілей (розривів) на мультимедійній карті 3D моделі Яворівського полігону методом співставлення зображення на тренажері та мапі ПЗ «Кропива».

Основні переваги застосування КАП «Канонір» полягають в:

- можливості демонстрації на екрані результатів виконання вогневого завдання та детального розбору виконаного завдання керівником заняття з використанням різноманітного розташування камери огляду;

- спрощенні системи масштабування зображення карти за допомогою функції «Репер»;

- використанні кутомірних сіток оптичних приладів (бінокль, бусоль, далекомір), а також БпАК на екрані. Це також дає можливість групового навчання в опануванні навичок засічки відхилення розривів від цілей;

- реалістичності відображення на карті погодних умов, часу доби, пори року, які задаються керівником заняття самостійно в залежності від запланованого порядку виконання вогневого завдання;

- реалістичності 3D моделі об'єктів на карті. Можливість коригувати їх кількість, склад, характеристику

об'єктів для відображення орієнтирів в залежності від вогневого завдання;

- анімованості зображення різних типів розривів осколково-фугасних снарядів, в тому числі із дистанційним підривноком, освітлювальних, димових, агітаційних снарядів та запалювальних мін, у т.ч. з рахуванням табличного польотного часу снарядів;

- наявності каталогу 3D анімованих моделей цілей з можливістю задавання окремих параметрів вогневої активності кожного об'єкта;

- застосуванні функції рухомих групових цілей;

- відображенні ступеня ураження кожної цілі у процентному співвідношенні під час виконання вогневого завдання в залежності від влучання снарядів у ціль;

- відображенні на карті групових цілей з урахуванням їх розмірів по фронту та глибині, заданих керівником;

- можливості створення шаблонів окремих вогневих завдань у залежності від плану заняття керівника для їх швидкого використання;

- наявності інтерактивного інтерфейсу керівника заняття – з відображенням необхідної інформації про вогневе завдання та для керування програмою;

- наявності зручного таймера для визначення часу виконання вогневого завдання;

- можливості автоматичного оцінювання виконання вогневого завдання за певними параметрами: час виконання, точність вогню;

- можливості відпрацювання картки оцінювання виконання вогневого завдання на певного виконуючого, збереження її в пам'яті пристрою та подальший перегляд чи роздрукування.

Умовно програмне забезпечення КАП «Канонір» можливо розділити на три складові:

1. 3D карта місцевості, на якій розміщуються орієнтири та цілі.

2. Електронні Таблиці стрільби для артилерійських систем, що застосовуються для виконання вогневих завдань.

3. Математичний апарат визначення установок для стрільби.

У процесі аналізу та оцінки КАП «Канонір» було проведено перевірку точності 3D карти та адекватність математичних моделей визначення установок для стрільби.

Перевірку точності 3D карти КАП «Канонір» було здійснено шляхом співставлення координат і висот об'єктів, споруд, місцевих предметів і характерних ландшафтних точок карти ПК «Кропива», Google map та карти КАП «Канонір».

За результатами дослідження було встановлено, що середня розбіжність між цифровою місцевістю КАП та цифровою картою ПЗ «Кропива» складає: по широті – 8,95 м, по довготі – 8,5 м, по висоті – 7,5 м.

Середня розбіжність між цифровою місцевістю КАП та картою Google map складає: по широті – 5,8 м, по довготі – 5,45 м, по висоті – 5,55 м. Ці розбіжності є незначними, тому дозволяють виконувати завдання з імітації цілей, орієнтирів та інших об'єктів із достатньою точністю.

Перевірку адекватності математичних моделей КАП «Канонір» було проведено методом перевірки правильності вирішення геометричної та балістичної задач під час виконання однакових вогневих завдань на КАП, ПЗ «Кропива» та програмному забезпеченні визначення установок для стрільби «СІУВ-Львів». За результатами перевірки правильності визначення установок для стрільби було встановлено, що в цілому установки для стрільби визначаються в межах розсіювання та дозволяють імітувати виконання вогневих завдань із достатньою точністю. Результати перевірки точності визначення установок для стрільби (усереднені для всіх зарядів відповідної артилерійської системи) наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати перевірки точності визначення установок для стрільби КАП «Канонір»

Програмне забезпечення визначення установок для стрільби	Середня похибка (м)					
	122мм Г 2С1	152мм СГ 2С3	152 ПГ 2А65	203мм Г 2С7	82мм МУПК	120 мм М 2Б11
ПЗ «Кропива»	13	17	21	19	11	18
ПЗ «СІУВ-Львів»	7	11	12	14	9	11

Крім того, для перевірки ефективності застосування КАП «Канонір» протягом вересня-грудня 2023 року було проведено педагогічний експеримент за темою «Впровадження систем імітаційного моделювання (комп'ютерного артилерійського полігону) в систему підготовки фахівців артилерії». В ході експерименту, виконання вогневих завдань під час проведення практичних занять, тренувань з управління вогнем, а також для імітації цілей та дій противника, імітації розривів та імітації стрільби на ураження в експериментальних групах використовувався комп'ютерний артилерійський полігон, а в контрольній групі-звичайні наявні засоби навчання – малий артилерійський полігон, гвинтівковий артилерійський полігон, презентаційні матеріали, навчальні фільми та stream виконання реальних бойових завдань.

За результатами проведеного педагогічного експерименту спостерігалось покращення результатів виконання залікових вогневих завдань у

експериментальних групах в середньому на 9,5% у порівнянні із контрольною групою. Крім цього, слід відзначити, що з використанням КАП «Канонір» вдалося значно підвищити рівень навичок тих, хто навчається, щодо засічки цілей та розривів співставленням зображень виконуючого вогневе завдання та stream оператора БПЛА. Порівняльний аналіз виконання вогневих завдань експериментальними та контрольною групами наведено на рис. 1.

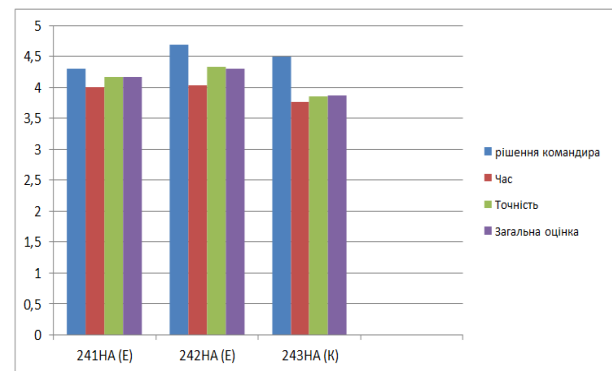


Рис. 1. Порівняльний аналіз виконання залікових вогневих завдань на імітаційних засобах (Завдання КПА.№3 КПА - Ураження спостережувальної цілі з пристрілюванням за допомогою БПЛА за співставленням зображення оператора БПЛА та зображення цифрової карти програмного забезпечення «Кропива» виконуючого вогневе завдання)

За результатами проведення експерименту розроблені практичні рекомендації викладачу з методики застосування комп'ютерного артилерійського полігону під час проведення групових та практичних занять з дисципліни «Стрільба і управління вогнем»:

1. Ознайомитись з технічним описом програмного продукту та перед початком занять пройти ознайомчий курс в початковому меню комп'ютерного артилерійського полігону та на спеціалізованому каналі You-tube [15].

2. Перед початком заняття провести підготовчі дії:
- створити індивідуальну папку зі сценами для проведення занять. Для кожної теми рекомендовано створювати окрему сцену, враховуючи специфіку проведення заняття;

- в створеній сцені ввести необхідні елементи бойового порядку, орієнтири, метеорологічні та балістичні умови стрільби. Рекомендовано метеорологічні умови вносити відповідно до поточної пори року. Також, для зменшення часу на вступну частину заняття можливо вихідні дані надавати тим, хто навчається, заздалегідь для внесення до програмного забезпечення «Кропива» (крім випадків, коли підготовка ПЗ «Кропива» до бойового застосування є навчальним елементом заняття);

- під час підготовки до заняття моделювати різноманітні варіанти дій противника, передбачати різкі зміни метеорологічних умов та інших вхідних,

що будуть активувати креативне мислення у тих, хто навчається;

- відповідно до теми заняття вибрати та розмістити на місцевості цілі у відповідності до каталогу цілей. Рекомендовано завчасно визначити координати та розміри цілей для швидкого доступу до контрольних даних;

- провести часткову перевірку визначення установок для стрільби комп'ютерним полігоном методом самостійного виконання вогневого завдання.

3. Під час проведення практичного заняття з виконання індивідуальних вогневих завдань коротко довести до тих, хто навчається, тактичне та топографічне орієнтування з прив'язкою до віртуальної місцевості та демонстрацією елементів тактичної обстановки та місцевих предметів та орієнтирів. В подальшому заняття проводити за звичайним алгоритмом: призначення виконуючого вогневе завдання – хронометриста – радіотелефоніста – контрольної групи (за необхідністю). Можливі два варіанти використання КАП під час виконання індивідуальних вогневих завдань: перший - для управління обраним засобом розвідки призначається інструктор (можливо, з найбільш підготовлених навчаємих), який діє за командами виконуючого вогневе завдання, другий - до виконання обов'язків розвідника (оператора БПЛА) залучається викладач. Також, за можливістю, рекомендується додаткова демонстрація робочого столу виконуючого вогневе завдання на додатковий екран, на який можливо вивести зображення з девайсу кожного, хто навчається, та провести оцінку ходу виконання вогневого завдання кожним курсантом (слухачем) навчальної групи.

Для зменшення загального часу виконання вогневого завдання рекомендується користуватись функцією зменшення польотного часу.

При стрільбі на дальності до 10 км, при невеликому значенні середнього розсіювання, для ускладнення виконання вогневого завдання з метою отримання розриву на великій відстані від цілі можливо в меню Бойовий порядок змінити початкові умови стрільби (величину відхилень корегувати величиною змін умов стрільби).

При неправильному введенні установок по цілі, коли розрив не засічений, рекомендується призначити для пострілу димовий снаряд для розшуку розриву на місцевості. Також можливо користуватись функцією демонстрації траєкторії польоту снаряда, яка вказує на точку падіння снаряда (залпу).

Під час проведення розбору та оцінки виконання вогневого завдання користуватись функцією оцінки виконання вогневого завдання, яка дозволяє оцінити виконання ВЗ за двома умовами - час виконання та точність вогню на ураження.

Перед проведенням розбору виконання вогневого завдання продемонструвати тим, хто навчається, ефективність виконання вогневого завдання шляхом показу на екрані робочого столу керівника заняття, на якому відображається ступінь ураження цілі, а знищення одиночних цілей (танків, БТР, гармат, автомобілів) супроводжується їх задимленням.

4. Під час проведення групових занять КАП залучати до візуалізації ефектів вогневого ураження осколково-фугасними снарядами, в тому числі на повітряних розривах, або ефектів дії спеціальних боєприпасів. Також можливо застосовувати КАП для показового виконання вогневого завдання керівником заняття з подальшим обговоренням його етапів.

5. Під час проведення тренувань з дисципліни «Стрільба і управління вогнем» можливо крім виконання індивідуальних вогневих завдань проводити тренування з організації взаємодії та управління діями оператором БПЛА, розвідником-далекомірником. Окрім цього, цей КАП можливо застосовувати для проведення тренувань з дисципліни «Артилерійська розвідка» в питаннях підготовки КСП до роботи (топогеодезична прив'язка, вибір орієнтирів, відпрацювання документів, що ведуться на КСП), питань ведення розвідки та обслуговування стрільби.

6. Не проводити більше одного заняття поспіль на тому самому бойовому порядку. Регулярно змінювати основний напрямок стрільби, райони цілей та райони особливої уваги.

7. Також доцільно використовувати КАП «Канонір» для проведення занять із тактичної підготовки (управління діями артилерійських підрозділів). Функціональні можливості цього симулятора дозволяють тренувати тих, хто навчається, у внесенні відомостей про противника відповідно до отриманих розвідувальних даних, імітувати дії противника – переміщення, ведення вогню тощо. Крім цього, до КАП «Канонір» внесені елементи штучного інтелекту, який імітує дії противника внаслідок дій наших військ, в тому числі – вогневого ураження. Так, наприклад, за величиною зазнаних втрат противник може відступити, змінити напрямок руху, переміститись в укриття, збільшити швидкість руху тощо. Елемент непередбачуваності дій противника дозволяє тренувати тих, хто навчається, у прийнятті своєчасного та адекватного рішення.

У цілому проведення практичних занять із використанням КАП «Канонір» дало змогу досягти наступних результатів:

в покращення навичок бойової роботи на командно-спостережному пункті, в тому числі ведення розвідки та оформлення бойових документів;

в покращення навичок ведення розвідки за допомогою БПЛА, в тому числі організації взаємодії

і управління діями оператора БПЛА, пошуку, ідентифікації та аналізу цілі;

в покращення навичок із визначення координат та розмірів цілей, в тому числі співставленням зображення оператора БПЛА і зображення електронної карти ПЗ «Кропива» виконуючого вогневе завдання, по сторонах світу відносно місцевого предмета (орієнтира) тощо;

в покращення навичок у засічці розривів під час пристрілювання, в тому числі полярним способом, за спостереженням знаків розривів, прямокутними координатами співставленням зображень, по сторонах світу відносно цілі, окомірно із використанням сітки програмного забезпечення «Кропива»;

візуалізація ефективності вогневого ураження противника із можливістю порівняння ураження цілі різними способами стрільби на ураження і різними завданнями стрільби;

підвищення ефективності проведення занять із виконанням залікових вогневих завдань за рахунок автоматизації процесу оцінки точності виконання вогневого завдання.

Висновки

1. За результатами дослідження точності 3D-карти КАП «Канонір» встановлено, що ландшафт місцевості, об'єкти та місцеві предмети відповідають відповідним об'єктам цифрової карти ПЗ «Кропива» (середнє значення по широті – 8,95 м, по довготі – 8,5 м, по висоті – 7,5 м) та картою Google map. (середнє значення по широті – 5,8 м, по довготі – 5,45 м, по висоті – 5,55 м). Наявні розбіжності є незначними та дозволяють виконувати завдання з імітації цілей, орієнтирів та інших об'єктів із достатньою точністю.

2. За результатами дослідження адекватності математичних моделей КАП «Канонір» встановлено, що визначення установок для стрільби у порівнянні із ПЗ «Кропива» (середня похибка 11-18 м) та ПЗ «СІУВ-Львів» (середня похибка 7-14 м) виконується із достатньою точністю із врахуванням розсіювання розривів. Наявні розбіжності у визначенні установок для стрільби дозволяють імітувати виконання вогневих завдань із достатньою точністю.

3. Проведений аналіз технічних і функціональних можливостей КАП «Канонір» показав, що це програмне забезпечення є дієвим засобом навчання офіцерів-артилеристів та дозволяє з достатньою ефективністю імітувати виконання різноманітних вогневих завдань з ураження рухомих та нерухомих цілей противника, в різних метеорологічних умовах та в будь-яку пору року та час доби.

4. Застосування цього програмного забезпечення крім виконання вогневих завдань можливо використовувати під час проведення занять із тактичної підготовки артилерійських підрозділів, вогневої підтримки загальновійськових підрозділів.

5. Використання КАП «Канонір» також дозволяє відпрацьовувати практичні навички з ведення оптичної розвідки, ведення аеророзвідки та виконання заходів організації розвідки та визначення розвідувальних даних в цілому.

6. Внесені в КАП «Канонір» елементи штучного інтелекту щодо варіативності та непередбаченості дій противника сприяють активності та творчих дій тих, хто навчається, щодо прийняття своєчасних та дієвих рішень.

7. Надані практичні рекомендації керівникам занять щодо використання в процесі навчання КАП «Канонір» дозволяють значно підвищити ефективність та інтенсивність проведення занять.

8. Напрямом подальших досліджень може бути аналіз можливості інтеграції існуючого програмного забезпечення до більш широкого комплексу тактичного навчання артилерійських підрозділів в ланці вогнева група-батарея-дивізіон. Також, актуальним напрямом подальших досліджень є аналіз та оцінка подібних імітаційних засобів навчання, в тому числі із застосуванням іноземних артилерійських систем.

Список літератури

1. Курс підготовки артилерії Збройних Сил України (бригада, дивізіон, батарея, взвод, гармата). – Львів: НАСВ, 2020. 226 с.

2. Настанова зі стрільби і управління вогнем наземної артилерії (дивізіон, батарея, взвод, гармата). Київ: УРВіА КП КСВ ЗСУ, 2021. – 230 с.

3. Ткачук П.П., Вишневецький Ю.В., Соколовський С.М., Гуріненко В. І. Дослідження можливостей програмно-апаратного комплексу «МАПА» щодо оптимізації процесу збору та обробки розвідувальних відомостей на пункті управління артилерійською розвідкою. *Військово-технічний збірник*. Львів, 2020. № 23. С. 58–64. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.23.2020.58-64>

4. М. Баландін, М. Грубель, О. Вахнін, О. Подлесний, П. Колєнніков, В. Вознюк. Аналіз технічних можливостей програмного забезпечення управління вогнем артилерійських підрозділів. *Військово-технічний збірник*, Львів, 2022. № 26/27(Т), С. 53-60.

5. Спосіб побудови та використання електронного тренажера для навчання стрільб артилерії із закритої вогневої позиції: пат. 119138 Україна : F41G3/00/ В.І. Макеєв, М.М. Ляпа. № u201703563; заявл. 12.04.2017 ; опубл. 11.09.2017, Бюл. № 17/2017.

6. Мультимедійний комплекс підготовки бригадної артилерійської групи. URL: <https://logika.ua/simulators/multymedijnjy-kompleks-pidgotovky-brygadnoiyartyleryjskoyi-grupy/> (дата звернення: 03.09.2024).

7. Cannoneer documentation. URL: <https://cannoneer.gitbook.io/cannoneer-documentation> (дата звернення 01.09.2024).

8. Rheinmetall liefert der Bundeswehr neue AGDUS passiv-Systeme für Gefechtsübungszentrum. URL: https://www.rheinmetall.com/de/media/news-watch/news/2021/2021-12-03_rheinmetall-liefert-der-bundeswehr-neue-agdus-passiv-systeme-fuer-gefechtsuebungszentrum (дата звернення 01.09.2024).

9. Тренажер управління огнём артиллерийского дивизиона «Арта-Д». URL: http://simulator.ua/files/tp/E2K_simulator_of%20firingcontrol_of_artillery_division_Arta-D_ru.pdf (дата звернення: 06.09.2024).

10. Комплексный артиллерийский тактический тренажер. URL: <https://bsvt.by/ru/vooruzhenie-i-tehnika-suhoputnyh-vojsk/raketno-artillerijskoe-vooruzhenie/kom-pleksnyj-artillerijskij-takticheskij-trenazher> (дата звернення: 10.09.2024).

11. Слюсар В.И. Информационные технологии в артиллерийских системах стран НАТО. *Обзорная та військова техніка*. 2018. № 3 (19). С. 69-74.

12. Віртуальний вишкіл: військових ЗСУ вчитимуть на симуляторах JCATS. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2347114-virtua-lnij-viskil-vijskovih-zsu-vcitimit-na-simulatorah-jcats.html> (дата звернення: 09.09.2024).

13. Віртуальні технології VBS3 у Збройних Силах України: вчимося воювати по-новому URL: https://defence-ua.com/army_and_war/vr_tehnologiji_u_zbr_ojnih_silah_ukrajini_navchannja_bijtsiv_vihodit_na_novij_riven_video-2029.html (дата звернення: 09.09.2024).

14. Bulgakova O.S., Zosimov V.V., Kudriavtsev A.V. Application of Procedural Generation Algorithms in Real-Time Game Strategy Environment Based on the MVC Concept. *Control Systems and Computers*. 2022. № 3. С. 63-70. DOI: <https://doi.org/10.15407/csc.2022.03.063>

15. Artillery Cannoneer. URL: <https://www.youtube.com/@artillerycannoneer/videos>. (дата звернення: 09.09.2024).

References:

1. (2020), «Kurs pidhotovky artyleriyi Zbroynykh Syl Ukrayiny (bryhada, divizion, batareya, vzv od, harmata)» [Artillery training course of the Armed Forces of Ukraine (brigade, division, battery, platoon, gun)]. L'viv: NAA. 226 p. [in Ukrainian]

2. (2021), «Nastanova zi stril'by i upravlinnya vohnem nazemnoyi artyleriyi (divizion, batareya, vzvod, harmata)» [Instruction on shooting and fire control of ground artillery (division, battery, platoon, gun)]. Kyiv: URViA KP KSV ZSU., 230 s. [in Ukrainian]

3. Tkachuk P.P., Vyshnevs'kyi YU.V., Sokolovs'kyi S.M. and Hurinenko V.I. (2020), «Doslidzhennya mozhyvostey prohramno-aparatnoho kompleksu «MAPA» shchodo optymizatsiyi protsesu zboru ta obrobky rozviduval'nykh vidomostey na punkti upravlinnya artyleriys'koyu rozvidkoyu» [Study of the capabilities of the "MAPA" hardware and software complex to optimize the process of collecting and processing intelligence information at the artillery intelligence control point]. *Military-Technical Collection*. L'viv. № 23. S. 58–64. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.23.2020.58-64> [in Ukrainian]

4. M. Balandin, M. Hrubel', O. Vakhnin, O.VPodlyesnyy, P.Kolyennikov and V. Voznyuk. (2022), «Analiz tekhnichnykh mozhyvostey prohramnoho zabezpechennya upravlinnya vohnem artyleriys'kykh pidrozdiliv» [Analysis of the technical capabilities of the fire control software of artillery units].

Military-Technical Collection, L'viv. № 26/27(T), pp.53-60. [in Ukrainian]

5. (2017), «Sposib pobudovy ta vykorystannya elektronnoho trenazhera dlya navchannya stril'b artyleriyi iz zakrytoyi vohnevoyi pozytsiyi. Makyeyev V.I. and Lyapa M.M.» [A method of building and using an electronic simulator for training artillery fire from a closed firing position] : pat. 119138 Ukrayina : F41G3/00/ № u201703563; zayavl. 12.04.2017; opubl. 11.09.2017, Byul. № 17/2017. [in Ukrainian]

6. «Mul'tymediynyy kompleks pidhotovky bryhadnoyi artyleriys'koyi hrupy» [Multimedia complex of brigade artillery group training]. URL: <https://logika.ua/simulators/multymedijnyj-kompleks-pidgotovky-brygadnoyiartyleriys-koyi-grupy/> [in Ukrainian]

7. Cannoneer documentation. URL: <https://cannoneer.gitbook.io/cannoneer-documentation>

8. Rheinmetall liefert der Bundeswehr neue AGDUS passiv-Systeme für Gefechtsübungszentrum. URL: <https://www.rheinmetall.com/de/media/news-watch/news/2021/2021-12-03-rheinmetall-liefert-der-bundeswehr-neue-agdus-passiv-systeme-fuer-gefechtsuebungszentrum> [in German]

9. «Trenazhor upravleniya ognom artillerijskogo diviziona «Arta-D». [Artillery battalion fire control simulator «Arta-D»]. URL: http://simulator.ua/files/tp/E2K_simulator_of%20firingcontrol_of_artillery_division_Arta-D_ru.pdf. [in Russian]

10. «Kompleksnyy artillerijskij takticheskij trenazher» [Integrated artillery tactical simulator]. URL: <https://bsvt.by/ru/vooruzhenie-i-tehnika-suhoputnyh-vojsk/raketno-artillerijskoe-vooruzhenie/kom-pleksnyj-artillerijskij-takticheskij-trenazhe> [in Russian]

11. Slyusar V.Y. (2018), «Informatsyonnye tekhnolohyy v artyleriyyskykh systemakh stran NATO» [Information technologies in artillery systems of NATO countries]. *Armament and military equipment*. № 3 (19). pp. 69-74. [in Ukrainian]

12. «Virtual'nyy vyshkil: viys'kovykh ZSU vchytymut' na symulyatorakh JCATS» [Virtual training: military personnel of the Armed Forces of Ukraine will be trained on JCATS simulators]. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2347114-virtua-lnij-viskil-vijskovih-zsu-vcitimit-na-simulatorah-jcats.html> [in Ukrainian]

13. Virtual'ni tekhnolohiyi VBS3 u Zbroynykh Sylakh Ukrayiny: vchymosya voyuvaty po-novomu URL: https://defence-ua.com/army_and_war/vr_tehnologiji_u_zbr_ojnih_silah_ukrajini_navchannja_bijtsiv_vihodit_na_novij_riven_video-2029.html [in Ukrainian]

14. Bulgakova O.S., Zosimov V.V. and Kudriavtsev A.V. (2022), Application of Procedural Generation Algorithms in Real-Time Game Strategy Environment Based on the MVC Concept. *Control Systems and Computers*. № 3. С. 63-70. DOI: <https://doi.org/10.15407/csc.2022.03.063>

15. Artillery Cannoneer. URL: <https://www.youtube.com/@artillerycannoneer/videos>

ANALYSIS OF THE APPLICATION POTENTIAL OF THE "KANONIR" COMPUTER ARTILLERY RANGE IN THE TRAINING OF GROUND ARTILLERY SPECIALISTS

M. Balandin, O. Podliesnyi, V. Milochkin, V. Kliui, O. Dorokhov

An analysis of the technical capabilities of the computer artillery range (the "Kanonir" product) has been conducted to support the training of cadets and officers in artillery units on topics such as optical and aerial reconnaissance, target detection and acquisition, and execution of fire missions against moving and stationary targets using various methods to determine fire settings. The accuracy of object placement, structures, local landmarks, and characteristic landscape points on the simulator's 3D terrain map was verified by comparing coordinates and elevations. The accuracy of determining topographic data for targets, calculating corrections for deviations from standard firing conditions, and determining fire settings for various artillery systems with standard ammunition was also checked. The possibilities of using this computer range for performing individual fire missions on simulation tools were evaluated. A comprehensive analysis of this software product's capabilities for use in the training of cadets and officers of artillery units was performed. Based on the analysis results, the primary training areas in which the "Kanonir" product is appropriate to use were identified. The results of a pedagogical experiment conducted using the "Kanonir" product in the training of cadets in the "Shooting and Fire Control" course were presented. Additionally, practical recommendations were provided for preparing, setting up, using, and, overall, improving the effectiveness of this software in the training of cadets and artillery officers.

Keywords: *unmanned aerial vehicle, unmanned aviation complex, determination of fire settings, fire mission, target acquisition, computer artillery range, artillery fire adjustment, reconnaissance, and determination of reconnaissance data, fire for effect.*

УДК: 355.233:37.026

DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.31.2024.99-109>

О. Стаднічук¹, Ю. Баранов¹, А. Каршень¹, В. Надос¹, Р. Процюк¹, Л. Кропивницька²,
Д. Прохор³

¹Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

²Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Дрогобич

³Науково-дослідний інститут, Київ

Article history: Received 11 September 2024; Revised 12 September 2024; Accepted 04 November 2024

МЕТОДИ АКТИВНОГО НАВЧАННЯ ТА ЦИФРОВІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН

Виклики сьогодення вимагають різних знань, вмінь, навичок, критичного мислення та спонукають до пошуку нових підходів для навчання нового покоління. Одним із таких підходів є поєднання цифрових інформаційно-комунікаційних технологій (ЦІКТ) та технологій активного навчання (ТАН), орієнтованих на особистість курсанта, що підвищують ефективність навчання та дозволяють курсантам вдосконалювати професійну, мовну, інформаційну, технологічну та інші компетентності, розвивати ініціативу та здатність до самостійного отримання інформації, продукування ідей та узагальнення досвіду. Формування освітнього середовища, направлено на розвиток лідерських якостей, інтелектуальне та професійне зростання особистості курсанта, готового до адаптації мінливих викликів, є актуальною та затребуваною, особливо в умовах російсько-української війни. Мета дослідження – визначити переваги та ризики, що очікують на педагогів при виборі ТАН і ЦІКТ, способів їх реалізації, оцінювання ефективності, та проаналізувати можливість їх інтеграції в освітній процес курсантів. Проаналізовано взаємозв'язок між стилями навчання курсантів та технологіями викладання спеціальних інженерних дисциплін. Встановлено важливість вибору технологій активного навчання залежно від стилю навчання курсантів. Досліджено відношення курсантів та викладачів до ЦІКТ, збільшення частки їх використання на заняттях та визначено предиктори прийняття ЦІКТ. Оцінена можливість впровадження ТАН на основі проблемного навчання в освітній процес НАСВ, що показала високі позитивні результати, розраховані як за середньою успішністю курсантів у експериментальній групі, де використовували елементи проблемного навчання (спільного та групового навчання, вибору способу вирішення проблемного питання, групові обговорення, розв'язання комплексних ситуаційних задач), так і за розміром величини ефекту від запропонованої ТАН.