

Чопа Дмитро Анатолійович (кандидат технічних наук, старший науковий співробітник) ¹

Дерев'янчук Анатолій Йосипович (кандидат технічних наук, професор) ²

Москаленко Денис Русланович ²

Іщенко Валерій Петрович ³

¹ Національний університет оборони України, Київ, Україна

² Сумський державний університет, Суми, Україна

³ Науково-дослідний центр Ракетних військ і артилерії, Суми, Україна

ВІРТУАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ МІНОМЕТНОЇ ОБСЛУГИ ЯК ЕЛЕМЕНТУ РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВОГО КОМПЛЕКСУ

В сучасних умовах артилерійський підрозділ у взаємодії з безпілотним авіаційним комплексом за своїми можливостями стає розвідувально-вогневим комплексом, основними компонентами якого є підсистеми розвідки, управління та ураження. Це дає змогу: виявляти ціль на місцевості, визначати її координати, ставити завдання обслузі вогневого засобу, наводити вогневий засіб на ціль, готувати до пострілу та здійснювати постріл, корегувати вогонь тощо. Широке застосування безпілотних авіаційних комплексів в інтересах виконання вогневих завдань артилерією свідчить про їх перевагу порівняно з іншими засобами розвідки. Тому інтеграція безпілотних авіаційних комплексів у бойові дії артилерійських підрозділів вимагає відповідної підготовки як особового складу вогневого підрозділу, так і екіпажу безпілотного авіаційного комплексу. Метою статті є проведення аналізу процесів функціонування мінометної обслуги та розгляд підходу стосовно створення віртуальних тренажерних комплексів (3D моделей) для практичної підготовки особового складу вогневого підрозділу у складі розвідувально-вогневого комплексу. Під час проведення дослідження застосовувались такі методи: аналіз, систематизація, вдосконалення, обґрунтування, 3D моделювання для практичної підготовки мінометної обслуги у складі розвідувально-вогневого комплексу. Зазначений методологічний підхід дав змогу: розробити схему алгоритму дії складової розвідувально-вогневого комплексу, а саме обслуги вогневого підрозділу, чітко визначити обсяг функціональних завдань основних суб'єктів вогневого підрозділу та здійснити віртуалізацію процесу кожної операції. Запропоновано послідовність підбору навчального контенту і його віртуалізації, що забезпечують якісну підготовку мінометної обслуги у стислі терміни. Отримані результати дослідження забезпечать: підвищення ефективності процесу підготовки особового складу розвідувально-вогневого комплексу, будуть сприяти покращенню рівня засвоєння навчального матеріалу, закріплення практичних навичок та приймання правильних рішень у позаітатних ситуаціях. Віртуальні тренажерні комплекси можуть використовуватися як у навчальних центрах підготовки підрозділів, так і в освітньому процесі вищих військових навчальних закладів та військових навчальних підрозділів закладів вищої освіти.

Ключові слова: мінометна обслуга, екіпаж безпілотного авіаційного комплексу, 3D моделі, віртуальний тренажерний комплекс.

Вступ

Досвід застосування підрозділів артилерії в антитерористичній операції на території Донецької та Луганської областей, операції Об'єднаних сил та відбиття широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України свідчить, що одними з найефективніших засобів, що здійснюють розвідувальне забезпечення бойових дій підрозділів артилерії, є сучасні безпілотні авіаційні комплекси (далі – БпАК). Зростаюча роль БпАК в збройних конфліктах викликає перегляд існуючих нормативних документів щодо розвитку цього виду

озброєння та військової техніки (далі – ОВТ), а також системи підготовки відповідних спеціалістів.

Тому виникає нагальна потреба у вирішенні дуже складної проблеми: як здійснити якісну підготовку особового складу в скорочені терміни з метою опанування методами ефективного застосування безпілотних авіаційних комплексів в інтересах виконання вогневих завдань підрозділами артилерії.

Тому заходи щодо підвищення якості навчання з погляду на удосконалення практичних навичок, вміння швидко і правильно оцінювати обстановку

та приймати правильні рішення потребують інноваційних підходів до системи підготовки військових фахівців.

Постановка проблеми. Кінець ХХ-го та початок ХХІ-го століття ознаменувалися бурхливим розвитком методології, проектами, новими концепціями і підходами, моделями і методами у сфері застосування БпАК в інтересах артилерійських підрозділів. Досвід ведення бойових дій під час виконання вогневих завдань артилерією свідчить про високу ефективність застосування БпАК, водночас такі комплекси стали невід'ємною штатною одиницею в артилерійських підрозділах.

Сьогодні отримано та узагальнюється досвід застосування підрозділів повітряної розвідки, накопичено знання, напрацьовуються нові підходи до використання БпАК в інтересах артилерійських підрозділів. Отже, основні завдання, що виконуються підрозділами повітряної розвідки, оснащеними БпАК є: викриття елементів угруповань противника та характеру їх дій; визначення координат цілей; цілевказання; корегування вогневого ураження противника; встановлення бойового складу, положення, стану та можливостей військ (сил) противника, викриття елементів системи управління військами та зброєю, а також – баз, складів та шляхів постачання матеріально-технічних засобів і боєприпасів, резервів; топогеодезична прив'язка елементів бойового порядку та їх контроль; моніторинг позицій своїх військ, ступеню їх маскування або демаскування; встановлення ступеня інженерного обладнання районів (рубежів) тощо [1].

Інтеграція БпАК у бойові дії артилерійських підрозділів передбачає якісну підготовку особового складу вогневого підрозділу, екіпажу БпАК та інших фахівців для організування тісної взаємодії між ними. Це зумовлює впровадження докорінних змін у форми та порядку ведення бойових дій, усіх видів їх забезпечення, розроблення нових і модернізацію існуючих зразків ОВТ. Виходячи з цього, виникає потреба аналізу можливостей прискореної підготовки усіх суб'єктів діючої системи, а саме артилерійського підрозділу (обслуги) та екіпажу БпАК.

Отже, доцільно розробити алгоритм дії названої системи. За таких умов основною метою має бути досягнення єдності управління, зв'язку та керівництва. Задумом дослідження є вибір форм і методів, що сприяють найскорішому, більш якісному та менш витратному способу підготовки особового складу щодо виконання бойового завдання в складі розвідувально-вогневого комплексу (далі – РВК). Для організації ефективної підготовки фахівців у зазначених умовах виникає проблема динамічного узгодження, розроблення візуалізації процесу дій кожного суб'єкта системи,

необхідної деталізації сприйняття ними інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню застосування БпАК у різних сферах діяльності суспільства присвячена значна кількість наукових робіт, в яких проведено аналіз застосування БпАК під час проведення антитерористичної операції (операції об'єднаних сил) (далі – АТО (ООС)) та російсько-української війни, розглянуто широкий спектр застосування БпАК у народному господарстві.

На підставі аналізу застосування артилерійських підрозділів під час ведення АТО на сході України розглянуто порядок застосування БпАК в інтересах забезпечення розвідувальною інформацією та обслуговування стрільби артилерії [2]. Автори роблять висновок, що для успішної розвідки противника необхідно удосконалювати характеристики БпАК, а враховуючи результати проведення дослідних стрільб, пропонують рекомендації до Правил стрільби і управління вогнем наземної артилерії.

У навчальному посібнику [1] викладені основні положення щодо організації повітряної розвідки БпАК тактичних класів, порядок їх підготовки та застосування, обробка матеріалів розвідувального польоту та підготовка звітних документів, порядок цілевказання та обслуговування вогневого ураження, питання взаємодії та забезпечення польотів. Проте питання підготовки обслуги вогневих підрозділів не розглядається.

У роботі [3] автори зосереджують увагу на основних підходах щодо застосування ройової тактики використання безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА). Група безпілотних літальних апаратів об'єднується в рій, який керується як одне ціле. Автори аналізують характеристики і конструкції різноманітних БпЛА, які використовуються в різних країнах, наводять приклади бойового застосування. Визначено, що система управління роями на відміну від системи управління поодиноким БпЛА потребує додаткової мережі обміну інформацією. У роботах [4–6] розглядаються різноманітні математичні моделі, які можуть використовуватися для дослідження ефективності бойового застосування БпАК. Незважаючи на значну кількість публікацій, що присвячені застосуванню БпАК, жодна з них не розглядає питання підготовки особового складу вогневих підрозділів і екіпажів БпАК. Автори інших публікацій концентрують свою увагу на різноманітних аспектах створення моделей і методики, вибору типів розвідувальних БпАК та способів їх застосування, доводять, що використання БпАК здатне суттєво покращити бойову ефективність артилерійських підрозділів. Разом із тим, проблема візуалізації процесу підготовки (тренування) особового складу в умовах наближених до реальної динаміки бою залишається

не вирішеною.

Отже, одним із завдань дослідження, є створення віртуального мінометного тренажерного комплексу (складової частини діючого віртуального комплексу) з необхідним навчальним контентом, який забезпечить набуття практичних навичок особовим складом підрозділів РВК.

Мета статті – проведення аналізу процесів функціонування мінометної обслуги та розгляд підходу стосовно створення віртуальних тренажерних комплексів (3D моделей) для практичної підготовки особового складу вогневого підрозділу у складі розвідувально-вогневого комплексу.

Виклад основного матеріалу дослідження

Відомо, що застосування віртуальних тренажерних комплексів впливає на якість знань та їх тривалість, точність визначення координат цілей, час виконання бойового завдання, витрату боєприпасів та безпеку особового складу в бойовій обстановці. Недостатність практичних навичок (бойового досвіду), відсутність в достатній кількості навчальних стрільб, знань та умінь з експлуатації штатних зразків озброєння та військової техніки (далі – ОВТ), призвели до

матеріально-технічних та людських втрат. Так само, недостатня підготовка навідників призводила до значного відхилення розривів снарядів (мін) від цілі. У контексті викладеного, заходи щодо підвищення якості навчання з точки зору вдосконалення практичних навичок, умінь швидко й правильно оцінювати обстановку та приймати рішення, потребують інноваційних підходів до методів практичної підготовки.

Для забезпечення високої якості навчання спеціалістів, що працюють у складі РВК, важливою умовою є навчальна матеріально-технічна база навчальних центрів, військових частин (підрозділів), що дозволяють максимально відобразити реальні умови бойових дій, змодельовати конструктивні процеси артилерійського озброєння або тренажера, але все це потребує значних матеріальних витрат. З метою формування у військовиків практичних умінь і навичок в умовах, що наближені до бойових, пропонується створити віртуалізацію процесу підготовки мінометної обслуги та операторів (пілотів) БпАК, які є складовою частиною РВК. Виходячи з цього, доцільно подати весь комплекс робіт складових РВК у вигляді схеми алгоритму дії кожного суб'єкта (рис. 1).

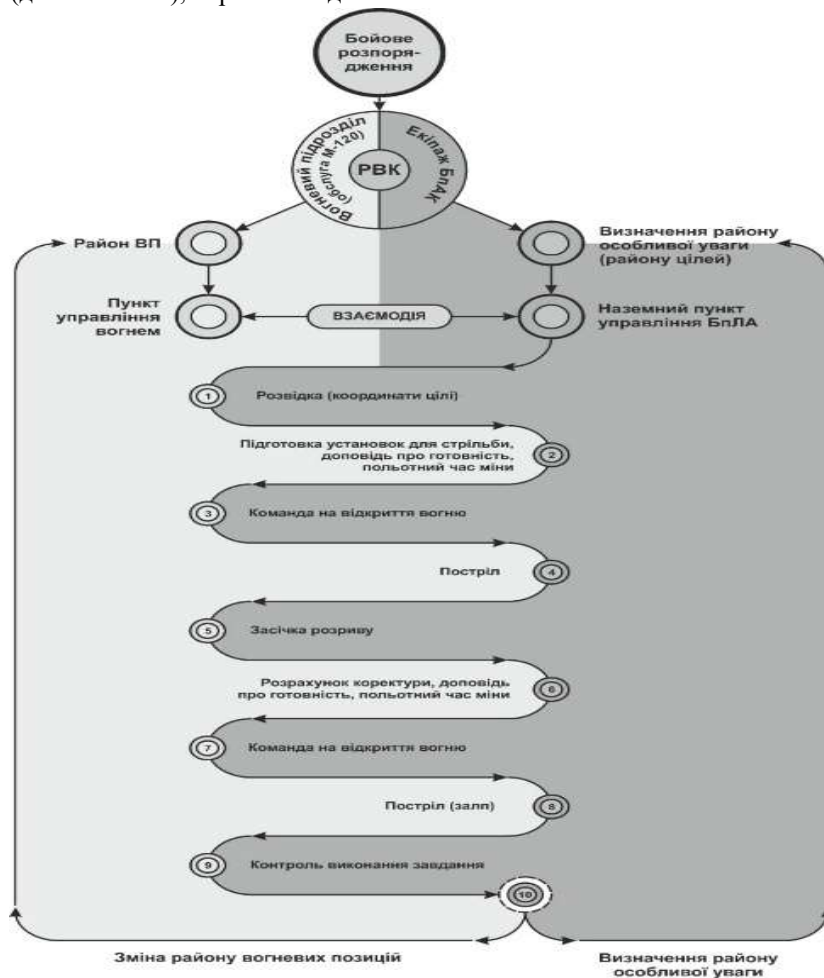


Рисунок 1 – Схема алгоритму дій складових розвідувально-вогневого комплексу

У межах статті неможливо описати дії всіх складових РВК, що наведені на рис. 1. Для досягнення мети статті спочатку потрібно вирішити загальні проблеми підготовки основних суб'єктів РВК у процесі виконання вогневого

завдання. Отже, з рисунку 1 видно, що до РВК входять дві основні складові: вогневий підрозділ та екіпаж БпАК. Функціональну схему процесу взаємодії складових РВК наведено на рис. 2.

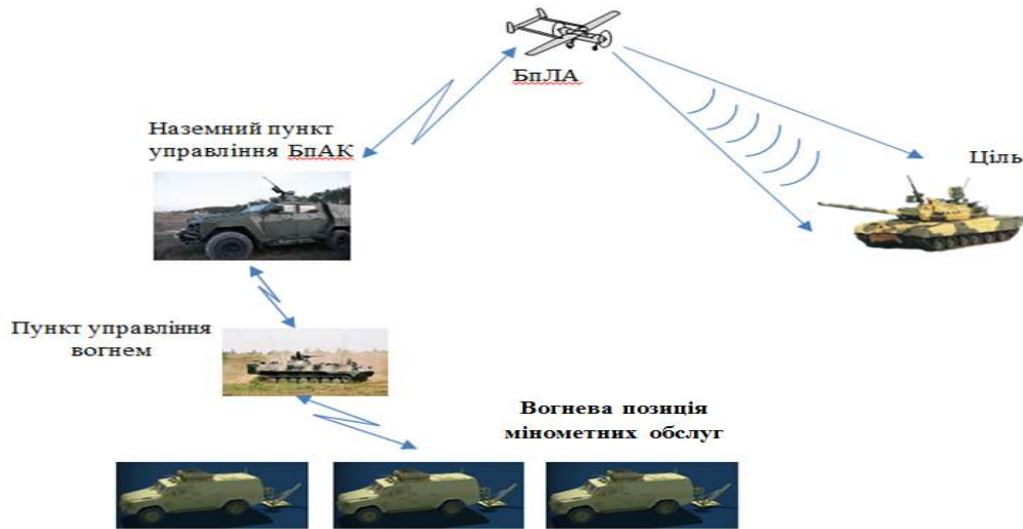


Рисунок 2 – Функціональна схема взаємодії складових розвідувально-вогневого комплексу

Аналіз рисунків 1, 2 свідчить, що основну роль у процесі виконання вогневого завдання відіграє стійка взаємодія двох суб'єктів РВК – командира артилерійського підрозділу і командира (оператора) екіпажу БпАК. Зокрема, кожен суб'єкт виконує суттєвий обсяг робіт щодо забезпечення виконання поставленого завдання.

Переважно це стосується командира артилерійського підрозділу, йому потрібно установити або уточнити відомості щодо розташування цілі (противника), тривалість польоту БпАК, завдання вогневого підрозділу і основний напрямок стрільби, низку інших параметрів, що необхідні для успішної бойової роботи.

Щодо командира екіпажу БпАК, то основні його дії є такими: визначати місце розташування наземного (маневреного) пункту управління БпАК та району особливої уваги (району цілей); організувати взаємодію з пунктом управління

вогнем (далі – ПУВ); проводити повітряну розвідку та визначати координати цілей; надавати команди на ПУВ стосовно відкриття вогню; проводити засічку розривів та контроль виконання вогневого завдання.

З огляду на вищенаведений обсяг завдань суб'єктів РВК, впливає необхідність розділити їх підготовку на два етапи: підготовку артилерійського підрозділу і підготовку екіпажу БпАК, та розглянути її у двох окремих статтях. Для навчання обслуги мінометного підрозділу, пропонується розробити структурно-функціональну схему із взаємозв'язками між номерами обслуги та з їхніми програмними засобами. На наш погляд, для навчання доцільно залучити чотири номери обслуги: командира гамати; навідника; заряджальника; снарядного. Тоді спрощена структурно-функціональна схема підготовки обслуги міномета буде мати вигляд, зображеного на рис. 3.



Рисунок 3 – Спрощена структурно-функціональна схема підготовки обслуги міномета

Далі у підготовці номерів обслуги передбачено розроблення переліку завдань (тестів) для кожного номера. Вони мають містити: основний навчальний матеріал з будови зразка озброєння, прицільних пристроїв, боєприпасів, основ бойової роботи та

заходів маскування і безпеки. Кожен номер обслуги завжди може знайти свої обов'язки у своїй папці на сервері, а інструктор повинен мати еталонні відповіді на кожне завдання (тест). Приклади завдань для номерів обслуги наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Приклади завдань для номерів обслуги міномета (варіант)

Командир міномета	1-й номер	2-й номер	3-й номер
	Навідник	Заряджальник	Снарядний
Отримує команду на відкриття вогню від командира взводу, записує її в блокнот (бланк стрільби). Стріляти першому, по цілі 20, піхота в укритті уламково-фугасною, заряд четвертий, підривник сповільнений, приціл 8–40, кутомір 30–40, наводити в основну, віяло скупчене першому, одна міна, зарядити.	Робить установку кутів виробу МПМ-44М (МП-46М), що скомандували, вимовляє вголос остаточні установки: приціл 8–40, кутомір 30–40, підйомним механізмом виводить бульбашку подовжнього рівня на середину і поворотним механізмом поєднує вертикальну нитку перехрестя сітки візюру з точкою наведення, утримуючи водночас бульбашку подовжнього рівня на середині. За допомогою механізму горизонтування утримує постійно бульбашку поперечного рівня на середині.	Перевіряє роботу механізму від подвійного заряджання приймає міну від 3-го номера, знімає ковпачок із детонатора, вводить міну стабілізатором у дульну частину і, втопивши це, приблизно, до центруючого паска, спускає.	Повторює заряд, що скомандував командир, і навішує відповідну кількість пакетів металюного заряду або пакет далекоюбійного металюного заряду на трубку стабілізатора, перевіряє наявність основного металюного заряду, готує вказану кількість хвилин.

Створення відповідного навчального контенту, зазначеного вище, пропонується розділити на два етапи (рис. 4).

Вибір змісту і послідовності навчального контенту (створення бази даних) пропонується проводити за схемою, що наведена на рисунку 5.

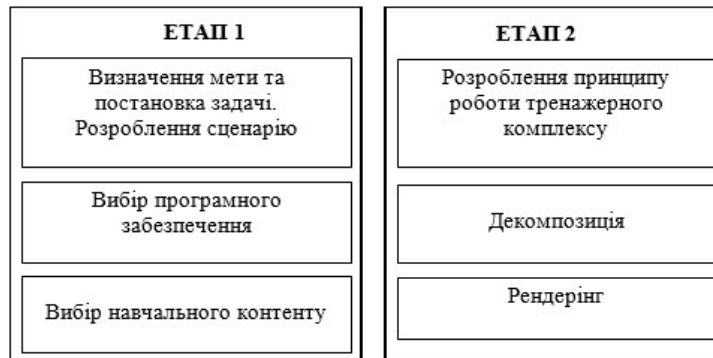


Рисунок 4 – Етапи створення бази даних для візуалізації підготовки обслуги

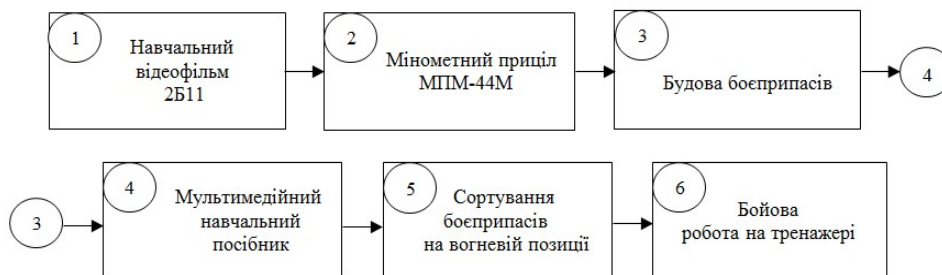


Рисунок 5 – Послідовність вибору змісту навчального контенту

Найбільш інформаційним і складним процесом у реалізації зазначених етапів буде віртуалізація процесу роботи номерів обслуги. Тому доцільно послідовно розглянути фрагменти віртуалізації роботи кожного номера обслуги. Так, наприклад, після оброблення даних від інструктора, командир відпрацьовує відповідну команду і подає її для

обслуги (рис. 6).

Для навідника, як найважливішого номера обслуги, від якого залежить точність стрільби, розроблений відеофільм на основі 3D моделювання щодо будови та дії механізмів прицілу МПМ-44М, порядку користування шкалами, наведення ствола міномета тощо (рис. 8).

Стріляти першому, по цілі 20, піхота в укритті, уламково-фугасною, заряд четвертий, підричник сповільнений, приціл 8-40, кутомір 30-40, наводити в основну, віяло скупчене, першому, одна міна, зарядити

Рисунок 6 – Приклад подачі команди командиром

Аналогічно снарядний (установник) і заряджальник, використовуючи дані сервера, відпрацьовують свої питання, удосконалюють віртуально власні практичні навички. Фрагменти будови боеприпасів, складання зарядів, установа підричника для установника (снарядного) наведені на рис. 9 (а, б, в) і для заряджальника рис. 9 (г, д, е) відповідно. Після отримання стійких первинних навичок на віртуальному тренажері, кожен член обслуги відпрацьовує власні операції відповідно до діючих нормативів.

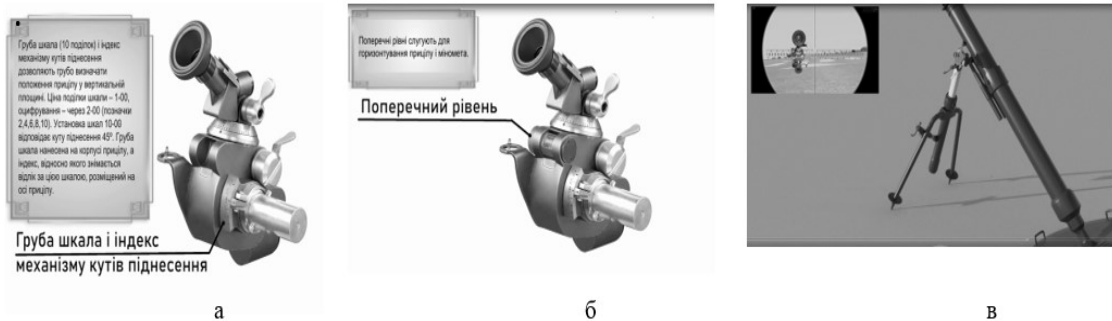


Рисунок 8 – Фрагменти відеофільму «Мінометний приціл МПМ-44М»: а, б – будова прицілу; в – наведення ствола міномета

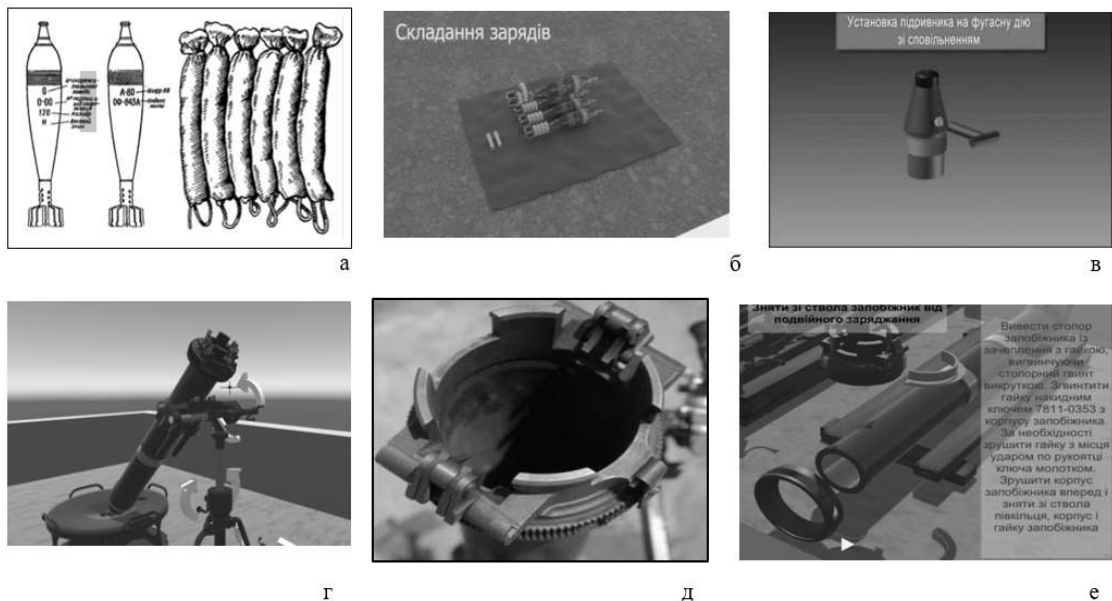


Рисунок 9 – Фрагменти відеофільму Навчальний відеофільм 2Б11”

Висновки і перспективи подальших досліджень

Аналіз алгоритму дії складових розвідувально-вогневого комплексу, а саме мінометної обслуги, дозволив чітко виокремити обсяг функціональних завдань та розробити структурно-функціональну схему підготовки обслуги міномета. Також у статті, на основі переліку завдань (тестів) для кожного номера обслуги визначено зміст навчального контенту (створення бази даних) для наступної віртуалізації процесу роботи номерів обслуги.

Варто зазначити, що запропонована

послідовність підбору навчального контенту і його віртуалізація забезпечують створення віртуального тренажера комплексу для підготовки мінометної обслуги. Його впровадження є важливим та перспективним кроком у покращенні процесу підготовки особового складу вогневого підрозділу, який виконує завдання в складі розвідувально-вогневого комплексу, забезпечує якісну підготовку мінометної обслуги у стислі терміни, стає інструментом для аналізу нештатних ситуацій, які можливі під час бойової роботи з урахуванням багатьох факторів. Це обумовлюється можливістю

реалістичної візуалізації процесу функціонування зразка озброєння і військової техніки та ситуацій, що пов'язані із взаємодією з іншою складовою розвідувально-вогневого комплексу – екіпажем безпілотного авіаційного комплексу.

Слід зауважити, що проблема подальшого удосконалення системи підготовки особового складу вогневого підрозділу і екіпажу безпілотного авіаційного комплексу, які входять до складу розвідувально-вогневого комплексу, у сучасних

умовах стоїть досить гостро, актуально та потребує комплексного підходу на основі сучасних методів досліджень і новітніх інформаційних технологій.

Подальші наукові дослідження вбачаються у віртуалізації процесів функціонування екіпажів безпілотних авіаційних комплексів, удосконаленні методів і способів їх практичної підготовки, взаємодії з мінометною обслугою під час бойової роботи на кожному етапі застосування розвідувально-вогневого комплексу.

Список бібліографічних посилань

1. Марченко А. О., Немченко В. Л. Організація та ведення повітряної розвідки безпілотними авіаційними комплексами тактичних класів. Навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. 65 с.
2. Головченко О., Іщенко О., Линок Н. Здобуті уроки ведення бойових дій артилерійськими підрозділами в ході збройного конфлікту на Сході України за аспектом живучості в 2014–2015 роках. *Воєнно-історичний вісник*. 2021. № 1 (39). С. 82–96.
3. Лупандін В. А., Мегельбей Г. В., Мацько О. Й., Куртсеїгов Т. Л., Міроненко П. О. Основні тенденції створення та застосування груп безпілотних літальних апаратів. *Наука і техніка Повітряних сил Збройних сил України*. 2019. №2 (35). С. 88–96.
4. Стешенко П. М. Математична

модель для оцінювання ефективності бойового застосування розвідувальних безпілотних авіаційних комплексів. *Озброєння та військова техніка*. 2016. № 2(10). С. 26–28.
5. Репіло Ю. Є., Головченко О. В. Модель ведення бойових дій артилерійськими підрозділами під час вогневої підтримки у ході ведення наступальних дій. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2021. № 1 (40). С. 153–162.
6. Репіло Ю. Є., Іщенко О. В. Модель застосування безпілотних авіаційних комплексів в інтересах виконання вогневих завдань артилерією в збройних конфліктах. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2022. № 3 (45). С. 83–90..

VIRTUALIZATION OF THE PROCESS OF TRAINING A MORTAR CREW AS AN ELEMENT OF THE RECONNAISSANCE AND FIRE COMPLEX

Chopa Dmytro (Candidate of technical sciences, Senior Research Fellow)¹

Derevianchuk Anatolii (Candidate of technical sciences, professor)²

Moskalenko Denis²

Ishchenko Valery³

¹ *National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

² *Sumy State University, Sumy, Ukraine*

³ *Artillery Research Center, Sumy, Ukraine*

Formulation of the problem in general. *The integration of unmanned aerial systems into the combat operations of artillery units requires appropriate training of both the personnel of the fire unit and the crew of the unmanned aerial system. The purpose of the article is, based on an analysis of the functioning processes of mortar service, to consider an approach to the virtualization of certain processes using 3D modeling technologies, the creation of virtual training complexes for practical training of mortar crew personnel as part of the reconnaissance and fire complex. When conducting the research, the following methods were used: analysis, systematization, improvement, justification, evaluation, 3D modeling. This methodological approach made it possible to develop a diagram of the algorithm for the operation of a component of the reconnaissance and fire complex, namely the fire unit's staff, which makes it possible to clearly present the scope of the functional tasks of the main subjects of the fire unit and visualize the process of each operation. The authors of the article proposed a sequence for selecting educational content and its visualization, which ensures high-quality preparation of mortar services in a short time. The results of the study will ensure an increase in the efficiency of the training process for both military personnel in training centers, as well as university cadets and students of the Department of reserve officers training; will help improve the level of mastery of educational material, consolidate practical skills and make the right decisions in emergency situations.*

Analysis of recent researches and publications. *Despite the considerable number of publications devoted to the use of unmanned aerial vehicle (UAV), none of them considers the issue of training personnel of fire units and crews of UAV. The authors of other publications focus their attention on various aspects of creating models and methods, choosing types of reconnaissance UAV and methods of their use, proving that the use of UAV can significantly improve the combat effectiveness of artillery units. At the same time, the problem of visualizing the process of training (training) personnel in conditions close to the real dynamics of combat remains unsolved.*

Presenting the main material. To ensure high quality training for specialists performing tasks as part of the reconnaissance and fire complex, an important condition is the training material and technical base of training centers, military units (units), which make it possible to maximally reflect the real conditions of combat operations, simulate the constructive processes of artillery weapons or a simulator, but all this requires significant material costs. In the article, with the aim of developing practical skills among military personnel in conditions close to combat, it is proposed to create a virtualization of the process of training mortar service and operators (pilots) of UAV, which are an integral part of the reconnaissance and fire complex.

Elements of scientific novelty. For the practical training of the crew of the mortar unit, a structural and functional scheme with relationships between the numbers of the service personnel and their software is proposed. A scheme is proposed for selecting the content and sequence of educational content (creating a database). An approach to virtualization of the activity of each crew member is proposed.

Practical significance of the article. The use of computer virtualization of the work process of service numbers is an important and promising step in improving the process of training personnel performing tasks as part of the reconnaissance and fire complex. Virtualization of the process of each operation allows the instructor to control their actions during practical training activities. The introduction of a complex mortar training simulator becomes a tool for analyzing emergency situations that are possible during combat activity and allows studying abnormal phenomena "on the battlefield" taking into account many factors.

Conclusion and the perspectives of future researches. The problems of further improving the training system for personnel of the fire unit and the crew of the UAV, which are part of the reconnaissance and fire complex, in modern warfare are quite acute, relevant and require an integrated approach based on modern research methods and the latest information technologies. Further scientific research is seen in the virtualization of the functioning processes of UAV crews, improvement of methods and methods of their practical training, interaction with mortar servants during combat work at each stage of the use of reconnaissance and fire complex.

Key words: mortar crew, crew of an unmanned aircraft complex, 3D models, virtual training complex.

References

1. Marchenko, A., Nemchenko, V., (2021). Organization and conduct of aerial reconnaissance by unmanned aerial systems of tactical classes. *Navch. posib.* Kyiv : NTUU «KPI im. Ihorya Sikors'koho», 65.
2. Golovchenko, O., Ishchenko, O., Lynok, N., (2021). Lessons learned in conducting combat operations by artillery units during the armed conflict in Eastern Ukraine in terms of survivability in 2014–2015. *Voienno-istorychnyi visnyk.* 1 (39), 82-96.
3. Lupandin, V. A., Megelbey, G. V., Matsko, O. Y., Kurtseitov, T. L., Mironenko, P. O., (2019). The main trends in the creation and use of groups of unmanned aerial vehicles. *Nauka i tekhnika Povitrianykh syl Zbroinykh syl Ukrainy.* 2 (35), 88-96.
4. Steshenko, P. M., (2016). A mathematical model for evaluating the effectiveness of the combat use of reconnaissance unmanned aerial systems. *Ozbroiennia ta viiskova tekhnika.* Kyiv. 2 (10), 26–28.
5. Repilo, Y. E., Golovchenko, O. V., (2021). Model of conducting combat operations by artillery units during fire support during offensive operations. *Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony.* 1 (40), 153–162.
6. Repilo, Yu. E., Ishchenko, O. V., (2022). A model of the use of unmanned aircraft systems in the interests of the execution of fire missions by artillery in armed conflicts. *Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony.* 3 (45), 83–90.