

Олексій Анатолійович Кільменінов (кандидат технічних наук)

Ярослав Вячеславович Мельник

Дмитро Анатолійович Чопа (кандидат технічних наук, с.н.с.)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ JCATS ДЛЯ ОБГРУНТУВАННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

В статті авторами проведений аналіз існуючих підходів щодо формування тактико-технічних вимог, які висуваються до перспективних (тих, що модернізуються) зразків ОВТ. Враховуючи значну роль імітаційного моделювання в ході супроводження науко-дослідних та дослідно-конструкторських робіт під час створення нових (тих що модернізуються) зразків ОВТ було проаналізовано можливості системи імітаційного моделювання бойових дій (СІМ) JCATS. Результати аналізу структури та змісту складових бази даних СІМ JCATS дозволили визначити підходи до формування вихідних даних для створення обрисів перспективних (тих, що модернізуються) зразків ОВТ в імітаційному середовищі. Були визначені показники і критерії в базі даних СІМ JCATS, які відповідають показникам і критеріям, що формують обрис реальних зразків ОВТ та сформульовані підходи щодо використання їх для обґрунтування тактико-технічних вимог, що висуваються до перспективних (тих, що модернізуються) зразків ОВТ.

В статті на прикладі окремого зразка ОВТ (стрілецька зброя) було надано порядок формування бази даних СІМ JCATS для певного типу боєприпасу та отримання результатів впливу боєприпасу по цілі. Також наведений порядок створення бази даних для артилерійських боєприпасів та можливості оцінки ефективності їх дії по цілі.

Ключові слова: *система імітаційного моделювання бойових дій, тактико-технічні вимоги до перспективних зразків ОВТ, диференційні рівняння Ланчестера, метод Монте-Карло, ймовірність влучення та ураження.*

Вступ

Озброєння та військова техніка (ОВТ) складають головний матеріальний компонент воєнної могутності держави. Відповідно розвиток ОВТ є однією з головних умов, що визначають рівень боєздатності сучасної армії.

Розроблення перспективних зразків ОВТ проводиться відповідно до завдань, що характерні для виду озброєння, умов їх виконання та врахування можливостей військово-промислового комплексу.

Відповідність зразків ОВТ завданням, що на них покладені, забезпечуються сукупністю їх властивостей і характеризують якість матеріальної складової бойового потенціалу частини (підрозділу).

Кількісно-якісним відображенням властивостей зразків ОВТ є їх тактико-технічні характеристики (ТТХ). Від повноти переліку та обґрунтування їх рівня прямо залежать бойові якості перспективних зразків.

Постановка проблеми. Під час розроблення тактико-технічного завдання зі створення зразка ОВТ необхідно обґрунтувати вибір оцінних критеріїв та їх значення, а саме: призначення

зразка, принципи його дії, місце в загальній системі озброєння і т.і.

На сучасному етапі значно зросла роль імітаційного моделювання в ході супроводження науко-дослідних та дослідно-конструкторських робіт для воєнного сектору. Це обумовлено наступними обставинами.

По-перше, на початкових етапах розроблення неможливо використовувати реальне середовище для оцінки його впливу на зразок ОВТ, що проєктується.

По-друге, вартість створення реального середовища на наступних етапах дуже висока.

Слід зазначити, що створення віртуального середовища імітаційного моделювання повинно випереджати розроблення зразка ОВТ. Це забезпечить доцільність створення (модернізації), формування обґрунтованого тактико-технічне завдання (ТТЗ), значно скоротить витрати та час на розроблення, забезпечить високу якість функціонування зразка ОВТ, що розроблюється.

По-третє, деякі вимоги, що визначені в ТТЗ, неможливо перевірити в реальному середовищі внаслідок відсутності реального середовища або

неможливості забезпечення необхідного рівня безпеки.

Мета статті - аналіз можливості використання засобу імітаційного моделювання бойових дій JCATS для оцінки тактико-технічних вимог до перспективних (тих, що модернізуються) зразків ОВТ.

Виклад основного матеріалу дослідження

За результатами проведеного аналізу існуючих на сьогоднішній день підходів до моделювання бойових дій [1] можна зазначити, як правило, вони основані на використанні апарату Марківських випадкових процесів та методу динаміки середніх. Зазначені методи дозволяють досліджувати динаміку зміни чисельності протидіючих сторін, формалізувати процеси функціонування однотипних зразків ОВТ, надавати оцінку окремим показникам їх бойових можливостей, а також проводити комплексну оцінку бойової ефективності окремих однотипних зразків ОВТ.

Разом з тим існуючі підходи мають ряд суттєвих недоліків.

По-перше, є ряд припущень, що знижують адекватність отриманих результатів. До таких припущень відносяться: використання коефіцієнтів розмірності для однотипних зразків ОВТ; оперування усередненими за вірогідністю різноманітних умов застосування показників (бойових потенціалів), які не дозволяють враховувати вплив конкретних умов бойового застосування (протидія противника, фізико-географічні умови, пору року та час доби) на швидкість переміщення, вірогідність виявлення та ураження цілей, обмеження щодо стану об'єкту, в яких він може знаходитись та інше.

До того ж існуючі аналітичні моделі потребують в якості вихідних даних критерії, які важко визначити в умовах сьогодення. Ці труднощі пов'язані з неможливістю (або обмеженою можливістю) проведення натурних випробувань і прямого виміру параметрів, недостатньою точністю вихідних даних, яку реально можливо зібрати за обмежений час.

Зазначене робить практично неможливим:

визначення вірогідності переходу системи з одного стану в інший (щільність вірогідності переходу) в моделях випадкового процесу з дискретним станом та безперервним часом, побудованого з використанням апарату Марківських випадкових процесів;

визначення інтенсивності потоків випадків, які переводять елемент системи з одного стану в інший та залежать від кількості випадкових станів, що не дозволяє скласти диференціальні рівняння динаміки середніх;

оцінку впливу окремих факторів та характеристик на кінцевий результат ситуації, що моделюється, а також оцінку варіантів отриманих результатів;

оцінку ступеня виконання поставлених завдань;

По-друге, переважна кількість існуючих моделей недостатньо реалізовані в програмному середовищі. Моделі, що реалізовано, зазвичай, не мають між собою функціональних та логічних зв'язків, інформаційно та технічно не сумісних.

По-третє, вони не дозволяють достатньо врахувати особливості системного застосування сил та засобів і можуть бути використані тільки для рішення специфічних, часткових завдань досліджень.

Вказані обставини свідчать про обмеження можливостей застосування існуючих підходів до моделювання бойових дій та необхідності переходу від автономного моделювання до мережевого, яке надає більш ширші можливості для реалізації системного підходу, застосування математичних методів і сучасної обчислювальної техніки під час дослідження складних процесів.

Сучасні досягнення в області інформаційних технологій, збільшення можливостей обчислювальної техніки, динамічний розвиток технологій програмування та моделювання відкрили можливості для опису і дослідження процесів функціонування різноманітних складних систем, у тому числі військового призначення. Провідну роль займає розподілене імітаційне моделювання, яке на відміну від інших методів практично не має обмежень [2] і дозволяє:

Відтворювати застосування сил та засобів протидіючих сторін з можливістю обліку впливу багатьох факторів, притаманних реальним процесам, і взаємодії між силами і засобами; одночасного дослідження процесів на різних рівнях деталізації.

В поєднанні з графічним інтерфейсом забезпечити наочність ведення віртуальної збройної боротьби. Впровадження креативного інтерактивного графічного інтерфейсу дає можливість користувачам втручатись в процес моделювання з метою змін або корегування дій як своїх сил, так і сил противника. Це дозволяє визначити найбільш ефективні засоби для ведення збройної боротьби та способи їх застосування.

Зазначені обставини сприяли створенню конструктивних систем моделювання – інтерактивних систем, в яких об'єкти та процеси їх функціонування представлені за допомогою математичного (алгоритмічного) опису та відповідного програмного забезпечення. Однією з таких систем є система імітаційного моделювання бойових дій (СІМ) JCATS – Joint Conflict and Tactical Simulation.

В СІМ JCATS реалізована об'єктно-орієнтовна архітектура моделей, яка забезпечує модульність та достатню гнучкість. Це дозволяє спростити процеси створення різноманітних за складністю комплексів моделей типових бойових ситуацій із моделей функціонування окремих зразків (солдат, танк, БПЛА, автомат, літак, корабель тощо).

Відповідність CIM JCATS стандартам архітектури високого рівня (HLA-High Level Architecture) і розподіленого моделювання (DIS-Distributed Simulation) дозволяє забезпечити взаємозв'язок на рівні окремих моделей, підвищити ефективність взаємодії різнотипних моделей на етапах розроблення або вдосконалення різнотипних комплексів моделей та їх функціонування.

З точки зору використання математичного апарату для формалізованого опису процесів ведення збройної боротьби CIM JCATS являє собою дворівневу ієрархічну модель.

Перший рівень - деталізований опис взаємодії на рівні окремих об'єктів з використанням метода Монте-Карло.

При цьому враховується склад і тактико-технічні характеристики ОВТ, засобів прицілювання, типи боєприпасів та їх здатність ураження, габаритні розміри об'єктів, діапазони швидкісних характеристик техніки, характеристики місцевості, дорожніх та погодних умов, пори року, час доби, стан особового складу, рівень його підготовки.

Другий рівень - опис взаємодії на рівні організаційних одиниць, які представлені в системі як агреговані системи, з використанням диференціальних рівнянь Ланчестера.

Для опису першого та другого рівня в CIM JCATS створюється база даних ОВТ. В базі даних формуються взаємозв'язки між боєприпасами (їх

властивості щодо нанесення ураження) та групами цілей, по яких ці боєприпаси можуть застосовуватись. [5]

В статті буде проведений аналіз певних складових бази даних CIM JCATS та розглянутий процес формування бази даних окремих зразків ОВТ, тому що саме в базі даних закладаються ймовірнісні показники, значення яких впливають на тактико-технічні характеристики конкретного зразка озброєння (боєприпаса). Результати моделювання функціонування зразка ОВТ у віртуальному середовищі (в ході розіграшу тактичного епізоду), дозволять кількісно обґрунтувати тактико-технічні вимоги до перспективного зразка ОВТ.

На рис. 2.1 представлено загальний вигляд редактора баз даних CIM JCATS. Алгоритм створення баз даних складається з чіткої послідовності.

Першим кроком створюється боєприпас (рис.2.2), описуються всі його властивості (рис. 2.3), такі як: вид боєприпаса, приналежність до конкретного виду або типу озброєння, його балістичних характеристик, характеристики руйнівної здатності.

Створивши та описавши боєприпас в базі даних необхідно визначити ймовірнісні характеристики цього боєприпаса.

Ці ймовірнісні характеристики заповнюються у відповідних таблицях і називаються таблицями Ph і Pk. (рис. 2.4, 2.5)

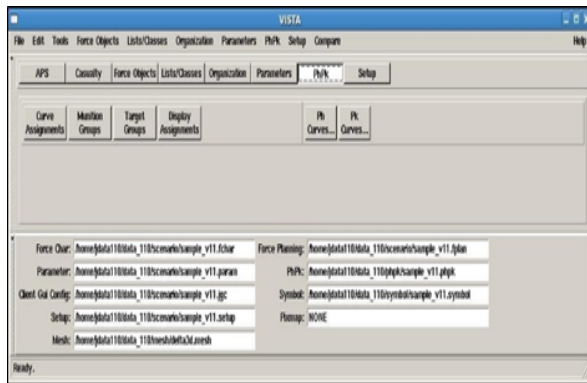


Рис. 2.1 Редактор створення баз даних в імітаційному середовищі

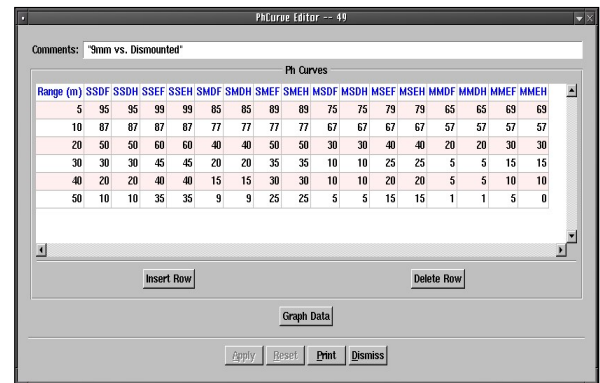


Рис. 2.2 Редактор створення боєприпасів Munition Groups Editor

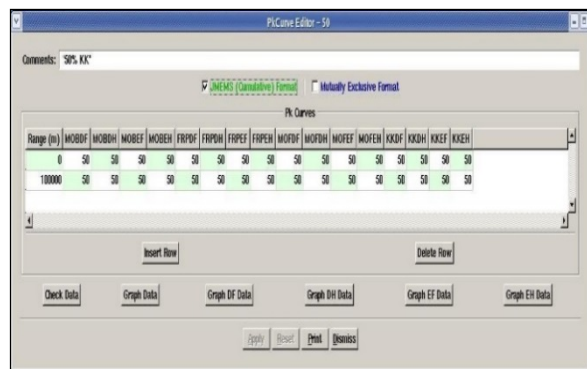


Рис. 2.3 Редактор властивостей боєприпасів руйнівної здатності.

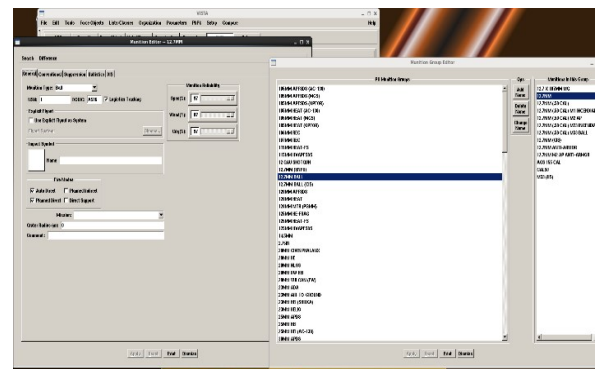


Рис. 2.4 Редактор ймовірності Ph боєприпасу

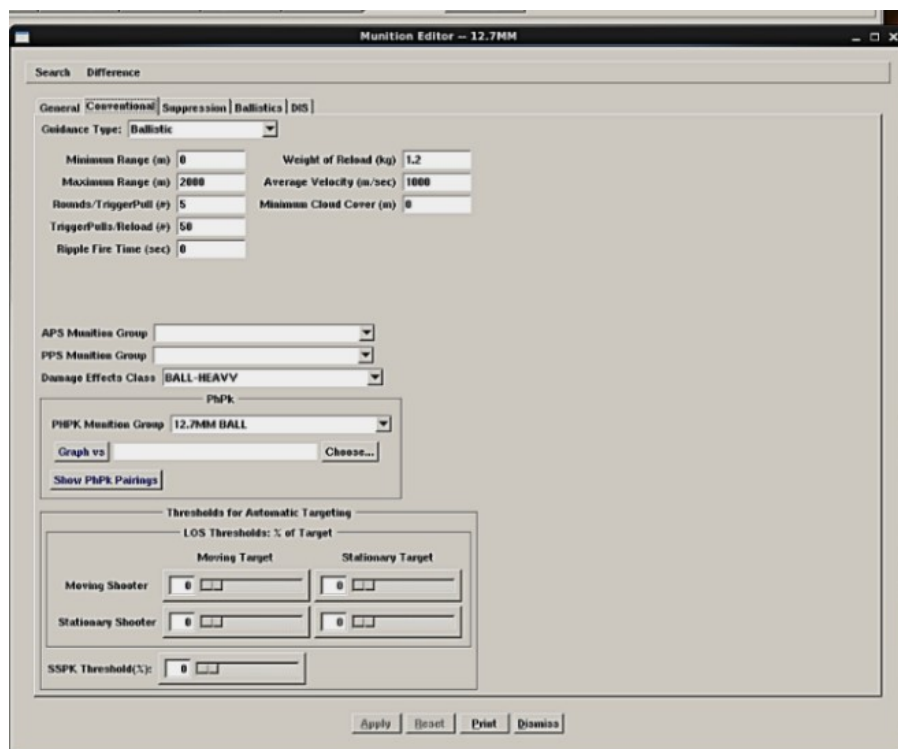


Рис. 2.5 Редактор ймовірності Рк боеприпаса

Таблиця Ph визначає ймовірнісні балістичні показники боеприпаса, тобто то, це ймовірність влучного пострілу даним боеприпасом на відстань по цілі, при чому, ймовірність вказується для кожного стану цілі та стану об'єкта, з якого зроблено постріл цим боеприпасом. Розглянемо всі значення, які заносяться в таблиці:

Значення стану об'єкту, що здійснює постріл:

- S (Stationary) - об'єкт нерухомий;
- M (Moving) - об'єкт знаходиться в русі;

Значення стану цілі:

- S (Stationary) - ціль нерухома;
- M (Moving) - ціль рухається;

Значення стану захисту цілі:

- E (Exposed) - схильна до впливу;
- D (Defilade) - знаходиться в укритті;

Значення кутів влучення боеприпаса в ціль:

- H (Head) - боеприпас потрапляє в ціль під кутом 90 градусів (лобовий постріл);
- F (Flank) - боеприпас потрапляє в ціль під іншими кутами (постріли з флангу);

Наприклад: SSDH - постріл з автомату АК-74 кулею калібра 5,45-мм з місця (S) по людині, яка не рухається (S) в окопі (D) прямо перед стрільцем (H) і далі вибираємо дистанцію пострілу з таблиці.

Заповнивши цю таблицю для конкретного боеприпаса, ми отримаємо реальні ймовірнісні балістичні показники в імітаційному середовищі. Цю інформацію можливо отримати з балістичних випробувань реального зразка, або з полігонних випробувань, або з конструкторсько-технічної документації щодо конкретного зразка боеприпаса чи зразка озброєння. Аналогічно можна отримати інформацію про вогневу потужність, яку має боеприпас в залежності від дистанції пострілу.

Саме це і відображає друга таблиця Рк, іншими словами, в імітаційному середовищі ймовірнісні показники таблиці Рк відображають стан цілі після влучного пострілу. В імітаційному середовищі розробники визначили наступний перелік станів:

Чотири стани цілі після влучання:

- Mob (Mobility Kill) - ціль не може рухатись;
- Frp (Firepower Kill) - повне знищення цілі.

Дві умови стану цілі в момент влучання боеприпаса:

- E (Exposed) - ціль не захищена;
- D (Defilade) - ціль захищена (має бронезахист, укрита, в окопі тощо).

Дві умови влучення боеприпаса в ціль:

- H (Head) - постріл з лінії прямого вогню;
- F (Flank) - постріл з флангів.

Наприклад: ККЕН - повне знищення цілі (КК), яка перебувала без захисту (E), постріл був зроблений з лінії прямого вогню (H).

Створивши боеприпас з усіма ймовірнісними показниками цей боеприпас "прив'язується" до конкретного виду озброєння. Це робиться у відповідному редакторі Munition Group editor (рис. 2.6). Це перший і основний етап створення бази даних для імітаційного середовища. Після створення всіх типів озброєння, які будуть брати участь в майбутньому експерименті необхідно створити групи цілей для цього озброєння.

Суть цього процесу полягає в "прив'язці" конкретного типу або зразка озброєння до конкретної групи цілей, тому що ймовірність ураження різних груп цілей з одного і того ж типу озброєння буде різна. Тому розробники СІМ JCATS врахували цей факт під час розроблення системи.

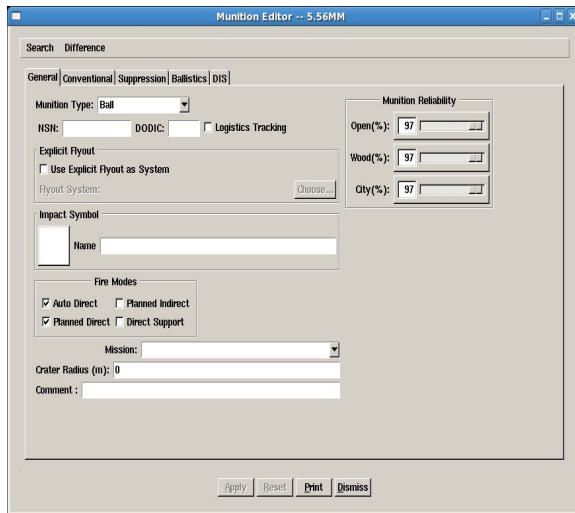


Рис. 2.6 Редактор озброєння

Створивши в базі даних, наприклад, патрон калібром 5,45-мм та “прив’язавши” його до автомату АК-74 окремо прописуються ймовірності показники для пострілу по живій силі, по автомобілям, легкій броньованій техніці тощо. Це робиться у відповідному редакторі Target Group editor (рис 2.7).

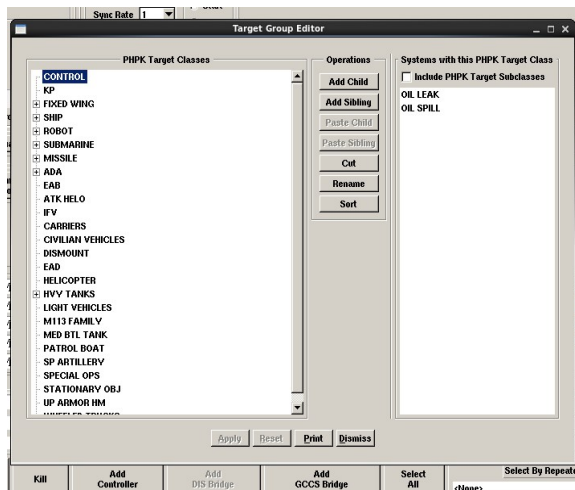


Рис. 2.7 меню редактора цілей

Таким чином, у базі даних імітаційного середовища кожна створена одиниця має свої ймовірнісні балістичні показники для кожного пострілу по конкретній одиниці (цілі).

Розглянемо, як система з цим працює. Як вже було зазначено в SIM JCATS є чотири варіанти знищення цілі, точніше, чотири варіанти стану цілі після влучного пострілу: втрата мобільності (ціль не може рухатись), втрата здатності вести вогонь, втрата здатності вести вогонь та мобільності, повне знищення. Значення описуються ймовірностями цих подій та визначені в значеннях Pk. За допомогою вбудованого в імітаційну систему генератора випадкових чисел, який працює наступним чином:

Нехай MoFPk - ймовірність того, що ціль буде вражена або втратить мобільність, або втратить здатність вести вогонь з врахуванням взаємозв’язку між боеприпасом та цілю, їх станами та дистанцією між ними;

Нехай R - випадкове число від 0 до 1;
Якщо $R < MoF$ система не спрацює;
Якщо $R > MoF$ система подавлена;
Все інше - не має ефекту.

Приклад роботи генератора випадкових чисел під час розіграшу:

Ймовірність Pk враження цілі після влучного пострілу патроном 5,45 мм складає:

$MoB = 45; Frp = 40; MoF = 50; Kk = 1$

R - випадкове число від 0 до 1

Якщо $R > MoF$ ціль не вражено, але потенційно подавлено;

Якщо $R < Kk$ ціль вбито

$[R=0.09: 0.09 < 1 = \text{вбито}]$;

Якщо $(R - Kk) \leq (MoF - Frp)$ - ціль втратила мобільність

$[R=0.15: (0.15 - 1) < (0.50 - 0.40) = 0.05 < 1 = \text{втрата мобільності}]$;

Якщо $R > MoB$ ціль втратила здатність стріляти

$[R=0.46: 0.46 > 0.45 = \text{втрата здатності стріляти}]$;

Все інше - втрата мобільності та здатності стріляти.

На рис. 2.8, 2.9, 2.10 зображені всі можливі результати, якщо постріл в ціль був влучний.

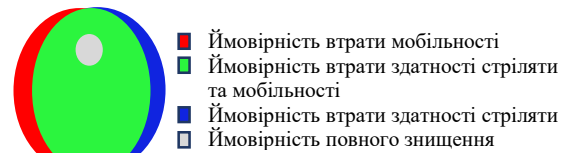


Рис. 2.8 Ілюстрація вибору значень ймовірностей із таблиці Pk

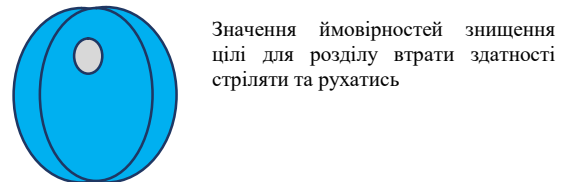


Рис. 2.9 Ілюстрація вибору значень ймовірностей із графі MobFrp таблиці Pk

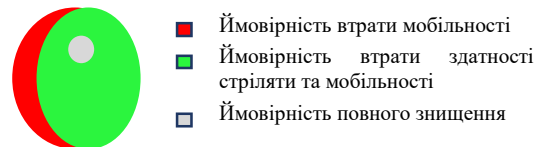


Рис. 2.10 Ілюстрація вибору значень ймовірностей втрати мобільності всіх варіантів із графі Mob таблиці Pk

На рисунку 2.11 проілюстровано, як система здійснює вибір значень ймовірності знищення цілі при умові що в таблиці Pk в графах ймовірність втрати мобільності та втрати здатності стріляти мають або однакові значення або не вказані взагалі.

Так в SIM JCATS створюється вогнепальна зброя, здійснюється прив’язка до конкретних груп цілей. Давайте розглянемо, як створюються артилерійське озброєння.



Варіант роботи системи, якщо значення перших із трьох ймовірнісних значень стану цілі (втрата мобільності, здатності стріляти, втрата мобільності та здатності стріляти) або не визначено або ймовірність однакова. Це призводить до трьох варіантів:

- втрата мобільності та здатності стріляти;
- повне знищення;
- відсутність втрат (біла площа).

Рис. 2.11 Ілюстрація вибору значень ймовірностей повного знищення цілі.

При створенні артилерійських боєприпасів в базі даних CIM JCATS враховуються такі показники як калібр, мінімальна та максимальна дальність польоту боєприпаса, відстань підриву боєприпаса від цілі, ймовірнісні зони ураження (радіуси), ймовірнісні радіуси розльоту уламків та ймовірнісні показники ефективності застосування конкретного виду боєприпаса на місцевості [4] (рис. 2.12).

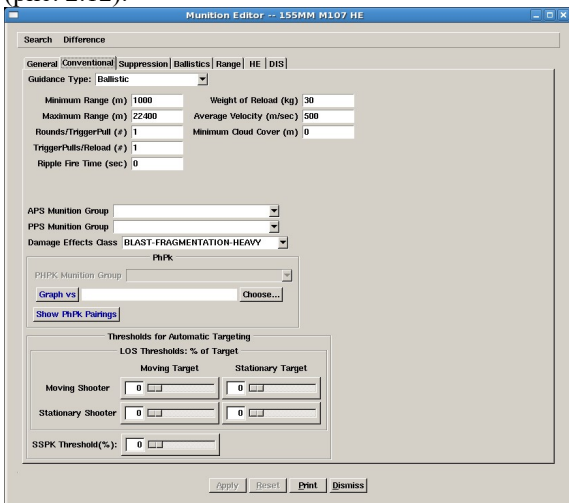


Рис. 2.12 Редактор артилерійських боєприпасів.

CIM JCATS розрізняє три типи або види місцевості, на якій застосовують артилерійські боєприпаси: відкрита місцевість (про рельєф місцевості зараз не йдеться); місто або населений пункт; масив з рослинністю. Для кожного виду місцевості є можливість встановити окремий ймовірнісний показник ефективності. Також окремо визначаються бажані значення придушення цілей, що знаходяться в зоні ураження боєприпаса в залежності від приналежності до класу цілей.

Окремо хочеться зупинитись на вкладці “дистанція” (Range). В цьому розділі доступні значення дальності польоту боєприпаса, часу польоту, кутів прицілювання та влучення, а також балістичних похибок. Значення похибок наведення та балістики є стандартним відхиленням нормального розподілу, а не ймовірною помилкою. Помилка прицілювання застосовується один раз для стрільб з “n” залпів, для того щоб визначити фактичну точку прицілювання з врахуванням впливів атмосферних явищ та деяких відмінностей в боєприпасах. Балістична ж похибка застосовується до кожного пострілу у зв’язку з відмінностями ваги боєприпасів, його розміру, положенню озброєння після пострілу і т.і. (рис. 2.13).

Range (m)	Time of Flight (sec)	Angle of Fall (degrees)	Aiming Error (deflection)	Aiming Error (range)	Ballistic Error (deflection)	Ballistic Error (range)
1000	22	30	5	6	6	42
6100	22	30	5	6	6	42
12200	44	39	7	9	10	64
22400	58	57	7	10	18	100

Рис. 2.13 Таблиця балістичних похибок

Як було зазначено раніше, в CIM JCATS артилерійські боєприпаси розглядаються в двох варіантах: боєприпаси з великою вибухонебезпечною зоною, основою формування якої є кут влучення боєприпаса, та боєприпаси з зональним ефектом, що розглядаються як вибух безпосередньо поблизу цілі. При ураженні систем такими боєприпасами, враховуються алгоритми для визначення впливу боєприпасів на різних типах місцевості. Для кожного з них вказується кут влучення в залежності від дальності пострілу. Такі боєприпаси можуть залишати воронки та призвести до руйнування стін будівель. Траєкторії польоту та кути влучення розраховуються з використанням дальності та часу польоту боєприпаса. Слід зазначити, якщо розрахунковий кут не відповідає значенням мінімального/максимального значення кутів із відповідних значень таблиці HE, CIM JCATS вибирає мінімальне значення (рис. 2.14).

Vulnerability Category	Algorithm	DO	Open 1st	Wood 1st	City 1st	Open 2nd	Wood 2nd	City 2nd	Open 3rd	Wood 3rd	City 3rd	% Mob Kill	% FP Kill	% MobFP Kill	% K Kill
FIXED WING	Carlton	1	3050	1925	2925	5850	2925	4425	3850	2925	5925	25	0	0	75
HELICOPTER	Carlton	1	495	495	495	495	495	495	495	495	495	25	0	0	75
ARMORED VEHICLE	Carlton	1	75	45.5	45.5	75	45.5	45.5	75	45.5	45.5	0	50	0	50
DISMOUNT	Carlton	1	534	267	267	534	267	267	534	267	267	0	100	0	0
Person Exposed	Carlton	1	534	267	267	534	267	267	534	267	267	0	100	0	0
Person Foothole	Carlton	1	2	0.6	0.6	2	0.6	0.6	2	0.6	0.6	0	100	0	0
Person Prone	Carlton	1	103	30.9	30.9	103	30.9	30.9	103	30.9	30.9	0	100	0	0
Person Protected	Carlton	1	2	0.6	0.6	2	0.6	0.6	2	0.6	0.6	0	100	0	0
SWMP	Carlton	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	100
SOFT SKINNED	Carlton	1	70	47	47	70	47	47	70	47	47	50	0	0	50
TANK	Carlton	1	94	56	56	94	56	56	94	56	56	0	0	0	100

Рис. 2.14 Таблиця ймовірнісних балістичних показників для артилерійських боєприпасів.

Зона ураження, або радіус ураження (Lethality Angle). В цих таблицях визначається радіуси зон ураження в залежності від кута влучення для різних типів місцевості. Крім того, з цієї точки обчислюється траєкторія польоту боеприпасу. Це зроблено для того, щоб визначити вплив місцевості на стан, або ймовірність захисту цілі від уламків.

Слід зазначити, що СИМ JCATS використовує два алгоритми для визначення стану цілі після ураження зони артилерією: алгоритм Карлтона; алгоритм Кукке. Перший застосовується при стрільбі по площам, другий застосовується для важких цілей (типу танк). Різниця між ними полягає в радіусах зон ураження та в таблицях PhPk для уламків.

Розглянувши певні етапи створення бази даних деяких зразків ОВТ в СИМ JCATS можна зробити висновки, що для проведення наукових досліджень ефективності застосування ОВТ слід використовувати ймовірнісні показники

Література

1. Купріненко О.М. Методика оцінки воєно-економічної ефективності перспективних типів бойових броньованих машин. Системи озброєння і військова техніка, ЦНДІ ОВТ ЗСУ. Київ 2014, № 4(40). 2. Кучеренко Ю.Ф., Александров С.М., Шубін Є.В., Гузько О.М. Деякі аспекти процесу створення автоматизованої системи спеціального призначення. Системи обробки інформації, Випуск 8 (48) 2005. 3. Макеєв В.І., Вакал А.О., Леганьков І.В. Методи оцінки ефективності бойового застосування зразків

ефективності конкретного боеприпасу, які в СИМ JCATS визначаються у відповідних таблицях PhPk (для вогнепальної зброї) та HE (для артилерійських боеприпасів) та за своєю суттю відображають характеристики вогневих можливостей конкретного зразка ОВТ.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, проаналізувавши структуру бази даних СИМ JCATS, можна зробити висновок про можливість та доцільність використання зазначеного засобу імітаційного моделювання для обґрунтування ТТВ перспективних зразків ОВТ.

Напрямами подальших досліджень будуть створення баз даних СИМ JCATS з ТТХ основної номенклатури існуючих (реальних) зразків ОВТ та проведення досліджень з оцінки їх ефективності в імітаційному середовищі, максимально наближеному до реальних умов їх бойового застосування.

озброєння і боеприпасів. Збірник наукових праць Харківського Національного університету Повітряних Сил, №5(54) 2017. 4. Гриб Д.А., Демідов Б.О., Науменко М.В. Методологічний підхід до формування технічного обрису перспективних зразків та зразків озброєння і військової техніки, що модернізуються. Наука і оборона. № 4 2009 С. 30-34с. 5. Vista (scenario) editor user guide version 13.1, технічна документація до системи імітаційного моделювання JCATS. 30 Jul 2018.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ JCATS ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ПЕРСПЕКТИВНЫМ ОБРАЗЦАМ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Алексей Анатолиевич Кильменинов (кандидат технических наук)

Ярослав Вячеславович Мельник

Дмитрий Анатолиевич Чопа (кандидат технических наук, с.н.с.)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье авторами проведен анализ существующих подходов к формированию тактико-технических требований, предъявляемых к перспективным (к тем, которые модернизируются) образцам вооружения и военной техники (ВВТ). Учитывая значительную роль имитационного моделирования в ходе сопровождения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ при создании новых (тех которые модернизируются) образцов ВВТ были проанализированы возможности системы имитационного моделирования боевых действий (СИМ) JCATS. В результате анализа структуры и содержания составляющих базы данных СИМ JCATS позволили определить подходы к формированию исходных данных для создания очертания перспективных (тех, которые модернизируются) образцов ВВТ в имитационной среде. Были определены показатели и критерии в базе данных СИМ JCATS, которые соответствуют показателям и критериям, которые формируют облик реальных образцов ВВТ, а также сформулированы подходы по использованию их для обоснования тактико-технических требований, предъявляемых к перспективным (к тем, которые модернизируются) образцам ВВТ.

В статье на примере отдельного образца ВВТ (стрелковое оружие) был представлен порядок формирования базы данных СИМ JCATS для определенного типа боеприпаса и получения результатов воздействия боеприпаса по цели. Так же показан порядок создания базы данных для артиллерийских боеприпасов и возможности оценки эффективности их воздействия по цели.

Ключевые слова: *система имитационного моделирования боевых действий, тактико-технические требования к перспективным образцам ВВТ, дифференциальные уравнения Ланчестера, метод Монте-Карло, вероятность попадания и поражения.*

USING THE CAPABILITIES OF THE JCATS SIMULATION SYSTEM FOR
JUSTIFICATION OF TACTICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR
ADVANCED WEAPONS AND MILITARY TECHNICAL

Oleksii Kilmeninov (Candidate of technical sciences)

Yaroslav Melnyk

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

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

In the article, the authors analyzed the existing approaches to the formation of tactical and technical requirements for promising (those that are being modernized) models of weapons and military equipment (AME). Taking into account the significant role of simulation in the course of support of research and development work in the creation of new (those that are being modernized) weapons and military equipment, the capabilities of the JCATS combat simulation system (SIM) were analyzed. As a result of the analysis of the structure and content of the components of the JCATS SIM database, it was possible to determine the approaches to the formation of initial data to create the outline of promising (those that are being modernized) weapons and military equipment in a simulation environment. Indicators and criteria were identified in the JCATS SIM database, which correspond to the indicators and criteria that form the appearance of real weapons and military equipment, as well as approaches were formulated for using them to substantiate the tactical and technical requirements for promising (to those that are being modernized) samples WME.

In the article, using the example of a separate model of weapons and military equipment (small arms), the procedure for the formation of the JCATS SIM database for a certain type of ammunition was presented and the results of the impact of the ammunition on the target were obtained. It also shows the procedure for creating a database for artillery ammunition and the possibility of assessing the effectiveness of their impact on the target.

Key words: *combat operations simulation system, tactical and technical requirements for promising weapons and military equipment, Lanchester differential equations, Monte Carlo method, hit and kill probability.*

References

1. Kuprinenko O. Methods for assessing the military and economic effectiveness of promising types of armored combat vehicles. Weapons systems and military equipment, Central Research Institute of Armed Forces of Ukraine. [Metody'ka ocinky' voyenno-ekonomichnoyi efekty'vnosti perspekty'vny'x ty'piv bojovy'x bron'ovany'x mashy'n.] Kyiv 2014, № 4 (40). **2. Kucherenko Y., Alexandrov S., Shubin E., Guzko O.** Some aspects of the process of creating an automated special purpose system. Information processing systems. [Deyaki aspekty' procesu stvorenniya avtomaty'zovanoi sy'stemy' special'nogo pry'znachennya] Issue 8 (48) 2005. **3. Makeev V., Vakal A., Legankov I.** Methods for assessing the effectiveness of combat use of

samples of weapons and ammunition. [Metody' ocinky' efekty'vnosti bojovogo zastosuvannya zrazkiv ozbroyennya i boyepry'pasiv] Collection of scientific works of Kharkiv National University of the Air Force, №5 (54) 2017 **4. Gryb D., Demidov B., Naumenko M.** Methodological approach to the formation of the technical outline of promising models and samples of weapons and military equipment, modernized Science and Defense. [Metodologichny'j pidxid do formuvannya texnichnogo obry'su perspekty'vny'x zrazkiv ta zrazkiv ozbroyennya i vijs'kovoyi texniki', shho modernizuyut'sya] № 4 2009 pp. 30-34p. **5. Vista (scenario) editor user guide version 13.1, technical documentation for the JCATS simulation system.** 30 Jul 2018.