

Аналіз використання систем імітаційного моделювання у процесі прийняття управлінських рішень

Analysis of the use of simulation systems in the process of making management decisions

Артем Братко

Corresponding author: доктор військових наук, доцент, професор кафедри прикордонної служби, e-mail: bratkoav84@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5503-3318

Владислав Шевчук

викладач кафедри прикордонної служби, e-mail: goal_keeper@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5583-2160

Artem Bratko

Corresponding author: Dr of Military Sciences, Associate Professor, Profesor of the Border Guard Service Department, e-mail: bratkoav84@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5503-3318

Vladyslav Shevchuk

lecturer of the Border Guard Service Department, e-mail: goal_keeper@ukr.net, ORCID: 0000-0001-5583-2160

Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький, Україна

Bohdan Khmelnytskyi National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine, Khmelnytskyi, Ukraine

Received: February 15, 2025 | Revised: February 24, 2025 | Accepted: February 28, 2025

DOI: 10.33445/sds.2025.15.1.8

Мета роботи: Провести аналіз застосування систем імітаційного моделювання Joint Conflict and Tactical Simulation (JCATS) та Steel Beasts Pro.

Метод дослідження: В основу аналізу покладено аналітичний метод, що базується на оцінці фактів та інформації, що стосується систем імітаційного моделювання.

Результати дослідження: Проведено аналіз та обґрунтовано відповідні висновки щодо впровадження систем імітаційного моделювання у сферу охорони державного кордону.

Теоретична цінність дослідження: Аналіз дозволяє з достатньою адекватністю запровадити нові підходи у прийнятті управлінських рішень органами військового управління та начальниками підрозділів охорони державного кордону.

Оригінальність дослідження: Новизна полягає у запровадженні нових механізмів у сфері охорони державного кордону.

Майбутні дослідження: у ході подальших досліджень доцільно опрацювати сценарії ускладнення обстановки на державному кордоні та впровадження імітаційного моделювання.

Тип статті: Теоретична.

Purpose: To analyze the use of the Joint Conflict and Tactical Simulation (JCATS) and Steel Beasts Pro simulation systems.

Method: The analysis is based on an analytical method based on the assessment of facts and information related to simulation modeling systems.

Research results: An analysis was conducted, and relevant conclusions were substantiated regarding the implementation of simulation modeling systems in the field of state border protection.

Theoretical value of the study: The analysis allows for the introduction of new approaches to management decision-making by military management bodies and heads of state border protection units with sufficient adequacy.

Originality of the study: The novelty lies in the introduction of new mechanisms in the field of state border protection.

Future research: In the course of further research, it is advisable to work out scenarios of aggravation of the situation at the state border and the introduction of simulation modeling.

Type of article: Theoretical.

Ключові слова: управління, планування, прийняття рішення, моделювання, підрозділи охорони державного кордону, органи військового управління.

Key words: management, planning, decision-making, modeling, state border protection units, military command bodies.

Вступ

Застосування систем імітаційного моделювання у військовій освіті, бойовій та спеціальній підготовки органів військового управління, начальників підрозділів охорони державного кордону, бойових підрозділів є важливим аспектом сучасних військових тренувань, адже вони забезпечують високоякісне моделювання тактичних, оперативних операцій та можуть бути допоміжним інструментом при прийнятті управлінських рішень з охорони державного кордону.

На сьогоднішній день системи імітаційного моделювання застосовуються для тренування загальновійськового бою, створюючи реалістичні сценарії, що імітують реальні бойові умови, тим самим підвищуючи ефективність навчання військових на різних рівнях.

Ураховуючи можливості систем імітаційного моделювання постала необхідність у впровадженні їх у діяльність підрозділів охорони державного кордону, а саме прийняття

управлінських рішень органами управління та начальниками підрозділів охорони державного кордону. Саме моделювання сценаріїв розвитку обстановки на державному кордоні та вибір оптимально-правильного рішення без залучення особового складу, техніки, витрат паливно-мастильних матеріалів та інших засобів, дозволить підняти на новий рівень процес прийняття управлінських рішень у сфері охорони державного кордону.

Теоретичні основи дослідження

Проведено аналіз застосування систем імітаційного моделювання Joint Conflict and Tactical Simulation (JCATS) та Steel Beasts Pro, їх можливість впровадження у сферу охорони державного кордону.

Постановка проблеми

Для ефективного виконання завдань прикордонними підрозділами існує недосконалість методів оцінювання, а саме відсутність імітаційного моделювання позбавляє керівника оцінити та вибрати найкращий варіант застосування підрозділу. Застосування систем імітаційного моделювання при прийнятті рішень на проведення дій щодо пошуку правопорушників надасть можливість керівнику прикордонного підрозділу без залучення сил та засобів, без використання інших ресурсів визначити найефективніший сценарій. Аналіз систем імітаційного моделювання Joint Conflict and Tactical Simulation (JCATS) та Steel Beasts Pro надасть можливість для подальшого впровадження у сферу охорони державного кордону.

Результати

На відміну від відеоігор з військової тематики, симуляція поля бою в реальному часі означає створення та обробку величезної кількості даних, що представляють складні динамічні сценарії та містять сотні тисяч окремих об'єктів. Такими об'єктами є солдати, сенсорні системи, зброя, літаки, боеприпаси, танки, бойові броньовані машини, транспортні засоби та обладнання. Симуляція на полі бою також повинна врахувати умови сценарію та навколишнього середовища, такі як погода, пора року, цивільне населення та його переміщення, повітряний і морський рух, а також військові засоби за межами безпосереднього поля бою.

Місія Ліверморської лабораторії (Каліфорнія США) моделювання конфліктів полягала у об'єднанні всіх цих вимог до реалістичних графічних інструментів навчання з високою роздільною здатністю. Під керівництвом персоналу Computing Laboratory Conflict Simulation Laboratory у 1997 році надала військовим та цивільним у всьому світі програмне забезпечення для моделювання конфліктів.

Одним із ключових інструментів, розроблених для цієї мети, є система імітаційного моделювання Joint Conflict and Tactical Simulation (JCATS), яка точно повторює сценарії операцій для військово-тактичного навчання та аналізу. Спочатку була розроблена для Відділу J7 Об'єднаного комітету начальників штабів США. JCATS використовується для аналізу безпеки цивільних об'єктів, сценаріїв управління надзвичайними ситуаціями та векторів загроз терористичних атак для програм Міністерства внутрішньої безпеки. Це один із найпоширеніших тактичних симуляторів у світі, який встановлено в сотнях військових і цивільних організацій США, в НАТО та понад 30 країнах (JCATS: Joint Conflict and Tactical Simulation, 2025).

У системі імітаційного моделювання JCATS люди-оператори грають рольові операції дружніх і ворожих на полі бою, керуючи їхніми об'єктами через графічний інтерфейс користувача на об'єднаних у мережу окремих клієнтських робочих станціях Рис 1. Результати повідомляються командирам і штабу вищого рівня з використанням реальних систем управління та управління на полі ведення бою. Знизу вгору JCATS відображає як базову правду,

так і сприйняття, яке виникає у відповідь на тактичні рішення.

JCATS значною мірою завдячує своєму широкому впровадженню рівню керування людиною в циклі. Замість того, щоб надто сильно покладатися на автоматизацію, JCATS надає можливість оператору втручатися, контролюючи автоматизовану поведінку для досягнення навчальних цілей сценарію. Крім того, програма працює на недорогому готовому апаратному забезпеченні, яке забезпечує легку масштабованість.

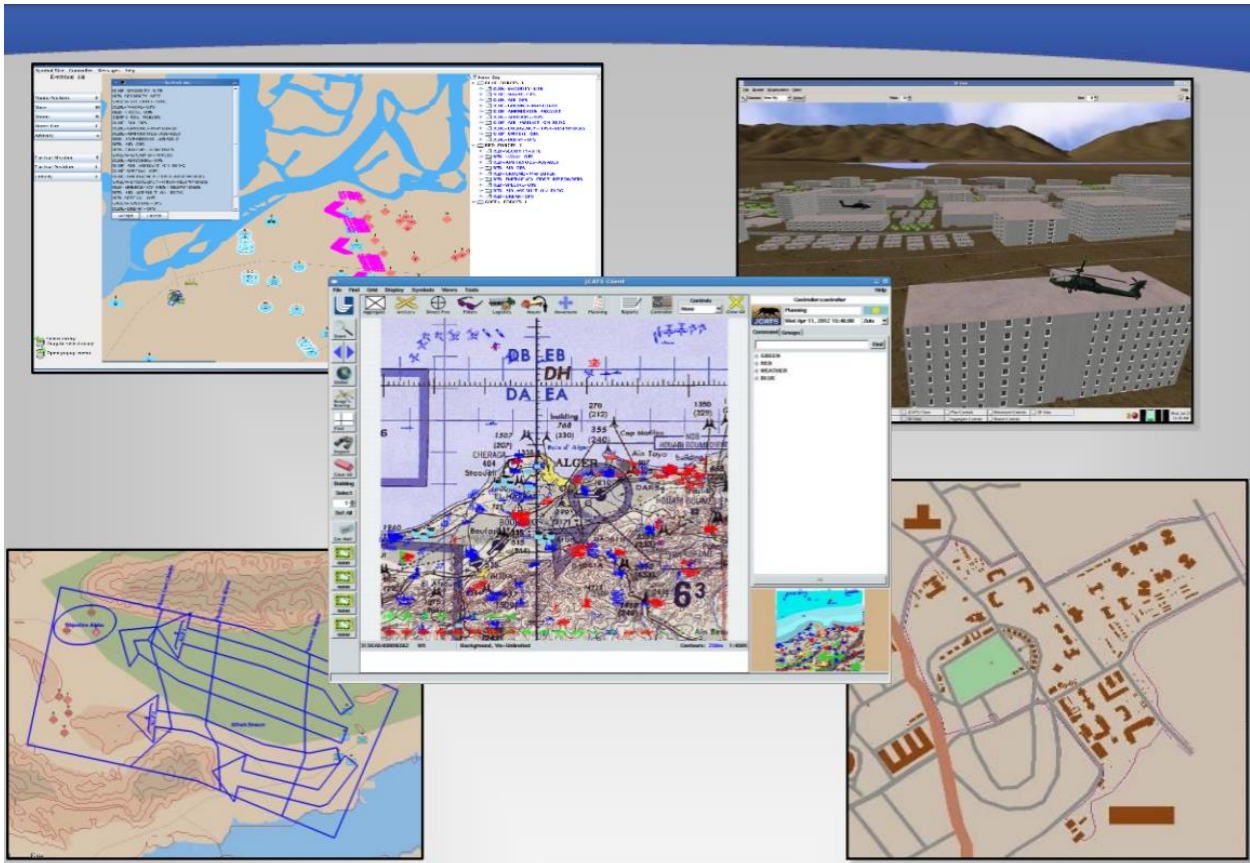


Рисунок 1 – JCATS

Джерело: <https://csl.llnl.gov/sites/csl/files/JCATS-LLNL-Brochure-30May2018.pdf>

JCATS детально відображає реальні сценарії, поєднуючи реалістичні алгоритми та дані для захоплення та наведення на ціль, а також багатофункціональний рельєф місцевості, як от рослинність і контури висот. Програма також надає можливість користувачам контролювати та взаємодіяти з широким спектром фізичних деталей. Наприклад, будівлі можна візуалізувати як прості тривимірні оболонки або покращити інтер'єрами, включаючи багатопверхові стіни, вікна, сходи та двері, які замикаються. Користувачі можуть досліджувати плани поверхів або дахи будівель. Можна імітувати навколишнє та штучне освітлення: похмурі умови, день чи ніч, місяць або відсутність місяця, освітлення у середині будівлі та рівень освітленості всередині тунелю.

Дані про продуктивність сенсорних систем, озброєння, боєприпасів і транспортних засобів (включно з наземними, морськими та повітряними системами) визначаються користувачем і можуть бути налаштовані відповідно до вибраного користувачем рівня складності для навчання або відпрацювання будь-якого тактичного сценарію — від кількох об'єктів до сотень тисяч об'єктів на рівні об'єднаної оперативної групи. JCATS також можна використовувати для симуляції сценаріїв “що, якщо” – наприклад, “Що, якби танк міг їхати швидше чи стріляти далі?” – щоб побачити, як вони впливають на змодельований бій.

JCATS працює на версії 7.9 операційної системи Red Hat Enterprise Linux. У січні 2022 року команда випустила версію 17.0 із розширеними функціями для картографування постраждалих і пошкоджень, а також елементів керування артилерією та плануванням. Випуск також включав дані про злітно-посадкову смугу аеропорту, які користувачі можуть імпортувати у свої ландшафти за допомогою файлу csv, який містить широту та довготу; довжина та ширина ЗПС (у футах) і заголовки (у градусах).

Програма JCATS Low Overhead Driver (JLOD) додає ще один рівень реалізму до сценаріїв на основі JCATS, імітуючи сутності та дії, які відбуваються за межами ігрового вікна JCATS, але все ще впливають на нього. Ігровий бокс JCATS – це місцевість із високою роздільною здатністю до 24x24 градусів широти та довготи, тоді як ігровий бокс JLOD включає всю землю.

JLOD включає загальні дані, такі як глобальні військові активи та комерційний повітряний рух і кораблі. Наприклад, JLOD може симулювати реалістичний транзит бомбардувальників B-2 з американської бази до сценарію JCATS, що відбувається по всьому світу. JLOD також імітує поведінку населення та реалістичні моделі життя, які можуть вплинути на навчання JCATS – від повсякденних дій, як от цивільний транспорт, до драматичних подій, таких як масовий рух біженців або евакуація внаслідок стихійного лиха.

Крім того, JCATS і JLOD можуть підключатися один до одного та до інших програм моделювання, таких як симулятори танків і 3D-віртуальні системи. Програми можуть працювати в спільному навчальному середовищі, взаємодіючи з користувачами та системами, одночасно відображаючи розташування та дії на екранах JCATS і JLOD. Усі види збройних сил США, НАТО та інші країни-союзники використовують цей потенціал (JCATS: Joint Conflict and Tactical Simulation, 2025).

JCATS є однією із потужних систем, що підтримує детальне моделювання військових конфліктів на тактичному рівні. Система надає можливість проводити масштабні тренування, включаючи різноманітну взаємодію військ, зокрема піхоти, бронетехніки, авіації, а також спроможна здійснювати контроль за бойовими діями та логістичними операціями. Це надає можливість військовим фахівцям набувати практичних навичок у командуванні, відпрацьовувати різноманітні сценарії та проводити командно-штабні навчання з різними сценаріями конфліктів. До того ж, використання JCATS дозволяє створити реалістичні ситуації з високою деталізацією, що є корисним для підготовки командирів, штабів та інших керівників до бойових операцій (дій) (Шапран О. та інші, 2025).

Застосування цієї систем надає можливість не лише підвищити рівень підготовки військових фахівців, а й адаптувати проведення тренування до сучасних умов ведення війни, таких як високотехнологічне озброєння, комбіновані операції та швидка зміна ситуації на полі бою. Система імітаційного моделювання може використовуватися для навчання на різних етапах ведення бойових дій – від планування до виконання завдань, що робить її ефективним інструментом для підготовки військових фахівців до різноманітних бойових завдань (Bratko A. та інші, 2021).

Особливо, завдяки можливості створення реалістичних сценаріїв ведення бойових дій та інтерактивному моделюванню різних операцій, ця імітаційна система надає можливість відпрацьовувати важливі навички командного управління, тактичного (оперативного) планування, взаємодії з різними родами військ та використання новітніх технологій.

JCATS використовує різні математичні моделі для моделювання бойових операцій (дій), управління підрозділами та оцінювання ефективності бойових дій. Ці моделі дозволяють створювати реалістичні тренувальні сценарії, де військові фахівці можуть практикуватися в умовах, наближених до реальних, приймати тактичні (оперативні) рішення та оцінювати наслідки своїх дій. Основні типи математичних моделей, які використовуються в цій імітаційній системі:

моделі мобільності та переміщення (Movement Models);

моделі вогневої підтримки та бойового ураження (Combat Damage Models);
моделі прийняття рішень (Decision-Making Models);
моделі взаємодії (Interoperability Models);
моделі логістики та ресурсів (Logistics and Resource Models);
моделі ймовірностей та статистики (Probability and Statistical Models);
моделі симуляції впливу на мораль (Morale and Psychological Models) (Шапран О. та інші, 2025).

Система імітаційного моделювання Steel Beasts Pro від розробників eSim Games надає можливість змоделювати звільнення реального населеного пункту (об'єктів) з урахуванням рельєфу місцевості та сил противника, визначити найефективніший сценарій розвитку операції можна просто на комп'ютері, без ризику для життя військових. В Україні її використовують для навчання командирів, офіцерів і сержантів військового управління та плануванню.

Система імітаційного моделювання Steel Beasts Pro подібна до гри, яку можна встановити на комп'ютер. Основна задача якої є відпрацювання дій рівня екіпаж машини – командир бригади з акцентом на сучасну бойову броньовану техніку і реалістичним відтворенням тактичних маневрів сил.

Особливістю Steel Beasts Pro є прагнення до реалізму. Симулятор відображає фізику транспортних засобів, тактику бойових дій, балістику, місцевість, погоду, інженерні операції, логістику та навіть прогнозує розліт уламків. Програма настільки деталізована, що дозволяє встановлювати окремі міни на місцевості. Цікаво, що навіть звуки у Steel Beasts Pro переважно автентичні, їх записували з використанням реальних бойових броньованих машинах, які пізніше відтворили у програмі.

Steel Beasts Pro можна поєднати та синхронізувати з іншими програмами: системами ситуаційної обізнаності, імітації роботи ППО, лазертагам тощо. Відпрацьовувати різні сценарії ведення бойових дій можна індивідуально, або ж комплексно: з мережевим підключенням інших "гравців".

У навчанні військовослужбовців система імітаційного моделювання Steel Beasts Pro зарекомендувала себе як ефективний симулятор для навчання. Це безпечний інструмент, що дозволяє також економити час і ресурси. Не обов'язково виводити на полігон танки, бойові броньовані машини та збирати сотні військовослужбовців. З навчальною метою Steel Beasts Pro використовують армії Австрії, Австралії, Канади, Чилі, Канади, Данії, Чилі, Фінляндії, Нідерландів, США та інших країн.

Для кожної із країн існує власна кастомізована версія Steel Beasts Pro. Програми відрізняються картами місцевості, мовою налаштувань та необхідною для навчання озброєнням та технікою.

За допомогою симулятора командир може розробити завдання для свого підрозділу, вказавши точну кількість військовослужбовців, бойової техніки, залученої для виконання бойового завдання; вказати число живої сили та техніки противника, позначити їхні позиції;

визначити для свого підрозділу маршрут руху, наступу, спостерігати за ймовірною реакцією противника; відтворити через програму безліч варіантів виконання операції, визначити який з них був найефективніший, і саме його застосувати на практиці.

Країни НАТО також активно використовують Steel Beasts Pro для навчання українських військовослужбовців опановувати новітню військову техніку, зокрема танки Leopard. Відомо, що таким методом користується Данія та Німеччина Рис.2.

Steel Beasts Pro має переклад на українську мову та карти української місцевості для ефективного відпрацювання ведення бойових дій (Steel Beasts Pro: гейміфікація у навчанні для військових, 2024).



Рисунок 2 – Steel Beasts Pro
 Джерело: kriegsimulation.blogspot.com

Висновки

Таким чином, проведено аналіз застосування систем імітаційного моделювання Joint Conflict and Tactical Simulation (JCATS) та Steel Beasts Pro, їх можливість впровадження у сферу охорони державного кордону. Моделювання сценаріїв розвитку обстановки на державному кордоні та вибір оптимально-правильного рішення без залучення особового складу, техніки, витрат паливно-мастильних матеріалів та інших засобів, дозволить підняти на новий рівень процес прийняття управлінських рішень у сфері охорони державного кордону. Крім того, компетентність і підготовленість командного складу мають першочергове значення, оскільки вони відіграють вирішальну роль у прийнятті рішень, формулюванні стратегії та управлінні підрозділами. У подальшому необхідно розробити сценарії розвитку обстановки на державному кордоні та змоделювати їх з використанням систем імітаційного моделювання.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

- Steel Beasts Pro: гейміфікація у навчанні для військових. URL: <https://boryviter.org.ua/articles/steel-beasts-pro-gamification-of-the-training-process-for-the-military/>
- JCATS: Joint Conflict and Tactical Simulation URL: <https://computing.llnl.gov/projects/jcats>
- Kuprinenko, A. M., Golub, V. A., & Guminsky, R. V. (2014). Можливості застосування імітаційної системи JCATS в наукових дослідженнях. Військово-технічний збірник, (11), 89–98. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.11.2014.89-98>
- Шапран О., Федорієнко В., Тимошенко Р., Войтех К., Кулинич І. (2025). Порівняльний аналіз JCATS та JTLS-GO з метою підготовки військових фахівців. Вісник науки та освіти. № 1(31). С. 1936–1956. [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-1\(31\)-1936-1956](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-1(31)-1936-1956)
- Bratko A., Bereziuk V., Shevchenko A., Kubetsky Ya., Didyk V., Serkhovets S. Application of simulation modeling means in management decisions-making within the security and defense sector.

Emerging Science Journal. 2021. Vol. 5, No. 4. P. 521–532. <http://dx.doi.org/10.28991/esj-2021-01294>.

References

- Steel Beasts Pro: heymifikatsiya u navchanni dlya viys'kovykh. Available from : <https://boryviter.org.ua/articles/steel-beasts-pro-gamification-of-the-training-process-for-the-military/>
- JCATS: Joint Conflict and Tactical Simulation. Available from : <https://computing.llnl.gov/projects/jcats>
- Kuprinenko, A. M., Golub, V. A., & Guminsky, R. V. (2014). Mozhlyvosti zastosuvannya imitatsiynoyi systemy JCATS v naukovykh doslidzhennyakh. Viys'kovo-tekhnichnyy zbirnyk, (11), 89–98. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.11.2014.89-98>
- Shapran O., Fedoriyenko V., Tymoshenko R., Voytekh K., Kulynych I. (2025). Porivnyal'nyy analiz JCATS ta JTLS-GO z metoyu pidhotovky viys'kovykh fakhivtsiv. Visnyk nauky ta osvity. № 1(31). S. 1936–1956. [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-1\(31\)-1936-1956](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-1(31)-1936-1956)
- Bratko A., Bereziuk V., Shevchenko A., Kubetsky Ya., Didyk V., Serkhovets S. Application of simulation modeling means in management decisions-making within the security and defense sector. Emerging Science Journal. 2021. Vol. 5, No. 4. R. 521–532. <http://dx.doi.org/10.28991/esj-2021-01294>.