

## РЕЗУЛЬТАТИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЗРАЗКА ОВТ

**В. Тимчук, Р. Гумінський, В. Дацик, М. Савчук**

Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного

**Ключові слова:** імітаційне моделювання, JCATS, озброєння та військова техніка.

### Постановка проблеми

Створення нових зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) належить до пріоритетних завдань забезпечення обороноздатності держави. Водночас вирішити це завдання неможливо без серйозних інвестицій на первинних стадіях розроблення тих або інших зразків ОВТ. Одним із дієвих підходів до забезпечення економічно-раціонального проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських досліджень є використання засобів імітаційного моделювання (ЗІМ), передусім спеціалізованих. Як наслідок, розроблення методик імітаційного моделювання (ІМ) для спеціалізованих ЗІМ належить до актуальних задач як в теоретичному, так і у практичному плані.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Питання ІМ традиційно належить до сфери зацікавлення науковців, що підтверджується значним обсягом і достатньою тривалістю різних публікацій і видань [1–7]. Вочевидь, це пояснюється загальновідомими перевагами ІМ:

- створюються моделі новітніх та модернізованих зразків ОВТ (під час формування моделі зразка ОВТ враховуються різні їх характеристики – мобільність, захищеність, бойові, розвідувальні можливості тощо);
- мінімізуються витрати і небажані результати (помилки);
- задаються необхідні, зокрема критичні чи фізично недосяжні умови експерименту, в результаті є змога перевіряти та обґрунтовувати вимоги до ОВТ;
- можна прогнозувати поведінку системи через екстраполяцію на моделі результатів натурних випробувань;
- програються “аварійні” ситуації;
- експерименти повторюються.

Найдинамічнішим сектором ІМ є розвиток програм, що допомагають командирам різного рівня у прийнятті рішення на бій (операцію). Такі програмні продукти поряд із наданням можливостей редагування бойових графічних та текстових документів мають також модуль імітаційного моделювання, який дає змогу зіставити вибрані способи дій військ своїх і противника, а також, прорахувавши декілька варіантів ведення бою, вибрати найкращий [6].

Неодноразові спільні міжнаціональні тренування в АСВ засвідчили практику використання штабами різних рівнів армій держав-учасниць НАТО для задач планування бойового застосування військ перед власне бойовими діями, як у операціях на Балканах, в Іраку та Афганістані, JCATS (Joint conflict and tactical simulation) та інших ЗІМ.

### Постановка завдання

Після прийняття на озброєння Збройних сил (ЗС) України JCATS, а також ЗІМ Follow Me, Battle Command, використовуються у військових науково-освітніх установах України впродовж останнього десятиліття в цілях підготовки та удосконалення професійних знань і майстерності військовослужбовців, виконання науково-дослідних робіт. Водночас у наукових публікаціях відображення досвіду отримання результатів ІМ за допомогою JCATS, обґрунтування відповідних методик ІМ ще не привернуло належної уваги. Конкретні характеристики ЗІМ його постачальник не повідомляє, що ускладнює судження про адекватність моделювання реальному розвитку. Автори ставлять за мету актуалізувати вироблення методик ІМ у середовищі JCATS під час досліджень ефективності тих або інших зразків ОВТ та формулювання (обґрунтування) вимог до розроблюваних (модернізованих) зразків ОВТ.

### Опис засобу імітаційного моделювання

ІМ сьогодні є новітнім інструментом, що використовується в бойовій підготовці більшості передових армій світу [8–11] і належить до пріоритетних заходів НАТО у ході реалізації нової концепції Smart Defense [12].

Комп'ютерну програму імітації конфліктів та тактики дій JCATS (Joint Conflict and Tactical Simulation) розробила Lawrence Livermore National Laboratory та встановила у ЗС України компанія Cubic Defense Application, Inc. [13].

JCATS є багатофункціональною, спроможною моделювати застосування різних родів військ і сил, або відображувати різноманітну діяльність на полі бою. ЗІМ застосовується, переважно, для підготовки командирів, штабів до бойових дій, здійснення функцій командування і управління до і під час бою, розвідки та рекогноскування місцевості, маневру та розташування систем озброєння, вогневої підтримки та застосування ВТЗ, завдань логістики та інженерного забезпечення [6].

Якісні характеристики ЗІМ: реалістичність; режим реального часу; багаторівневність (тактичний, оперативний рівні; ближній бій); універсальність (всі види і роди ЗС України); адаптивність (оновлюваність, різноманітність гри, різноманітність форм рельєфу, різноманітність місцевості); наочність (2-, 3-вимірний простір); ідентифікація цілей за підходами реальних бойових дій; вплив місцевості на здатність розвідувальних, вогневих та мобільних можливостей ОВТ.

### Виклад основного матеріалу

Дії щодо організації ІМ у проведених дослідженнях описуються таким спрощеним алгоритмом (рис. 1).

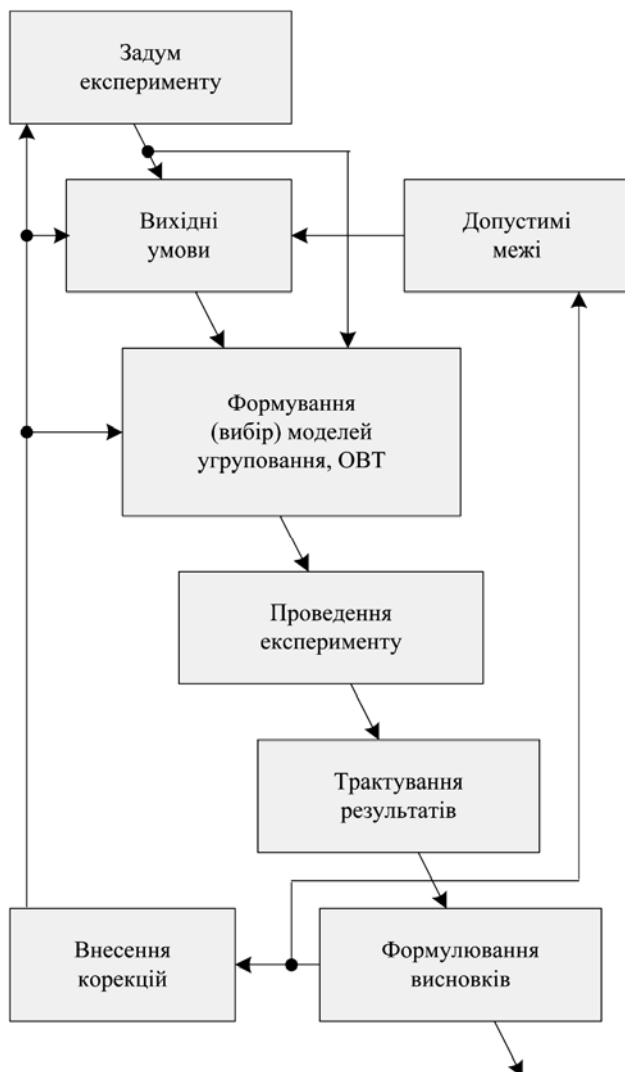


Рис. 1. Організація імітаційного моделювання

ЗІМ, що розглядається, використано, зокрема, в таких задачах наукових досліджень, як:

- моделювання ефективності виконання вогневого завдання у контрбатареїнній боротьбі залежно від якості навігаційного забезпечення (задача 1);
- моделювання ефективності викриття угруповання противника залежно від характеристик засобів розвідки та спостереження (задача 2);

– моделювання розвідувального забезпечення під час бойового планування залежно від кількості зразків ОВТ, виділених для розвідки (задача 3).

Нижче ілюструється послідовність ІМ для окреслених задач, описи зазначено у назвах рисунків.

### Задача 1

Для мінімізації отриманих результатів моделювання від випадкових факторів вибрано рівнозначні підрозділи – протиборчі артилерійські дивізіони 2С3, в іншому випадку – Д-30 (умовно для “калинових” і “синіх”), а також такі дані:

- віддаль між дивізіонами – в межах 10 км;
- ціль для вогневого ураження дивізіону – батарея противника;
- бойовий порядок батарей – типовий з відстанню між гарматами 30...40 м;
- відкриття вогню “калиновими” – через 2 хв з часу умовного заняття позиції, “синіми” – одразу після заняття позиції (тобто через 35 с);
- розрахунок снарядів – 10 на гармату;
- після завершення вогню “сині” залишають позиції.

### Задача 2

ІМ здійснено за угрупованням “синіх”, при цьому:

- рухомий пункт розвідки (РПР) містить такі засоби розвідки та спостереження, як оптико-електронний прилад, оптичний прилад, радіолокаційна станція, тепловізор;
- тактико-технічні характеристики (ТТХ) використовуваних під час ІМ засобів розвідки та спостереження відповідають ТТХ відповідних зразків ОВТ, які є на озброєнні ЗС України;
- кількість РПР під час ІМ відповідає кількості штатного артилерійського дивізіону, розгорнуто їх у смузі розвідки, що визначена дивізіону;
- із угруповання “синіх” рівня механізованої бригади для ІМ прийнято механізований батальйон, розгорнутий у лінійний типовий бойовий, і артилерійська батарея;
- типи і ТТХ зразків ОВТ угруповання “синіх” не визначаються;
- моделювальним параметром вибирається кількість і тип засобів розвідки та спостереження, за допомогою яких на визначеному етапі ІМ ведеться розвідка.

### Задача 3

Ціллю ІМ в цьому випадку була оцінка ефективності розвідувального забезпечення дій артилерійського дивізіону залежно від кількості РПР у смузі розвідки, що визначена дивізіону, а саме для шести одиниць РПР штатного артилерійського дивізіону та трьох одиниць РПР з покращеними ТТХ для артилерійського дивізіону з ймовірною організаційно-штатною структурою. “Бойовий порядок” синіх відповідає умовам задачі 2.

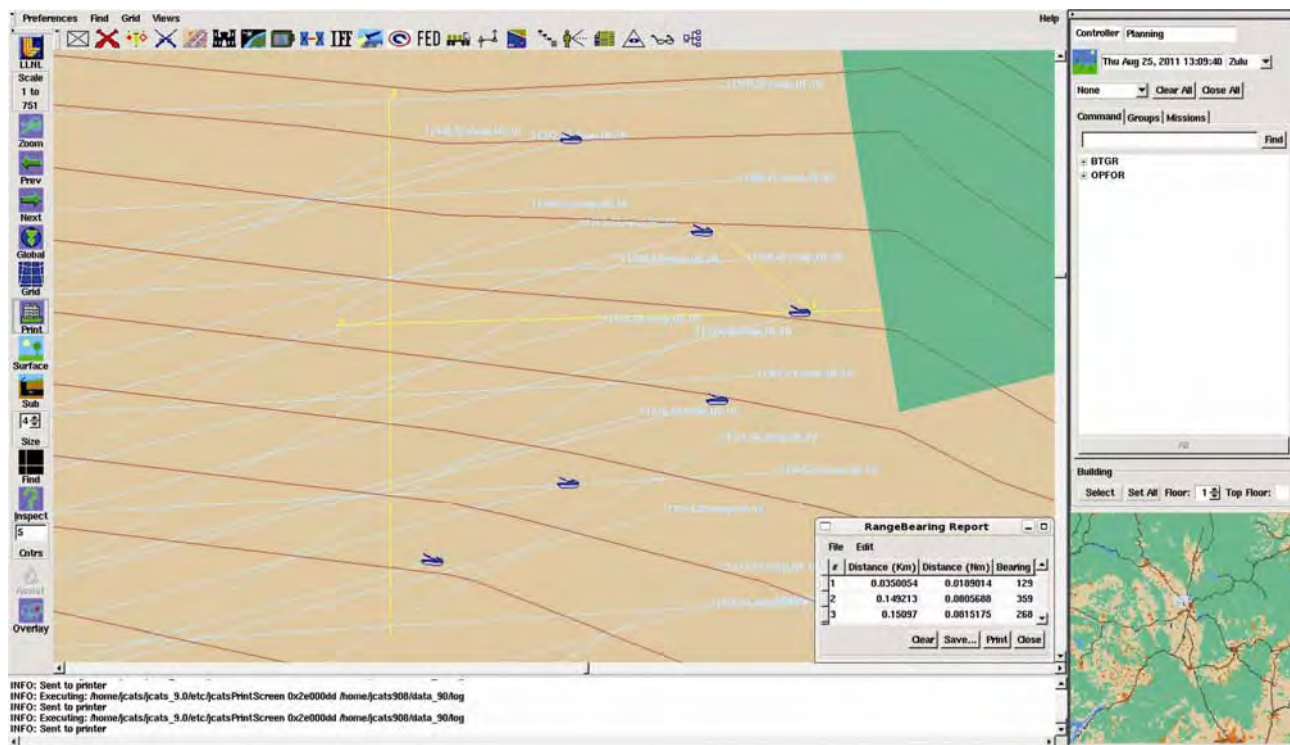


Рис 2. Вигляд вікна 3IM JCATS. Вибраний варіант бойового порядку батареї, що використовуватиметься під час ІМ як типова ціль розміром 200 м×200 м: жовті лінії показують відстані, значення яких у додатковій таблиці (правий нижній кут), праві кінці блакитних ліній (біля яких цифрові значення віддалей стрільби) показують точки наведення для гармат протиборчої сторони – наведення, по суті, відповідає виконання вогневого завдання способом “віяло” [14] (задача 1)

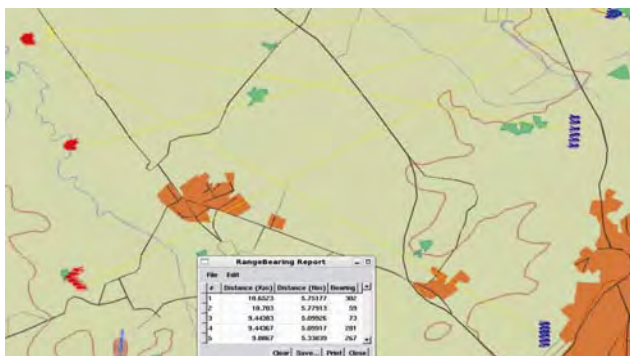


Рис 3. Симетричне призначення вогневих завдань для протиборчих дивізіонів на віддалі в межах 10 000 м – здійснюється для кожної гармати усіх батарей (задача 1). Відстані між батареями ~ 2 км



Рис 5. “Результати” контрбатареїної боротьби: способи ураження цілей (Killed Direct – ураження прямим наведенням, Killed InDirect – ураження цілей з закритих позицій)



Рис 4. Ілюстрація розсіювання вогню

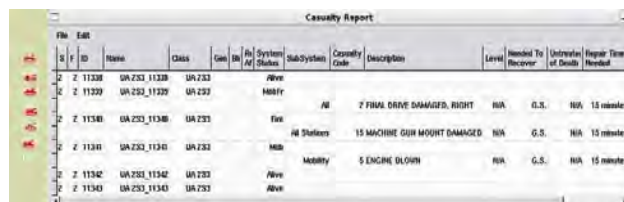


Рис 6. “Результати” контрбатареїної боротьби: характер уражень (M (mobility) – пошкодження мобільності, F (fire) – пошкодження вогневих можливостей, MF (mobility, fire) – пошкодження мобільності та вогневих можливостей, K (Kill) – знищення), визначення необхідних засобів щодо ремонту пошкодженої техніки та термінів відновлення

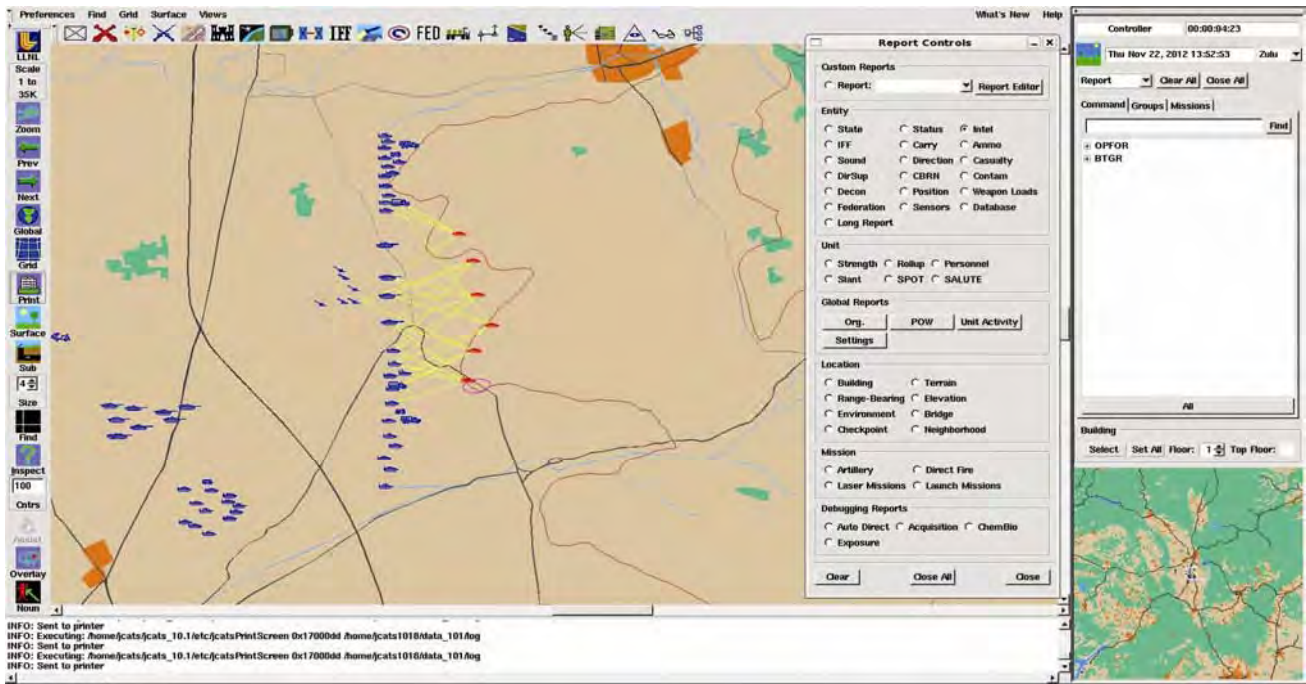


Рис. 7. Диспозиція сил: “сині”, “калинові” – розвідувальні елементи штатного артилерійського дивізіону (1 од. РПП-1, 3 од. 1В14, 1 од. 1В15, 1 од. 1В18), для кожного з цих елементів (РПП) жовтими лініями показано потенційну спроможність виявити цілі, що є в секторі розвідки



Рис. 8. Ефективність викриття угруповання противника штатними РПП дивізіону (час розвідки) (передусім радіолокаційної): зліва – 13-та секунда, посередині – 32-га секунда, справа – 1 хвилина 52-га секунда)

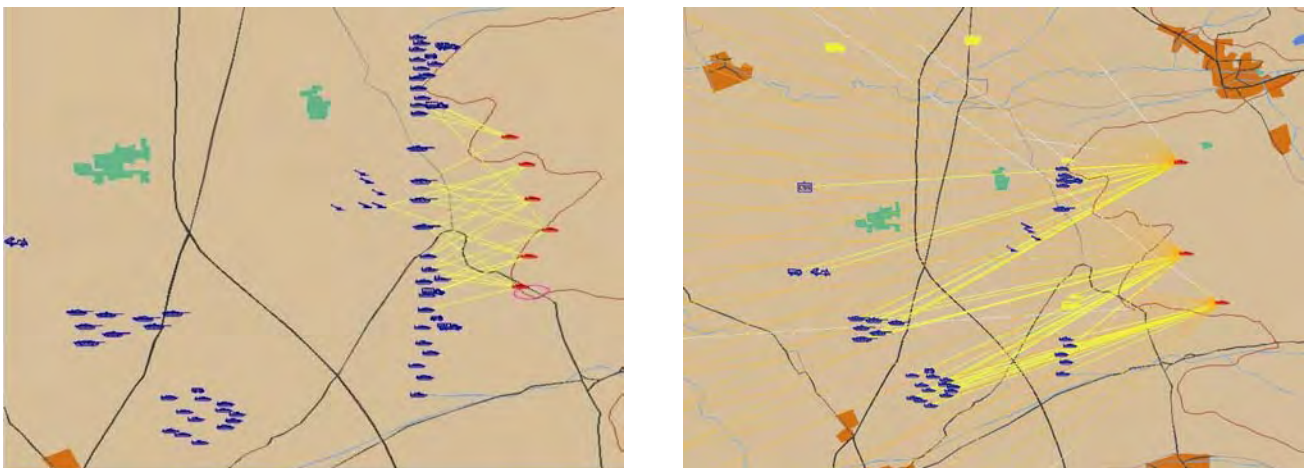


Рис. 9. Бойовий порядок “синіх”, потенційна спроможність щодо виявлення для РПП “калинових” (зліва); ефективність викриття угруповання нештатними РПП дивізіону (справа) (задача 3)

### Трактування результатів та узагальнення досвіду ІМ у JCATS

Отримані результати дали змогу сформулювати, а за потреби і скоректувати вимоги до ТТХ зразків ОБТ, що досліджувалися. Досягати достатньої статистики в задачах ІМ не було потреби – наступні ітерації давали практично аналогічні результати. Водночас окремі отримані результати ІМ змусили нас звернути увагу на детальніше опрацювання сценаріїв з метою усунення випадкових помилок або неточностей, які кардинально відрізняються від очікуваних результатів, наприклад, від тих, що вимагає курс стрільби артилерії [14].

Під час експериментів виявлено такі особливості:

- час підготовки сценарію для імітаційного моделювання порівняно незначний внаслідок простоти створення організаційно-штатних структур з використанням готових шаблонів;

- внесення змін у процес моделювання здійснюється у реальному масштабі часу;

- застосування ІМ в подібних задачах повинно ґрунтуватися на апробованих методиках та сценаріях, які підтверджені натурними експериментами;

- під час підготовки сценарію особливу увагу необхідно звернути на внесення відповідних ТТХ ОБТ та розрахунку таблиць ймовірностей ураження та виявлення цілей.

Зазначимо, що в цих експериментах не враховано рівень підготовленості особового складу, погодні умови та час доби, особливості рельєфу місцевості.

Отже, проведений в задачі 1 експеримент засвідчив отримання вирашу від оснащення кожної гармати дивізіону індивідуальним засобом топогеодезичного забезпечення: “сині” уражень не мали, у “калинових” одна гармата знищена, дві пошкоджені, хоча батарея не вважається подавленою. Загалом менший час на позиції для однієї зі сторін, по якій пізніше був відкритий вогонь (тобто залежно від якості навігаційного забезпечення), дав змогу в розглянутому сценарії не отримати жодного ураження (влучення).

Експеримент для задачі 2 показав, що домінує роль засобів радіолокаційної розвідки у складі РПР з погляду здобування розвідувальних відомостей.

Експеримент для задачі 3 підтвердив теоретичні розрахунки щодо можливостей зменшення кількості розвідувальних зразків ОБТ (перспективних РПР) у випадку використання в них засобів розвідки з покращеними ТТХ (такими, що відповідають потенційно досяжним рівням для сучасної науки і техніки) приблизно вдвічі. При цьому як РПР, так і командирські та вогневі зразки ОБТ повинні бути об’єднані в одній інформаційній мережі.

### Висновки

Отже, імітаційне моделювання за допомогою JCATS дає змогу отримати якісні та кількісні оцінки та може стати корисним компонентом НДР.

Водночас необхідно розробити типову методику ІМ за допомогою JCATS, яка враховувала б особливості бойового застосування підрозділів і частин ЗС України.

Подальшими напрямками досліджень має стати розроблення методик імітаційного моделювання в середовищі JCATS в задачах формулювання та обґрунтування вимог до зразків ОБТ.

Також зазначимо, що розглянутий ЗІМ може бути корисним під час розроблення нових форм та методів ведення бойових дій та обґрунтування організаційно-штатних структур підрозділів для виконання завдань залежно від умов обстановки та характеру бойових завдань, але зазначене питання потребує додаткових досліджень.

### Література

1. Ситник В.Ф. Імітаційне моделювання / В. Ситник, Н. Орленко. – К.: КНЕУ, 1999. – 208 с.
2. Резяпов Н. Развитие систем компьютерного моделирования в вооруженных силах США / Н. Резяпов // ЗВО. – 2007. – № 6. – С.17–23.
3. Гусев В. Становление и развитие имитационного моделирования в Украине / В. Бигдан, В. Гусев, Т. Марьянович, М. Сахнюк // Компьютеры в Европе. Прошлое, настоящее и будущее: труды межд. симпози. – К.: Феникс, 1998. – С.182–193.
4. Пермяков О. Застосування сучасних інформаційних технологій в роботі органів управління (ч. 2). / О. Пермяков // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2006. – № 1. – С.39–45.
5. Герасимов Б. Системы поддержки принятия решений: проектирование, оценка эффективности / Б. Герасимов, М. Дивизинюк, И. Субач. – Севастополь : СНИИЯЭИП, 2004. – 320 с.
6. Казмірчук Р. Світовий досвід і тенденції застосування засобів імітаційного моделювання бойових дій / Р. Казмірчук, Є. Ришов, О. Корольова, В. Боженко // Військ.-техн. зб. – 2010. – № 2. – С. 63–72.
7. Тимчук В.Ю. Імітаційне моделювання оцінки ефективності оснащення кожної БМ підрозділу індивідуальним засобом топогеодезичного забезпечення / В.Ю. Тимчук // Тези доп. VIII Міжн. наук.-практ. конф. “Військова освіта та наука: сьогодення та майбутнє” (23 лист. 2012 р.). – С. 398.
8. Тимчук В.Ю. Перспективи розвитку геоінформаційних технологій для військових задач / В.Ю. Тимчук, І.С.Тревого // Військ.-техн. зб. – 2010. – Вип. 3. – С. 33–40.
9. Тимчук В.Ю. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ: аналіз поглядів учасників спеціалізованої ВНТК / Е.В. Лучук, В.Ю. Тимчук, М.В. Чорний // Військ.-техн. зб. – 2010. – Вип. 3. – С.112–118.
10. Тимчук В.Ю. Сфери і тенденції застосування геоінформаційних систем у Збройних силах України (за матеріалами науково-практичного семінару з циклу “Січневі ГІСи”) / В.Ю. Тимчук, Я.С. Щадило // Вісник геодезії та картографії. – 2012. – № 2 (77). – С. 30–35.
11. Тимчук В.Ю. Геоінформаційні системи та інформаційні технології у військовій справі (за матеріалами науково-практичного семінару з циклу “Січневі ГІСи” (2012) / Л.Л. Бортнік, В.Ю. Тимчук // Вісник геодезії та картографії. – 2013. – № 1. – С. 27–32.

12. Галенко І.В. Місце військових освітніх і наукових установ у співпраці щодо реалізації концепції “Інтелектуальна оборона”. Потенціал форуму “Січневі ГІСи” / І.В. Галенко, В.Ю. Тимчук // Вчені записки Таврійського нац. ун-ту ім. В.І. Вернадського. Серія: Географія. – 2013. – Т. 25 (64). – № 1. – С. 145–155.
13. Ткачук П. Досвід і значення наукових заходів 2010 року за участю Наукового центру Сухопутних військ у створенні та дослідженні зразків ОВТ Сухопутних військ, розвитку елементів ЗС України / П. Ткачук, В. Тимчук, І. Тревого // Геоінформаційні системи у військових задачах “Січневі ГІСи”: зб. матер. і тез сем. – Львів: АСВ, 2011. – С. 229–235.
14. Курс підготовки артилерії / авт. кол.: В.П. Медвідь, В.О. Колесніков, О.М. Дронов та ін. – К.: КСВ, 2004. – 89 с.

**Результати імітаційного моделювання  
ефективності застосування перспективного  
зразка ОВТ**

В. Тимчук, Р. Гумінський, В. Дацьк, М. Савчук

Імітаційне моделювання як ефективний засіб економічно-раціонального забезпечення наукових досліджень необхідне для задач оцінювання ефективності озброєння та формулювання вимог до нього. Наведено досвід застосування JCATS, проілюстровано та описано результати імітаційного моделювання, наведено рекомендації стосовно особ-

ливостей імітаційного моделювання у військово-прикладних дослідженнях.

**Результаты имитационного моделирования  
эффективности применения перспективного  
образца ВВТ**

В. Тымчук, Р. Гуминский, В. Дацьк, М. Савчук

Имитационное моделирование как эффективное средство экономически рационального обеспечения научных исследований является неотъемлемым в задачах оценки эффективности вооружения и формулирование требований к нему. Изложен опыт применения JCATS, проиллюстрированы и описаны результаты имитационного моделирования, даны рекомендации относительно особенностей имитационного моделирования в военно-прикладных исследованиях.

**Results of simulation modeling efficiency  
of perspective weapons and equipment**

V. Tymchuk, R. Huminskyi, V. Datsyk, M. Savchuk

Simulation modeling as an effective cost-efficient method of research of problems is inherent in evaluating the effectiveness of weapons and formulation of requirements for them. In this article the experience of JCATS exploitation is given, the results of simulation are illustrated and described, recommendations on features of simulation in military-applied research are given.

## На «ти» з геодезичними приладами



**ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ**  
Підручник. За редакцією Т. Г. Шевченка.  
Друге видання, перероблене та доповнене.  
Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 484 с.  
ISBN 978-966-553-761-8

- відлікові пристрої геодезичних приладів
- прилади для вимірювання віддалей і визначення положення точок
- тахеометри і кіпрегелі
- наземні лазерні сканери

**ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ. Практикум**  
Навчальний посібник. І.С. Тревого, Т.Г. Шевченко, О.І. Мороз.  
Третє видання, перероблене та доповнене.  
Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 240 с.  
ISBN 978-617-607-220-1

- відомості з геометричної оптики та оптичних систем приладів
- будова сучасних точних оптичних теодолітів
- приклади роботи електронними тахеометрами
- дослідження сучасних кутомірних оптичних і електронних приладів

*Кожний із підрозділів є окремою лабораторною роботою з програми курсу «Геодезичні прилади».*

