БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОВТ

УДК 004.89

П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Е.В. Лучук

Академія сухопутних військ, Львів

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЯК СКЛАДОВА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У статті розглядається побудова системи підтримки прийняття рішень як складової автоматизованої системи управління Сухопутних військ Збройних Сил України з використанням онтологічного підходу. Описано процес побудови бази знань та математичних моделей окремих задач, для розв'язування яких призначена система. Здійснено імітаційне моделювання функціонування системи, наведено відповідні приклади.

Ключові слова: *підтримка прийняття рішень, моделювання бойових дій, онтологія, автоматизована система управління.*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Ефективність застосування військ (сил) сучасних збройних сил значною мірою залежить від рівня розвитку системи управління, який, у свою чергу, визначається ступенем їх автоматизації. Автоматизація управління може суттєво підвищити бойові можливості військ (сил) і одночасно в декілька разів скоротити час, які витрачають органи управління на оперативне планування і доведення завдань до підлеглих.

На сьогодні управління у тактичній ланці Сухопутних військ (СВ) Збройних Сил України (ЗСУ) здебільш здійснюється у «ручному» режимі. Використання службовими особами персональних електронних обчислювальних машин та інформаційних систем автоматизує лише незначний обсяг функціональних обов'язків, примушуючи службових осіб органів та пунктів управління використовувати технології минулого сторіччя, внаслідок чого на прийняття рішення витрачається неприпустимо велика кількість часу. Існуючі засоби автоматизації не забезпечують підтримку прийняття рішень, процесу управління та структурно, навіть в планах розбудови, не належать до єдиної автоматизованої системи управління (ЄАСУ) Збройними Силами України, так як системного проекту ЄАСУ на сьогодні не існує.

Автоматизована система управління (АСУ) тактичної ланки СВ ЗСУ – це сукупність взаємозалежних органів і пунктів управління, обладнаних комплексом комп'ютерних апаратно-програмних засобів підтримки прийняття рішень і засобів зв'язку, що забезпечують ефективне управління з'єднаннями, частинами і підрозділами. Система підтримки прийняття рішень (СППР) дозволяє моделювати перебіг бойових дій, виробляти оптимальні за певними критеріями варіанти рішень та надавати їх для вибору командирам.

Під час математичного моделювання бойових дій [1–3] можна виділити ряд важливих показників, які безпосередньо впливають на їх результат. До таких показників для моделювання бойових дій сухопутних військ відносяться: відстань між військами; характеристики маневрених можливостей військ; прохідність місцевості (коефіцієнт супротиву руху); видимість цілі (ймовірність виявлення цілі); ймовірність знищення цілі; сектор пошуку цілі; щільність розподілу вогневих засобів по цілях противника; число необхідних пострілів для знищення цілі (характеристика розсіювання, захищеність цілі, відстань тощо).

У більшості випадків значення цих показників напряму залежить від тактико-технічних характеристик (ТТХ) різних видів озброєння та військової техніки (ОВТ) та організаційно-штатної структури з'єднань, частин і підрозділів. Тому необхідні потужні програмні засоби для зберігання відповідної інформації. Така інформація повинна зберігатися в базі знань (БЗ), а не в базі даних,

© П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Е.В. Лучук

оскільки під час моделювання бойових дій важливу роль відіграє логічне виведення, яке можна реалізувати на основі знань про предметну область (ПО). Оскільки ТТХ ОВТ та організаційно-штатна структура військ ґрунтуються на певних нормативних документах, ядром такої бази знань служитиме онтологія СВ ЗСУ.

Отже, виникає актуальна науково-технічна проблема побудови СППР, центральною компонентою якої є вище визначена БЗ [4].

Ефектом від впровадження СППР буде оптимізація організаційно-штатних структур з'єднань, частин і підрозділів СВ ЗСУ, розвиток тактики та оперативного мистецтва, покращення оперативної і бойової підготовки СВ ЗСУ.

Формулювання мети статті

Метою роботи є проектування та програмна реалізація системи підтримки прийняття рішень під час організації і ведення бойових дій з'єднаннями, частинами і підрозділами Сухопутних військ Збройних Сил України.

Виклад основного матеріалу

Підхід до моделювання бойових дій

Наперед визначимо елементи, які необхідно зберігати в онтології бази знань СППР. Для цього проаналізуємо математичну модель, яку використовують для моделювання бойових дій, наведену у роботі [1–3].

З формальної точки зору, будь-який бій – це реальний процес, що відбувається в часі і в просторі, характеризується наявністю двох ворогуючих сторін, складом і чисельністю, які змінюються під взаємним впливом. Кожна сторона прагне виконати поставлене перед нею завдання, що досягається найчастіше завданням протилежній стороні необхідного числа втрат при допустимому зменшенні своєї чисельності. Кожна сторона складається з деякого числа елементів, що є учасниками бою. Залежно від масштабу бою в якості елементів можуть вибиратися: окремі бійці, окремі зразки ОВТ в одному бою, або підрозділи і частини в іншому.

Кожний такий елемент характеризується деякою сукупністю змінних величин, що є функціями часу і визначають характер його дії і положення в просторі. Конкретне значення цих величин в деякий момент часу називається станом елемента. Зміна станів елементів бою в часі, що відбувається у відповідності з конкретними закономірностями перебігу бою, становить реальну сутність бою. Бій – процес кінцевий і характеризується своїм результатом. З формальної точки зору результат бою можна визначити як сукупність станів всіх елементів в деякий момент часу, після якого кожен з цих станів не змінюється.

Виходячи з цих міркувань математична модель бою є такою: дано дві множини Q і U, де $Q=\{q_1,q_2,\ldots,q_n\}$, $U=\{u_1,u_2,\ldots,u_m\}$, що визначають якісний і кількісний склад воюючих сторін.

Для кожного елемента $q_i \in Q$ існує багатовимірна випадкова функція

$$\zeta_i(t)=\zeta_i(\zeta_{i1}(t),\zeta_{i2}(t),\ldots,\zeta_{ir(i)}(t)) \text{ для } T_0 \le t \le T_1,$$

де T_0 і T_1 відповідно позначають моменти початку і кінця бою. Випадкові функції $\zeta_{i1}(t),\zeta_{i2}(t),\ldots,\zeta_{ir(i)}(t)$ називаються параметрами елемента q_i; l – реалізація випадкової функції $\zeta_i(t)$ позначається через $\zeta_i^l(t)=\zeta_i(\zeta_{i1}^l(t),\zeta_{i2}^l(t),\ldots,\zeta_{ir(i)}^l(t))$; $r(i)$ – функція, яка визначає розмірність багатовимірної випадкової функції.

Січення випадкової функції $\zeta_i(t)$ при деякому заданому моменті часу $T_0 \le t_z \le T_1$ називається станом елемента q_i й позначається через $C_i(t_z)$. Невипадковий вектор

$$\zeta_i^l(t_z)=(\zeta_{i1}^l(t_z),\zeta_{i2}^l(t_z),\ldots,\zeta_{ir(i)}^l(t_z))$$

називається станом елемента q_i в t_z для l-ї реалізації і позначається через $C_i^l(t_z)$. Сукупність $\{C_i^l(T_0)\}$ для всіх $i=1,2,\ldots,n$ називається початковим станом сторони Q для l-ї реалізації. Аналогічно описуються елементи $U_j\,(j=1,2,\ldots,m)$ сторони U і вводяться відповідні визначення та поняття:

$$\xi_j(t)=\xi_j(\xi_{j1}(t),\xi_{j2}(t),\ldots,\xi_{jr(j)}(t)),$$

$$\xi_j^l(t)=\xi_j(\xi_{j1}^l(t),\xi_{j2}^l(t),\ldots,\xi_{jr(j)}^l(t)),$$

$$D_j(t_z)=\xi_j(t_z)=(\xi_{j1}(t_z),\xi_{j2}(t_z),\ldots,\xi_{jr(j)}(t_z)),$$

$$D_j^l(t_z)=\xi_j^l(t_z)=(\xi_{j1}^l(t_z),\xi_{j2}^l(t_z),\ldots,\xi_{jr(j)}^l(t_z)).$$

Сукупність $\{D_j^l(T_0)\}$ для всіх $j=1,2,\ldots,m$ називається початковим станом сторони U для l-ї реалізації, а сукупність $\{D_j^l(T_1)\}$ – об'єктивним результатом бою сторони U для l-ї реалізації.

$\{C_i^l(T_1)\}$ і $\{D_j^l(T_1)\}$ разом називаються об'єктивним результатом бою для l-ї реалізації, а $\{C_i^l(T_0)\}$ і $\{D_j^l(T_0)\}$ – початковим станом бою для l-ї реалізації.

Якщо задані деякі критерії оцінки результату бою у вигляді деяких функціоналів

© П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Е.В. Лучук

$\Phi_1\left(\left\{C_i^l(T_1)\right\};\left\{D_j^l(T_1)\right\}\right)$, $\Phi_2\left(\left\{C_i^l(T_1)\right\};\left\{D_j^l(T_1)\right\}\right)$ і т.д., то значення цих функцій при конкретних значеннях аргументів називається результатом бою за відповідним критерієм.

Певні значення n і m, разом із властивостями випадкових функцій ζ_i і ξ_j будуть відрізняти один від одного різні бої за масштабом і фізичним змістом, за перебігом у часі.

Якби для кожного бою можна було виділити всі елементи, зміна параметрів яких у часі визначала б розвиток бою, а також відповідні цим елементам випадкові функції ζ_i і ξ_j, то було б отримано повний математичний опис бою. Такий бій можна було б вивчати методами теорії випадкових функцій. Однак на практиці виділити елементи бою внаслідок їх різноманіття і складних взаємозалежностей вкрай складно. Тому треба виділяти лише ті елементи, які істотно визначають розвиток бою, зводячи їх число до мінімуму, причому часто корисно об'єднувати елементи в групи, вважаючи кожну групу одним елементом.

Слід мати на увазі, що всі виділені параметри, що характеризують одновимірні випадкові функції, будуть лише деякими наближеннями точних, оскільки задаються вони деякими характеристиками (на практиці найчастіше обмежуються математичним сподіванням і кореляційною функцією).

Для прикладу розглянемо моделювання танкового бою на тактичному рівні. Такий рівень дає змогу віднести до елементів бою окремі бойові засоби: танки, артилерійські установки, протитанкові засоби і т.д. Параметри елементів характеризують їх розташування на місцевості, переміщення, характер діяльності і результат цієї діяльності. Зміна цих параметрів у часі визначається випадковими функціями часу, тобто деякими випадковими процесами.

В якості параметрів для обраних елементів бою приймаються такі випадкові функції від дійсного аргументу часу t:

$\eta_1(t)$ – функція боєздатності;

$\eta_2(t)$ – функція місця розташування;

$\eta_3(t)$ – функція швидкості;

$\eta_4(t)$ – функція характеру дії;

$\eta_5(t)$ – функція кількості боєприпасів.

Модель повинна давати алгоритмічний спосіб отримання наближених реалізацій цих функцій, що дає змогу надалі отримати наближені характеристики цих функцій для практичного їх використання. Ці реалізації здійснюються в трьох основних моделях:

пересування елементів;

виявлення елементів (цілей);

стрільби.

Для реалізації моделі побудуємо онтологію предметної області.

Термінами предметної області в даному випадку будуть: бойові машини, гармати, артилерійські снаряди тощо. Зв'язками між термінами будуть: «має снаряд», «має гармату» тощо.

Мета використання процедурних складових онтологічної моделі повинна полягати в тому, що на інформаційному рівні виконання операцій ідентифікації поточного стану об'єкта задаються «межі» проблемних ситуацій. На їх основі формується поточний інформаційний образ процесу діяльності, який будемо називати апостеріорною моделлю.

Моделювання основних процесів бойових дій

Моделювання пересування. У моделі переміщення реалізуються функція місця розташування і функція швидкості. Відмінною рисою всіх сухопутних боїв є те, що всякий такий бій відбувається на деякій місцевості, яка істотно впливає на його перебіг. У будь-якій стохастичній моделі місцевість можна враховувати двояко: 1) інформація про характеристики місцевості не випадкова і є частиною вихідної інформації для моделювання перебігу бою; 2) інформація про характеристики місцевості є випадковою, і конкретні значення цих характеристик в моделі враховуються методом статистичних випробувань. Вибір підходу під час моделювання залежить від мети дослідження та наявних даних для такого дослідження.

Отримати постійну інформацію про будь-яку реальну місцевість неважко, зокрема, вона може бути безпосередньо взята з карти. Однак висновки, отримані на моделі з використанням такого підходу, можна розповсюдити на досить вузький клас різних типів місцевості. Другий підхід значно розширює цей клас, але отримати випадкові закони зміни характеристик місцевостей часто буває складно. Безперервне відображення місцевості в стохастичній моделі неможливе, бо навіть на картах інформація дається не для кожної точки, а узагальнено. Це відноситься до будь-якої інформації, окрім координат. Тому ділянку місцевості, на якій відбувається реальний бій, розіб'ємо на елементарні ділянки, кожна точка якої характерна тим, що вона має однакову властивість з іншими точками цієї ж ділянки.

Прийнятий наступний принцип розбиття місцевості на елементарні ділянки. Ділянка місцевості, на якій відбувається бій, розбивається на однакові за величиною квадрати зі стороною a_0.

© П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Е.В. Лучук

Вважається, що всі точки одного квадрата мають інформацію, однакову з центром квадрата.

Сукупність таких елементарних ділянок впорядкована, тобто кожній ділянці відповідає індекс (i, j), де i – номер вертикальної смуги, а j – горизонтальної. Між системою таких індексів та географічними координатами встановлено взаємно-однозначну відповідність, що дає змогу за індексом знаходити на карті відповідну ділянку. Для кожної ділянки з індексом (i, j) задається необхідна для моделі інформація, яка характеризує цю ділянку як елемент місцевості: тип рельєфу, характер природних і штучних споруд, прохідність. Кількість цих ознак залежить від виду та характеру задачі. Виходячи з цього необхідно задати сукупність функцій від аргументу (i, j), множини значень яких будуть визначати кількісне значення ознак місцевості на кожній ділянці. Таким чином, інформація про місцевість на кожній ділянці визначається значеннями деякого числа ознак $f_1(i, j), f_2(i, j), \ldots, f_k(i, j)$.

При виборі конкретного значення швидкості переміщення танка враховується його тип, характер ґрунту тих ділянок, по яких відбувається рух, і кут нахилу руху. Відомо [1], що максимальна швидкість руху бойової машини визначається за формулою

$$V_{\max} = \frac{270 N_D \eta_T}{G(g\cos\alpha + \sin\alpha)},$$

де N_D – потужність двигуна бойової машини (БМ); η_T – коефіцієнт корисної дії двигуна БМ, який враховує втрати потужності в трансмісії і ходовій частині; G – маса БМ, g – коефіцієнт супротиву ґрунту, α – кут нахилу ґрунту, $V_{\max}$ – максимальна швидкість. БМ

Значення g для кожної ділянки задано у вхідній інформації. При переміщенні від ділянки до ділянки береться півсума відповідних значень коефіцієнта g.

Моделювання виявлення цілей. Як правило, під час моделювання боїв підрозділів сухопутних військ вважають, що кожний елемент у процесі бою веде спостереження за елементами противника, які є цілями по відношенню до елементів, що ведуть спостереження. Всі цілі залежно від відстані, різниці висот, рельєфу і рослинності умовно поділяються на дві групи: невидимі і видимі. Цілі першої групи виявити неможливо, цілі другої групи рано чи пізно виявляються. Це означає, що пошук цілі – випадкова подія і кожна ціль другої групи має певну ймовірність виявлення. Природно, що чим кращі умови спостереження і чим довше воно ведеться, тим більша ймовірність виявлення.

Конкретний вид функції ймовірності виявлення може бути різним – він залежить від типу модельованого реального бойового процесу. Приймемо, що ймовірність виявлення описується формулою: $p(t) = 1 - e^{-yt}$, де y – миттєва щільність ймовірності виявлення; t – час спостереження, $p(t)$ – ймовірність виявлення цілі.

Це означає, що ydt ймовірність виявлення цілі за досить малий відрізок часу dt. Функція y залежить від відстані до цілі, її розмірів, типів засобів спостереження, метеорологічних умов спостереження.

Однією із можливих реалізацій функції y є [1, 2]

$$y = k\frac{S}{r^2},$$

де S – площа проекції цілі на площину, перепендикулярну лінії спостереження; r – відстань до цілі; k – коефіцієнт, який враховує всі інші фактори, що впливають на виявлення цілей.

Таким чином, кінцева формула для визначення ймовірності виявлення цілі буде такою

$$p(t) = 1 - e^{-k\frac{S}{r^2}t}.$$

Для цілей другої групи за формулою ймовірності виявлення обчислюємо значення цих ймовірностей, а потім методом статистичних випробувань за цими значеннями вибираємо всі видимі цілі. Інформація про всі виявлені цілі використовується далі для моделювання стрільби.

Моделювання стрільби. У моделі стрільби шукається поточна інформація про результат стрільби по виявлених цілях, при цьому визначаються ймовірності ураження кожної цілі. Ймовірність ураження є функцією таких аргументів: відстані до цілі, її розмірів, швидкості руху засобу ураження і цілі.

Після ураження цілі засіб ураження переходить в стан спостерігача, завдяки цьому будується реалізація функції характеру дій. Розсіювання при стрільбі здійснюється за нормальним законом, де математичне сподівання – це координати цілі, а дисперсія – розсіювання по x і y. Знаючи координати попадання снаряда, радіус його ураження можна визначити ймовірність ураження цілі.

Якщо ціль уражена, то вона втрачає свою боєздатність.

Моделювання бойових дій механізованого підрозділу

Основні дані для моделювання перебігу бойових дій зберігаються в онтології. Детальніше побудову таких систем описано в роботах [4–6]. На рис. 1 наведено UML діаграму класів для представлення поля бою, побудовану на основі даних онтології. На цьому рисунку наведено

© П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Е.В. Лучук

діаграму класів та інтерфейсів, які призначені для представлення карти місцевості. З наведеної UML діаграми видно, що клас Cell реалізує інтерфейс CellInterface, а клас Field – FieldInterface. Клас Field містить у полі cells 0 або багато об'єктів, що реалізують CellInterface. Клас Cell містить у полях visibleCells і notVisibleCells нуль або багато об'єктів, що реалізують CellInterface.

Для роботи з онтологією було вибрано засіб Protégé. Для написання процедур моделювання бойових дій взято середовище Eclipse — вільне модульне інтегроване середовище розробки програмного забезпечення.

Розглянемо приклад функціонування системи моделювання перебігу бою. Нехай необхідно дослідити закономірності результату бою танкової роти (батальйону) при наступі на протитанковий укріплений район.

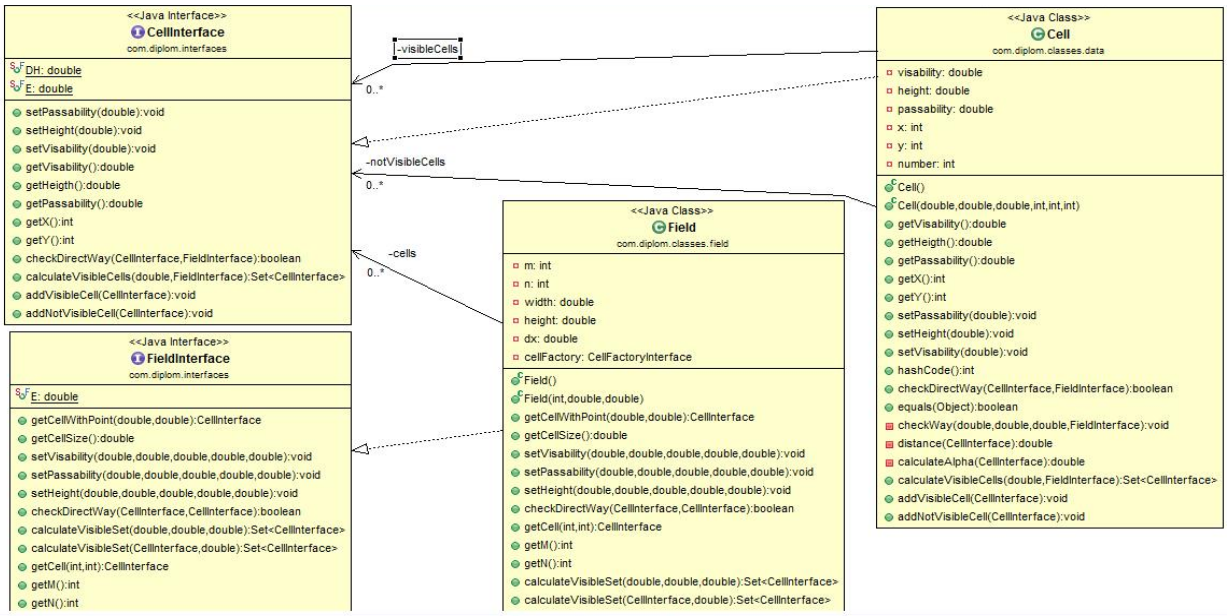

Рис. 1. **Діаграма класів представлення поля бою**

Розглядається наступне тактичне завдання. Танкова рота «синіх», що складається з *m* танків, повинна прорвати протитанковий укріплений район «червоних». Цей район обороняє *n* танків «червоних», які замасковані і знаходяться в спеціально створених укриттях. Рота повинна наступати в заданому бойовому порядку в смузі шириною *a* метрів і глибиною *c* метрів. Загальний напрямок руху роти визначається взаємним розташуванням на місцевості вихідної позиції «червоних» і «синіх». Напрямок руху для кожного танка «синіх» визначається сукупністю орієнтирів (предметів на місцевості).

Бій починається в деякий заданий час T_0 і триває до того моменту, коли сили однієї із сторін стануть небоєздатними. Кінцем бою можна також вважати той момент $T_1 > T_0$, в який буде виконано бойове завдання або втрати однієї зі сторін перевищать допустимий відносний рівень.

Головне вікно програми, яка розроблена авторами у середовищі Eclipse, що реалізує онтологічні моделі зі схемою взаємного розташування БМ, наведено на рис. 2.

На графіку, наведеному на рис. 3, відображено ймовірність виходу з ладу БМ.

Бій розпочнеться приблизно в момент $T_0 = 65c$, оскільки бойові машини знаходяться на відстані, що перевищує радіус пострілів. Необхідно 65 *c*, щоб ця відстань стала допустимою для початку атаки. Бій закінчується в момент $T_1 = T_0 + 180c$. Починаючи з цього моменту, графік ймовірностей стає паралельним до осі *x* (див. рис. 3), отже, це кінець бою. Обчислимо ймовірності виграшу кожної із сторін згідно з формулою $P = \frac{p}{p+q}$ [1]:

$$P \text{ (виграш «сині»)} = \frac{0{,}2}{0{,}4+0{,}2} = 0{,}33;$$

$$P \text{ (виграш «червоні»)} = \frac{0{,}4}{0{,}4+0{,}2} = 0{,}66.$$

© П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Е.В. Лучук

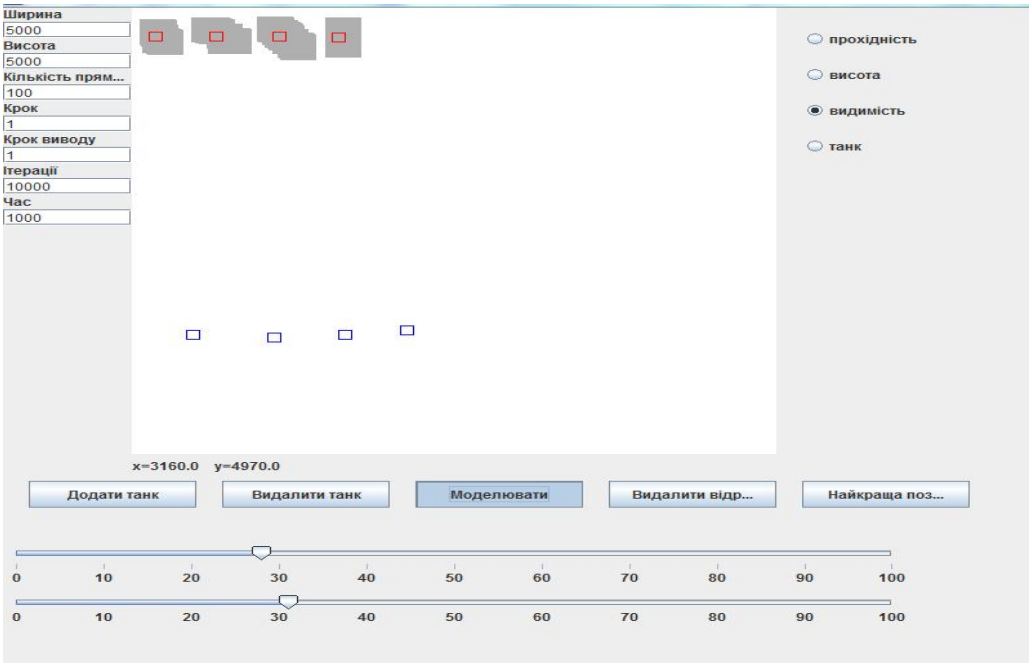

Рис. 2. **Головне вікно програми**

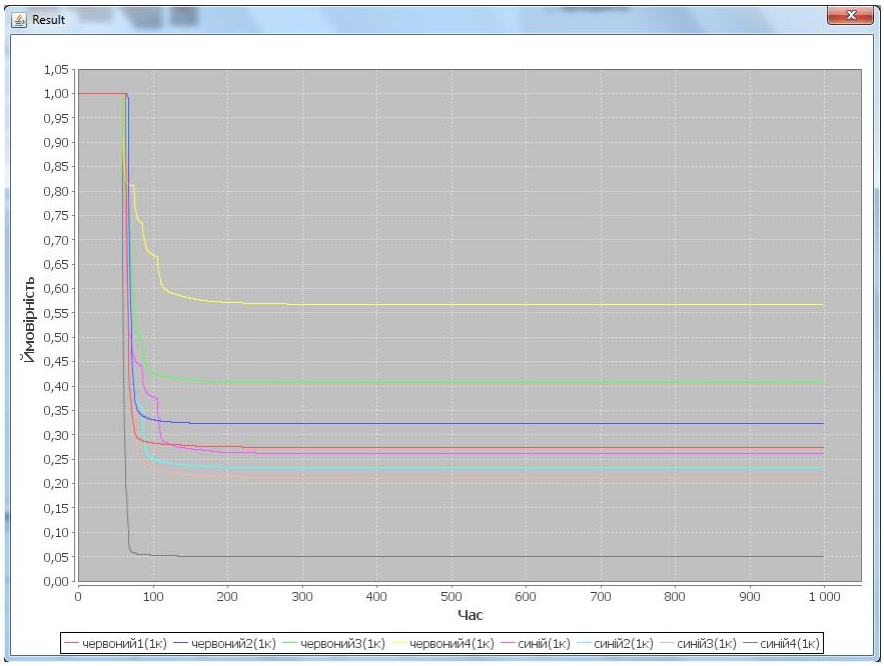

Рис. 3. **Графік ймовірності виходу з ладу кожної БМ**

Більшу ймовірність виграшу «червоних» можна пояснити кращою захищеністю їх військ, оскільки за умовою задачі «червоні» замасковані і знаходяться в спеціально створених укриттях.

Перевіримо адекватність моделі на наступному прикладі. Розглянемо тепер так званий дуельний бій, тобто розмістимо на карті дві однакові бойові машини («червону» і «синю»), так щоб відстань між ними не перевищувала радіус пострілу, і позначимо добре замасковану ділянку. Цю ділянку виберемо так, щоб жодна бойова машина не знаходилася в ній (див. рис. 4). Результати такого бою наведено на рис. 5, на якому відображено динаміку бою. Оскільки бойові машини однакові, то ймовірності їх виграшу теж однакові. Незначну перевагу «синіх» можна пояснити похибкою моделювання.

Знайдемо найкращу позицію для атаки. В результаті моделювання найкращою обрана позиція, яка зображена затемненою ділянкою (див. рис. 4). Тепер переставимо «синю» бойову машину в цю позицію і знову спрогнозуємо результати. Тоді ймовірність виграшу «синіх» значно зросла (див. рис. 6).

© П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Е.В. Лучук

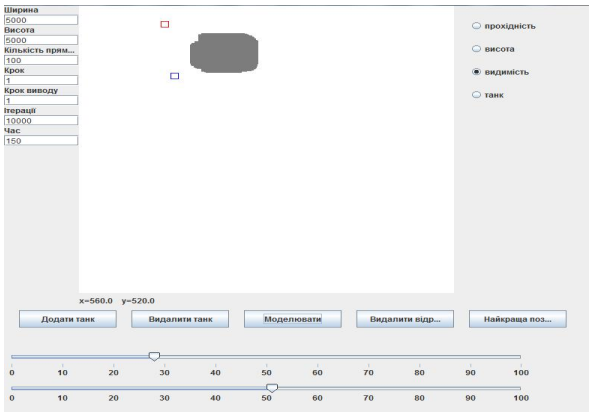

Рис. 4. **Схема дуельного бою однакових бойових машин**

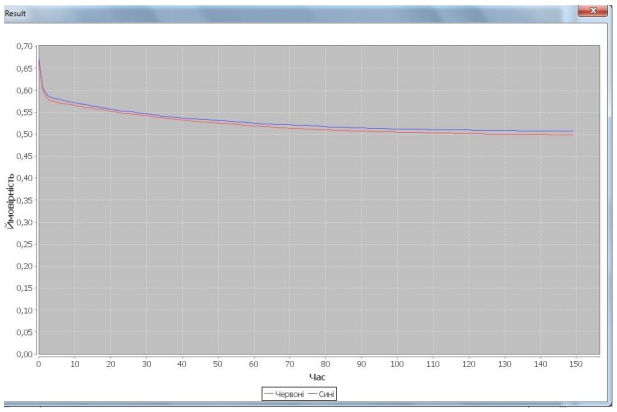

Рис. 5. **Графіки середньої ймовірності виграшу двох однакових бойових машин в однакових умовах**

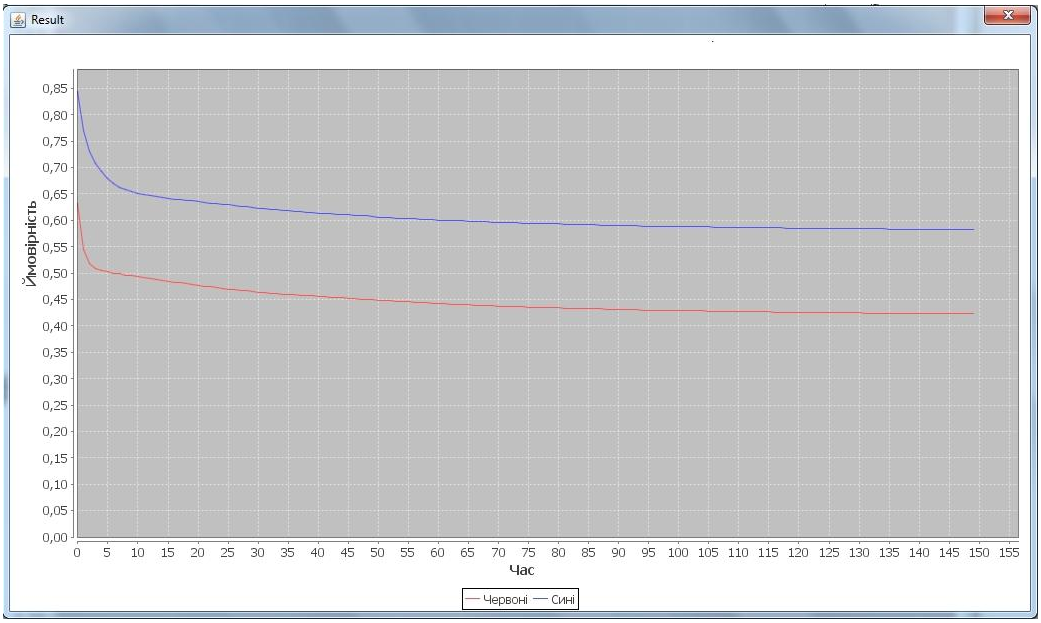

Рис. 6. **Графіки середньої ймовірності виграшу однакових бойових машин в неоднакових умовах**

Висновки

Для прийняття ефективних управлінських рішень Сухопутним військам Збройних Сил України необхідна така автоматизована система управління військами, центральною компонентою якою є база знань. Ядром такої бази знань, у свою чергу, є онтологія предметної області. Центральною системою АСУ є СППР. Така система реалізована для механізованих і танкових підрозділів на основі розробленої авторами онтологічної моделі, яка побудована в середовищі Protégé. Модуль моделювання бойових дій розроблений за допомогою програмного засобу Eclipse. Перевагами такого підходу є використання світового стандарту подання знань у форматі OWL та можливість інтеграції модуля до будь-якої СППР. Використання у розробленій моделі баз знань на противагу базам даних дає можливість логічного виведення, а отже, побудова плану дій.

Результати проведеного моделювання засвідчили адекватність реалізованої у програмі моделі бойових дій, їх несуперечність відомим результатам та здоровому глузду.

Таким чином, запропонований у статті підхід до проектування системи підтримки прийняття рішень під час організації і ведення бойових дій з'єднаннями, частинами і підрозділами Сухопутних військ Збройних Сил України та його програмна реалізація можуть бути використані при розробці автоматизованої системи управління тактичної ланки Сухопутних військ як складової Єдиної автоматизованої системи управління Збройних Сил України.

Подальшим напрямом досліджень є інтеграція у розроблену СППР геоінформаційної системи типу

© П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Е.В. Лучук

«Панорама», отримання з неї необхідних показників, які характеризують місцевість, та удосконалення розробленої підсистеми за рахунок моделювання на тривимірних електронних картах реальної місцевості; розширення кола задач, які вирішуються СППР.

Список літератури

1. *Математические модели боевых действий / П.Н. Ткаченко, Л.Н. Куцев, Г.А. Мещеряков, А.М. Чавкин, А.Д. Чебыкин . – М.: Советское радио, 1969. – 240 с.*
2. *Вентцель Е.С. Введение в исследование операций / Е.С.Вентцель. – М.: Советское радио, 1969. – 390 с.*
3. *Можаровський В.М. Основні положення методики визначення варіанта (способу) бойових дій та складу угруповання військ (сил) для відбиття агресії / В.М. Можаровський, О.М.Загорка // Наука і оборона / №1'2011. – С. 3-6.*
4. *Литвин В.В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень / В.В.Литвин. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 240 с.*
5. *Інтелектуальні системи, базовані на онтологіях // Д.Г. Досин, В.В. Литвин, Ю.В. Нікольський, В.В. Пасічник. – Львів: «Цивілізація», 2009. – 414 с.*
6. *Литвин В. В. Моделювання інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень з використанням онтологічного підходу / В. В. Литвин // Радіоелектроніка, інформатика, управління : наук. журн. / Запорізький національний технічний університет. – 2011. – №2(25). – С. 93–101.*
7. *Литвин В. В. Проектування інтелектуальних агентів прийняття рішень в просторі ознак з використанням онтологічного підходу / В. В. Литвин, Р. Р. Даревич, Д. Г. Досин, Н. В. Шкутяк // Штучний інтелект : наук.-техн. журн. / Національна академія наук України; Інститут проблем штучного інтелекту. – Донецьк, 2010. – № 4. – С. 398–403.*

Рецензент: д.т.н., доц. Н.Б. Шаховська, Національний університет «Львівська політехніка», Львів.

Система поддержки принятия решений как составляющая автоматизированной системы управления Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины

П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Э.В. Лучук

В статье рассматривается построение системы поддержки принятия решений как составляющей автоматизированной системы управления Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины с использованием онтологического подхода. Описан процесс построения базы знаний и математических моделей отдельных задач, для решения которых предназначена система. Осуществлено имитационное моделирование функционирования системы, приведены соответствующие примеры.

Ключевые слова: *поддержка принятия решений, моделирование боевых действий, онтология, автоматизированная система управления.*

THE DECISION SUPPORT SYSTEM AS A PART OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF THE UKRAINIAN GROUND FORCES

P. Tkachuk, V. Lytvyn, E. Luchuk

Construction of the decision support system as a part of the automated control system of the Ukrainian Ground Forces, using an ontological approach, is considered in the article. Process of the knowledge base building and mathematical models of particular tasks which the system is designed are described. Simulation of the system operation is performed, appropriate examples are given.

Key words: *decision support system, simulation of combat operations, ontology, automated control system.*

© П.П. Ткачук, В.В. Литвин, Е.В. Лучук