

УДК 528.94

В. Хірх-Ялан, канд. техн. наук,  
В. Бахвалов, канд. техн. наук, доц.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

## КОНЦЕПТУАЛЬНА СХЕМА СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ТАКТИЧНОЇ ОБСТАНОВКИ НА БАЗІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

*Аналіз напрямків використання геоінформаційних систем для військової сфери свідчить про необхідність розроблення вітчизняних імітаційних систем моделювання бойових дій та створення системи моделювання тактичної обстановки військового призначення із застосуванням геоінформаційних систем для Збройних Сил України.*

*Представлено концептуальну схему системи моделювання тактичної обстановки на базі ГІС-технологій, яку пропонується використовувати для планування розвідки та спеціальних операцій, визначення цілей, аналізу місцевості та взаємної видимості супротивних сторін, управління веденням бою тощо.*

**Ключові слова:** система моделювання бойових дій, геоінформаційна система, геопросторове моделювання.

**Постановка проблеми.** Аналіз напрямків використання геоінформаційних систем для військової сфери свідчить про необхідність розроблення вітчизняних імітаційних систем моделювання бойових дій та створення системи моделювання тактичної обстановки військового призначення із застосуванням геоінформаційних систем для Збройних Сил України та інших силових відомств у контексті сучасних способів ведення бойових дій під час проведення антитерористичної операції на території Донецької та Луганської областей.

На сьогодні армії багатьох держав замінюють паперові карти на інформаційну систему управління військами та контролю інформації. Розроблені вимоги та стандартизовано інформацію, яка повинна надаватись у військовий підрозділ під час проведення відповідних дій. Кожний підрозділ усіх родів військ має надавати в загальну спеціалізовану мережу стандартизовану інформацію, а також може утримувати на своєму сервері додаткову необхідну інформацію.

З розвитком технологій, устаткування ведення бойових дій переводиться на якісно нову систему оперативного управління, яка в свою чергу базується на основі геоінформаційних систем (ГІС) і технологій сучасних засобів навігації.

Географічні інформаційні системи представлені двома основними компонентами – спеціальним чином організованим сховищем даних та інструментальними засобами організації, управління зберіганням та обробкою даних.

ГІС найчастіше використовуються як сховище даних, а також як середовище для інтеграції різноманітних даних про території. Разом із тим, ГІС як інструментальні засоби являють собою потужний набір інструментів для створення, перетворення, відображення, аналізу, моделювання та інших дій з просторовими даними.

Задачі управління військами в умовах скорочення часу на прийняття рішення, підвищення вимог до якості прийнятого рішення, скорочення чисельності особового складу органів військового управління обумовлюють задачу оброблення інформації в автоматизованих системах управління військового призначення. Вирішення цих задач є можливим у структурі програмного й апаратного забезпечення. Цифрова інформація про місцевість використовується штабами Збройних Сил в автоматизованих системах управління військами, системах навігації, засобах бойового ураження при наведенні на ціль та у тренажерах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Можливості ГІС визначаються архітектурою системи та її програмним забезпеченням.

Донедавна більшість користувачів геопросторової інформації задовольнялися виключно ГІС-інсталяціями на своєму комп'ютері. Проте недоліки такої персональ-

ної ГІС ініціювали перехід до ГІС з архітектурою "клієнт-сервер". У цьому разі більшість функцій з геовізуалізації та оброблення даних покладається на ГІС – сервер, для накопичення інформації застосовується більш потужне сховище даних, а кінцеві користувачі мають доступ на віддалених робочих місцях (пунктах управління, комп'ютерах), які зв'язані з сервером.

Наразі набуває поширення новий підхід до побудови інформаційних систем та ГІС зокрема. Основою його є залучення величезних інформаційних ресурсів Інтернету, розвиток систем високоточного глобального позиціонування GPS, досягнення у створенні потужних мобільних комп'ютерів.

Основною функцією геоінформаційного забезпечення у військовій сфері є використання геопросторової інформації для вирішення наступних задач:

– аналіз простору проведення військової операції з огляду на можливості застосування живої сили, озброєння і військової техніки;

– аналіз простору проведення військової операції з урахуванням розвідувальної інформації щодо розташування ворожих сил і тактико-технічних характеристик озброєння і військової техніки противника; моделювання проведення військової операції; моніторинг за проведенням військової операції; просторово-часовий аналіз проведеної військової операції.

Сьогодні найвідомішою з усіх існуючих АСУВ тактичної ланки є американська автоматизована система управління військами тактичного рівня класу C2SR – Force XXI Battle Command Brigade and Below (FBCB2).

**Мета статті.** Підвищити оперативність та зменшити час на прийняття рішень під час управління військами за рахунок використання системи моделювання тактичної обстановки на базі ГІС-технологій.

**Викладення основного матеріалу досліджень.** Існуючі системи автоматичного управління військами (АСУВ) класифікуються за задачами, які на них покладаються – Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance (Команда, Контроль, Комунікації, Комп'ютери, Інтелект, Спостереження і Розвідка).

Будь-яка АСУВ належить до визначеного класу відповідно до ступеня автоматизації в ній управлінських функцій.

Системи управління, у яких автоматизовані відповідні функції, мають відповідні найменування, а саме: Command and Control належать до класу CC, або C2; Command, Control, Communications, Computers – до класу CCCC, або C4. Система класу C2SR поступається системі C4 за кількістю задач, які розв'язуються в автоматичному режимі.

Зміст функцій управління АСУВ класу С2 полягає у виконанні наступних військово-прикладних задач:

– відображення і передача сформульованих бойових задач підлеглим органам управління (об'єктам управління) у формалізованому текстовому і графічному вигляді (файли) із використанням єдиної обчислювальної мережі;

– автоматичне визначення місць розміщення своїх об'єктів управління (до окремого транспортного засобу) і періодичне оповіщення своїх органів управління та сусідів про їхнє місцезнаходження з відображенням на електронних картах. Дозволяють командирів швидко довести прийняте ним рішення до підлеглих і проконтролювати хід його виконання. При цьому функції оцінки обстановки та прийняття рішення повністю покладаються на самого командира. Також система повідомляє кожному об'єкту управління (крім самого командира) про положення та стан сусідів у ході виконання бойових завдань.

Зазначений клас АСУВ – С2 лише допомагає командирів та іншим військовослужбовцям ставити підлеглим завдання збирати й відображати інформацію про поточне положення своїх об'єктів управління, об'єктів противника і нейтральних об'єктів. У зазначених системах не йдеться про вироблення будь-яких варіантів рішення на бій та їхнє моделювання.

Наявність же в аббревіатурі класу системи четвертої букви С (Computers), а також букви І (Intelligence) передбачає, по-перше, повну автоматичну обробку даних, отриманих у ході реалізації Command and Control та, по-друге, – вироблення на підставі обробки первинних даних варіанта ситуаційного рішення командира або моделювання видів бою та його подання в найбільш зручній для сприйняття людиною формі. [1, 6]

На думку експертів, основними перешкодами на шляху розвитку АСУВ тактичної ланки з класу С2 у класи С3 і С4 є:

– відсутність математично коректних алгоритмів оцінки дій військ на тактичному рівні, зважаючи на величезне розмаїття застосовуваних ними способів і прийомів виконання бойових завдань;

– складність створення автоматизованої системи збору та оцінки даних тактичної обстановки, зважаючи на дуже велику різноманітність її параметрів і швидкоплинності змін (порівняно з оперативною та оперативно-стратегічною ланкою управління);

– необхідність ручної роботи при збиранні, обробці та відображенні великої кількості змінних даних, що перевищують можливості відповідальних посадових осіб з уведення таких даних у систему;

– необхідність обробки відносно великої кількості даних в одиницю часу, які за своїми обсягами в цей час перевищують можливості машинного забезпечення, використовуваного в тактичній ланці управління;

– складність створення самоорганізованих мереж зв'язку і надійних локальних мереж (систем передачі даних) між великою кількістю високомобільних об'єктів управління [6].

#### **Застосування геоінформаційних технологій у процесі управління Збройними Силами України**

Основне призначення ГІС – надання органам управління усіх рівнів доступу до просторових даних про місцевість і об'єкти на ній у реальному режимі часу або близькому до нього із забезпеченням наочної форми їхнього представлення. ГІС зберігає геопросторову інформацію у вигляді набору тематичних баз даних, що поєднуються з модельними та розрахунковими функціями для маніпулювання і перетворення їх у просторову інформацію.

Будь-яка географічна інформація містить відомості щодо просторового положення, наприклад, про прив'язку до географічних чи інших координат. Для автоматичного визначення місця розташування об'єкта застосовується процес геокодування, який полягає у позиціюванні просторових об'єктів відносно відповідної системи координат.

Для використання в ГІС дані мають бути перетворені у відповідний цифровий формат. Багато даних переведені у формати, які сприймаються ГІС-пакетами. Для багатьох типів просторових операцій кінцевим результатом є представлення даних у вигляді карти чи графіка. Автоматизоване картографування на базі географічних інформаційних систем надає нові інструменти, що розширюють і розвивають наукові основи картографії. З їхньою допомогою візуалізація самих карт може бути легко доповнена звітними документами, тривимірними зображеннями, графіками й таблицями, фотографіями та іншими засобами.

Геоінформаційне забезпечення включає збирання, обробку, зберігання й доведення до споживачів зображень і описів місцевості, геодезичних і гідрометеорологічних даних у вигляді графічних, текстових, цифрових і фотодокументів. Обсяги й різноманітність таких документів, що містять інформацію про місцевість, стан атмосфери й космічного простору, залежать від масштабу використання військової сили й території збройного конфлікту [4].

Проблематика вирішення завдань топогеодезичного забезпечення з використанням новітніх геоінформаційних технологій знайшла своє відображення у розробці та практичному застосуванні тактичних інформаційних систем. Такі системи широко застосовувалися і застосовуються у локальних конфліктах останніх років та під час проведення миротворчих операцій. Схожі за своєю структурою елементи таких систем в арміях провідних країн світу застосовуються в усіх оперативно-тактичних ланках, до бригади включно. У Збройних Силах України є декілька структурних підрозділів, які займаються обробкою геопросторової інформації. Інформація до цих структур надходить паралельно, хоча вона могла б доповнювати одна одну. Існує необхідність об'єднати всю просторову інформацію, яка може бути отримана від різних джерел. Ця інформація повинна зберігатися в одній базі комп'ютерних даних, яка постійно оновлюється.

#### **Етапи побудови системи моделювання тактичної обстановки на базі геоінформаційної системи**

Побудову системи моделювання тактичної обстановки умовно можна розбити на ряд етапів:

**Перший етап:** з'ясування цілей дослідження, визначення місця й ролі моделі в процесі військового управління, формулювання і конкретизація мети моделювання, постановка завдання на моделювання.

**Другий етап:** змістовний опис об'єктів та задач, що моделюються; програмна реалізація розробленої моделі.

**Третій етап:** дослідження моделі.

**Четвертий етап:** аналіз і обробка результатів моделювання, надання пропозицій і рекомендацій стосовно використання результатів моделювання на практиці.

Для розроблення системи моделювання тактичної обстановки військового призначення засобами ГІС необхідно визначити наступні її компоненти, а саме:

– призначення (мета функціонування) системи; принципи її побудови та функціонування; загальна структура (склад елементів системи й середовища, взаємозв'язків та їхніх характеристик); істотні властивості системи та процесу, реалізованого нею; показники і вимоги, що пред'являються до значень цих показників; механізм функціонування системи та її взаємодії з середовищем.

Зростаючі можливості використання перспективних інформаційних технологій у військовій сфері змушують переглянути традиційні підходи до використання засобів та методів сумісного аналізу наявної інформації щодо дій військ (сил). Зростаюча динаміка ведення збройної боротьби та великий обсяг інформації, яка підлягає аналізу, призводить до того, що людина вже не в змозі за дуже короткий час провести аналіз необхідного обсягу інформації та прийняти зважене рішення. За таких обставин виникає необхідність застосування технологій управління силами й засобами Збройних Сил, які не тільки відображають ситуацію, що склалася, для аналізу та прийняття рішень, а дають можливість прогнозувати ймовірні варіанти розвитку подій та пропонувати командирам будь-якого рівня різні шляхи досягнення оптимального результату.

Для вирішення таких завдань необхідно використовувати технології, які ефективно поєднують простір та час зі значними за обсягом супутніми даними у вигляді атрибутивної інформації щодо об'єктів оперативної обстановки, довідкової інформації про театр (район) ведення бойових дій, кліматичні умови, дані розвідки та ін. Саме з цією метою в арміях багатьох держав світу використовують геоінформаційні технології. У Збройних Силах України існує окремий вид інформаційного забезпечення, що ґрунтується на засадах геоінформаційних технологій, це – геоінформаційне забезпечення.

Геоінформаційне забезпечення має задовольняти наступні вимоги: формування єдиного геоінформаційного простору в межах театру воєнних дій військ (сил); відображення оперативної обстановки на картографічному фоні з використанням загальноприйнятої символіки; генералізацію (масштабування) картографічної інформації залежно від завдань, що вирішуються; постачання картографічних даних для забезпечення постановки завдань щодо реалізації рішень командирів усіх рівнів ієрархії підпорядкованості; обробку координатної та растрової (космічні знімки, аеро-фото-) інформації від усіх видів розвідки; поєднання просторово розподіленої інформації з інформацією з тематичних баз даних, довідковою та іншою інформацією; надання технологій для автоматизованого аналізу оперативної обстановки з метою отримання вихідних даних для виявлення загроз та прогнозування їхнього розвитку, проведення моделювання і надання рекомендацій командирам відповідних рівнів; геоінформаційну підтримку автоматизованого вирішення задач стосовно відвід оперативного забезпечення Збройних Сил України (комплекси розрахункових задач); забезпечення автоматизованого видання бойових графічних документів; забезпечення сумісності автоматизованих систем та засобів автоматизації ЄАСУ ЗСУ, у частині просторово розподіленої інформації, з іншими подібними системами в умовах виконання завдань у складі коаліції військ (сил).

Актуальність та необхідність створення, упровадження геоінформаційних систем військового призначення як складової інформаційного забезпечення ЄАСУ зумовленою загальною підвищенням вимог військ (сил) до оперативності, повноти та якості інформаційного забезпечення процесу управління. Останні досягнення в галузі інформаційних технологій створили певну невідповідність між указаними вище вимогами та забезпеченістю військ ГІС інформацією.

Протиріччя, які виникли між величезними об'ємами інформації та можливостями їхньої обробки й використання, обумовлюють необхідність розробки нових засобів, побудованих на принципах ГІС. Важливою особливістю розвитку систем управління є надбання цими системами властивості наскрізного масштабування – від

систем стратегічного рівня до систем управління безпосередньо окремими підрозділами (та навпаки). Водночас, склад та зміст інформаційного забезпечення для вирішення завдань управління діями військ (сил) на різних рівнях ієрархії органів військового управління має відмінності.

У цьому сенсі не є винятком і геоінформаційне забезпечення.

Автоматизований аналіз ситуації передбачає здатність використовувати можливості визначення напрямку розвитку подій безпосередньо в системі управління, у тому числі на основі просторового аналізу поведінки об'єктів оперативної обстановки. Такі системи надають додатковий рівень аналізу для прийняття рішень органами управління. Існує кілька підходів до аналізу ситуації, включаючи аналіз кінематичних характеристик об'єктів оперативної обстановки на географічних мережах, просторово-часовий аналіз змін території в районі проведення операцій військами (силами), аналізу інших просторово пов'язаних даних. Приклади таких підходів включають ідентифікацію загроз на основі автоматичного відстеження характеристик та інших кінематичних даних, таких як наближення або проникнення на обмежені території, перевищення конкретної висоти / швидкості для певних типів траєкторій руху об'єктів оперативної обстановки, виявлення маневрів не типових для певних типів об'єктів, виявлення перешкод, що унеможливають рух тощо.

Властивість генералізації просторово розподіленої інформації для відображення на інформаційних екранах і табло в органах управління різного рівня в межах єдиного геоінформаційного простору дає змогу надавати інформацію про об'єкти оперативної обстановки в обсязі, необхідному для певного рівня. Якщо органам управління вищого рівня знадобиться провести додатковий аналіз дій тактичних підрозділів, то має бути можливість отримати всю інформацію, яку використовує командир тактичної ланки.

Однією з особливостей геоінформаційного забезпечення має бути функція видання та збереження бойових графічних документів в електронній формі з можливістю колективної роботи з ними. Водночас, система управління повинна підтримувати процес розгляду та затвердження електронних документів, у тому числі графічних, на основі електронних карт [3,4].

У процесі планування застосування військ (сил) бере участь певна кількість осіб відповідальних за окремі напрямки оперативного забезпечення. Зрозуміло, що вимоги до представлення інформації для виконання завдань окремого виду оперативного забезпечення різні. У цій ситуації від геоінформаційного забезпечення вимагається можливість створювати потрібне інформаційне оточення для кожної окремої посадової особи, не втративши при цьому властивостей системи управління щодо узгодженості та синхронізації всіх її елементів. Реалізація такої вимоги досягається використанням єдиного ядра геоінформаційного забезпечення, яке надає розробникам програмного забезпечення та користувачам базові геоінформаційні сервіси та інструментарій для їхнього спільного використання під час виконання спеціалізованих завдань. При цьому, зазначене ядро має діяти в просторово розподіленому середовищі, бути захищеним від зовнішнього втручання і бути максимально доступним для внутрішніх користувачів згідно з установленним розподілом повноважень.

Геоінформаційне забезпечення системи управління має складатися з окремих предметно орієнтованих модулів у рамках загальної сервісно-орієнтованої архітектури, використовувати функціональні компоненти, які

вбудовуються у відкриту, розширювану програмно-апаратну платформу для досягнення інтегрованості використання просторово розподіленої інформації, використовуючи стандартні правила в рамках базових послуг, які підтримують обмін повідомленнями, перетворення даних задля подальшого поширення (розповсюдження) їх шляхом публікації та підписки на стандартні та спеціально створені шаблони проектування.

Отже, геоінформаційне забезпечення цього процесу має забезпечити сумісну роботу між різними ланками та службами Збройних Сил України, не втративши при цьому єдність підходів до використання просторово розподіленої та іншої інформації.

При цьому за актуальність та достовірність тематичної інформації в межах окремого виду оперативного забезпечення відповідає її власник (ініціатор). Це інформація про стан систем зв'язку, озброєння та військової техніки, обладнання інженерних позицій, стан логістичного забезпечення, наявність і стан особового складу, дані розвідки тощо.

Система відображення оперативної обстановки та супутніх даних повинна забезпечувати графічне представлення інформації в робочій зоні перегляду, дозволяючи відео, графіки, таблиці та інші нетипові для геоінформаційного забезпечення види зображення інформації, які відносяться до просторово розподілених об'єктів.

Будь-які зміни оперативної обстановки або рішень щодо виконання завдань військами (силами) одразу повинні з'являтися у відповідних місцях у відповідних посадових осіб.

Операції військ (сил) за типом поділяються на операції сухопутних військ (сил), повітряних військ (сил), військово-морських сил та операції змішаного типу. Отже, геоінформаційне забезпечення має враховувати особливості процесу планування та проведення операцій кожного з наведених типів.

У реальних умовах підготовка операцій, як правило, здійснюється органами військового управління відповідних видів збройних сил та узгоджується з силами забезпечення і органами військового управління вищого рівня. Бойове застосування військ (сил) здійснюється виключно органами військового управління за належністю. У цій ситуації геоінформаційне забезпечення має надати заздалегідь налаштовані шаблони сервісів та технологій взаємодії між ними. Останнім часом паралельно з фазами планування та проведення операцій військ (сил) проводяться інформаційні операції. Для підвищення ефективності такого роду дій, як правило, використовується просторовий аналіз на основі геоінформаційного забезпечення. Для цього використовується інформація з баз картографічних даних та інших джерел про райони компактного проживання етнічних груп населення, умови їхнього життя, наявність корисних копалин, промислових підприємств, об'єктів культурної та соціальної сфер.

ГІС військового призначення для системи моделювання тактичної обстановки складається із стандартних компонентів: система вводу даних (за результатами оброблення топографічних карт, даних дистанційного зондування тощо); система зберігання та пошуку даних, з можливістю оновлення та розширення; система оброблення даних, орієнтована на використання моделей тактичної обстановки даних; система візуалізації даних та результатів їх оброблення у відповідному стандартизованому вигляді.

*Система оброблення даних* є об'єктно-орієнтованою та являє собою набір взаємопов'язаних класів, які логічно поділені на декілька рівнів:

– рівень фізичного доступу до даних;

– рівень виконання запитів до електронної карти (візуалізація, друк, пошук, розрахунок характеристик);

– рівень програмних інтерфейсів із сервісними модулями та прикладними програмами.

*Система зберігання та пошуку даних* є базою електронних карт, структура якої представлена ієрархічно. На нижньому рівні зберігається інформація про окремі об'єкти карти. Об'єкти можливо групувати та поєднувати в групи, шари та номенклатурні аркуші. Сукупність аркушів карт одного масштабу та виду складається в район робіт – окрему базу даних електронних карт.

Опис окремого об'єкта складається з метричної інформації (координати на місцевості) і семантичних даних (опис властивостей об'єкта), додаткових довідкових даних, ілюстраційних та інших видів даних, що включають унікальний номер об'єкта, через який здійснюється логічний зв'язок із зовнішніми реляційними СУБД.

Різні види цифрових даних обробляються разом або відокремлено. Цифрові дані конвертуються в різні форми, відображаються на графічних дисплеях, виводяться на зовнішні друкарські пристрої, редагуються, трансформуються тощо.

Окремі шари векторної карти можливо логічно поєднувати за місцями локалізації, загальними властивостями, що вводить користувач. Причому структура представлення даних має ієрархічну структуру даних, яка зазвичай застосовується для рішення прикладних задач. Відомості про місце розташування об'єкта в ієрархічній структурі складаються із довідникових даних об'єкта карти.

Опис об'єктів векторних карт, семантичних характеристик (властивостей, атрибутів) шарів, до яких входять об'єкти, умовних знаків, котрі використовуються для візуалізації електронної карти, зберігається в цифровому класифікаторі (файлі ресурсів) електронної карти.

Структура векторних карт дозволяє організувати зберігання не лише цифрового опису реальних об'єктів місцевості, а й прикладних даних, що динамічно змінюються в часі. Це, наприклад, метеорологічні дані, відомості про розміщення засобів зв'язку, відомості про умови радіоспостереження та ін. Обсяг окремої бази даних електронних карт може становити декілька терабайтів (Тб). Оновлення бази виконується в режимі виконання транзакцій, що забезпечує відновлення під час помилок, та повернення на визначену кількість кроків "назад".

Система зберігання та пошуку даних підтримує потужний алгоритм індексації даних, що забезпечує максимальну швидкість пошуку та відображення об'єктів карти на стандартних технічних засобах. Ядро системи пошуку і зберігання реалізовано у вигляді набору динамічних бібліотек, що дозволяє вбудовувати в прикладні задачі функції виклику, відображення та управління електронною картою.

Система пошуку і зберігання дозволяє обробляти такі види картографічних даних: векторні карти, растрові зображення місцевості (растрові карти), матричні дані про місцевість.

*Система візуалізації результатів роботи.* Система відтворює результати проведеного моделювання у встановлених умовних знаках, які прийняті для нанесення тактичної обстановки, а також для топографічних електронних карт.

Візуалізації підлягають комбінації растрового виду електронних карт, додаткових фотоматеріалів, матриць властивостей місцевості та результати проведеного моделювання, які візуалізуються вбудованими засобами ГІС.

Вимоги до концептуальної схеми системи моделювання тактичної обстановки. Система має складатися із трьох модулів: функціонального, імітаційного та системного, які об'єднані в єдиний комплекс.

Функціональний модуль містить прикладне програмне забезпечення, що дозволяє моделювати бойові функціональні можливості. Спеціальне програмне забезпечення імітаційного модуля створює віртуальне зображення бойового простору з відповідним рівнем деталізації – батальйон (для загальновійськових операцій). Допоміжними об'єктами бойового простору виступають об'єкти інфраструктури, пункти управління (штаби, командні пункти, вузли зв'язку та ін.). Об'єкти бойового простору характеризуються статичними (наприклад, радіус ураження ударних засобів) і динамічними (координати місця розташування) властивостями. Дані також включають інформацію про взаємодію об'єктів один з одним і зовнішнім середовищем.

Імітаційний модуль містить засоби імітації необхідної інфраструктури, розроблені об'єктно-орієнтованим методом, що забезпечує їх модульність і, отже, достатню гнучкість, необхідну для оперативного внесення змін у віртуальний бойовий простір. Імітаційні моделі бойових дій базуються на апараті марковських мереж, диференціальних рівнянь, кінцевих автоматів або на методах розподіленого штучного інтелекту.

Системний модуль включає апаратні засоби системи, за допомогою яких користувачі мають здійснювати

моделювання. Людино-машинний інтерфейс використовується при розробленні сценаріїв бойових дій, веденні розвідки бойового простору, здійсненні бойового управління й контролю, а також при проведенні аналізу результатів [7].

Безпосередньо функціями ГІС у цій системі є візуалізація інформації та управління процесом її оброблення, що направлено на вибір найкращого, за зазначеними критеріями рішення. Сучасним прикладним ГІС притаманний широкий спектр функціональних можливостей, вона може реалізувати частину або всі функції експертної та моделюючої систем і частково системи управління даними. Мережеві ГІС, які застосовуються для моделювання, надають можливість одночасного доступу багатьох користувачів до одного набору геопросторових даних, що, у свою чергу, забезпечить системне рішення таких задач, як забезпечення цілісності бази даних, узгоджене внесення одночасних змін до БД.

Ефективне розв'язання зазначених задач базується на основах системи Intranet-технологій "клієнт/сервер" та об'єктно-орієнтованого (ОО) підходу.

Основою системи, що розробляється, є мережевий ГІС-сервер (геоінформаційний сервер), який виконує основні функції оброблення геопросторової інформації з використанням Web-інтерфейсу (передавання запитів та результатів їх виконання), що забезпечується з боку клієнтів мережі Intranet, звичайним Web-браузером.

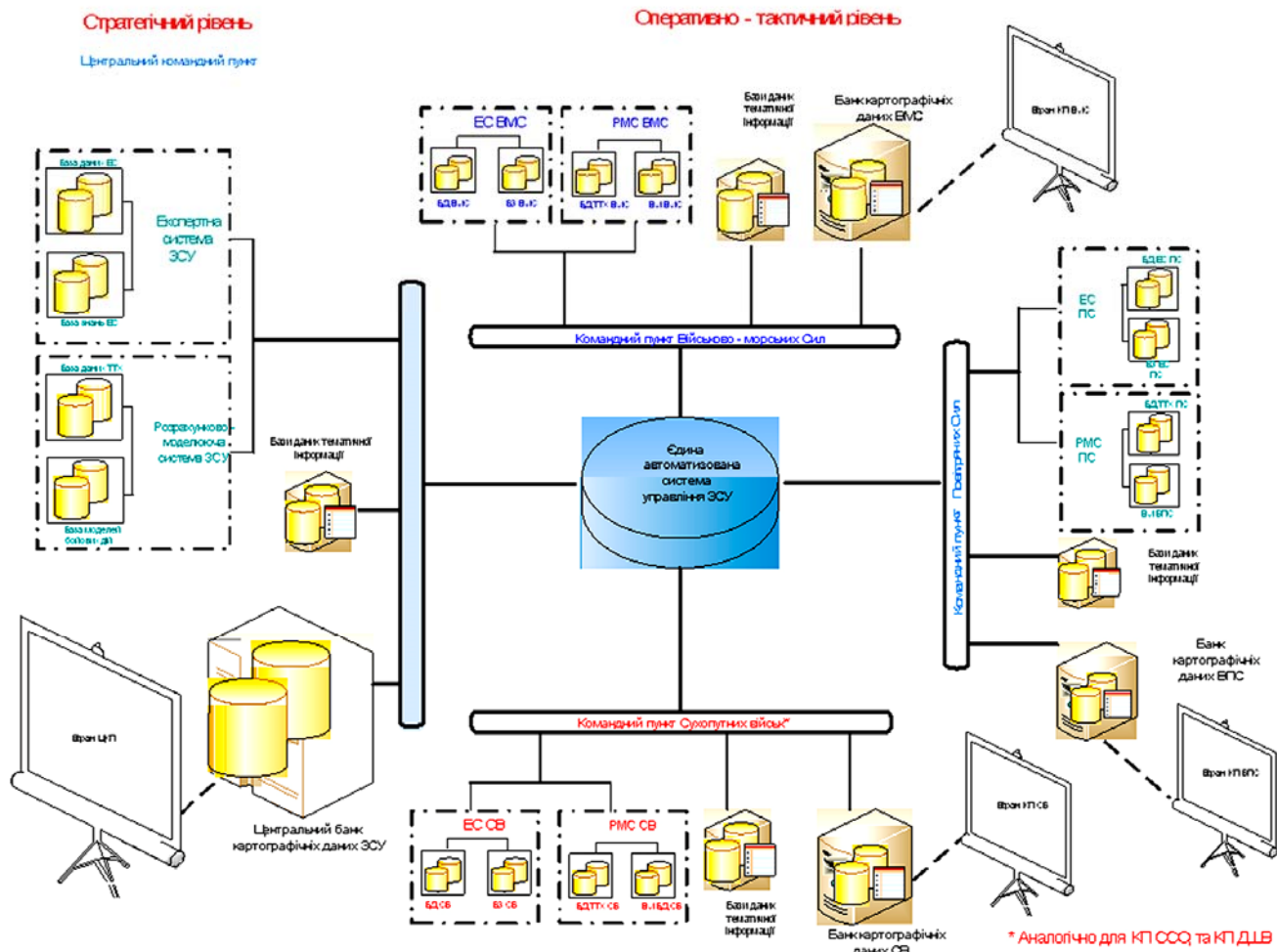


Рис. 1. Концептуальна схема системи моделювання тактичної обстановки на базі ГІС-технологій

Виходячи з викладеного вище, система моделювання тактичної обстановки засобами ГІС військового призначення має складатися з таких підсистем:

1) *розрахунково-моделююча підсистема*, яка є комплексом логічно взаємопов'язаних моделей операцій (модель переміщення, модель розвідки, модель управління, моделі забезпечення дій) видів збройних сил та розрахункових задач;

2) *підсистема тактико-технічних характеристик* видів військової техніки та видів озброєння;

3) *підсистема візуалізації*, яка забезпечить відображення результатів розрахунків та моделювання на електронній карті місцевості у дво- або тривимірному вигляді.

Концептуальну схему системи моделювання тактичної обстановки на базі ГІС-технологій зображено на рис. 1.

Функції оброблення даних реалізуються централізованим сервером програмних додатків, а функції зберігання та візуалізації інформації розподілені по спеціалізованих серверах баз даних та автоматизованих робочих місцях.

Для функціонування системи необхідним є створення наступних баз даних та баз знань:

База даних (БД) експертної системи (ЕС);

База знань (БЗ) експертної системи;

Розрахунково-моделююча база даних;

Просторові дані;

Атрибутивна інформація про просторові об'єкти;

Допоміжні (додаткові) дані.

**База даних (БД) експертної системи** має складатися з бібліотеки моделей, яка містить моделі за видами дій військ (сил).

Система може бути доповненою рядом аналітичних задач таких, як:

- оптимізація вибору позицій підрозділів військ (сил);
- автоматизована побудова бойового порядку підрозділу;
- дослідження впливу завад на результати бойових дій;
- визначення ефективності використання засобів РЕБ та інше.

**База знань (БЗ) експертної системи** має містити тактико-технічні характеристики видів озброєння та техніки за видами військ (сил).

**Розрахунково-моделююча база даних** містить моделі тактичних дій за видами військ (сил). А саме: моделі маршруту, організації місць розташування підрозділів, моделі побудови бойових порядків для оборонного та наступального бою.

Наведені категорії даних у загальному випадку є наборами даних, які є взаємопов'язаними.

Запропонована структура системи моделювання тактичної обстановки засобами ГІС базується на використанні геоінформаційних систем як головного інструменту інтегрування різномірних даних, запуску зовнішніх розрахунково-аналітичних модулів та когнітивного представлення результатів проведеного моделювання. Саме побудована на базі ГІС-технологій система буде доступною та зрозумілою фахівцям, оскільки в такому випадку він оперує із візуалізованою інформацією, яка, у свою чергу, відображається на цифровій моделі місцевості.

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших досліджень.** Ураховуючи сучасні підходи до принципів управління Збройними Силами, сучасні

підходи до організації функціонування систем моніторингу навколишнього простору, задач геопросторового моделювання та різноплановість вимог, що висуваються до різних складових частин для створення єдиного інформаційного простору, створення системи моделювання тактичної обстановки на базі ГІС є необхідним. Різномірні бази даних мають бути з'єднані в єдиний комплекс за допомогою ГІС-технологій – на основі просторового місцезоположення і взаємного розташування об'єктів, які містяться в цих базах.

Повністю зазначеним вимогам комплексного геоінформаційного забезпечення ЗСУ та підтримки рішень не відповідає жодна технологія, яка розглядається як одиничний програмний продукт. Рішення цієї задачі знаходиться у сфері комплексування різних програмних засобів – як засобів різних геоінформаційних технологій, так і засобів інших інформаційних технологій.

Доцільним є використання ГІС у таких напрямках для ЗСУ, як управління підрозділами та контролювання їхніх дій, базове керівництво та управління об'єктами, логістика, військова інженерія, планування бойових дій, моніторинг проведення військових операцій, моделювання бойових дій, візуалізація даних в єдиному оперативному просторі.

Запропоновану концептуальну схему системи моделювання тактичної обстановки на базі ГІС-технологій пропонується використовувати для планування розвідки та спеціальних операцій, визначення цілей, аналізу місцевості та взаємної видимості супротивних сторін, формування оптимальних маршрутів пересування з урахуванням конкретної бойової обстановки, стану місцевості та метеорологічних умов, прихованості тощо, управління веденням бою, складання планів і графіків перевезення особового складу та вантажів та ін. У ЗСУ використання системи геопросторового моделювання тактичної обстановки необхідне для управління підрозділами та контролюванням їхніх дій, базового керівництва та управління об'єктами, логістики, військової інженерії, планування та моделювання бойових дій, моніторингу проведення військових операцій, а також візуалізації даних в єдиному оперативному просторі.

#### Список використаних джерел:

1. Азов В. О. реализации в США концепции ведения военных действий в едином информационном пространстве / В. О. Азов // Зарубежное военное обозрение. – 2004. – № 6. – С. 10–17.
2. Бугаевский Л. М. Геоинформационные системы / Л. М. Бугаевский, В. Я. Цветков. – М., 2000. – 222 с.
3. Бусыгин Б. С. Инструментарий геоинформационных систем : справочное пособие / Б. С. Бусыгин, И. Н. Гаркуша, А. Ю. Гаевенко. – К. : ИРГ "ВБ", 2000. – 172 с.
4. Кравчук О. В. Інформаційно-аналітичні матеріали щодо використання топогеодезичних даних та навігаційних засобів у ході проведення антитерористичної операції в Донецькій та Луганській областях / О. В. Кравчук – К., 2014. – 63 с.
5. Михайленко О. П. Геопросторові технології в інформаційному забезпеченні Збройних Сил України / О. П. Михайленко, М. О. Попов, О. А. Порхун // Наука і оборона. – 2000. – № 2. – С. 39–45.
6. Ткачів В. Система обработки и доведения геопространственных данных до потребителей Сухопутных войск США / В. Ткачів // Зарубежное военное обозрение. – 2007. – № 3. – С. 31–39.
7. Обґрунтування та розробка вимог до системи геопросторового моделювання тактичної обстановки засобами ГІС [текст]: звіт про НДР (закл.) / Військовий інститут Київського національного університету імені Т. Шевченка; керівн. В. І. Хірч-Ялан; викон. Г. Б. Жиров [та ін.]. – К., 2014. – 90с.

Надійшла до редколегії 05.04.18

В. Хирх-Ялан, канд. техн. наук,  
В. Бахвалов, канд. техн. наук, доц.  
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

### КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТАКТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ НА БАЗЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

*Анализ направлений использования геоинформационных систем для военной сферы свидетельствует о необходимости разработки отечественных имитационных систем моделирования боевых действий и создания системы моделирования тактической обстановки военного назначения с применением геоинформационных систем для Вооружённых Сил Украины.*

*Представлена концептуальная схема системы моделирования тактической обстановки на базе ГИС технологий, которую предлагается использовать для планирования разведки и специальных операций, определения целей, анализа местности и взаимной видимости противоположных сторон, управления ведением боя.*

*Ключевые слова: система моделирования боевых действий, геоинформационная система, геопространственное моделирование.*

V. Khirikh-Ialan, PhD in Technical Sciences,  
V. Bakhvalov, PhD in Technical Sciences, Associate Professor  
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

### CONCEPTUAL SCHEME SYSTEM FOR MODELING OF TACTICAL SITUATION ON THE BASIS OF GEOINFORMATION SYSTEM

*The analysis of the directions of geoinformation systems use in the military sphere indicates the need to develop domestic simulation systems for combat operations simulation and the creation of a system for a tactical military situation simulation using geoinformation systems for the Armed Forces of Ukraine. The article proposes a conceptual scheme of a system of simulation of a tactical situation on the basis of GIS technologies, which is proposed to be used for planning intelligence and special operations, the definition of objectives, the analysis of terrain and the mutual visibility of opposite sides, management of combat.*

*Keywords: combat simulation system, geoinformation system, geospatial simulations.*