

СТВОРЕННЯ ПЛАНІВ МІСТ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗАСОБАМИ СУЧАСНИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

У статті запропоновано шляхи підвищення ефективності процесу прийняття рішення командиром тактичного рівня під час виконання завдань в операціях в умовах ведення сучасних бойових дій за рахунок створення тривимірної моделі плану міста військового призначення. Розглянуто переваги тривимірної моделі плану міста військового призначення відносно звичайного традиційного плану міста, що зображений на папері.

В результаті дослідження, розроблено технологічну схему створення тривимірної моделі плану населеного пункту військового призначення за допомогою спеціального геоінформаційного програмного продукту CityEngine з метою оптимізації прийняття рішення командиром тактичної ланки, що значно покращить існуючу методику створення планів населених пунктів. Програмний продукт CityEngine дозволяє розробляти достовірні тривимірні моделі планів міст. Для досягнення поставленої мети здійснено частковий аналіз тактичних властивостей місцевості та визначено їх вплив на проведення бойових дій, досліджено можливості реалізації створення тривимірної моделі плану міста за допомогою географічних інформаційних систем.

Порівняно з традиційними способами аналізу за допомогою паперової топографічної карти покращена методика дозволяє підвищити ефективність аналізу тактичних властивостей місцевості за рахунок тривимірного зображення, моделювати тактичні характеристики будь-якої місцевості та прогнозувати їх зміни відповідно до наслідків ведення бойових дій. Тривимірні моделі планів забезпечать командирів абсолютно всіх рівнів достовірною інформацією та порівняно з паперовим планом міста мають не аби-яку наглядність, яка дає змогу орієнтуватися на місцевості без мінімальних знань топографічних знаків та у стресових умовах.

Ключові поняття: тактичні властивості місцевості, план міста, тривимірна модель плану міста військового призначення.

Вступ. Вже не перший рік на території України ведуться бойові дії. Попри значний об'єм бойового досвіду, який отримали наші війська, завжди є сфери діяльності в які можна запровадити інновації. Незважаючи на наявність сучасних технологій, які активно впроваджуються в діяльність Збройних Сил України, вибір оптимальних місць ведення бою виконується на основі досвіду та інтуїції командира, адже визначення точних характеристик крутизни схилів, зон видимості з усіх командних висот, щільності дорожньої мережі різних класів та їх зважене накладання за паперовою топографічною картою, яка містить обмежену кількість атрибутивних даних – надзвичайно складне та трудомістке завдання тому для конкретного місця ведення бойових дій зручніше використовувати плани міст.

План міста вже давно є невід'ємним елементом сучасного життя, паперовий, а особливо електронний, він орієнтує нас у просторі та дає змогу отримати потрібну інформацію. Важливість використання плану у професійній діяльності військовослужбовців не втратила актуальності, навпаки, за умови ведення бойових дій в населених пунктах, створення плану стало ще більш різноманітнішим та затребуваним.

Мета статті. Метою статті є покращення існуючої методики створення планів населених пунктів за допомогою сучасних геоінформаційних систем з метою адекватного прийняття рішення командирами підрозділів тактичного рівня під час виконання завдань в операціях в сучасних умовах ведення бойових дій.

Аналіз попередніх досліджень та публікацій. Фундаментальними працями у даному питанні є [1-3]. Частково порядок визначення тактичних властивостей місцевості за топографічною картою описується в джерелах [4-6]. Основна праця в якій висвітлено питання властивостей місцевості та її використання підрозділами у бою [7]. Бойові дії можуть розгорта-

тися на будь-якій місцевості, у будь-яку пору року і будь-яку погоду. Загальні вказівки щодо дій військ у різних умовах місцевості містять статuti [8] і настанови [9]. Але статутні документи не можуть детально характеризувати різновиди і властивості місцевості, які командири зобов'язані знати і враховувати під час організації і ведення бою.

Детальним вивченням тактичних властивостей місцевості займались також фахівці Національної Академії оборони України.

Також в одному з іноземних джерел висвітлено інформацію про те як місцевість впливає на хід ведення бойових дій [10]. Перш ніж розпочати військову операцію у місті важливо проаналізувати місцевість, адже бій у місті відрізняється від бою на відкритій місцевості. Під час військової операції на місцевості ключовими умовами є прохідність, орієнтування, умови маскування та обладнання інженерних позицій. Однак під час бою у місті інші фактори можуть мати вирішальне значення.

Кількість необхідних сил та засобів буде визначатись спираючись на площу міста та характер поверхні місцевості. Найкращим варіантом проведення детального аналізу є тривимірна модель плану міста. Адже саме під час роботи із даним планом у командира є можливість безпомилково розставити позиції для якісного виконання поставленого завдання. Високі будівлі можуть використовуватись в якості позицій для спостережних пунктів та снайперів, тоді як підвали та каналізація забезпечить прикриття та швидке і ефективне переміщення військ.

Але всі згадані вище роботи носять суто теоретичний характер і не наводять практичних результатів досліджень. Крім того, вони зорієнтовані на стандарт паперової топографічної карти виробництва Генерального Штабу СРСР і не враховують можливостей сучасних геоінформаційних систем.

Основні відомості про плани міст. Плани населених пунктів містять відомості про об'єкти та контури місцевості і рельєф. На них у залежності від масштабу умовними знаками достовірно та з необхідною мірою точності та детальності зображають:

- пункти державної геодезичної мережі та планово-висотного обґрунтування;
- будівлі, жилі та нежилі будинки з вказанням призначення, матеріалу та поверховості;
- промислові об'єкти, бурові та експлуатаційні свердловини, наземні трубопроводи, лінії електропередач, колодязі та мережі підземних комунікацій, об'єкти комунального господарства;
- залізниці, шосейні та ґрунтові дороги всіх видів і споруди на них: мости, тунелі, переїзди, переправи та шляхопроводи;
- гідрографію (ріки, озера, водосховища, площі розливів); об'єкти гідротехнічного та водного транспорту; канали, водоводи та водорозподільчі пристрої, греблі; пристані, шлюзи, маяки, навігаційні знаки;
- об'єкти водопостачання (колодязі, колонки, резервуари, відстійники, природні джерела);
- рельєф місцевості з використанням горизонталей, позначок висот, бергштрихів, умовних знаків обривів, скель, осипів, балок, льодовиків;
- рослинність деревна, кущова, трав'яна, культурна: ліси, сади та луки, окремі дерева та кущі з вказанням породи;
- ґрунти, піски, гальки, такири, глинисті, щебеневі, монолітні та інші поверхні, болота, солончаки;
- кордони (політико-адміністративні, землекористувачів, різні огороження).

На планах пишуть власні назви населених пунктів, вулиць, залізничних станцій, пристаней, лісів, солончаків, вершин, перевалів, долин, боліт та інших об'єктів.

Створення плану населеного пункту відбувається у кілька етапів, на яких здійснюється:

- збір вихідних даних, формування завдань на розроблення;
- розроблення плану існуючого населеного пункту (опорний план)
- створення основного креслення плану;
- подання основних положень плану для публікації, розгляду і затвердження [11].

Використання планів міст, створених за допомогою сучасних геоінформаційних технологій суттєво покращує прийняття рішення командирами підрозділів тактичного рівня під час виконання завдань в операціях в сучасних умовах ведення бойових дій.

Враховуючи важливість планів міст та їхній вплив на прийняття рішення командиром постає задача пришвидшення процесу створення планів та доведення їх до командирів за рахунок використання сучасних геоінформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу. Проаналізувавши властивості місцевості можна зробити висновки, що топографічні об'єкти місцевості (рельєф та місцеві предмети) формують місцевість та явно і опосередковано впливають на характер перебігу бойових дій. Різні особливості місцевості формують її тактичні властивості, що прямо впливають на успішність виконання завдань підрозділами збройних сил.

Основними тактичними властивостями місцевості є:

- захист військ від ураження вогневими засобами противника та засобами масового ураження;

- умови прохідності місцевості;

- умови спостереження, орієнтування та ведення вогню;

- умови маскування та інженерного обладнання позицій.

Саме дані параметри можливо зручно відстежувати за допомогою програмного продукту CityEngine для вибору найоптимальнішого місця розташування підрозділу, адже до цього моменту дане рішення приймалось лише на основі вивчення топографічного плану та залежало від досвіду командира. В багатьох випадках, даних, які можна отримати з паперового топографічного плану, недостатньо для адекватного прийняття рішення командирами підрозділів тактичного рівня під час виконання операцій та уникнення ризиків в умовах ведення бойових дій.

Програмний продукт CityEngine дозволяє розробляти достовірні тривимірні моделі планів міст. Постає необхідність визначити можливості програмного продукту CityEngine.

Основні можливості CityEngine. Це вдосконалене програмне забезпечення для 3D моделювання та для створення величезного, інтерактивного та захоплюючого міського середовища за менший час, ніж традиційні методи моделювання. CityEngine забезпечує швидке налаштування архітектурного стилю або інших особливостей міста, це дає змогу легко створити кілька сценаріїв дизайну.

CityEngine дозволяє створювати тривимірні моделі, щоб показати заплановані зміни та альтернативні конструкції. Також можливе інформування проєктів за допомогою 3D-зображень.

Для відображення в 3D режимі, шари повинні мати інформацію про висоти. Дана інформація може зберігатися безпосередньо в шарі або може бути отримана з інших шарів. Можна використовувати 3D шари виключно для зчитування інформації про висоти для інших шарів. При додаванні даних до 3D-зображення, необхідно уявляти, яку роль відіграє той чи інший шар.

У 3D-відображенні використовується три типи шарів:

Плаваючі шари самі задають своє місце розташування в 3D-просторі, оскільки їх векторна геометрія, атрибути або налаштування рівня містять z-значення.

Шари драпірування розташовуються поверх шару поверхні і використовують його z-значення. Шари рельєфу створюють 3D-поверхню для інших шарів, які розташовуються поверх них.

Формат даних також може використовуватися як спосіб класифікації типів даних. 3D-зображення може містити:

- Просторові об'єкти, наприклад, дані шейп-файлів або бази геоданих
- Зображення і растри, такі як аерофотознімки і цифрові моделі рельєфу (DEM)
- Дані висот, такі як набори даних Terrain і дані триангуляційної нерегулярної мережі (TIN) [12].

Можливості CityEngine:

- ефективне моделювання середовища для аналізу, прогнозування та поліпшеного візуального представлення
- швидке створення 3D-міста на основі двовимірних ГІС-даних
- підтримка географічної прив'язки даних, інтеграція з платформою ArcGIS
- експорт створених 3D-моделей в інші програмні пакети (AutoDesk, Maya, Unity, Unreal та ін.) [13].

CityEngine дозволяє професійним користувачам ГІС, САПР і 3D:

- швидко створювати 3D-міста з існуючих двовимірних ГІС-даних;
- здійснювати 3D-проекування на основі ГІС-даних і процедурних правил;
- ефективно моделювати середовище для аналізу, прогнозування та поліпшеного візуального представлення [14].

CityEngine надає можливість прямого експорту створених 3D-моделей в інші програмні пакети:

- для аналізу або управління даними (наприклад, ArcGIS);
- для тривимірного редагування (Maya, 3D Max);
- для 3D-візуалізації (ArcGlobe, Google Earth ,ArcScene);
- в рішення рендеринга (візуалізації) високої якості (RenderMan);
- в якості готових хмарних сервісів (RealityServer)[15].

CityEngine програмний продукт, який можливо адаптувати для вирішення завдань Збройних Сил України з метою адекватного прийняття рішення командирами підрозділів тактичного рівня під час виконання завдань в операціях та уникнення ризиків втрати особового складу та техніки в умовах ведення бойових дій. Сучасні бойові дії на території України ведуться в основному в містах тому тривимірна модель плану міста є особливо актуальною для зони Операції об'єднаних сил.

За допомогою CityEngine можливо розробити достовірні плани міст, що є особливо важливо у даний момент в зоні ведення бойових дій та надасть можливість командирам підрозділів володіти достовірною інформацією що допоможе їм уникати ризиків в умовах ведення бойових дій та приймати адекватні рішення під час ведення операцій .

Тривимірні моделі планів забезпечать командирів абсолютно всіх рівнів достовірною інформацією та порівняно з паперовим планом міста мають не аби-яку наглядність, яка дає змогу орієнтуватися на місцевості без мінімальних знань топографічних знаків та у стресових умовах. Тривимірні моделі планів допоможуть командирам навіть дистанційно приймати адекватне рішення.

Обробка даних в середовищі CityEngine. CityEngine це інструмент 3D редагування та візуалізації, який може бути розширений до професійного моделювання та дизайнерського рішення для ефективного створення та розробки тривимірних моделей планів міст. CityEngine надає повний набір провідних у галузі інструментів для об'єднання геопросторових даних, викладання та редагування вуличних мереж, створення та модифікації будівель та створення 3D-профілів доріг [16].

Схема створення тривимірної моделі міста складається з наступних етапів:

- 1) Знайти область інтересів.
- 2) Додати або накреслити вулиці, міські квартали та поселення.
- 3) Перемістити 2D-дані в 3D-моделі. Додати 3D-об'єкти.
- 4) Текстурувати будівлі та фасади. Додати більше деталей до 3D-моделей.
- 5) Експортувати готове 3D-місто до Інтернету.

Що по суті являється технологічною схемою створення плану тривимірної моделі населеного пункту.

Відображення та передача результатів командирам підрозділів. Виконавши вище наведені кроки, запропонованої технологічної схеми, можливо отримати тривимірну модель плану населеного пункту, що в будь-якому випадку надасть змогу командиру наглядно побачити достовірний план місцевості, та забезпечить інформаційну перевагу над противником .

Створену тривимірну модель населеного пункту для потреб військових можна поширювати різними способами:

- інтерактивні web-карти;
- через Геоінформаційний портал Збройних Сил України, створений у мережі «Дніпро».

Висновки і перспективи подальших досліджень. В результаті дослідження, запропоновано технологічну схему створення тривимірної моделі плану населеного пункту військового призначення із застосуванням спеціального геоінформаційного програмного продукту CityEngine для підвищення ефективності існуючої методики створення планів міст з метою оптимізації прийняття рішення командиром тактичної ланки управління під час ведення операцій в населених пунктах в умовах ведення бойових дій. Для досягнення поставленої мети здійснено частковий аналіз тактичних властивостей місцевості та визначено їх вплив на проведення бойових дій, визначено можливості реалізації створення тривимірних моделей планів міст за допомогою спеціалізованого геоінформаційного програмного продукту CityEngine.

Покращена методика дозволяє: підвищити ефективність аналізу тактичних властивостей місцевості у тривимірному зображенні порівняно з традиційними способами аналізу паперової топографічної карти, моделювати тактичні характеристики будь-якої місцевості та прогнозувати їх зміни відповідно до наслідків ведення бойових дій.

Перспективним напрямком є створення бази тривимірних моделей планів населених пунктів військового призначення на територію України, в першу чергу для території ООС, що буде доступною на Геоінформаційному порталі Збройних Сил України військовослужбовцям не тільки Топографічної Служби ЗСУ, а й інших родів військ та служб.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Зацерковний В.І. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / Зацерковний В. І., Бурачек В. Г., Железняк О. О., Терещенко А. О. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с.
2. Шипулін В. Д. Основні принципи геоінформаційних систем: навч. посібник /В. Д. Шипулін; Харк. нац. акад. міськ. госпва. – Х.: ХНАМГ,2010. – 313 с.
3. Светличный А.А., Андерсон В.Н., Плотницький С.В. Географические информационные системы: технология и приложения. - Одесса: Астропринт, 1997. - 196 с.
4. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / За заг. ред.О.О. Світличного. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. - 295 с.
5. Повшедний, В.А. Методика вивчення й оцінки місцевості по топографічних картах: навчальний посібник / В.А. Повшедний, Ю.Є. Варлан. - К.: НАОУ, 2000. - 13 с.
6. Иваньков, П.А. Местность и ее влияние на боевые действия войск П.А.Иваньков, Г.В. Захаров. - М.: Воениздат, 1969. - 207 с.
7. Міхно О.Г. Геоінформаційний аналіз тактичних властивостей місцевості – Вісник геодезії та картографії, №5(80), 2012, С. 38-43
8. Шмаль С.Г. Військова топографія: Підручник. 5-те вид., перероб. та доп. /С.Г. Шмаль, О.В.Кравчук, А.М. Гудзь, С.В. Прищепка, О.П. Полець. –Київ.: Видавництво Ліра-К,2018. – 644 с.
9. Бойовий статут механізованих і танкових військ Сухопутних військ. Збройних сил України. – 2016.-368 с.
- 10.Настанова з топогеодезичного та навігаційного забезпечення Збройних Сил України. Наказ НГШ від 4.01.2017 № 3.
11. A. Vautravers (2010) Військові операції у місті [Military operations in urban areas]. Міжнародний журнал Червоного Хреста [International Review of the Red Cross], випуск (92), номер (878). Available at: <https://www.icrc.org/download/file/irrc-878-vautravers> (23.10.2019) С.37
12. Ратушняк Г.С. Топографія з основами картографії /Ратушняк Г.С. - Вінниця: ВДТУ, 2002 - 179 с.
13. Rolf A. de By (2001) Принципи географічних інформаційних систем. [Principles of Geographic Information Systems. Second edition].– (The Netherlands)
14. CityEngine [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.esricis.ru/products/cityengine/detail/review/> -Назва з екрану.
15. Esri CityEngine Advanced 3D city design software [Електронний ресурс].-Режим доступу: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/esri-cityengine/overview>.-Назва з екрана.
16. CityEngine Reviews & Product Details [Електронний ресурс]. –Режим доступу:<https://www.g2.com/products/cityengine/reviews> -Назва з екрана.

REFERENCES:

1. Zatserkovny, V. I. (2014), "Heoinformatsiyni systemy ta bazy danykh: monohrafiya" [Geoinformation systems and databases: monograph], Nizhin: NDU them. M. Gogol, 492 p.
2. Shipulin, V.D.(2010), "Osnovni pryntsypy heoinformatsiynykh system: navch. posibnyk"[Basic Principles of Geoinformation Systems: Tutorial. manual], Hark. nat. Acad. the city. mistress. - X .: KNAMG, 313 p.
3. Svetlichny, A.A, Anderson V.N., Plotnitsky, S.V. (1997) ,"Geograficheskiye informatsionnyye sistemy: tekhnologiya i prilozheniya" [Geographic Information Systems: Technology and Applications], Odesa: Astroprint, 196 p.
4. Svitlichny, O.O., Plotnitsky, S.V. (2006), "Osnovy heoinformatyky: Navchal'nyy posibnyk"[Geoinformatics Basics: A Tutorial], Sums: University Book Book, 295 p.
5. Povshedny, V.A. (2000), "Metodyka vyvchennya y otsinky mistsevosti po topohrafichnykh kartakh: navchal'nyy posibnyk" [Methods of study and assessment of terrain on topographic maps: a textbook], Varlan. - K .: NAOU, 13 p.
6. Ivankov, P.A. (1969) , "Mestnost' i yeye vliyaniye na boyevyye deystviya voysk" [Terrain and its impact on military operations], Military Publishing House, 207 p.
7. Mikhno, O.G. (2012)," Heoinformatsiynyy analiz taktychnykh vlastyvostey mistsevosti" [Geoinformation analysis of the tactical properties of the terrain] ,Bulletin of Geodesy and Cartography, Vol. 5, No.(80) ,pp. 38-43
8. Shmal, S.G., Kravchuk, O.V., Gud, A.M., Prishchepa, S.V. (2018), "Viys'kova topohrafiya : Pidruchnyk. 5-te vyd., pererob. ta dop." [Military Topography: A Textbook. 5th ed., Remaking. and extra.], Kyiv: Lira-K Publishing House, 644 p.
9. "Boyovyy statut mekhanizovanykh i tankovykh viys'k Sukhoputnykh viys'k. Zbroynykh syl Ukrayiny" [Combat statute of mechanized and tank troops of the Land Forces. Armed Forces of Ukraine], (2016),368 p.
10. "Nastanova z topoheodezychnoho ta navihatsiynoho zabezpechennya Zbroynykh Syl Ukrayiny. Nakaz NHSH vid 4.01.2017 № 3" [10. Guidance on topo-geodetic and navigation support of the Armed Forces of Ukraine. NHS Order No. 4 of January 4, 2017]
11. A. Vautravers (2010) Військові операції у місті [Military operations in urban areas]. Міжнародний журнал Червоного Хреста [International Review of the Red Cross], Vol. (92), No (878). Available at: [https://www.icrc.org/download/file/irrc-878-vautravers\(23.10.2019\)C.37](https://www.icrc.org/download/file/irrc-878-vautravers(23.10.2019)C.37)
12. Ratushnyak ,G.S. (2012)," Topohrafiya z osnovamy kartohrafiyi" [Topography with the basics of cartography], Vinnitsa: VSTU, 179 p.
13. Rolf A. de By (2001) Принципи географічних інформаційних систем.[Principles of Geographic Information Systems. Second edition].– (The Netherlands)
14. URL: <https://www.esricis.ru/products/cityengine/detail/review/>
15. URL: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/esri-cityengine/overview>.
16. URL: <https://www.g2.com/products/cityengine/reviews>

**к.т.н., доц. Савков П.А., Левинскова Н.В., Литвинюк М.С., Дробко Е.А.
СОЗДАНИЕ ПЛАНОВ ГОРОДОВ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ СРЕДСТВАМИ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

В статье предложены пути повышения эффективности процесса принятия решения командиром тактического уровня при выполнении задач в операциях в условиях ведения современных боевых действий за счет создания трехмерной модели плана города военного назначения. Рассмотрены преимущества трехмерной модели плана города военного назначения относительно обычной традиционного плана города, который изображен на бумаге.

В результате исследования, разработана технологическая схема создания трехмерной модели плана населенного пункта военного назначения с помощью специального геоинформационного программного продукта CityEngine с целью оптимизации принятия решения командиром тактического звена, что значительно улучшит существующую методику создания планов населенных пунктов. Для достижения поставленной цели осуществлен частичный анализ тактических свойств местности и определено их влияние на проведение боевых действий, исследованы возможности реализации создания трехмерной модели плана города с помощью географических информационных систем.

По сравнению с традиционными способами анализа с помощью бумажной топографической карты улучшена методика позволяет повысить эффективность анализа тактических

свойств местности за счет трехмерного изображения, моделировать тактические характеристики любой местности и прогнозировать их изменения в соответствии с последствиями ведения боевых действий.

Ключевые понятия: тактические свойства местности, план города, трехмерная модель плана города военного направления.

Ph.D. Savkov P.A, Levinskova N.V., Lytvyniuk M.S., Drobko Ye.O.

DEVELOPMENT OF CITY PLANS FOR MILITARY NEEDS BY THE MEANS OF CONTEMPORARY GEO-INFORMATIONAL SYSTEMS

The article proposes ways to increase the effectiveness of the decision-making process of the tactical level commander while performing tasks in operations in the context of modern warfare by creating a three-dimensional model of a military city plan. The article also highlights advantages of the 3-dimensional model of a military city plan when compared to a regular traditional paper-based city plan.

Performed scientific research allowed us to develop a technological scheme for the creation of the 3-dimensional model of a military settlement plan using CityEngine, a special geo-informational software, aimed at optimizing the decision-making process for a tactical-level commander, which will also significantly improve the existing approach for creating settlement plans. In order to achieve this objective, we carried out partial analysis of the tactical characteristics of the terrain and determined their impact on the combat actions, as well as studied the possibilities for creating a 3-dimensional city plan model by the means of geographical informational systems.

Compared to traditional paper-based topographic maps, the improved technique makes it possible to improve the analysis of tactical terrain properties by means of 3-dimensional imaging, to simulate the tactical characteristics of any terrain and to predict their changes in accordance with the effects of combat.

Keywords: tactical characteristics of the terrain, city plan, 3-dimensional model of a military settlement plan.