

УДК 004.414.2

О. О. Писарчук, Б. В. Молодецький, В. С. Руденський

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАНЕСЕННЯ ОПЕРАТИВНОЇ ОБСТАНОВКИ НА ВЕКТОРНУ КАРТУ МІСЦЕВОСТІ

У статті запропоновано технологію побудови програмного додатка автоматизації процесу нанесення обстановки на цифрову векторну карту, визначено перелік функцій, що мають виконуватись автоматизовано при нанесенні обстановки, розроблено відповідний алгоритм, а також наведено його програмну реалізацію.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Аналіз сучасного стану розвитку збройних сил провідних країн світу показує, що постійна увага приділяється підвищенню рівня інформаційно-технічного забезпечення військ у зв'язку зі зростанням значення інформації у сучасних війнах та збройних конфліктах. В умовах стрімкого розвитку озброєння й військової техніки, а також зростання динаміки бойових дій доволі швидко змінюється поточна ситуація, що вимагає негайних та точних змін на засобах наочного відображення обстановки – робочій карті командирів різних ланок управління. На сьогоднішній день зростають масштаби застосування цифрових карт при плануванні та веденні бойових дій, які значно полегшують порядок оформлення картографічних документів, подання та обмін геопросторовою інформацією. Використання таких карт створює умови для надійного збереження даних, зручного відображення обстановки у різних масштабах, швидкого її нанесення та оперативного обміну геоінформаційними сегментами. Для роботи з цифровими картами призначено програмні продукти – геоінформаційні системи (ГІС), які широко застосовуються провідними країнами в різних сферах, особливо у військовій. Універсальність традиційних ГІС та неврахування специфіки конкретних практичних галузей їх застосування, а також тенденції розвитку сучасних засобів підтримки ведення бойових дій роблять **актуальною** задачу автоматизації процесу нанесення оперативної обстановки на векторну карту місцевості.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Сучасні тенденції використання та подання геопросторової інформації полягають у такому:

застосування геопросторових даних здійснюється для проведення розрахунків у різних галузях науки і техніки [1 – 3] як складових систем підтримки прийняття рішень (СППР) чи інтелектуальних систем [4 – 6];

відображення даних реалізується у цифровому вигляді з використанням стандартних чи спеціалізованих програмних засобів [3].

У кожному конкретному випадку розробнику системи автоматизації роботи з цифровою картою необхідно евристично обґрунтовувати причину обрання того чи іншого шляху – стандартні програмні засоби чи унікальні підходи до роботи з геопросторовими даними. Зазначене є характерною вадою всіх відомих підходів до автоматизації нанесення поточної обстановки на цифрові карти. Це, у свою чергу, спонукає до вироблення загальної технології розв'язання задач автоматизації нанесення геопросторових даних на цифрову карту з використанням спеціалізованого програмного додатка.

Метою статті є розробка технології побудови програмного додатка автоматизації процесу нанесення обстановки на векторну цифрову карту місцевості для підвищення оперативності оформлення бойових документів та ефективного обміну поточними даними про обстановку.

Формулювання завдання дослідження. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати сукупність часткових науково-прикладних задач: обрати базову ГІС; визначити перелік функцій, що мають виконуватись автоматизовано при нанесенні обстановки обраним програмним засобом; побудувати алгоритм автоматизації процесу нанесення обстановки, а також програмно реалізувати розроблений алгоритм.

Виклад основного матеріалу. У загальному випадку процес автоматизованого формування цифрової карти із нанесенням поточної обстановки можна подати у вигляді структурної схеми, зображеної на рис. 1.

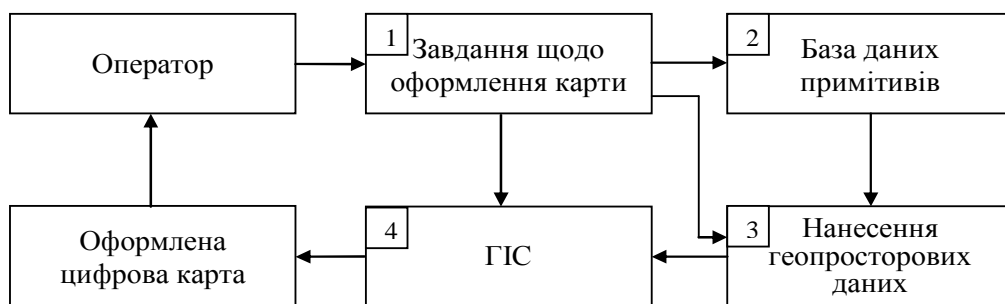


Рис. 1. Структурна схема процесу автоматизації процесу нанесення обстановки

Надане оператору початкове завдання із картографування піддається декомпозиційному аналізу з його боку на підзадачі (блок 1). Сукупність часткових завдань для нанесення обстановки повинна узгоджуватись із закладеними в програму можливостями. Надалі з використанням базової ГІС (блок 4) та на підставі заздалегідь сформованої бази даних (БД) примітивів (блок 2) шляхом застосування розробленого програмного додатка (блок 3) формується результуюча цифрова карта із нанесеною оперативною обстановкою. Як отриманий результат вона надається оператору.

Вибір базової ГІС. Геоінформаційна система – це спеціалізована програмна система збору, зберігання, аналізу й графічної візуалізації просторових даних, а також пов'язаної з ними інформації про об'єкти, що розташовані на місцевості [7]. У більш вузькому значенні ГІС – інструмент у вигляді програмного продукту, що дозволяє користувачам створювати, аналізувати й редагувати цифрові карти, а також одержувати визначену інформацію про об'єкти [8]. Основними структурними елементами ГІС є дані (географічні – у вигляді координат місцезрештування об'єкта на земній поверхні; атрибутивні – семантичний опис об'єктів), апаратне забезпечення (ПЕОМ, сервери, мережі, накопичувачі), програмне забезпечення, технології та навчений персонал. На сьогоднішній день існує широкий спектр програмного забезпечення ГІС. Сполучені Штати Америки та Російська Федерація займають провідні позиції у розробці багатофункціональних ГІС-продуктів. Найбільш поширеними є такі: ESRI ArcGIS, MapInfo, GeoGraph, WinGIS/WinMAP, Panorama, ИнГЕО. Зазначене програмне забезпечення відрізняється призначенням, функціональними можливостями та сферами використання. Вказані вище ГІС володіють великим набором інструментів, що

дозволяють вирішувати різнопланові завдання.

Широке поширення інтернет-технологій, розвиток застосування систем управління базами даних, використання об'єктно-орієнтованих мов програмування, розробка мобільних комп'ютерів привели до нового бачення ролі й місця ГІС-технологій. Саме серія продуктів ArcGIS розроблена відповідно до цих вимог сучасності. Вона надає масштабоване середовище для роботи з ГІС як для окремих користувачів, так і груп користувачів на серверах, через Інтернет, а також у польових умовах. ArcGIS надає значні можливості щодо розробки додаткових утиліт, модулів та інструментів, використовуючи мови програмування Visual C#, Visual C++, Visual Basic Script та ін. Це дає змогу розробляти спеціалізовані ГІС-продукти з функціями, що відповідатимуть вимогам користувача. Тому, виходячи із аналізу сучасних ГІС, для розробки технології побудови програмного додатка автоматизації процесу нанесення обстановки на векторну цифрову карту місцевості обрано як базовий програмний комплекс ArcGIS.

Визначення функцій, що мають виконуватись автоматизовано при нанесенні обстановки. Процес нанесення обстановки на векторну карту можна здійснити двома способами: з використанням вбудованих засобів ГІС чи програмних додатків. У статті розглядається другий спосіб, оскільки в процесі тестування програмних засобів ArcGIS було виявлено низку незручностей стосовно розв'язання специфічних задач оперативного нанесення обстановки, а саме:

- великі витрати часу на створення сховища даних;
- значна складність операцій редагування атрибутивної інформації;
- відсутність необхідних стандартних символів – примітивів для нанесення обстановки.

Перелік функцій, що підлягають автоматизації, визначаються завданнями, що постають перед користувачем ГІС-продукту. При нанесенні обстановки головним показником ефективності є мінімум витрат часу на оформлення картографічних документів. Виходячи із виявлених незручностей при нанесенні обстановки вбудованими засобами програмного комплексу ArcGIS, визначено, що розроблений програмний додаток повинен виконувати автоматизовано такі функції:

- побудова бази геоданих;
- вибір та нанесення необхідного геопросторового об'єкта;
- заповнення атрибутів нанесеного об'єкта;
- присвоєння умовного графічного позначення нанесеному об'єкту.

Для реалізації вказаних функцій необхідно побудувати алгоритм автоматизації процесу нанесення обстановки, а також розробити його програмну реалізацію.

Побудова алгоритму автоматизації процесу нанесення обстановки на векторну карту. Використання програми ArcMap (складова ArcGIS, у якій відбуватиметься нанесення обстановки на векторну карту) забезпечує можливість створення бази даних та редагування атрибутивної інформації в ручному режимі. Програмний комплекс ArcGIS дозволяє створити структуру подання об'єктів у вигляді баз геоданих (БГД), які є реляційними базами даних для зберігання геопросторової інформації. БГД – розроблена компанією ESRI об'єктно-орієнтована модель даних, що зображує географічні об'єкти та атрибути у вигляді об'єктів та відношень між ними. БГД включають класи (шейп-файли) просторових об'єктів і таблиці. Такі класи зберігають географічні об'єкти, що подані за допомогою точок, ліній, полігонів та їх атрибутів. БГД дозволяє переглянути порядок розміщення та збереження об'єктів, з'ясувати їх атрибути [10 – 11].

Отже, для автоматизації процесу нанесення обстановки шляхом створення спеціалізованого програмного продукту слід розробити специфічну для цього процесу модель подання геопросторових даних, зображеної на рис. 2.

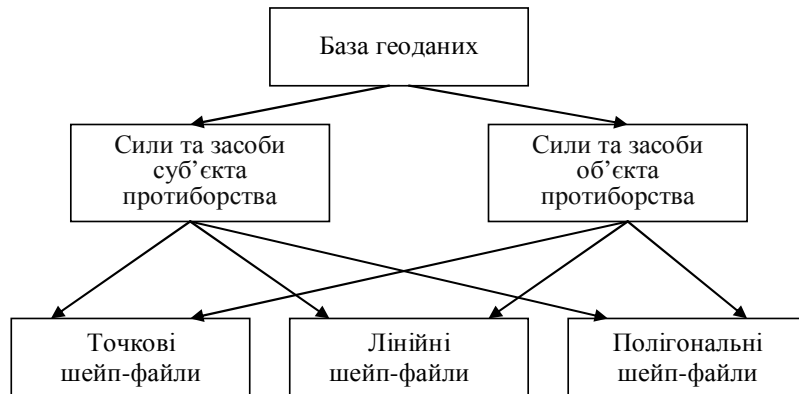


Рис. 2. Модель подання геопросторових даних

Модель має дворівневу ієрархічну структуру. БГД створюється програмно та включає два класи об'єктів: сили та засоби суб'єкта протиборства (СЗСП), а також сили та засоби об'єкта протиборства (СЗОП). Кожен з цих класів включає аналогічні за структурою точкові, лінійні та полігональні шейп-файли. Під час нанесення обстановки на карту інформація про об'єкти вноситься до відповідних шейп-файлів БГД.

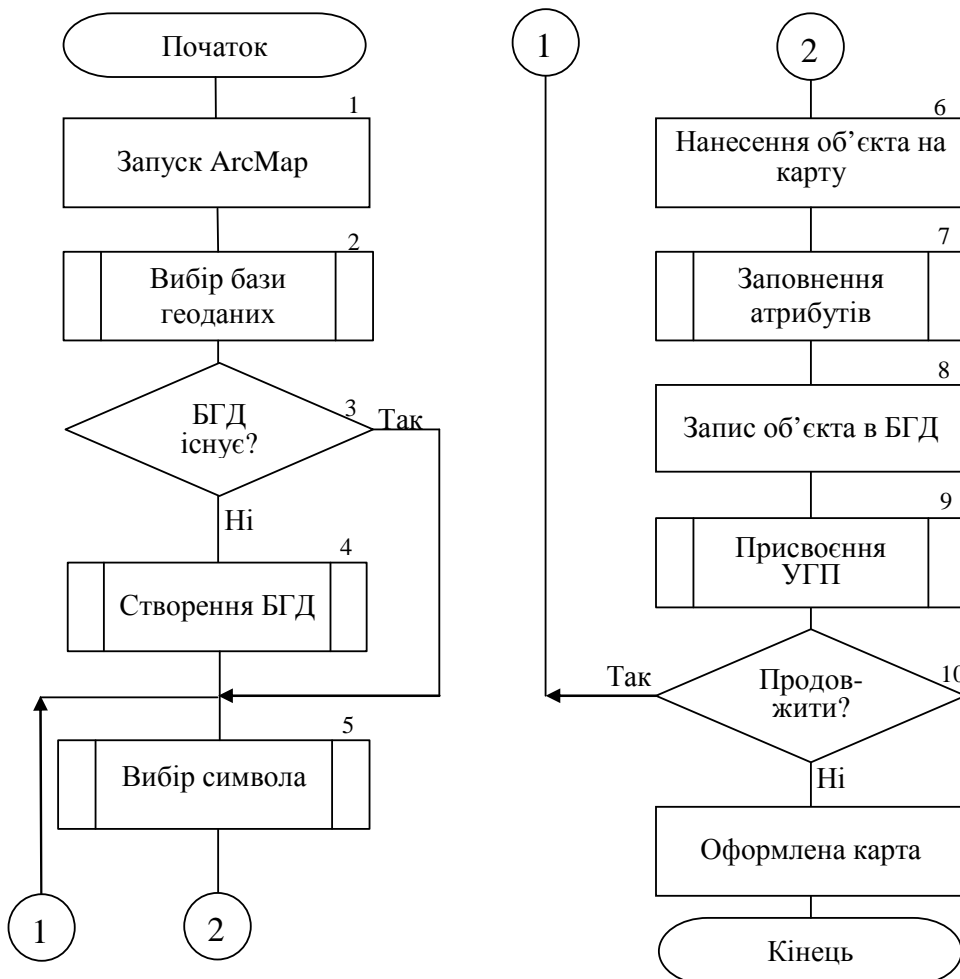


Рис. 3. Алгоритм автоматизації процесу нанесення обстановки

На основі побудованої моделі подання даних розроблено алгоритм автоматизації процесу нанесення обстановки на векторну карту місцевості, який зображено на рис. 3.

У блоці 1 виконується запуск програмного середовища ArcMap, в якому відбуватиметься процес нанесення обстановки. Після запуску ArcMap необхідно обрати середовище збереження даних, що показано у блоці 2. При цьому перевіряється, чи існує БГД з визначеним програмою ім'ям (блок 3). Якщо ні, тоді відбувається процес автоматичного створення БГД (блок 4), що реалізується програмно. Далі обирається елемент для нанесення та його належність (блок 5). Для цього необхідно викликати вікно з переліком усіх назв об'єктів. Серед запропонованого списку користувач повинен обрати необхідний символ для нанесення. Після цього здійснюється нанесення об'єкта на карту (блок 6). Користувач самостійно обирає місце на цифровій карті. По завершенні нанесення символу з'являється вікно для запису визначених атрибутивних даних цього символу. Користувач заповнює всі атрибути, що показано у блоці 7. У подальшому відбувається операція запису нанесеного об'єкта до БГД (блок 8). Інформація про об'єкт зберігатиметься у тому шейп-файлі обраної чи створеної БГД, до якого належить об'єкт. У блоці 9 об'єкта присвоюється умовне графічне позначення (УГП). Нанесений символ матиме вигляд примітиву, якому відповідає цей символ. Якщо користувач бажає продовжити нанесення (блок 10), необхідно знову обрати потрібний символ із запропонованого списку та повторити дії, що описані у блоках 6–9. Після завершення процесу нанесення у головному вікні програми ArcMap можна переглянути оформлену карту.

Розробка програмної реалізації алгоритму автоматизації процесу нанесення оперативної обстановки на векторну карту місцевості. Для реалізації алгоритму автоматизації процесу нанесення обстановки розроблено додаткові інструменти для програмного комплексу ArcGis. Дану задачу розв'язано за допомогою інтегрованого середовища програмування Microsoft Visual Studio 2008, що має великі можливості щодо роботи з цифровими примітивами й розробки додаткових утиліт для цифрових карт. Вони не потребують високих вимог до характеристик робочого місця та зручні у користуванні. Програмна реалізація алгоритму автоматизації процесу нанесення обстановки включає три утиліти, для виклику яких розроблено додаткові інструменти програми ArcMap: «Створення БГД», «Перелік умовних графічних позначень», «Нанесення об'єкта на карту». Перший з перерахованих інструментів призначений для автоматизованого створення БГД, що включатиме класи та шейп-файли згідно з побудованою моделлю даних (див. рис. 2). Інструмент «Перелік умовних графічних позначень» призначений для виклику вікна з назвами символів та обрання належності об'єкта (СЗОП чи СЗСП). Інструмент «Нанесення об'єкта на карту» розроблений для вибору із запропонованого списку об'єкта, його нанесення на карту, заповнення атрибутивної інформації про цей об'єкт та присвоєння умовного графічного позначення.

Розроблена програмна компонента складається з бази геопросторових й атрибутивних даних, а також засобів управління ними, які реалізуються за допомогою проекту програми ArcMap пакета ArcGis 9.3 та програмних додатків, створених в інтегрованому середовищі програмування Microsoft Visual Studio 2008. Пакет ArcGis 9.3 використовується як основа для візуального подання інформації, що нанесена на картографічні документи.

Як векторну карту для нанесення обстановки можна використовувати шаблони карт, що мають розширення «*.mxt». В ArcMap є кілька готових шаблонів карт для швидкої розробки вихідних документів без витрати часу на підготовку та компонування.

Таким чином, можна сформувати технологію побудови програмного додатка автоматизації процесу нанесення обстановки на векторну карту місцевості:

1. Вибір базової ГІС.
2. Визначення переліку функцій, що підлягають автоматизації.
3. Створення геопросторової моделі даних, що підлягає нанесенню (наприклад у вигляді рис. 2).
4. Обрання програмного забезпечення для розробки додаткових утиліт, що виконуватимуть необхідні (визначені) функції.
5. Побудова алгоритму автоматизації процесу нанесення обстановки на векторну карту місцевості (наприклад у вигляді рис. 3).
6. Здійснення програмної реалізації побудованого алгоритму (розробка для обраної базової ГІС додаткових утиліт («Створення БГД», «Перелік умовних графічних позначень», «Нанесення об'єкта на карту»), що виконуватимуть визначений перелік функцій автоматизації).

Приклад застосування розробленої програми

Перед оператором поставлені завдання щодо нанесення соціально-політичної обстановки у визначеному районі (райони компактного проживання національних меншин). Необхідно його вирішити з використанням розробленого програмного додатка.

Спочатку слід завантажити програму ArcMap пакета ArcGis 9.3. Для цього здійснюється звернення до папки встановлення програмного комплексу ArcGis (зазвичай це C:\ProgramFiles\ArcGis), далі відкрити папку Bin та запустити додаток ArcMap.exe. З'явиться вікно, що запропонує створити новий документ, відкрити стандартний шаблон цифрової карти або вже створену цифрову карту, що зображено на рис. 4.

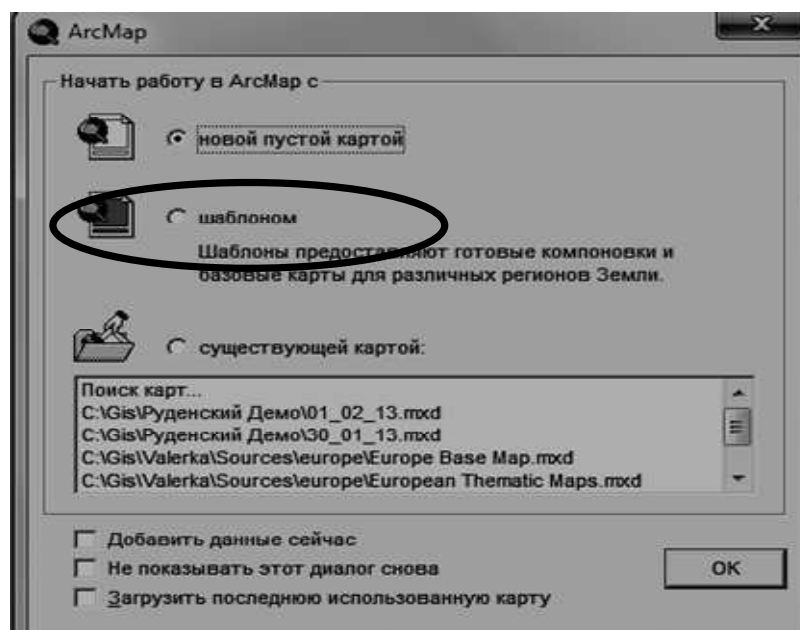


Рис. 4. Вікно вибору карти для роботи

Надалі необхідно обрати «шаблоном» та натиснути «ОК». З'явиться вікно, що зображене на рис. 5.

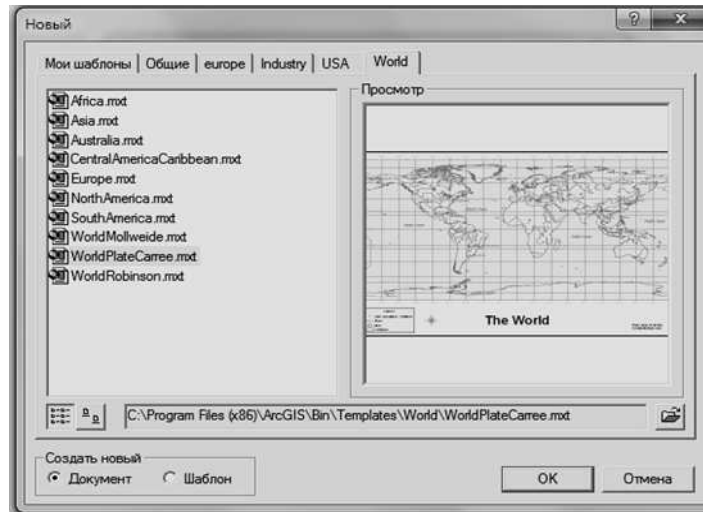


Рис. 5. Вікно вибору шаблону

У даному вікні потрібно обрати один із існуючих шаблонів та натиснути «ОК».

Функція створення сховища геопросторової інформації реалізована розробленим інструментом «Створення БГД» **Б**. При натисненні на даний інструмент автоматично створюється БГД за побудованою моделлю даних, яку можна переглянути у додатку ArcCatalog. При натисненні на розроблений інструмент «Перелік умовних графічних позначень» **Г** відображається увесь список назв умовних графічних позначень, як показано на рис. 6.

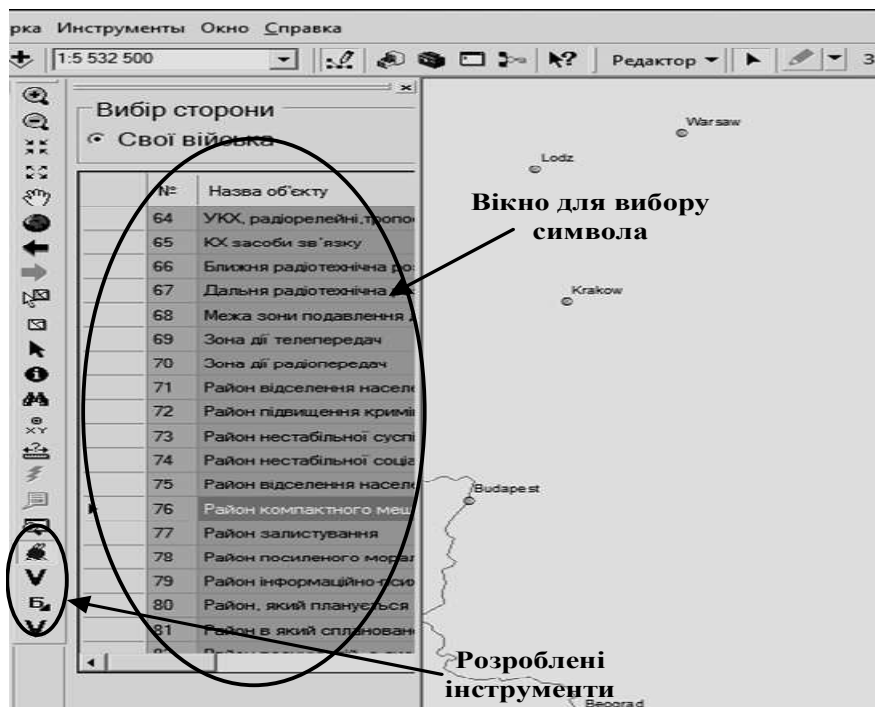
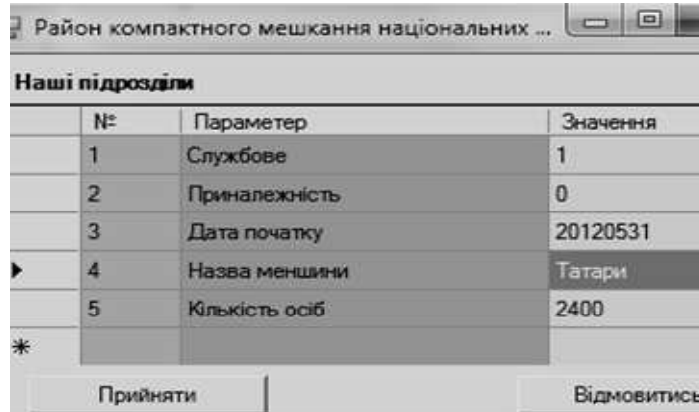


Рис. 6. Вікно з переліком умовних графічних позначень

Для обрання та нанесення об'єкта використовується розроблений інструмент «Нанесення об'єкта на карту» **В**. Для вирішення поставленого у прикладі завдання

необхідно обрати символ «Район компактного проживання національних меншин». Після завершення нанесення об'єкта автоматично відбувається перехід до вікна заповнення атрибутивних даних об'єкта (рис. 7), а також символу автоматично присвоюється умовне графічне позначення. Для більшої наочності прикладу нанесемо даний об'єкт кілька разів, змінюючи при цьому його атрибут «Назва меншини».



Наші підрозділи			
	№	Параметер	Значення
	1	Службове	1
	2	Приналежність	0
	3	Дата початку	20120531
▶	4	Назва меншини	Татари
	5	Кількість осіб	2400
*			

Рис. 7. Заповнення таблиці атрибутів

У результаті нанесена обстановка виглядатиме на карті так, як показано на рис. 8.

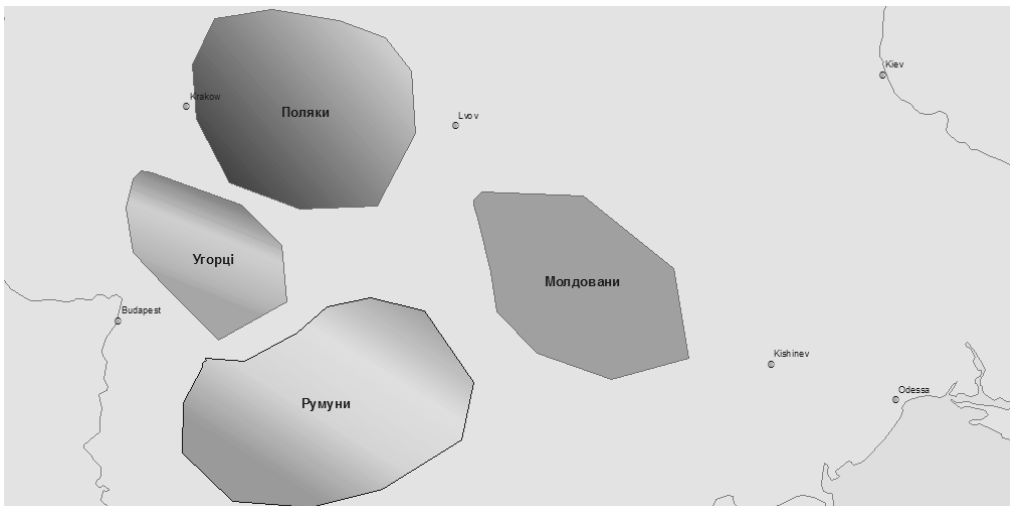


Рис. 8. Нанесена обстановка на векторній карті

Висновки. Таким чином, розроблений програмний додаток дозволяє автоматизувати процес нанесення обстановки, робить зручнішим процес вибору об'єктів та редагування атрибутивної інформації, автоматизує процес створення сховища даних, що значно підвищує оперативність нанесення обстановки при оформленні картографічних документів та ефективність використання програмного комплексу ArcGis при вирішенні завдань нанесення обстановки. Розроблений програмний додаток автоматизації процесу нанесення обстановки може бути застосований у військових цілях для виконання завдань, пов'язаних з нанесенням обстановки, оцінювання місцевості та оперативним збором географічних даних у визначеному районі.

Розроблений програмний додаток можна застосовувати при оформленні цифрової карти командирами підрозділів усіх видів та родів військ Збройних Сил України. Необхідно розширити базу даних примітивів для уніфікованого застосування в усіх галузях автоматизованого управління військами та зброєю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вагущенко Л. Л. Навигационно-информационные системы / Л. Л. Вагущенко. – Одеса : Фенікс, 2004. – С. 127.
2. Василенко О. В. Геоінформаційні системи керування для завдань навігаційного забезпечення військ / О. В. Василенко, Д. П. Кучеров, О. О. Зацарицин // Геоінформаційні системи у військових задачах. Другий науково-технічний семінар 21–22 січня 2011р. : доповіді та статті. – Львів : АСВ, 2011. – С. 5.
3. Петлюк І. В. ГІС-технології у військовій справі / І. В. Петлюк, С. Г. Власенко, О. І. Петлюк // Геоінформаційні системи та інформаційні технології у військових і спеціальних задачах «Січневі ГІСи». Третій науково-практичний семінар : доповіді та тези. – Львів : АСВ, 2012. – С. 40.
4. Харченко В. П. Конфліктні ситуації в системі управління повітряним рухом : навч. посіб. / В. П. Харченко, Г. Ф. Аргунов. – К. : Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2010. – С. 63.
5. Герасимов Б. М. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішення : навч. посіб. / Б. М. Герасимов, В. М. Локазюк. – К. : Вид-во СУ, 2007. – С. 219.
6. Пермяков О. Ю. Інформаційні технології і сучасна збройна боротьба / О. Ю. Пермяков, А. І. Сбітнев. – Луганськ : Знання, 2008. – С. 92.
7. Шипулин В. Д. Основные принципы геоинформационных систем : учеб. пособ. / В. Д. Шипулин. – Х. : ХНАГХ, 2010. – С. 32.
8. Журкин И. Г. Геоинформационные системы : учеб. пособ. / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. – М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – С. 16.
9. ArcGis 9. Руководство пользователя ArcCatalog – ESRI, 2005. – С. 87–115.
10. ArcGis 9. Руководство пользователя ArcMap – ESRI, 2005. – С. 112–141.
11. ArcGis 9. Что такое ArcGis? – ESRI, 2005. – С. 32–49.

Подано 12.04.13

А. А. Писарчук, Б. В. Молодецкий, В. С. Руденский

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ
ОБСТАНОВКИ НА ВЕКТОРНУЮ КАРТУ МЕСТНОСТИ**

В статье предложено технологию построения программного приложения автоматизации процесса нанесения обстановки на цифровую векторную карту, определен перечень функций, которые должны исполняться автоматизировано при нанесении обстановки, разработан соответственный алгоритм, а также приведена его программная реализация.

O. O. Pysarchuk, B. V. Molodetskyi, V. S. Rudenskyi

**THE AUTOMATION OF THE PROCESS OF MAPPING THE SITUATION ON THE
VECTOR DIGITAL MAP**

The article deals with the technology of the constructing of program application for the automation of the process of mapping the situation on the vector digital. It defines the functions which are subject to automation at mapping the situation. Algorithm for the automation of the process of mapping the situation on the vector map of area is created, and its programme implementation is also represented.