

М. М. Шпорт

## МЕТОДИКА ПОБУДОВИ МАСКИ ХВИЛЬОВОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ПОШУКУ РАЦІОНАЛЬНИХ МАРШРУТІВ, НЕОБХІДНИХ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ ОПЕРАТИВНО-СЛУЖБОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

*У статті запропоновано методику формування масок місцевості для раціонального планування маршрутів. Ця методика дозволяє на основі інформації з геоінформаційної системи, використовуючи математичний апарат, будувати маски місцевості, потрібні для функціонування хвильового алгоритму.*

**Ключові слова:** радіозв'язок, маршрут, програмне забезпечення, Державна прикордонна служба, геоінформаційна система.

**Вступ.** Сучасні інформаційно-телекомунікаційні технології дозволяють суттєво підвищити ефективність розв'язання багатьох прикладних завдань оперативно-службової діяльності (ОСД) Державної прикордонної служби України (ДПСУ), зокрема раціонального планування маршрутів. У [1 – 3] було визначено, що для розв'язання завдань раціонального планування маршрутів необхідне формування маски місцевості. Ця маска визначає доцільність використання окремих ділянок місцевості для прокладання маршруту.

У [1 – 4] було розглянуто визначення окремих показників, які можуть бути враховані під час побудови маски місцевості і які описують: оперативно-службовий порядок побудови охорони державного кордону; забезпеченість радіозв'язком; погодні умови в комплексі з можливостями прохідності транспортних засобів місцевістю різних типів. Відсутність науково-методичного апарату, який можна було б використовувати для обчислення цих показників на основі інформації з геоінформаційної системи (ГІС) ДПСУ, та потреба в комплексному її врахуванні під час побудови маски місцевості робить **актуальним** цю роботу.

Отже, **метою дослідження** є розробка методики визначення маски місцевості для раціонального планування маршрутів, необхідних для розв'язання завдань ОСД ДПСУ.

**Основна частина.** Відповідно до [2 – 5] кожен елемент маски місцевості визначають так:

1) за індексами елемента маски місцевості та її дискретизації визначають географічні координати ділянки місцевості;

2) за інформацією з ГІС визначають, чи відповідає ця ділянка території України. Якщо ні – відповідному елементу присвоюють нульове значення;

3) із бази геоданих ГІС ДПСУ визначають тип місцевості. У разі, якщо місцевість для використовуваного транспортного засобу є непрохідною – відповідному елементу присвоюють нульове значення;

4) якщо елементу маски за п. 2 і (або) п. 3 не присвоєно нульове значення, обчислюють комплексний імовірнісний показник наявності радіозв'язку; із використанням ГІС визначають функцію належності швидкості пересування транспортного засобу відповідною ділянкою місцевості з урахуванням погодних умов; обчислюють комплексний нормований показник (для песимістичного, оптимістичного та найбільш імовірного варіанту) [5 – 7].

$$\tilde{M}_{i,j} = w_1 \cdot (254 \cdot P_{3s}(i, j) + 1) + w_2 \cdot (254 \cdot (1 - \frac{\tilde{v}_{i,j}}{v_m}) + 1) \quad (1)$$

де  $\tilde{M}_{i,j}$  – елемент матриці місцевості  $M$ , який є числом, що визначає перевагу відповідного елемента місцевості під час побудови маршруту;  $P_{зв}(i, j)$  – імовірність наявності радіозв'язку на  $(i, j)$  квадраті місцевості;  $w_1, w_2$  – вагові коефіцієнти, які визначають важливість радіопокриття і прохідності місцевості в комплексному показнику (використовують нормувальну вимогу  $w_1+w_2=1$ );  $v_m$  – максимальна швидкість пересування;  $\tilde{v}_{i,j}$  – швидкість пересування транспортного засобу ділянкою місцевості з урахуванням погодних умов на  $(i, j)$  квадраті місцевості (визначають із використанням методу експертних оцінок, як описано у другому розділі).

Слід зазначити, що  $\tilde{v}_{i,j}$  – нечітка величина, яку визначають функцією належності.

Для визначення  $w_1$  і  $w_2$  було використано метод експертних оцінок. У результаті його застосування визначено  $w_1=0.27$  і  $w_2=0.73$ .

З метою обчислення (1) для кожного елемента місцевості необхідно отримати  $v_{i,j}$ . Відповідно для отримання  $v_{i,j}$  пропонуємо використати метод експертних оцінок. За допомогою цього методу для всіх варіантів транспортних засобів і погодних умов визначаємо мінімальну, максимальну та найбільш імовірну швидкість руху кожним видом місцевості. Підставивши ці швидкості в (1), отримуємо значення відповідних елементів трьох масок місцевості.

Однак для обчислення (1) потрібно мати  $v_{i,j}$  для кожного елемента місцевості відповідно до типу цієї місцевості, транспортного засобу та погодних умов. У зв'язку з цим із метою автоматизації обчислень (1) пропонуємо побудувати маски швидкостей  $v_{i,j}$  для різних транспортних засобів і погодних умов [6 – 7]. Для побудови цих масок **пропонуємо** використати засоби візуалізації програми ArcMap, яка входить до складу ГІС ДПСУ ArcGIS.

ArcMap є основним додатком ArcGISDesktop для виконання всіх картографічних задач, таких як: створення і публікація карт, аналіз карт і редагування даних.

Карта в ГІС ДПСУ складається з шарів, що мають низку властивостей, з якими можна працювати і які можна задати. Для цього в програмі ArcMap у таблиці змісту потрібно вибрати команду Властивості (Properties), щоб переглянути діалогове вікно Властивості шару (LayerProperties).

У діалоговому вікні «Властивості шару» (LayerProperties) задають символи, написи, правила відтворення та інші опції. Наприклад, можна вказати, що озера будуть намальовані синіми полігонами, земельні ділянки – кольорами на підставі значень коду, який описує тип ґрунту, парки – зеленою заливкою і т. д. Також у цьому вікні можна задати й інші властивості шару, наприклад:

- масштаб, за якого шар буде видимим;
- який частковий набір об'єктів із джерела даних буде відображено;
- розташування набору даних шару;
- властивості атрибутів, з'єднання і зв'язки для роботи з табличною інформацією.

У ArcMap реалізовано можливість для відображення наборів географічних даних за допомогою застосування символів і графіки. Якщо говорити про просторові об'єкти, то кожному об'єкту присвоюють символи, ґрунтуючись на атрибутивних значеннях, а для візуалізації кожного шару застосовують певні методи. Наприклад, водні об'єкти і річки можуть бути відображені одним кольором (блакитним). Дороги можуть бути позначені на основі їхнього класу. Сейсмічні події, наприклад, землетруси, можуть бути представлені за допомогою градувальних символів, бо ґрунтуються на значенні магнітуди. Полігони можуть бути класифіковані з урахуванням землекористування.

ArcMap пропонує значну кількість методів візуалізації для створення подібного відображення шарів. Географічну інформацію показують за допомогою використання символів і методів відтворення зображення. Ключовими аспектами відображення шару є позначення символів карти на основі атрибутів просторових об'єктів і застосування

атрибутивних полів для написів на карті. Часто символи присвоюють об'єктам на основі класифікації (наприклад, класів доріг). В інших випадках для відображення кількісної інформації числові дані можна класифікувати. Наприклад, можна показати щільність населення, вікові групи населення в кожному окрузі, ціну земельних ділянок у населеному пункті. Виконуючи класифікацію числових даних об'єктів, можна використовувати один із стандартних методів ArcMap або вручну задавати власні користувачські діапазони класів.

В ArcMap є можливість вибрати необхідний режим візуалізації:

- відображення з використанням єдиного символу;
- відображення об'єктів відповідно до категорій;
- відображення об'єктів з урахуванням кількісних показників;
- відображення за декількома атрибутами.

При цьому можна використовувати умови для обмеження відображення окремих об'єктів (наприклад, відображати лише польові дороги).

Для символів, якими відображають векторні об'єкти (ті, які використовують у базі геоданих ГС ДПСУ), можна визначити колір контуру, а для полігональних об'єктів – колір заповнення.

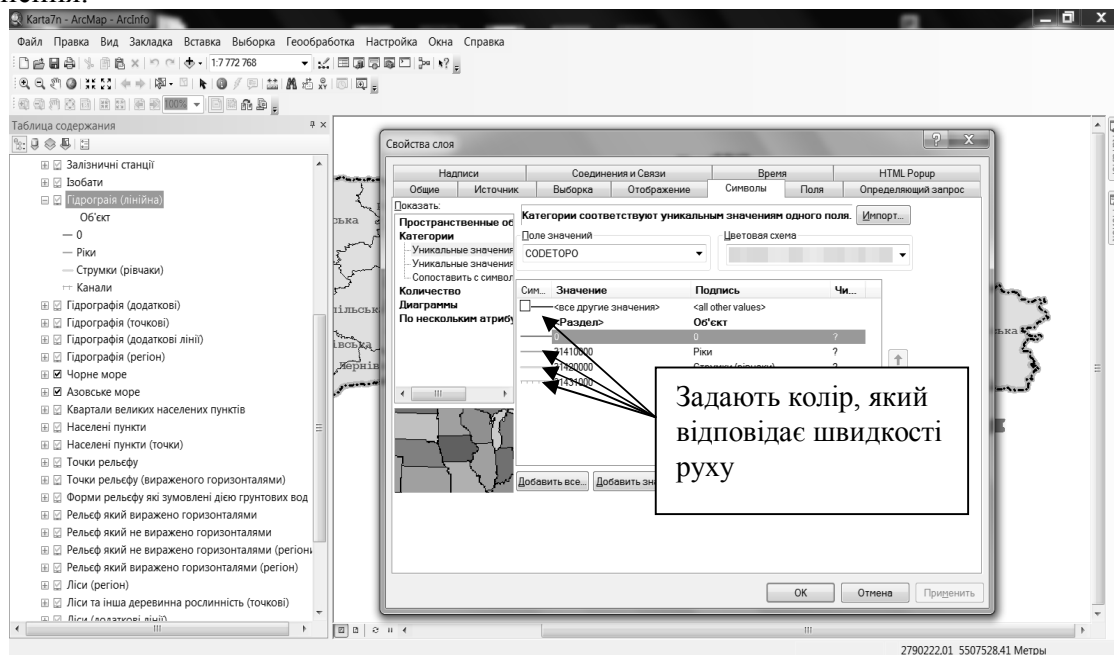


Рис. 1. Вибір режиму візуалізації шару

Пропонуємо використати ці можливості ArcGIS для автоматизованого формування маски місцевості. З цією метою в програмі ArcMap (рис. 1) для кожного варіанта поєднання транспортного засобу й погодних умов створюють три документи, у яких для кожного шару, що описує місцевість, визначають відповідний складник  $\tilde{v}_{i,j}$ .

Після вибору потрібного масштабу й ділянки місцевості результувальний складник маски зберігається у графічному форматі (без спотворення зображення). На отриманий графічний файл «накладається» складник, який враховує радіопокриття, і формується відповідна маска. Результувальна маска зберігається у графічному форматі, використовується під час визначення раціонального маршруту. Для візуалізації звичайної карти, на фоні якої демонструють маршрути, також використовують ArcMap. Однак у цьому випадку задають параметри, які відповідають звичайній картографічній візуалізації.

Під час вибору в програмі транспортного засобу та варіанта погодних умов три маски зчитують із відповідних графічних файлів (імена файлів мають стандартизовану форму, яка відповідає транспортному засобу та варіанту погодних умов). Після визначення координат

початку та призначення програма з використанням хвильового алгоритму визначає три маршрути, які утворюють нечіткий маршрут.

Отже, загалом методика побудови масок місцевості складається з таких етапів (рис. 2):

- визначення з використанням методу експертних оцінок швидкостей руху транспортних засобів, які використовують у охороні кордону в різних погодних умовах на різних типах місцевості (при цьому визначають мінімальну, максимальну та найбільш імовірну швидкості);
- формування з використанням програми ArcMap файлів з описом місцевості (для різних транспортних засобів у різних погодних умовах формують по три файли);
- масштабування і позиціонування ділянки карти та експорт із використанням ArcMap як самої карти, так і попередніх масок із прохідністю місцевості для всіх варіантів транспортних засобів та погодних умов;
- обчислення за (1) остаточних масок місцевості, які враховують покриття місцевості радіозв'язком та збереження їх у графічних файлах (використовують графічний формат без спотворень зображення).

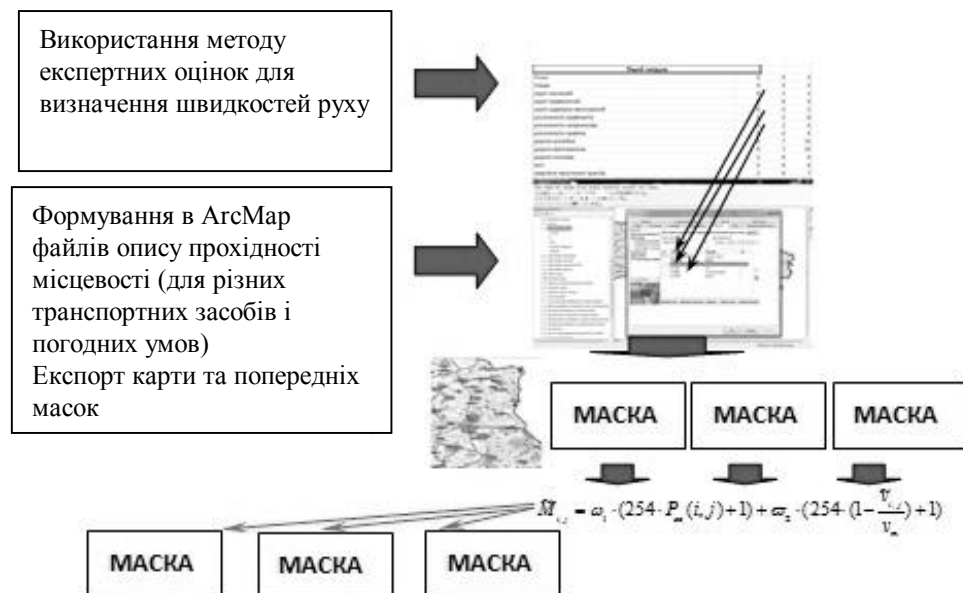


Рис. 2. Методика формування масок місцевості

**Висновки.** У цій статті запропоновано методику формування масок місцевості для раціонального планування маршрутів для розв'язання задач оперативно-службової діяльності ДПСУ. Ця методика дозволяє на основі інформації з ГІС ДПСУ будувати маски місцевості, потрібні для функціонування хвильового алгоритму.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Литвин, М. М. Методологічні основи реформування системи охорони державного кордону України: дис. ... доктора наук з держ. управління : 21.07.05 / Литвин Микола Михайлович. – Хмельницький : НАДПСУ, 2010. – 450 с.
2. Кормен Т. Алгоритмы: построение и анализ / Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. ; пер. с англ. под ред. Шеня А. – [2-е изд.]. – М.: МЦНМО: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 960 с.
3. Журкин И. Г. Геоинформационные системы / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. – Москва : КУДИЦ-ПРЕСС, 2014. – 4 с.

2009. – 272 с.

4. Владимиров В. Н. Историческая геоинформатика: геоинформационные системы в исторических исследованиях: монография / Владимиров В. Н. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2005. – 58 с.

5. Шпорт М. М. Визначення показника забезпеченості радіозв'язком при вирішенні задач побудови маршрутів несення служби прикордонними нарядами / М. М. Шпорт // Безпека Інформації. – 2013. – Том 19, № 3 – С. 204 – 209.

6. Шпорт М. М. Вибір алгоритму побудови маршруту несення служби елементів службового порядку підрозділів охорони державного кордону / М. М. Шпорт // Вісник Хмельницького Національного Університету. Серія: Технічні науки. – 2013. – № 6. – С. 268 – 272.

7. Шпорт М. М. Урахування забезпеченості радіозв'язком при побудові раціональних маршрутів в ході вирішення задач оперативно-службової діяльності Державної прикордонної служби України / М. М. Шпорт // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: Військові та технічні науки. – 2013 – № 1(59) – С. 312 – 320.

**Шпорт Микола Миколайович** – ад'юнкт Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, e-mail: shport\_nik@ukr.net.

Національна академія Державної прикордонної служби України ім. Б. Хмельницького.