

## ВИЗНАЧЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ПОБУДОВИ РАЦІОНАЛЬНИХ МАРШРУТІВ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ ОСД

*В статті сформовані підходи для побудови раціональних маршрутів для розв'язання задач оперативно-службової діяльності (ОСД) Державної прикордонної служби України (ДПСУ). Визначено, що для цього потрібно враховувати наступні фактори: неможливість незаконного перетину державного кордону, необхідність забезпечення радіозв'язку, погодні умови, можливості різноманітних транспортних засобів та особливості ОСД.*

*Ключові слова: радіозв'язок, раціональний маршрут, зони Френеля.*

### DEFINITION OF APPROACH TO THE CONSTRUCTION OF THE RATIONAL ROUTES FOR SOLVING PROBLEMS OF THE OPERATIONAL PERFORMANCE

*Abstract – The structure of modern information and telecommunication systems is an important element of geographic information systems. In the article solved complicated problems of routing using the wave method. This method allows to create routes on any terrain, not only along well-defined roads.*

*The article formed approaches to building rational routes for solving operational performance of the State Border Service of Ukraine. Determined that it needs to consider the following factors: inability to illegally cross the border, the need for radio communications, weather conditions, ability of various vehicles and feature of the operational performance.*

*Keywords: radiocommunication, rational route, The State Border Service.*

Аналіз будови сучасних інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС) дозволяє зробити висновок про те, що в сучасних умовах одним із важливих елементів є геоінформаційні системи (ГІС) [1]. Сучасні геоінформаційні технології дозволяють не лише розв'язувати задачі зберігання інформації з геоприв'язкою, але і розв'язувати більш складні проблеми аналізу інформації. Аналітичні механізми сучасних ГІС надають інструментарій для проведення моделювання. Побудова моделей, які описують досліджувані процеси дозволяє реалізувати в сучасних ІТС з використанням ГІС підтримку прийняття рішень. Для розв'язання типових аналітичних задач вже розроблені цілі класи таких моделей. Однак в окремих випадках класичні моделі не дозволяють врахувати всі особливості досліджуваного об'єкту, та розв'язати специфічні задачі.

Окремим класом таких задач, є задачі раціонального вибору маршруту руху. Питання вибору раціонального маршруту є важливим в багатьох прикладних застосуваннях геоінформаційних систем, зокрема для підвищення ефективності оперативно-службової діяльності Державної прикордонної служби України (ДПСУ). На відміну від більшості класичних підходів до вибору раціональних маршрутів, коли мінімізується час або вартість пересування, в ІТС ДПСУ при побудові маршрутів необхідно врахувати низку додаткових факторів в умовах невизначеності вихідної інформації.

Все це потребує розробки науково-методичного апарату побудови раціональних маршрутів з урахуванням специфіки організації оперативно-службової діяльності (ОСД) ДПСУ. При цьому необхідно визначити основні фактори, які впливатимуть на раціональність побудови маршруту.

У зв'язку з цим, метою дослідження є визначення підходів до побудови раціональних маршрутів з урахуванням основних факторів які обумовлені специфікою розв'язання задач ОСД ДПСУ.

Розглянемо можливість використання хвильового методу для побудови раціональних маршрутів.

Відповідно до [1, 2] для розв'язання складних задач побудови маршрутів з урахуванням багатьох факторів доцільним є використання хвильового методу. Цей метод дозволяє будувати маршрути на довільній місцевості, а не лише вздовж чітко визначених доріг. Окрім цього перевагою хвильового алгоритму є закладені в ньому потенційні можливості врахування значного числа факторів, які визначають раціональність побудованого маршруту.

Основним показником, який впливає на вибір маршруту в хвильовому методі є маска місцевості – матриця  $M$ . Кожен елемент  $M - m_{ij}$  є числом що визначає перевагу відповідного елемента місцевості при побудові маршруту. У традиційній реалізації хвильового методу нульове значення цього показника відповідає відсутності можливості пересування по відповідному елементу місцевості (рис.1). Якщо  $m_{ij}$  більше за 0, збільшення цього показника інтерпретується як зменшення переваги відповідного йому елемента місцевості (рис.1).

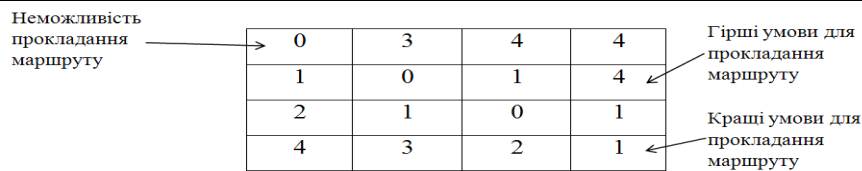


Рис. 1. Інтерпретація маски місцевості хвильового алгоритму

В більшості програмних реалізацій для зберігання  $m_{ij}$  виділяється базова комірка пам'яті - один байт. В цьому випадку можливо закодувати  $2^8 = 256$  різних станів елементів місцевості, що в типових застосуваннях достатньо для врахування її особливостей.

В результаті роботи хвильовий алгоритм «намагається» прокласти маршрут таким чином, щоб він пролягав по елементам місцевості яким відповідають мінімальні більші за нуль значення  $m_{ij}$ . Це продемонстровано на рис.2.

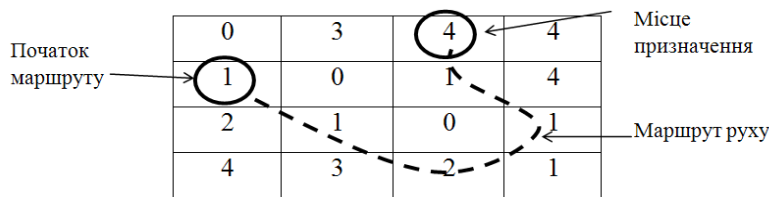


Рис. 2. Вибір раціонального маршруту руху при використанні хвильового алгоритму

Звичайно в традиційних задачах застосування хвильового алгоритму значення елементів матриці  $M$  вибираються виходячи з прохідності місцевості або вартості (витратам пального) пересування по маршруту. Іноді використовується комплексний показник який враховує і прохідність місцевості і витрати пального.

Однак при розв'язанні ряду задач охорони кордону пов'язаних з плануванням маршрутів пересування необхідно врахувати цілий ряд додаткових факторів, які впливатимуть на вибір маршруту руху. Розглянемо ці фактори: Неможливість незаконного перетину державного кордону. Звичайно при виборі маршруту руху необхідно враховувати те, що частину прикордонної місцевості яка відповідає території суміжної держави неможливо використовувати для його прокладання не зважаючи на всі інші фактори.

1. Необхідність забезпечення радіозв'язком. Виконання більшості задач оперативно-службової діяльності в сучасних умовах пов'язано з необхідністю забезпечення постійного інформаційного обміну, що висуває дану вимогу. Особливості окремих варіантів побудови маршрутів руху при цьому пов'язані з використанням різних частотних діапазонів, що використовуються: УКХ – радіозв'язок, 2G та 2.5G мобільний радіозв'язок, WiMax.

2. Погодні умови. Потреба у постійній охороні державного кордону висуває вимогу до необхідності забезпечення пересування за будь-яких погодних умов в будь яку пору року. Звичайно прохідність окремих елементів місцевості може суттєво змінюватись при зміні погоди. Наприклад внаслідок потужних злив річка може вийти з берегів, що ускладнить пересування по місцевості, яка до повені була прохідною. З іншого боку, взимку внаслідок утворення льодового покриву водойми стають прохідними.

3. Використання різноманітних транспортних засобів. При виконанні обов'язків можливе пересування прикордонників у пішому порядку, на квадранцилах, снігоходах та з використанням різного автотранспорту. Звичайно кожний такий варіант має різні можливості щодо пересування по певній місцевості.

4. Особливості ОСД. При плануванні маршрутів в окремих завданнях ОСД необхідно враховувати додаткові фактори. Наприклад – територіальний розподіл ймовірності знаходження порушника кордону, можливість використовувати засоби спостереження (відкритість ділянок кордону для візуального їх огляду), напрями зосередження основних зусиль тощо.

Таким чином можливо зробити висновок, що величина  $m_{ij}$  має залежати від цілого ряду окремих показників, що визначають раціональність прокладання маршруту руху по ділянці місцевості, яка відповідає  $(i, j)$ .

Отже в загальному випадку для визначення маски місцевості необхідно визначити відображення  $f : X \rightarrow M$ ,

де  $X$  – множина показників  $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{np})$ , які визначають раціональність прокладання маршруту руху по відповідній ділянці місцевості,  $np$  - кількість таких показників;

$M$  – маска місцевості.

Слід відмітити, що показники множини показників  $X$  в загальному випадку залежать від двох дискретних аргументів  $(i, j)$ , які визначають елементи маски місцевості. Важливим є вибір роздільної здатності при дискретизації місцевості з метою побудови маски. Велика роздільна здатність при значних

просторових обсягах картографічної інформації може суттєво уповільнити обробку інформації та потребувати використання суттєвих ресурсів обчислювальної системи. Тому при побудові маски необхідно визначити розумний компроміс між забезпеченням необхідної роздільної здатності і обчислювальною складністю розв'язання задачі. При цьому звичайно здійснюється деяке узагальнення показників по певній площі місцевості, яка «покривається» однією клітиною при дискретизації.

Необхідність однозначного визначення маски місцевості накладає вимогу на функціональність відображення  $f$ . Оскільки при визначенні  $M$  необхідно врахувати перераховані вище фактори, побудуємо його наступним чином:

$$M_{ij} = \begin{cases} 0, & (i, j) \in Z \cup P_{rz} \text{ або } P_{rz} < P_{rz0}(i, j) \cup (i, j) \in Np \\ f(X(i, j)) & \end{cases}$$

де  $Z$  – множина індексів які відповідають координатам території суміжної держави;  $P_{rz0}$  – порогове мінімально допустиме значення імовірності наявності радіозв'язку;  $Np$  – множина індексів, які відповідають координатам непрохідної місцевості.

При визначенні  $M$  враховано неможливість прокладання маршруту по окремих ділянках місцевості: території суміжної держави, території з відсутнім радіозв'язком та непрохідним ділянкам. Для усіх інших випадків маска місцевості визначатиметься як функціональна залежність від множини показників  $X$ .

З метою формування цієї множини та побудови функції  $f$  подальшому ми розглянемо більш детально окремі показники множини  $X$ , які враховують забезпеченість радіозв'язком, прохідність місцевості з урахуванням погодних умов та можливостей різноманітних транспортних засобів.

### Висновки

За результатами проведеного дослідження визначено, що під час знаходження раціонального маршруту потрібно враховувати наступні фактори: неможливість незаконного перетину державного кордону, необхідність забезпечення радіозв'язком, погодні умови, можливості різноманітних транспортних засобів та особливості ОСД. У подальших дослідженнях доцільно побудувати математичний апарат для врахування цих факторів при розв'язанні задачі побудови раціональних маршрутів.

### Література

1. Катеринчук І.С. Алгоритм для визначення раціонального маршруту руху в геоінформаційних системах / І.С. Катеринчук, Р.В. Рачок // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка №28 ; [гол. ред. Ленков С.В.]. – К. : Видавництво ВІКНУ, 2010. – С. 320–322.
2. Боровик О.В. Использование волнового алгоритма для определения рационального маршрута движения / О.В. Боровик, Р.В. Рачок // Сборник статей V Международной научно-технической конференции “Информационно-вычислительные технологии и их приложения”. – Пенза : RIO ПГСХА, 2006. – С. 26–29.
3. Рачок Р.В. Окремі питання побудови систем стільникового радіозв'язку ПВ України / Р.В. Рачок // Збірник наукових праць № 22. – Хмельницький : Вид-во Національної академії ПВУ, 2003. – 204 с.
4. Рачок Р.В. Оцінка завадостійкості системи зв'язку при урахуванні різних законів розподілу висот місцевості і відстані між абонентами // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2002. – № 1. – С. 186–188.

### References

1. Katerinchuk I. S., Rachok R. V. Algoritm dlja viznachennja racional'nogo marshrutu ruhu v geoinformacijnih sistemah. Zbirnik naukovih prac' Vijs'kovogo institutu Kiivs'kogo nacional'nogo universitetu imeni Tarasa Shevchenka №28. Kiiv: Vidavnictvo VIKNU, 2010. – S. 320-322.
2. Borovik O.V., Rachok R.V. Ispol'zovanie volnovogo algoritma dlja opredelenija racional'nogo marshruta dvizhenija. Sbornik statej V Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii “Informacionno-vychislitel'nye tehnologii i ih prilozhenija” – Penza: RIO PGSHA, 2006. - S.26-29.
3. Rachok R.V. Okremi pitannja pobudovi sistem stil'nikovogo radiozv'jazku PV Ukraïni. Zbirnik naukovih prac' №22.-Hmel'nic'kij: Vidavnictvo Nacional'noi akademii PVU, 2003. –204 s.
4. Rachok R.V. Ocinka zavadostijkosti sistemi zv'jazku pri urahuvanni riznih zakoniv rozpodilu visot miscevesti i vidstani mizh abonentami. Vimirjuval'na ta obchisljuval'na tehnika v tehnologichnih procesah.- 2002. -№1. -s.186-188.

Рецензія/Peer review : 18.1.2014 р.

Надрукована/Printed :6.2.2014 р.  
Рецензент: д.т.н. Катеринчук І.С.