

УДК 621.396

Микола Миколайович ШПОРТ,
*кандидат технічних наук, начальник відділення – головний науковий
співробітник відділення підготовки науково-педагогічних кадрів
вищої категорії науково-організаційного відділу Національної академії
Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького,
м. Хмельницький*

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПІДХОДІВ ДО ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОБУДОВИ РАЦІОНАЛЬНИХ МАРШРУТІВ ПІД ЧАС ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ОПЕРАТИВНО-СЛУЖБОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

У статті розглянуті основні підходи до програмної реалізації завдання побудови раціональних маршрутів під час побудови елементів службового порядку в Державній прикордонній службі України.

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

Постановка проблеми у загальному вигляді. На сучасному етапі розвитку, з огляду на останні події у Криму та на сході, перед Україною стоять проблеми забезпечення прикордонної безпеки і, одночасно, ефективного регулювання все більш інтенсивних транскордонних потоків осіб, транспортних засобів і товарів. Абсолютна більшість подій і явищ, що відбуваються на державному кордоні, пов'язані з геоінформаційною прив'язкою їх до місцевості. Зростання обсягу опрацювання ін-

© Шпорт М. М.

формації в інформаційно-телекомунікаційних системах (ІТС) Державної прикордонної служби України (ДПСУ) з географічною “прив’язкою” обумовлює збільшення використання геоінформаційних систем. Під час вирішення низки завдань оперативно-службової діяльності ДПСУ необхідна раціональна побудова маршрутів руху. Як показано в [1–3], окремим класом таких завдань є завдання на мінімізацію часу пересування за маршрутом з урахуванням погодних умов, особливостей місцевості, транспортних засобів та інших факторів, які важливі для оперативно-службової діяльності (ОСД). Окремі величини, які потрібно врахувати під час побудови маршрутів, мають нечіткий характер.

У [2] було визначено загальну методику побудови раціональних маршрутів під час вирішення окремого класу завдань ОСД ДПСУ, які потребують оптимізації пересування місцевістю.

Як було показано у [2], для вирішення складних завдань побудови маршрутів з урахуванням багатьох факторів доцільним є використання хвильового методу. Цей метод дозволяє будувати маршрути на довільній місцевості. Для опису місцевості у хвильовому алгоритмі використовується маска, яка визначає переваги одних елементів місцевості над іншими під час прокладання маршруту. Слід відмітити, що в геоінформаційній системі ДПСУ серед засобів географічної обробки присутній компонент, який реалізує побудову маршрутів на основі маски, що описує місцевість. Залежно від способів побудови цієї маски можливо вирішувати різні оптимізаційні завдання. Інший підхід, який можливо використати для автоматизації раціональної побудови маршрутів, – написання окремої програми, яка реалізує хвильовий алгоритм. Однак і в цьому випадку необхідно використати геоінформаційну систему (ГІС) ДПСУ для формування масок місцевості.

Необхідність обґрунтування вибору доцільного варіанта програмної реалізації побудови раціональних маршрутів в ІТС ДПСУ з урахуванням нечіткості вихідної інформації робить актуальним дане дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які опирається автор. Дослідженню проблем розвитку збройних конфліктів приділяється багато уваги. Ця проблема розглядається у працях В. Назаренка, Т. Кормена, М. Литвина.

обмеження пошуку маршрутів лише за мережами (дорогами, річками і т. д.). Це робить неможливим застосування цього модуля під час вирішення широкого кола завдань оперативно-службової діяльності.

Пошук раціональних маршрутів у ArcGIS може бути проведений за допомогою модуля Spatial Analyst, який дозволяє вирішувати завдання на довільній місцевості, не лише вздовж доріг (рис. 2).

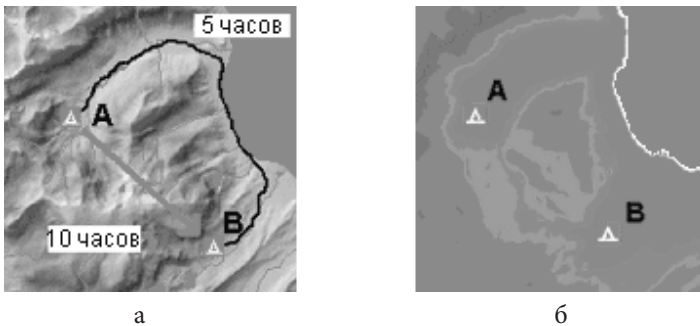


Рис. 2. Пошук оптимального шляху між двома місцями розташування:
а – карта; б – маска місцевості

Модуль Spatial Analyze містить програмну реалізацію алгоритму пошуку раціональних маршрутів у ГІС. Так, функція “найкоротший шлях” насправді знаходить не найкоротший, але оптимальний маршрут з точки зору мінімізації вартості, яка визначається маскою місцевості [5–7]. Маска вказує для кожної ділянки місцевості її вартість, що визначає перевагу цієї ділянки над іншими під час використання її при прокладанні маршруту. На рис. 3 схематично подано порядок побудови раціональних маршрутів у ГІС ДПСУ.

Таким чином, для вирішення завдань оперативно-службової діяльності ДПСУ з урахуванням їх специфіки доцільним є використання в ГІС ДПСУ ArcGIS її програмного модуля Spatial Analyze. Використання цього модуля можливо як у межах програми ArcMap (яка входить до складу пакету ArcGIS), так і зі сторонньої програми через підключення відповідної бібліотеки. При цьому ключовим питанням для побудови раціональних маршрутів є визначення маски місцевості. Однак слід зауважити, що використання повноцінної користувацької

версії пакету ArcGIS з модулем Spatial Analyze на окремих автоматизованих робочих місцях вимагатиме значних коштів. Окрім цього, для ефективної роботи програмного забезпечення ГІС ArcGIS потрібні значні ресурси обчислювальної системи.



Рис. 3. Визначення раціонального маршруту в ГІС ДПСУ ArcGIS

Іншим підходом, який можна використати для реалізації пошуку раціональних маршрутів під час вирішення завдань оперативнo-службової діяльності є розробка окремого програмного забезпечення, яке реалізує хвильовий алгоритм. У цьому випадку можливе більш раціональне використання фінансових ресурсів та зниження вимог до обчислювальних ресурсів автоматизованого робочого місця (АРМ).

Для пошуку раціональних маршрутів доцільно використати хвильовий алгоритм. Суть роботи хвильового алгоритму полягає в тому, що він імітує поширення води (хвильового фронту) від початкової точки по всій місцевості. Розходження в можливості подолання різних ділянок місцевості імітується різною швидкістю поширення хвильового фронту на цих ділянках. Після етапу поширення хвилі проводиться перевірка, чи досягла вона кінцевої точки. Якщо ні – потрапити до місця призначення неможливо. Якщо так – завдання має рішення. Залишається лише пройти зворотний шлях назад від кінцевої точки до початкової, вибираючи найкоротший маршрут, ґрунтуючись на тому, як цю місцевість додала хвиля.

Для реалізації хвильового алгоритму було розроблено програму (рис. 4). У програмі для опису прохідності місцевості використовуються двовимірні масиви, що відповідають за кількістю точок на карті. Кожен елемент масиву має певні значення: 0 – якщо цю ділянку місцевості неможливо подолати; від 1 до 65535 – величина зворотна прохідності (непрохідності) даної ділянки. Ці масиви будуються на основі “масок” місцевості, що задаються растровими зображеннями. Прикордонна специфіка виявляється в тому, що під час побудови будь-яких маршрутів потрібно враховувати особливості оперативної-службової діяльності ДПСУ.

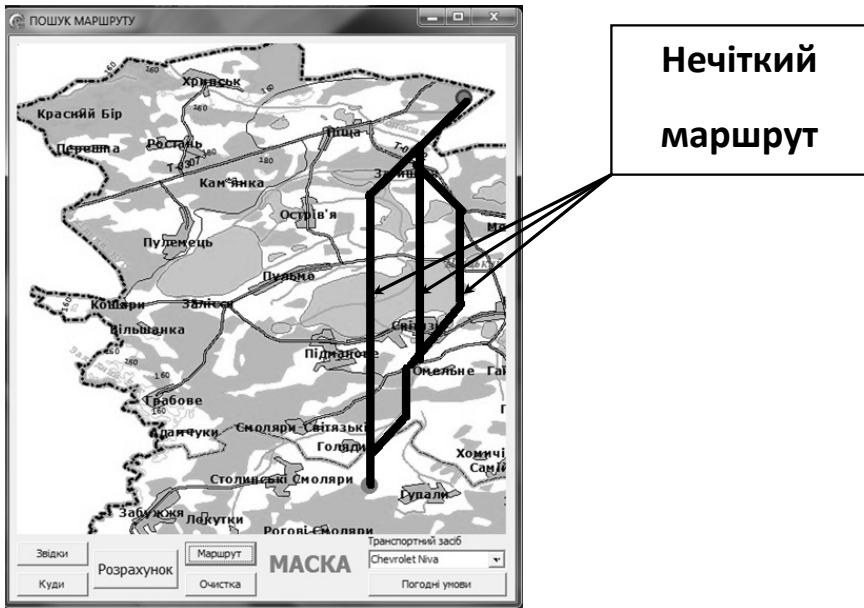


Рис. 4. Головний екран програми пошуку раціональних маршрутів

Для обліку сусідніх точок і подальшого їх аналізу при побудові “хвиль” у програмі використовується кільцевий FIFO (англ. First In, First Out; Першим Прийшло – Першим Пішло) буфер. Для збільшення точності алгоритму на етапі поширення хвилі й під час пошуку раціонального маршруту розглядаються як сусідні, так і діагональні клітинки.

Після визначення нечіткий раціональний маршрут (три маршрути, які відповідають найгіршому, найкращому та найбільш імовірному варіанту подій) [6–8] виводиться на передньому плані поверх географічної карти місцевості.

Слід відмітити, що при такій реалізації пошуку нечіткого раціонального маршруту маски місцевості, які відповідають трьом випадкам (найгіршому, найкращому та найбільш імовірному) для кожного поєднання погодних умов та транспортного засобу потрібно завчасно обчислити на основі інформації з ГІС ДПСУ (рис. 5).

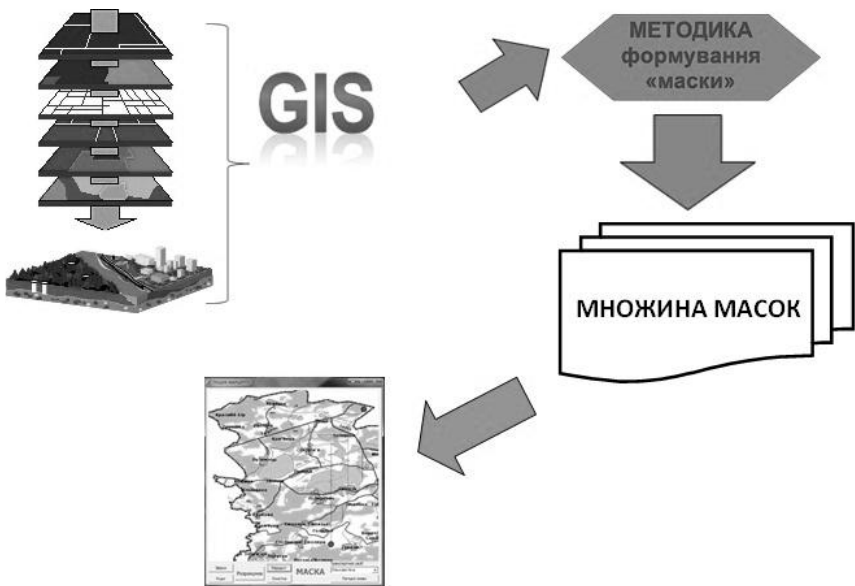


Рис. 5. Визначення раціонального маршруту з попереднім обчисленням масок для визначеного регіону

Висновок. Для автоматизації вирішення низки основних завдань ОСД ДПСУ, які передбачають раціональну побудову маршрутів, можливо використати два підходи. Перший підхід передбачає більш повне використання можливостей ГІС ДПСУ. Геоінформаційна система при

цьому використовується як на етапі побудови масок місцевості, так і для побудови маршруту (використовується модуль Spatial Analyst). Однак його використання передбачає більші фінансові витрати і значні вимоги до ресурсів засобів обчислювальної техніки АРМ.

Інший підхід передбачає використання ГІС ДПСУ лише на етапі побудови масок місцевості. Після їх побудови для визначення раціональних маршрутів використовується окрема програма. Недоліком цього підходу є потреба попереднього обчислення для окремих прикордонних регіонів України масок місцевості. Однак, незалежно від підходу до реалізації пошуку нечіткого раціонального маршруту, важливим етапом вирішення цього завдання є методика формування масок місцевості.

У подальшому науковому дослідженні доцільно врахувати під час побудови маски місцевості додаткові фактори, які впливають на ефективність оперативно-службової діяльності.

Список використаної літератури

1. Назаренко В. О. Концептуальні засади розвитку системи прикордонного контролю на шляхах міжнародного сполучення України / В. О. Назаренко, О. М. Ставицький // Збірник наукових праць. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2012. – № 58/1. – Ч. II. – С. 59–64.
2. Литвин М. М. Методологічні основи реформування системи охорони державного кордону України [Текст] : дис. ... д-ра наук з держ. управління : 21.07.05 / Литвин Микола Михайлович. – Хмельницький, 2010. – 450 с.
3. Кормен Т. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, пер. с англ. под ред. А. Шеня. – М. : МЦНМО : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 2-е изд., стереотип. – 960 с.
4. Владимиров В. Н. Историческая геоинформатика: геоинформационные системы в исторических исследованиях: монография / В. Н. Владимиров. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2005.
5. Журкин И. Г. Геоинформационные системы / И. Г. Журкин, С. В. Шайтура. – М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2009.
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. 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.

8. 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.

Рецензент – доктор технічних наук, професор Катеринчук І. С.

Стаття надійшла до редакції 12.05.2015.

Шпорт Н. Н. Определение основных подходов к программной реализации построения рациональных маршрутов при решении задач оперативно-служебной деятельности государственной пограничной службы Украины

В статье определены основные подходы к программной реализации задачи построения рациональных маршрутов во время построения элементов служебного порядка в Государственной пограничной службе Украины.

Ключевые слова: *геоинформационная система, радиосвязь, Государственная пограничная служба, маршрут, программное обеспечение.*

Shport N. N. Definition of the main approaches to the software realization of the construction of the rational routes in solving problems of operational performance of the SBGS

The increase the volume of processing of the information in telecommunication systems of the State Border Service of Ukraine with geographic “binding” causes increase in the using of the geoinformation systems. The rational construction of the routes is necessary in solving a number of problems of operational performance of the SBGS. The separate class of such problems are the problems to minimizing travel time on the

route, considering weather conditions, terrain, vehicles, and other factors that are important for operational performance.

The aim of the article is definition of the software implementation rational search routes using GIS SBGS ArcGIS.

Conclusion. We can use two approaches for automation solving a number of problems of operational performance of the SBGS that provide rational construction of routes. The first approach involves a better use of GIS of the SBGS. GIS at the same time is used as on the stage of construction masks areas and for routing (used module Spatial Analyst). However, its usage provides greater financial costs and significant resource requirements of computer technology workstations.

Another approach involves the using of GIS of the SBGS only at the stage of constructing masks areas. After their construction to determine rational routes used separate program. The disadvantage of this approach is the requirement of the previous calculation for individual border regions of Ukraine masks areas. However, regardless of the approach to implementing sustainable route fuzzy search, the important step in this task is the method of forming the mask area.

Keywords: *geographic information system, radio communication, the State Border Service, the route, the software.*