

**УДК 711-1+528.92/004.94**

**ЗАСТОСУВАННЯ ПРОСТОРОВОГО GRID-АНАЛІЗУ ДЛЯ  
АВТОМАТИЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗОНУВАННЯ ПРИ  
ПЛАНУВАННІ ТЕРИТОРІЇ РЕСПУБЛІКИ КАЗАХСТАН**

***Філозоф Р. С.***

***ПрАТ «ЕСОММ Со», Київ, Україна***  
***E-mail: rf@ecomm.kiev.ua***

Дано визначення і місце функціонального зонування при розробці Генеральної схеми країни. Наведено опис відповідного тематичного модуля ГІС підтримки рішень Генеральної схеми Республіки Казахстан. Обґрунтовано застосування геоінформаційної технології Esri для підвищення ефективності роботи, зокрема розширення Model Builder та методів GRID-аналізу. Описано принципи роботи даного інструментарію та його переваги. Запропоновано методіку автоматизації процесу функціонального зонування та перспективи її застосування.

**Ключові слова:** ГІС, моделювання, функціональне зонування, GRID-аналіз, Model Builder.

**ВСТУП**

Процеси автоматизації займають все більш важливу роль в сучасному інформаційному суспільстві, де важливо приймати рішення з максимальною швидкістю і принцип «час – це гроші» перетворився ледь не на життєве кредо. При чому значення автоматизації тим більше, чим більшими є масштаби задач, що вирішуються. Однією з таких масштабних задач є планування території країни – розробка Генеральної схеми, в якій на базі наукового аналізу та прогнозування закладаються основи сталого розвитку, визначаються принципи управління окремими галузями народного господарства. З метою автоматизації частини робіт по розробці Генеральної схеми Республіки Казахстан було створено геоінформаційну систему, що включає набір тематичних модулів, кожен із яких використовує різноманітні комп'ютерні моделі для аналізу та обробки даних і прогнозування ситуації для вирішення тієї чи іншої задачі. Однією із таких задач є функціональне зонування території. Для вирішення цієї задачі використовувалось програмне забезпечення ESRI, моделювання виконувалось на основі методіки розробленої спеціалістами Українського державного науково-дослідного інституту проектування міст «Діпромісто» імені Ю.М. Білоконя.

**ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ**

Загальна структура ГІС підтримки рішень Генеральної схеми частково описана в роботі [1]. Система побудована таким чином, що по кожному з тематичних напрямків відбувається поетапний аналіз вихідних даних, синтез і створення похідних (модельних) даних та прогнозування або моделювання ситуації, тобто розробка проектних рішень. Кожен напрямок має свій сценарій, за яким ведеться

робота. В сценаріях описані загальні принципи виконання робіт, порядок дій та інструменти, які можна застосувати. Модуль «Функціональне зонування» є результатом і має на виході запропонувати той чи інший варіант зонування території країни в залежності від параметрів, застосованих при моделюванні попередніх тематичних напрямків. При цьому в якості вхідних даних можна використати як нинішній стан, так і прогнозні або проектні дані. Загальні методичні засади розробки даної ГІС та, зокрема, створення прогнозно-моделюючих модулів мають витоки в загальній теорії розробки систем підтримки прийняття рішень (СППР) та інформаційного моделювання (2, 3, 4). В цьому контексті сама ГІС виступає як СППР, а прогнозно-моделюючі модулі як системи прийняття рішень (СПР). За сутністю СППР є людинно-машинною системою, що допомагає особі, яка приймає рішення, формалізувати та структурувати інформацію і обрати найкращий із запропонованих варіантів вирішення проблеми. СПР є функціональною складовою СППР, програмою, що на основі аналізу інформації генерує варіанти вирішення поставленої оператором задачі. „Завдання створення СППР полягає в автоматизації творчої частини праці відповідальної групи працівників організаційного управління - керівників усіх рангів і осіб, які приймають рішення, в умовах їхньої діяльності” [2, С. 174]. При подібного роду моделюванні важливо оцінити вплив кожного з факторів, виділити першочергові та знехтувати другорядними. На цьому етапі визначну роль відіграє не “машина”, а саме спеціаліст, що бере на себе відповідальність за прийняте рішення, яке пов’язане із рядом функцій, та підфункцій, за виконання яких відповідає та чи інша підсистема, той чи інший алгоритм. Зокрема, за Суховірським Б.І., такими під функціями можуть бути генерація альтернативних напрямків дій їх оцінка та вибір поміж ними, план реалізації (пропоноване проектне рішення), спостереження наслідків дій та оцінка відхилень від очікуваного результату.

Методика автоматизації функціонального зонування, застосована в даному проекті є логічним продовженням запропонованої автором подібної методики функціонального зонування природоохоронних територій [5]. Відмінність полягає лише у територіальних одиницях оперування (в даному випадку це адміністративні райони) та факторах, які приймаються до уваги. Методика являє собою картографічний аналіз просторового розповсюдження факторів впливу та ступеню їх взаємовідношень.

Загалом суть методики полягає в тому, що спеціалістами визначається набір факторів, які тим чи іншим чином впливають на віднесення ділянки до певної функціональної зони. При цьому мається на увазі, що фактори виступають в якості набору картографічних шарів, в кожному з яких зберігаються просторові об’єкти. Вага (значення) цих факторів може бути виражене в бальній оцінці, коли кожному об’єкту присвоюється ступінь впливу (позитивного чи негативного) або за логічним принципом – впливає або ні, при цьому може бути задана зона впливу (прибережна зона водних об’єктів). Принципи бальної оцінки суб’єктивних та абстрактних понять приведені, наприклад, в роботі [6], але в даному випадку слід розуміти, що виконується така оцінка професіоналом, за чіткими методичними вказівками, що розроблені профільними спеціалістами. Наступним кроком є перетворення векторних даних на GRID-поверхні по ключовому показнику та співставлення цих

поверхонь за спеціально визначеними алгоритмами. За результатами обчислень формується результуюча GRID-поверхня, яка являє собою розподіл території на функціональні зони на основі врахованих факторів.

Зупинимось на деяких особливостях розробки та функціонування даного модуля детальніше.

Реалізація сценарію роботи за модулем «Функціональне зонування» (як і за більшістю інших модулів) відбувалась шляхом інтеграції в користувацький інтерфейс ГІС «Генсхема» спеціальних інструментів. Ці інструменти дозволяли виконати налаштування та запуск аналітичних моделей, збереження результатів їх роботи та відображення результатів у картографічному вигляді. Розробка інструментів велась в середовищі Model Builder, компоненті ArcGIS, що дозволяє методом візуально-орієнтованого програмування за допомогою стандартного інструментарію ArcGIS та додаткових скриптів створити певний алгоритм обробки даних (рис. 1). Методичне забезпечення, що визначало принципи побудови алгоритму було виконане спеціалістами НДІ «Діпромiсто».

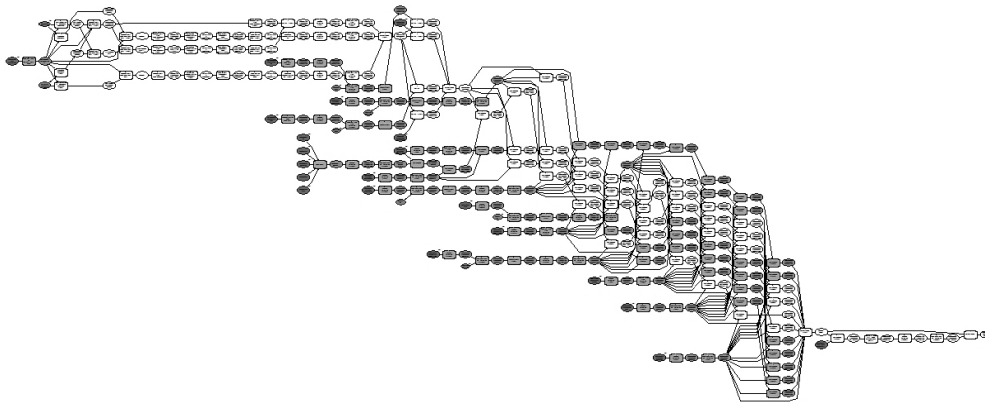


Рис. 1 Одна з моделей обробки даних, створена в Model Builder.

Виходячи зі сценарію роботи за тематичним напрямком «Функціональне зонування» роль спеціаліста полягає в послідовному запуску серії попередньо налаштованих інструментів, кожен із яких відповідає за фрагмент обробки даних і на виході дає одну з чотирьох аналітичних карт. Останні два інструменти виконують синтез цих чотирьох карт та результатів роботи спеціалістів за попередніми дев'ятьма напрямками. Таким чином виконується загальний аналіз різних варіантів проектних рішень, і отримуються пропозиції СПР щодо можливого функціонального зонування території за умови прийняття тих чи інших проектних рішень.

В модулі «Функціональне зонування» GRID-аналіз застосовувався у трьох із шести моделей. Перевагами застосування саме цього методу є можливість обробки даних поза територіальними одиницями оперування (кластерами), тобто таких даних, що мають розповсюдження по всій території дослідження. Наприклад такий

аналіз допоміг визначити ухил поверхні для оцінки придатності території для містобудування. За цим же критерієм (придатності до містобудівного освоєння) було оцінено ряд інших факторів, відповідні коефіцієнти у вигляді бальної оцінки спеціалісти вносять в таблицю, і на їх основі в наступних моделях відбувається перетворення векторних даних на растрові. При цьому в кожній чарунці растру 2x2 км зберігається певне значення коефіцієнта. В подальшому шляхом математичних операцій з отриманим набором растрів та з урахуванням пріоритетності тих чи інших факторів фінальний інструмент на основі моделі на рис. 1 формує варіант функціонального зонування території (рис. 2).

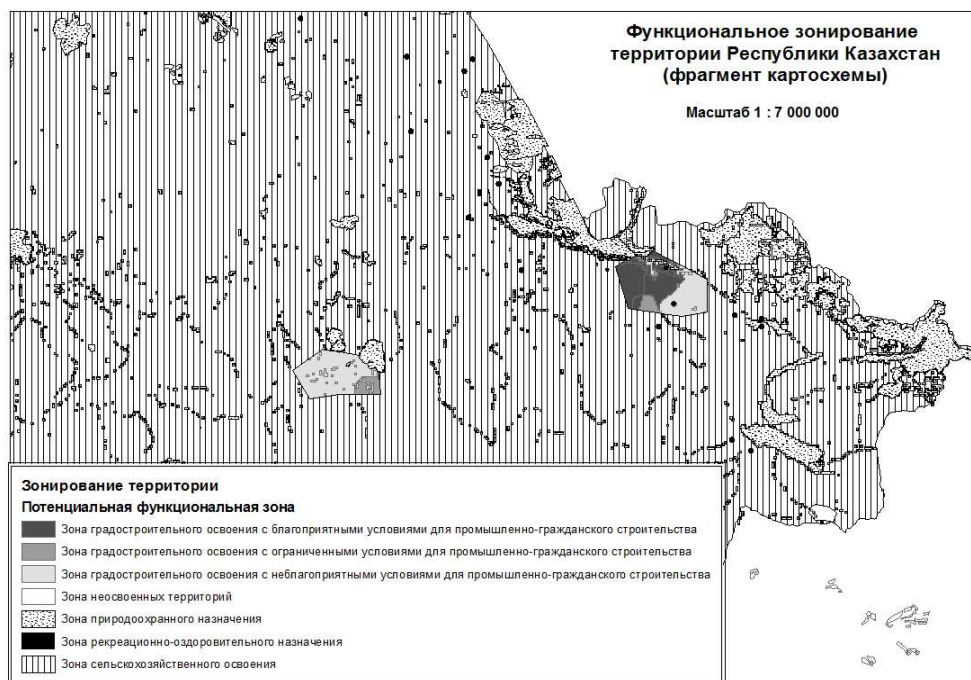


Рис. 2 Один з варіантів функціонального зонування території, отриманий за допомогою GRID-аналізу.

Схожі методи були також застосовані для визначення оздоровчо-рекреаційного потенціалу території та розбудови екологічної мережі. Останній напрямок, зокрема, частково розкрито в статті спеціалістів НДІ «Діпромiсто» А. В. Олещенко та І.В. Соломахи в даному збірнику.

## ВИСНОВКИ

Функціональне зонування території країни є кінцевим результатом розробки Генеральної схеми, що виконується на основі проектних рішень та наукових розробок за багатьма напрямками. Значення функціонального зонування полягає у

створення передумов до ефективного використання природних та соціально-економічних ресурсів, управління територією та забезпеченні сталого розвитку регіонів і країни в цілому. Досягнення такого результату залежить від швидкості, точності та ефективності прийнятих рішень. В умовах великих об'ємів даних та різноманітних варіантах моделювання ситуації доцільною є автоматизація ряду проектних робіт за допомогою СППР, зокрема застосування геоінформаційних технологій. Використання спеціалізованої ГІС сприяє розробці Генеральної схеми на всіх етапах, від збору і систематизації даних до розробки проектних рішень та функціонального зонування території. Застосування науково обґрунтованих алгоритмів обробки даних та спеціального інструментарію для моделювання ситуації, а також застосування методів GRID-аналізу надає ряд переваг. Так, повторне моделювання за допомогою СПР із різними вхідними параметрами дозволяє отримати кілька варіантів вихідних даних, з яких можна вибрати оптимальний. В той же час перетворення векторних даних на растр дозволяє вийти за рамки обраних кластерів і обробляти просторові дані що мають різний характер розповсюдження. Ефективність даної методики апробована на кількох тематичних напрямках в рамках розробки ГІС підтримки прийняття рішень по Генеральній схемі Республіки Казахстан. Подальше вдосконалення методики і застосування її для подібних робіт на території України вбачається дуже перспективним.

#### Список літератури

1. Козлітін В.Є. Методология и Архитектурные особенности разработки ГИС поддержки решений Генеральной схемы Республики Казахстан / В.Є. Козлітін, Р.С. Філозоф // Часопис картографії : зб. наук. праць., вип. 7, 2013 р.
2. Суховірський Б. І. Геоінформаційні системи і технології в регіональному розвитку / Б. І. Суховірський – К. : Знання України, 2002. – 208 с.
3. Кравченко. Ю.А. Информационное геомоделирование: модели и методы. Часть 2 [Текст]: [монография] / Ю.А. Кравченко – Новосибирск: СГТА, 2008. – Книга 2 – 316 с
4. Цейлер М. Моделирование нашего мира: пособие Esri® по проектированию баз геоданных : Пер. с англ. / М. Цейлер. – К. : ЕСОММ, 2003. – 254 с.
5. Філозоф Р.С. Підходи до автоматизації процесу функціонального зонування при проектуванні природоохоронних територій високого рангу / Р.С. Філозоф // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія : наук. Збірник / відп. редактор В.К. Хільчевський. – 2009. Том 17. – С. 207-211.
6. Методические рекомендации по проведению эстетической оценки территории с целью заповедания, 2003, сост. Л.В. Пархисенко, В.А. Сесин. — К.: КЭКЦ. — 28 с.

**Філозоф Р.С.** Применение пространственного GRID-анализа для автоматизации функционального зонирования при планировании территории Республики Казахстан / Р.С. Філозоф // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: География. – 2013. – Т. 26 (65). – № 1 – С. 165-170.

Дано определение и место функционального зонирования при разработке Генеральной схемы страны. Приведено описание соответствующего тематического модуля ГИС поддержки решений Генеральной схемы Республики Казахстан. Обосновано применение геоинформационной технологии Esri для повышения эффективности работы, в частности расширения Model Builder и методов GRID-анализа. Описаны принципы работы данного инструментария и его преимущества. Предложена методика автоматизации процесса функционального зонирования и перспективы ее применения.

**Ключевые слова:** ГИС, моделирование, функциональное зонирование, GRID-анализ, Model Builder.

## APPLICATION OF GRID-SPATIAL ANALYSIS FOR THE AUTOMATION OF FUNCTIONAL ZONING IN PLANNING THE TERRITORY OF REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

*Filozof R. S.*

*PrJSC "ECOMM Co", Kyiv, Ukraine  
E-mail: rf@ecomm.kiev.ua*

The definition and location of functional zoning in the development of the Master Plan of the country is shown. Functional zoning is the final step in which the synthesis of design solutions for all sectors of the country development is realized. The purpose of functional zoning is to maximize the efficient use of natural and socio-economic resources. To perform this task, you must take into account many factors that affect the optimal use of one or another part of the territory. All this involves a process of rapid and effective decision-making of the set, so why the appropriate use of specially developed decision support systems (DSS) could be useful. This paper contains a description of the relevant thematic module of such DSS for decision-support the Master Plan of the Republic of Kazakhstan. Module "Functional zoning" contains a set of tools with which an expert can perform analytical work, data preparation and modeling situations with different input parameters. The application of Esri GIS technology to improve efficiency, in particular expanding Model Builder and methods GRID-analysis is justified. Development of tools for the described issue-based module was conducted in the Model Builder, a special supplement of ArcGIS. In fact, this application is a visual programming tool, where with the help of standard tools and ArcGIS special scripts based data processing algorithm is developed. Scientific and methodological basis for the construction of algorithms was developed by the Research Institute "Dipromisto." Among other tools used in the algorithm (also called – model), the key role is played by mathematical operations with the GRID-surfaces and analysis of these surfaces. The principles of operation of this instrument and its benefits are next. The principle of GRID-analysis is to convert the vector data that contains the factors that have an influence to the assignment of territories for some functional zone by the key column in the attribute table. Each cell in this case is set appropriately value. Then using mathematical operations on these bitmaps we can get the resultant raster, reflecting the importance of a factor and the integral indicator. Classifying cells for this indicator we can determine the optimal functional zone for the area included in each particular cell. Advantages of this method include the ability to analyze the data, which have different spatial distribution, as well as the ability to re-modeling of the situation with other input parameters. The methods of automating the process of functional zoning and the prospects for its use is proposed. Prospects of applying the proposed method is to improve the data processing algorithms, and use it for similar work in other countries.

**Keywords:** GIS, modeling, functional zoning, GRID-analysis, Model Builder.

### References

1. Kozlitin V. and Filozof R. The methodology and architectural features of the development of GIS solutions support the Master Plan of the Republic of Kazakhstan, *Journal of cartography*, 7, 140 (2013).
2. Suhovirsky B.I. Geographic information systems and technology in regional development, 208 p. (Znannia Ukrainy, Kyiv, 2002).
3. Kravtchenko Y.A. Information geomodeling: models and methods. Part 2, 316 p. (SSTA, Novosibirsk, 2008).
4. M. Zeiler. Modelling of our world, 254 p. (ECOMM, Kyiv, 2003).
5. Filozof R. Approaches to automate the functional zoning in the design of high-level protected areas / P.C. Філозов // *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*, 17, 207 (2009).
6. Parhisenko L.V., Sesin V.A. Guidelines for the aesthetic evaluation of territory for commandments, 28 p. (KECC, Kyiv, 2003)c.

*Поступила в редакцію 26.04.2013 г.*