

ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ КАРТОГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

У роботі розглядаються питання картографічної генералізації із застосування геоінформаційних систем. На сьогоднішній час, провідну роль при складанні карт любого масштабу відіграють геоінформаційні системи. Вони поєднують засоби звичайних пакетів картографічного відображення та наявну додаткову інформацію. Однією з головних задач, при складанні карт є задачі генералізації. Основною задачею картографічної генералізації є якісна генералізація географічної основи тематичних карт з метою побудови картографічних баз даних для ГІС. Із розвитком ГІС, як класу автоматизованих систем, підвищуються вимоги до вдосконалення методів обробки та відображення просторової інформації, заснованої на даних картографічних баз. У свою чергу автоматизація картографічної генералізації повинна спиратися на інтерактивні та діалогові процедури. Також, при проведенні генералізації необхідно вирішити задачу формалізації структури даних вихідної цифрової топографічної карти. В статті запропонована удосконалена методика генералізації змісту просторових баз картографічних даних, для створення топографічних карт будь-якого масштабу. На основі розробленої методики створений алгоритм створення топографічних карт масштабу 1:100 000.

Ключові слова: геоінформаційна система, карта місцевості, топографічна карта, цифрова карта, програмний комплекс ArcGIS.

Вступ. На теперішній час цифрова картографія займає провідну роль у картографічному виробництві. При цьому домінуючу позицію відіграють геоінформаційні системи (ГІС). ГІС об'єднують засоби звичайних пакетів картографічного відображення, функції тематичного представлення інформації на основі прив'язки табличних даних до адрес і вулиць, можливості аналізу географічних розташувань з урахуванням додаткової інформації про наявні в цих місцях об'єкти. Генералізація - невід'ємна властивість всіх картографічних зображень, навіть самих крупномасштабних. Вона проявляється в узагальненні якісних та кількісних характеристик об'єктів, заміни індивідуальних концепцій колективними, відсторонення від деталей для показу головних рис об'єкта розміщення. Все це дозволяє розглядати генералізацію як одну з проявів процесу абстрагування відображеної на карті дійсності. При цьому генералізація веде не тільки до виключення частини інформації, що існує на вихідному зображенні, але і до появи якісної нової інформації на генералізованій карті. Основною задачею картографічної генералізації є генералізація географічної основи тематичних карт з метою побудови картографічних баз даних для ГІС. З розвитком ГІС, як класу автоматизованих систем ставиться вимоги до вдосконалення методів обробки та відображення простору інформації, заснованої на даних картографічних баз [1].

Якість генералізації багато в чому залежить від розуміння картографом змістовної сутності зображуваних географічних об'єктів і явищ, вміння виявити їх особливості. Досвід показує, що автоматизація картографічної генералізації повинна спиратися на інтерактивні, діалогові процедури [2].

Також необхідно вирішити задачу формалізації структури даних вихідної цифрової топографічної карти (ЦТК), оскільки структура ЦТК представлена у вигляді послідовного і, як правило, не структурованого списку об'єктів який не містить інформації, для автоматичної генералізації. Формалізація структури даних має на меті ідентифікувати об'єкти ЦТК або їх сукупності, визначити топологічні відносини між ними, визначити ступінь їх важливості (пріоритету). Параметри які мають беззаперечний вплив на процес розпізнавання структури та її формалізацію є наступні: масштаб карти, що виготовляється; її призначення, особливості

території, що картографується, редакційно-технічні вказівки стосовно виготовлення ЦТК на різні райони.

Таким чином необхідно виділити основні типи процесів які мають складати бібліотеку функцій та визначають набір формальних параметрів для проведення автоматизації картографічної генералізації [3].

Складовими ГІС є банки й бази даних де зберігається цифрова топографічна інформація, що і забезпечує їх інтеграцію до комп'ютерного середовища з метою зберігання, опрацювання та можливістю перетворення з метою відтворення вже існуючих картографічних творів або створення нових [4].

Уся цифрова топографічна інформація формується пошарово, тобто кожен шар є сховищем цифрової картографічної інформації певного змісту, яка може бути поданою на екран комп'ютера. Комп'ютерне виготовлення карт потребує відповідного програмного забезпечення, але не вся інформація, яка потрібна для створення карт, може бути формалізована й алгоритмізована.

Складність алгоритмів зростає з ускладненням змісту карти. Труднощі виникають і через протиріччя між вимогами геометричної точності карт і географічною відповідністю до їх змісту, що виникають під час використання на картах позамасштабних позначень та у процесі генералізації зображення, через складність або навіть неможливість математичного опису взаємозв'язків між різними об'єктами.

Постановка завдання. В статті вирішується задача розробки методики та алгоритму автоматизованої генералізації змісту просторових баз цифрових картографічних даних із застосуванням ГІС-технологій.

Викладення основного матеріалу. Сутність розробленої методики полягає в тому, що за рахунок часткової автоматизації певних процесів, при створенні електронних карт, можливо вагоме скорочення часових витрат на їх виробництво, оновлення, тощо. Пропонується розроблену методику застосовувати при виготовленні електронних та цифрових карт відповідних масштабів (1:50 000 для створення електронних карт масштабів 1:100 000).

Перший етап (етап структурного аналізу). На даному етапі, на основі обробки семантичної інформації, проводиться визначення правил відбору класів та груп об'єктів карти масштабу 1:50 000, які будуть відображатися на карті масштабу 1:100 000. Правила визначаються для восьми сегментів карти окремо по двом критеріям:

– критерій № 1 «обмеження А» (безумовний критерій) – визначення класів та груп об'єктів, які будуть відображатися або не відображатися на карті, на основі коду об'єкта;

– критерій № 2 «обмеження В» (умовний критерій) – визначення класів та груп об'єктів, що базується на коді об'єкта та наявності або відсутності певних його характеристик.

«Обмеження С» використовує редакційно-технічні вказівки на район виготовлення карт та вимоги що визначені у «Руководстве по картосоставительским и картоиздательским работам. Часть 1». Кінцевим результатом першого етапу є чітко визначені обмеження (правила) А (для першого критерію), В (для другого критерію) С (для укладача-картографа). Для карт різних масштабів, критерії мають коригуватися в залежності від вимог керівних документів для складання картографічної продукції.

Другий етап (етап автоматизованої генералізації). На другому етапі, на основі визначених обмежень (обмеження А та обмеження В), в автоматичному режимі приводиться вибір класів та груп об'єктів які мають бути збережені (відображені) на карті визначеного масштабу.

Кінцевим результатом другого етапу є попередня карта.

Третій етап (етап коректури та редагування). На третьому етапі, на основі визначеного обмеження С, в ручному режимі виконуються роботи щодо контролю та корегування способів картографічного відображення об'єктів та явищ, розташування підписів та перевірка метрики та узгодженості об'єктів номенклатурного аркушу карти, що створюється.

Результатом третього етапу є кінцева карта визначеного масштабу.

На основі розробленої методики запропоновано наступний алгоритм генералізації змісту просторових баз картографічних даних для виготовлення карт масштабу 1:1000 000. За основу при розробленні алгоритму був узятий наступний порядок обробки цифрової картографічної інформації (ЦКІ): вихідними даними для формування номенклатурного аркушу карти масштабу 1:100 000 є чотири номенклатурних аркушів карти масштабу 1:50 000, а цифрова картографічна модель (ЦКМ) складається з восьми сегментів:

- елементи 1 сегменту включають математичні елементи ЦКМ, опорні пункти;
- елементи 2 сегменту включають рельєф;
- елементи 3 сегменту включають елементи гідрографії та гідротехнічні споруди;
- елементи 4 та 5 сегментів включають населені пункти, промислові та сільськогосподарські об'єкти, соціально культурні об'єкти;
- елементи 6 сегменту включають елементи дорожньої мережі та дорожні споруди;
- елементи 7 сегменту включають рослинний покрив та ґрунти;
- елементи 8 сегменту включають кордони та огороження.

В цілому алгоритм генералізації змісту просторових баз цифрових картографічних даних для створення карти масштабу 1:100 000 наведений на рис. 1.

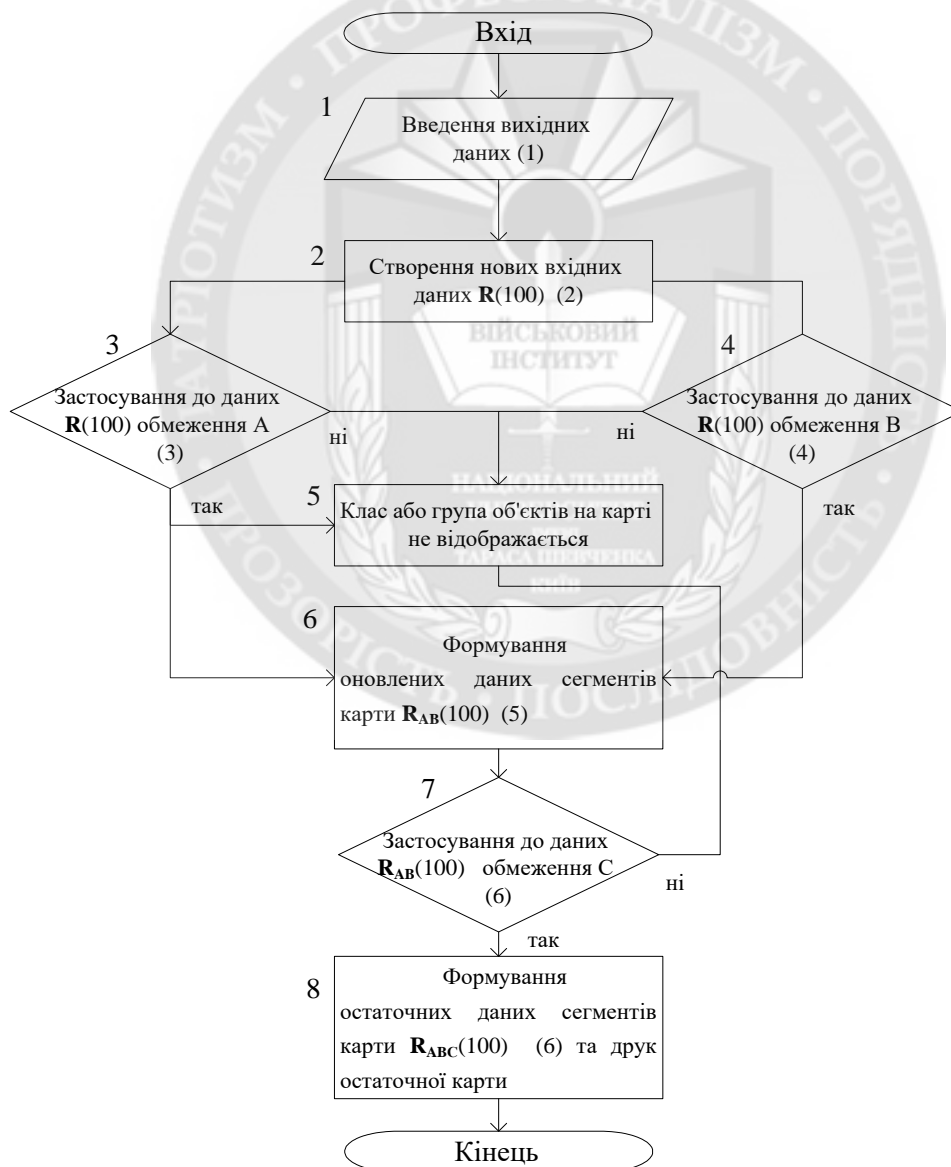


Рис. 1. Структурна схема алгоритму генералізації змісту просторових баз цифрових картографічних даних для створення карти масштабу 1:100 000

Оператор 1 процедура введення вихідних даних для елементів кожного з восьми сегментів чотирьох карт масштабу 1:50 000:

$$\mathbf{R}_i(50) = \left[X_i(50) \ Y_i(50) \ Z_i(50) \ Q_i(50) \ P_i(50) \ H_i(50) \ F_i(50) \ D_i(50) \right]^T, \quad (1)$$

$$i = \overline{1,4}$$

де $X_i(50)$ – данні про елементи 1-го сегменту i -ї карти масштабу 1:50 000; $Y_i(50)$ – данні про елементи 2-го сегменту i -ї карти масштабу 1:50 000; $Z_i(50)$ – данні про елементи 3-го сегменту i -ї карти масштабу 1:50 000; $Q_i(50)$ – данні про елементи 4-го сегменту i -ї карти масштабу 1:50 000; $P_i(50)$ – данні про елементи 5-го сегменту i -ї карти масштабу 1:50 000; $H_i(50)$ – данні про елементи 6-го сегменту i -ї карти масштабу 1:50 000; $F_i(50)$ – данні про елементи 7-го сегменту i -ї карти масштабу 1:50 000; $D_i(50)$ – данні про елементи 8-го сегменту i -ї карти масштабу 1:50 000.

Оператор 2 процедура створення нових вхідних даних для карти масштабу 1:100 000 $\mathbf{R}(100)$ з вхідних даних $\mathbf{R}_i(50)$, карт масштабу 1:50 000 за наступним правилом:

$$\mathbf{R}(100) = \left[\bigcup_{i=1}^4 X_i(50) \ \bigcup_{i=1}^4 Y_i(50) \ \bigcup_{i=1}^4 Z_i(50) \ \bigcup_{i=1}^4 Q_i(50) \ \bigcup_{i=1}^4 P_i(50) \ \bigcup_{i=1}^4 H_i(50) \ \bigcup_{i=1}^4 F_i(50) \ \bigcup_{i=1}^4 D_i(50) \right]^T, \quad (2)$$

$$i = \overline{1,4}$$

Оператори 3, 4 перевіряють відповідність отриманих даних $\mathbf{R}(100)$ до визначених експертами обмежень:

$$\text{обмеження А: } \mathbf{R}_{A \min}(100) \leq \mathbf{R}_A(100) \leq \mathbf{R}_{A \max}(100). \quad (3)$$

$$\text{обмеження В: } \mathbf{R}_{B \min}(100) \leq \mathbf{R}_B(100) \leq \mathbf{R}_{B \max}(100). \quad (4)$$

Якщо значення даних виходять за межі обмежень, даний клас або група об'єктів на карті масштабу 1:100 000 не відображаються.

Якщо значення даних не виходять за межі обмежень, то формуються оновлені дані $\mathbf{R}_A(100)$ та $\mathbf{R}_B(100)$ усіх сегментів для виготовлення карти масштабу 1:100 000.

Оператор 6 формує оновлені дані $\mathbf{R}_{AB}(100)$ усіх сегментів для виготовлення карти масштабу 1:100 000 за наступним правилом:

$$\mathbf{R}_{AB}(100) = \mathbf{R}_A(100) \cap \mathbf{R}_B(100). \quad (5)$$

Оператор 7 перевіряє відповідність оновлених даних $\mathbf{R}_{AB}(100)$ до визначених експертами обмежень:

$$\mathbf{R}_{C \min}(100) \leq \mathbf{R}_{AB}(100) \leq \mathbf{R}_{C \max}(100). \quad (6)$$

Перевірка відповідності виконується в ручному режимі картографом-укладачем та редактором.

Якщо значення даних виходять за межі обмежень, даний клас або група об'єктів на карті масштабу 1:100 000 не відображаються.

Якщо значення даних не виходять за межі обмежень, то формуються наступні оновлені дані $\mathbf{R}_{ABC}(100)$ усіх сегментів для виготовлення карти масштабу 1:100 000.

Оператор 8 формує остаточні дані $\mathbf{R}_{ABC}(100)$ усіх сегментів для виготовлення карти масштабу 1:100 000:

Висновки. Основною задачею для процесу автоматизованої генералізації цифрової картографічної інформації є формалізація задачі генералізації. Її розв'язання безпосередньо пов'язане з наступними параметрами, що мають суттєве значення а саме – масштаб карти, редакційно-технічні вказівки стосовно виготовлення ЦТК на різні райони. Розроблена

методика автоматизації процесу генералізації базується на системному аналізі класифікатора цифрової картографічної інформації, що в свою чергу передбачає створення нових правил створення електронних карт різних масштабів та районів картографування.

Запропонована методика генералізації змісту просторових баз картографічних даних є універсальною для створення топографічних карт будь-якого масштабу.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Зулгарина Д.А. Сплайн-аппроксимация как метод автоматизированной генерализации [Электронный ресурс] / Д.А. Зулгарина // SWorld. – 2011. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences-311/informatics-computer-science-and-automation-311/7998-as-a-method-of-automated-splaynapproksimatsiya-generalization>.

2. Бровко Е.А. Государственный топографический мониторинг. Автоматизированная генерализация цифрового картографического изображения. Методологические и технологические аспекты (Ч.1) / Е. А. Бровко, Р. Э. Софинов // Геодезия и картография. – 2015. – № 11. – С. 20–25.

3. Хлебникова Т. А. Технология автоматизированной генерализации при картографировании / Т. А. Хлебникова, С. В. Колосков // Геодезия и картография. – 2005. – № 6. – С. 38–41.

4. Божок А. П. Картография : підручник / А.П. Божок А. П., Молочко А. М., Остроух В. І.; за ред. А. П. Божок. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2008. – 271 с.

REFERENCES:

1. Zulgaryna, D.A. Splajn-approksymacyja kak metod avtomatyzirovannoj generalizacyy SWorld. – 2011. – Available at: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences-311/informatics-computer-science-and-automation-311/7998-as-a-method-of-automated-splaynapproksimatsiya-generalization>.

2. Brovko, E.A., Sofinov, R.Je. Gosudarstvennyj topograficheskij monitoring. Avtomatizirovannaja generalizacija cifrovogo kartograficheskogo izobrazhenija. Metodologicheskie i tehnologicheskie aspekty (Ch.1). Geodezija i kartografija, 2015, no. 11, pp. 20–25.

3. Hlebnikova, T.A., Koloskov, S.V. Tehnologija avtomatizirovannoj generalizacii pri kartografirovanii. Geodezija i kartografija, 2005, no. 6, pp. 38–41.

4. Bozhok, A.P., Molochko, A.M. V.I. Ostrouh. Kartografija. Kiev, VPC "Kiivs'kij universitet", 2008, 271 p.

к.т.н. Хирх-Ялан В.И., к.т.н., с.н.с. Литвиненко Н.И.,

к.т.н., с.н.с. Жиров Г.Б., Писаренко Р.В., Жиров Б.Г.

ГЕНЕРАЛИЗАЦИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В работе рассматриваются вопросы картографической генерализации с использованием геоинформационных систем. На сегодняшний день, ведущую роль при составлении карт любого масштаба играют геоинформационные системы. Данные системы сочетают средства обычных пакетов картографического отображения, а также имеющуюся дополнительную информацию. Одной из главных задач при составлении карт являются задачи генерализации. Основной задачей картографической генерализации является качественная генерализация географической основы тематических карт с целью построения картографических баз данных для ГИС. С развитием ГИС, как класса автоматизированных систем, повышаются требования к совершенствованию методов обработки и отображения пространственной информации, основанной на данных картографических баз. В свою очередь автоматизация картографической генерализации должна опираться на интерактивные и диалоговые процедуры. Также, при проведении генерализации необходимо решить задачу формализации структуры данных исходной цифровой топографической карты. В статье предложена усовершенствованная методика генерализации содержания пространственных баз картографических данных, для создания топографических карт любого масштаба. На основе разработанной методики разработан алгоритм создания топографических карт масштаба 1: 100000.

Ключевые слова: геоинформационная система, карта местности, топографическая карта, цифровая карта, программный комплекс ArcGIS.

**Ph.D. Khirikh-Yalan V.I., Ph.D. Litvinenko N.I., Ph.D. Zhirov G.B.,
Pisarenko R.V., Zhirov B.G.**

THE GENERATION OF THE CARTOGRAPHIC INFORMATION USING GEOINFORMATION SYSTEMS

The paper deals with cartographic generalization using geoinformation systems. For today, the leading role in the compilation of maps of any scale is played by geoinformation systems. These systems combine the means of conventional cartographic display packages, as well as the available additional information. One of the main tasks in mapping is the task of generalization. The main task of cartographic generalization is the qualitative generalization of the geographical basis of thematic maps for the purpose of constructing cartographic databases for GIS. With the development of GIS as a class of automated systems, the requirements for improving the processing and mapping of spatial information based on the data of cartographic bases are being increased. In turn, the automation of cartographic generalization should be based on interactive and interactive procedures. Also, during generalization, it is necessary to solve the problem of formalizing the data structure of the original digital topographic map.

The article proposes an improved technique for the generalization of the content of spatial databases of cartographic data, for the creation of topographic maps of any scale. Based on the developed methodology, an algorithm for creating topographic maps of scale 1: 100000 has been developed.

Keywords: geoinformation system, map of the locality, topographic map, digital map, software complex ArcGIS.