

management. Approaches to the implementation of the system of geoinformation monitoring based on the use of open basic geospatial data and open software tools of geoinformation systems and database management systems with functional extensions for storage and processing of geospatial data are considered.

Keywords: *drained land, ecological and meliorative monitoring of drained lands, geoinformation monitoring, geoinformation system, geospatial data base.*

Надійшла до редакції

30.03.2018

УДК 528.94

О.В. Гаврюшин, *ст. викл. кафедри фізичної та економічної географії
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара*

УЗАГАЛЬНЕННЯ РІЗНОЧАСОВИХ ДАНИХ З ІСТОРІЇ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ПОДІЛУ ЗАСОБАМИ ГІС

Розглянуто питання узагальнення різночасових даних у ГІС на прикладі даних з історії адміністративно-територіального поділу. Описано конкретні види узагальнень, виділено три групи. До першої групи належать узагальнення, що здійснюються налаштуванням часу демонстрування різночасових даних включно з одночасною візуалізацією різночасових даних (суміщення різночасових даних). Друга група – узагальнення контурів змінних у часі адміністративно-територіальних одиниць. До третьої групи входять узагальнення, що полягають у розрахунку за вихідними просторово-часовими даними спеціальних показників динаміки (узагальнення непозиційних даних або кількісних та якісних характеристик об'єктів). Проаналізовано можливості застосування різних видів узагальнення різночасових даних. Виділено три рівні карт-узагальнень з історії адміністративно-територіального поділу.

Ключові слова: *часова генералізація; узагальнення даних; адміністративно-територіальний поділ; історичні ГІС; аналіз просторово-часових даних.*

Вступ. Використання ГІС-технологій уможливорює створення баз даних з історії адміністративно-територіального поділу, у яких описано всі його стани за певний період. Такі бази даних не тільки забезпечують створення адміністративних карт на довільно задану дату, але й відкривають широкі можливості для аналізу різночасових даних. Узагальнення даних про стан адміністративно-територіального поділу на різні дати дозволить отримати якісно нові дані і виявити особливості просторово-часового розподілу адміністративних змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях О.М. Берлянта та В.С. Тікунова [1; 2] часова (динамічна) генералізація розглядається як один з

видів генералізації динамічних геозображень – їх механічне узагальнення шляхом збільшення швидкості зміни кадрів. У часову генералізацію взагалі не включаються процеси відбору чи об'єднання різночасових даних. Існує інше розуміння часової генералізації, наприклад, G. Panopoulos, A. Stamatopoulos, M. Kavouras [3] виділяють такі операції часової генералізації, як «temporal selection» (часова вибірка), «temporal class generalisation» (часова генералізація класів), «change aggregation» (об'єднання змін), «temporal topology association» (часова топологічна асоціація). Загальні питання часової генералізації досліджував також А. Renolen [4], питання часової генералізації динамічних карт вивчав М. Monmonier [5], на актуальності розроблення теорії часової генералізації з практичним застосуванням наголошує І. Johnson [6]. Теоретичні засади узагальнення різночасових даних з історії адміністративно-територіального поділу майже не розроблені. У практиці картографування з історії адміністративно-територіального поділу, крім створення серії різночасових карт і анімацій, в основному вдаються до укладання карт, що містять контури адміністративно-територіальних одиниць на різні дати, наприклад у статті [7]. Однак сучасні геоінформаційні технології забезпечують також інші можливості, які нині є малодослідженими.

Постановка завдання. Метою дослідження є виділення видів (сторін) узагальнення різночасових даних з історії адміністративно-територіального поділу, що можуть бути реалізовані в ГІС, та з'ясування можливостей їх застосування.

Викладення основного матеріалу. Можливими є різні підходи до виділення видів часової генералізації. Як і в картографічній генералізації, одним із головних різновидів часової генералізації варто вважати відбір даних. Особливості відбору даних з історії адміністративно-територіального поділу (АТП) детальніше аналізувались у нашому попередньому дослідженні [8].

Види узагальнення даних з історії АТП розділяємо на три групи: узагальнення шляхом налаштування візуалізації об'єктів, узагальнення просторової конфігурації об'єктів та узагальнення непозиційних даних із розрахунком показників їх динамічності (непозиційне узагальнення).

Перший вид узагальнення – динамічна генералізація, або узагальнення часом показу. Узагальнення часом показу кадрів не змінює дані фізично, але впливає на їх сприйняття людиною, тому можна погодитись із О.М. Берлянтом та В.С. Тікуновим у тому, що збільшення швидкості зміни кадрів можна розглядати як своєрідне узагальнення анімацій, або, точніше, можливий спосіб узагальнення, оскільки сам по собі факт зміни часового масштабу ще не гарантує певних результатів у свідомості людини. Однак, на нашу думку, узагальнення часом показу варто розуміти ширше за рівномірне прискорення кадрів анімації з однаковою відстанню між кадрами у часі, наголос часом можна застосувати і до анімацій з різним кроком часу між кадрами, і для виділення не тільки найбільш тривалих станів, а й найбільш важливих за іншими ознаками.

Узагальнення швидкістю демонстрування має сильну альтернативу – відбір даних, замість швидкого показу маловажливих моментів їх можна не показувати зовсім, максимально зосередивши увагу користувача карти на найважливіших моментах.

Наступний вид узагальнення – повнокадрове суміщення різночасових позиційних даних. Це накладання кількох шарів даних, кожен з яких відбиває стан на певний момент часу. При цьому виконується адаптування одного чи кількох шарів до накладання – зміна кольору, стилю, товщини ліній, знезабарвлення полігонів або конвертація зафарбовування у напівпрозоре тощо. Таке узагальнення може бути реалізоване засобами більшості ГІС-програм. Об'єднувати таким способом можна не тільки дані на поточний та попередній моменти, але й на будь-які моменти взагалі, це можуть бути три моменти часу з різних періодів. Головний недолік такої часової генералізації її надлишковість у просторовому аспекті і покладання основної роботи із порівняння даних і визначення змін на користувача. Особливо складно візуально порівнювати кілька масивів різночасових даних, що мають незначні просторові відмінності та відмінності в атрибутах об'єктів. Значно доречнішим є використання повнокадрового суміщення для пошуку спільних рис у масивах даних з віддалених часових періодів.

Альтернативою повнокадровому суміщенню позиційних різночасових даних є вибіркоче суміщення. При такому суміщенні в один кадр (карту) потрапляють не всі об'єкти, що існували у порівнювані моменти часу, а тільки ті, що задовольняють певним умовам, наприклад, були відсутні на першу дату, і вже існували на другу тощо. Реалізація вибіркового суміщення вимагає розроблення спеціальних програмних модулів та/або sql-запитів, конкретна реалізація прив'язана до структури бази даних.

Непозиційні дані на різні моменти часу також можуть бути суміщені і відображені на одній карті – суміщення непозиційних даних. При цьому вихідні непозиційні дані можуть зазнавати і деяких перетворень. Так, за неможливості відображення конкретного значення якісного показника можна обмежитись відображенням тільки дат його зміни.

Принципово відмінним від описаних видів генералізації є узагальнення різночасових контурів об'єктів, за якого на основі контурів адміністративно-територіальних одиниць на різні дати формуються нові просторові об'єкти. За значенням та цілями створення такі об'єкти можна розділити на кілька видів.

Перший вид просторового об'єкта, що виникає у процесі узагальнення конфігурації адміністративно-територіальних одиниць – перепідпорядкована територія. Це «просторова різниця» між об'єктом до зміни і після зміни. Виділення таких територій дає змогу наочніше відобразити сутність змін, що відбулись у певний момент часу. Карту, на якій виділено перепідпорядковані у певний момент території, можна розглядати як узагальнення двох станів АТП – до та після аналізованого моменту часу. Аналіз історії АТП за тривалий час залежно від цілей дослідження зумовлює необхідність виділення просторових об'єктів трьох типів:

- об'єкти, що відображують стабільні та мінливі в адміністративному відношенні території;
- об'єкти, що відображують узагальнені у часі контури адміністративно-територіальних одиниць;
- об'єкти, що відображують особливості перебігу зміни території

адміністративно-територіальних одиниць.

Серед об'єктів, що відображують узагальнені у часі обриси адміністративно-територіальних одиниць, виділяємо «сумарний полігон» та «прямокутник на основі середньозважених у часі координат крайніх точок».

Сумарний полігон адміністративно-територіальної одиниці – вся територія, що коли-небудь (або у вказаний період) входила до її складу. Цей просторовий об'єкт створюється шляхом об'єднання всіх полігонів, які представляють досліджуваній об'єкт у різні часи.

Прямокутник на основі середньозважених за часом координат крайніх точок – полігональний просторовий об'єкт, сторони якого є паралелями і меридіанами, значення широти чи довготи яких обчислено як середнє зважене у часі відповідних координат крайньої північної, південної, східної і західної точок адміністративно-територіальної одиниці. Цей прямокутник відображує середньочасові ліміти простягання досліджуваного об'єкта за кожною стороною горизонту. За потреби можна розрахувати середньозважені координати об'єкта і за більшою кількістю напрямків (північний схід, північний захід тощо) із побудовою багатокутника з більшою, ніж чотири, кількістю кутів і таким чином отримати середньозважені у часі контури об'єкта більш точно.

Об'єктами, що відображують особливості формування території адміністративно-територіальних одиниць є полігони єдиної історії адміністративної належності, на які може бути розділений сумарний полігон.

Полігон єдиної історії адміністративної належності (ЄІАН) – просторовий полігональний об'єкт, всі точки якого мають єдину історію адміністративної належності у досліджуваному контексті.

З геометричної точки зору полігон єдиної адміністративної належності – це полігон, що міститься у межах сумарного полігону адміністративно-територіальної одиниці (регіону) і не перетинається жодною з її історичних адміністративних меж.

Близьким поняттям до виділеного нами полігону ЄІАН є полігон найменшої спільної геометрії. Полігони найменшої спільної геометрії – це невеликі просторові об'єкти, стабільні елементи, комбінуванням яких можна створити контур будь-якої історичної адміністративно-територіальної одиниці. Розбивання простору на такі елементи є основою одного із способів представлення динаміки АТП, відомого як «spatial-temporal composite» (просторово-часові композити) [9]. Однак між найменшим стабільним елементом адміністративно-територіальних одиниць, що зберігається у базі даних, та найменшим елементом, що використовується для картографування історії формування території конкретної адміністративно-територіальної одиниці, є відмінність.

Полігони найменшої спільної геометрії виділяються за весь час, що охоплений у ГІС із потребою створити на їх основі будь-які адміністративно-територіальні одиниці, в той час як полігони ЄІАН залежно від мети можуть виділятися:

- як на певний проміжок часу так і за весь час, охоплений у ГІС;
- для конкретної адміністративно-територіальної одиниці або із врахуванням

всіх адміністративно-територіальних одиниць, що існували на досліджуваній території;

- із врахуванням або без врахування внутрішнього поділу адміністративно-територіальної одиниці.

Наприклад, для створення полігонів ЄІАН, які планується використати для відображення особливостей формування території Новомосковського району (1923-2018 рр.) не враховуються ані адміністративні межі, що існували до 1923 року, ані межі низових територіальних одиниць, з яких складається район.

Конкретна методика створення полігонів ЄІАН залежить від особливостей представлення динаміки АТП у базах даних та використовуваного програмного забезпечення. Можна запропонувати такий загальний алгоритм: відбираються всі полігони, що представляють адміністративно-територіальні одиниці, для території яких потрібно побудувати полігони ЄІАН, ці полігони перетворюються у полілінії та об'єднуються, на останньому етапі відбуваються «замикання» полілінії – створення у замкнутих нею просторах полігональних об'єктів.

Полігони ЄІАН можуть бути використані для побудови різноманітних карт, що дають змогу відтворити істотні особливості динаміки АТП. Наприклад, для кожного полігона ЄІАН може бути визначена і відображена загальна тривалість підпорядкування певній адміністративно-територіальній одиниці, кількість адміністративних перепідпорядкувань та інше.

Непозиційне узагальнення – це різновид узагальнення різночасових даних, що передбачає розрахунок на основі вихідних даних нових показників, які характеризують варіативність, середні значення чи інші аспекти вихідних даних. За допомогою такого узагальнення можна передати багато суттєвих особливостей динаміки об'єкта без відображення власне змін. Можливим є підрахунок та відображення на карті таких показників, як тривалість існування об'єкта чи його належності іншому, загальна кількість дат змін, що їх зазнавав об'єкт, середньозважена у часі площа об'єкта, перепідпорядкована площа та інші (див. табл.).

Таблиця

Непозиційне узагальнення даних з історії АТП

Об'єкти картографування	Показники
Адміністративно-територіальна одиниця у змінних межах	Середньозважена у часі площа, загальна кількість дат змін, відносна частота змін (відношення кількості дат змін до тривалості існування), тривалість існування
Територія адміністративно-територіальної одиниці у фіксованих межах	Загальна кількість дат змін, кількість полігонів ЄІАН у межах об'єкта, показник мінливості адміністративного підпорядкування
Полігони ЄІАН	Загальна кількість перепідпорядкувань, тривалість належності до адміністративно-територіальної одиниці
Адміністративні межі	Загальна тривалість існування
Точки регулярної мережі	Кількість змін, тривалість належності до певної АТО

Карти з історії АТП можна розділити на кілька рівнів за ступенем узагальнення різночасової інформації. Нульовий рівень – карта стану АТП на певну дату. Перший рівень узагальнення різночасових даних має карта, на якій різночасові дані чітко розрізняються і можуть бути легко візуально розділені. Такою є карта змін на певну дату. Другий рівень – карта, з якої неможливо встановити ситуацію на окрему дату (в основному через непевну часову ідентифікацію), однак там відображені фрагменти вихідних різночасових даних. Третій рівень – карта, з якої неможливо встановити ситуацію на окремі моменти і відображення динаміки на якій не спирається на візуалізацію вихідних різночасових даних.

Висновки. Часова генералізація включає як відбір різночасових даних, так і їх узагальнення. Якщо відбір різночасових даних дозволяє сконцентруватись на важливих у певному аспекті моментах часу і відкинути несуттєві, то узагальнення дає змогу отримати нову інформацію про досліджувану систему, зокрема виявити особливості просторово-часового розподілу змін, а також унаочнити спільні та відмінні риси між даними на різні моменти часу. Для даних з історії адміністративно-територіального поділу можуть використовуватись такі види узагальнень, як узагальнення часом показу, повнокадрове суміщення різночасових позиційних даних, вибіркоче суміщення різночасових позиційних даних, суміщення непозиційних даних, узагальнення контурів адміністративно-територіальних одиниць та непозиційне узагальнення. Найбільш продуктивним для дослідження просторово-часового розподілу змін є створення на основі полігонів-контурів адміністративно-територіальних одиниць менших полігонів, всі точки яких мають одну й ту саму історію адміністративної належності (один із підвидів узагальнення контурів) та підрахунок за такими полігонами кількості перепідпорядкувань чи тривалості належності до певного просторового об'єкта (непозиційне узагальнення), що досить легко реалізується у сучасних ГІС.

Метою подальших пошуків може бути розроблення конкретних алгоритмів реалізації узагальнення даних з історії АТП відповідно до структури бази даних та можливостей конкретного програмного забезпечення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Берлянт А.М. Картографія: учеб. для вузов / А. М. Берлянт – М.: Аспект-Пресс, 2002. –336 с.
2. Тикунов В. С. Геоінформатика: учеб. для студ. вузов / Е.Г.Капралов, А.В. Кошкарев, В. С. Тикунов и др.; под ред. В. С.Тикунова. — М.: Академия, 2005. — 480 с.
3. Panopoulos, G. Spatio-temporal generalization: the chronograph application / G Panopoulos, A Stamatopoulos, M Kavouras // 2003. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.98.6312&rep=rep1&type=pdf>.
4. Renolen, A Concepts and methods for modelling temporal and spatiotemporal information / A. Renolen // Partial fulfilment for the degree “Thesis”, NTNU, 1999 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.emap.no/docs/ThesisAgnarRenolen.pdf>.

5. Monmonier, M. Temporal generalization for dynamic maps / M. Monmonier // *Cartography and Geographic Information Systems*, 23(2), 1996. p 96-98.

6. Johnson, I. Mapping the fourth dimension: a ten year retrospective / I. Johnson // «*Archeologia e Calcolatori n. XIX- 2008*», 2008 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://soi.cnr.it/archcalc/indice/PDF19/3_Johnson.pdf.

7. Троценко О.В. Дослідження змін адміністративно-територіального устрою регіону як базової складової системи втрачених географічних об'єктів (на прикладі Дніпропетровської області) / О.В. Троценко // Наукові записки Вінницького педагогічного університету – 2008. - Вип. 17. – С. 25-30.

8. Гаврюшин О. В. Часова генералізація у ГІС (на прикладі змін адміністративно-територіального поділу) / О. В. Гаврюшин // Часопис картографії. - 2016. - Вип. 13. - С. 29-43.

9. Berman, Merrick Lex. Modeling and Visualizing Historical GIS Data [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.fas.harvard.edu/~chgis/work/docs/papers/CGA_Wkshp2009_Lex_9apr09.pdf.

REFERENCES

1. Berlyant, A.M. (2002). *Kartografiya [Cartography]*. Moscow: Aspekt-Press [in Russian].

2. Tikunov, V.S., Kapralov, E.G., Koshkarev, A.V. (2005). *Geoinformatika [Geoinformatics]*. Moscow: «Akademiya» [in Russian].

3. Panopoulos, G., Stamatopoulos, A, Kavouras, M. (2003). *Spatio-temporal generalization: the chronograph application*. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.98.6312&rep=rep1&type=pdf>.

4. Renolen, A. (1999). *Concepts and methods for modelling temporal and spatiotemporal information*. Partial fulfilment for the degree “Thesis”, NTNU. Retrieved from <http://www.emap.no/docs/ThesisAgnarRenolen.pdf>.

5. Monmonier M. (1996). Temporal generalization for dynamic maps. *Cartography and Geographic Information Systems*, 23(2), 96-98.

6. Johnson, I. (2008). Mapping the fourth dimension: a ten year retrospective «*Archeologia e Calcolatori n. XIX- 2008*» Retrieved from http://soi.cnr.it/archcalc/indice/PDF19/3_Johnson.pdf.

7. Trotsenko, O.V. (2008). Doslidzhennia zmin administratyvno-terytorialnoho ustroiu rehionu yak bazovoi skladovoi systemy vtrachenykh heohrafichnykh obiektiv (na prykladi Dnipropetrovskoi oblasti) [Investigation of changes in the administrative-territorial structure of the region as the basic component of the system of lost geographic objects (for example, Dnipropetrovsk region)] *Naukovi zapysky Vinnytskoho pedahohichnoho universytetu – Scientific notes of Vinnytsya State Pedagogical University named after Michailo Kotzubynsky*. Series: Geography. Issue 17, 25-30. [in Ukrainian].

8. Havriushyn, O. (2016). Chasova heneralizatsiia u HIS (na prykladi zmin administratyvno-terytorialnoho podilu) [Temporal generalization in GIS (for example of the changes of administrative-territorial division visualization)] *Chasopys kartohrafiï – Magazine of Cartography*, Issue 13, 29-43. Retrieved from http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE

[_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ktvsh_2016_13_6.pdf](#) [in Ukrainian].

9. Berman, Merrick Lex. (2009). Modeling and Visualizing Historical GIS Data. Retrieved from http://www.fas.harvard.edu/~chgis/work/docs/papers/CGA_Wkshp2009_Lex_9apr09.pdf.

А.В. Гаврюшин

**ОБОБЩЕНИЕ РАЗНОВРЕМЕННЫХ ДАННЫХ ПО ИСТОРИИ
АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ
СРЕДСТВАМИ ГИС**

Рассмотрены вопросы обобщения разновременных данных в ГИС на примере данных по истории административно-территориального деления. Описаны конкретные виды обобщений, выделены три группы обобщений. К первой группе относятся обобщения, осуществляемые настройкой времени демонстрации разновременных данных, включая одновременную визуализацию разновременных данных (совмещение разновременных данных). Вторая группа - обобщение контуров изменчивых во времени административно-территориальных единиц. В третью группу входят обобщения, предполагающие расчет по исходным пространственно-временным данным специальных показателей динамики (обобщение непозиционных данных или количественных и качественных характеристик объектов). Проанализированы возможности применения различных видов обобщения разновременных данных. Выделены три уровня карт-обобщений по истории административно-территориального деления.

Ключевые слова: *временная генерализация; обобщение данных; административно-территориальное деление; исторические ГИС; анализ пространственно-временных данных.*

O. Havriushyn

**GENERALIZATION OF DIFFERENT-TIME DATA ON THE HISTORY
OF ADMINISTRATIVE-TERRITORIAL DIVISION IN GIS**

The questions of generalization of different-time data in GIS are considered on the example of data on the history of administrative-territorial division. Specific types of generalizations are described, three groups of generalizations are distinguished. The first group includes generalizations performed by setting the time for demonstration of time-varying data including simultaneous visualization of time-varying data (combining time-varying data). The second group is a generalization of the contours of time-varying administrative-territorial units. The third group includes a generalization that assumes the calculation of the original space-time data of special indicators of dynamics (generalization of non-position data or quantitative and qualitative characteristics of objects). The possibilities of applying various types of generalization of time-varying data are analyzed. Three levels of maps-generalizations on the history of administrative-territorial division are singled out.

It is established that to display the difference between different states of

administrative-territorial division it is expedient to use generalizations of the configuration of objects with the allocation of the areas of change (re-subdivisions areas). To display the features of the territorial division of changes over a period of time, it is expedient to create special polygons based on the contours of administrative-territorial units, all points of which have the same administrative history. To display the features of the history of specific administrative-territorial units, you can use the combination of different attributive data on one card.

Key words: *temporal generalization; compilation of data; administrative-territorial division; historical GIS; analysis of space-time data.*

Надійшла до редакції

02.04.2018

УДК 528.94, 654.165

Л.В. Примак, аспірант кафедри геоінформатики та фотограмметрії,
Київський національний університет будівництва та архітектури;
керівник групи обробки регіональних моделей ПрАТ «Візіком»

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО СКЛАДУ ТОПОГРАФІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ РАДІОЧАСТОТНОГО ПЛАНУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

У статті розглянуто основні вимоги до складу та змісту топографічного забезпечення для цілей планування й оптимізації радіочастотних телекомунікаційних систем. Визначено обов'язкові та допоміжні складові геопросторових даних, використовуваних у процесі оптимізації. Побудовано загальну прикладну схему топографічного забезпечення у вигляді UML-діаграми класів і показано її зв'язок із зовнішніми пакетами, офіційно затвердженими міжнародними організаціями.

Ключові слова: *топографічне забезпечення, радіопланування, оптимізація радіомереж, ЦМР-клатер, модель перешок, радіолокаційна перешока, висота радіолокаційної перешкоди, ЦМП.*

Вступ. В умовах стрімкого розвитку мереж мобільного радіозв'язку п'ятого покоління (5G) у світі та впровадження 4G (LTE) зв'язку на території України особливого значення набуває створення і підтримка в актуальному стані картографічної інформації, яка лежить в основі планування, оптимізації та підтримки функціонування цих телекомунікаційних систем.

Нині основою створення топографічних карт і планів в Україні є нормативно-технічна документація [1; 2], розпочато також процес впровадження нових стандартів до геопросторових даних, що ґрунтуються на міжнародних стандартах серій ISO та Open Geospatial Consortium [3-7]. Проте ці документи не відображають специфіки радіочастотного планування, у якому основні вимоги до