

УДК 528.94

О. В. Гаврюшин

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

## СПОСОБИ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ДИНАМІКИ АДМІНІСТРАТИВНО-ТЕРИТОРІАЛЬНОГО ПОДІЛУ В ГІС

Запропоновано розрізняти способи представлення динаміки в базах даних та цифрових картах та способи відображення динаміки на дисплеї (електронних картах), виділено та описано три групи способів представлення динаміки адміністративного поділу, наведено рекомендації щодо їх використання, обґрунтовано вибір способу представлення динаміки для ГІС, присвяченій історії адміністративного поділу теренів Південно-Східної України.

**Ключові слова:** ГІС, динаміка, способи відображення динаміки, анімація, серія різночасових карт.

A. V. Gavryushin

THE WAYS OF THE ADMINISTRATIVE AND TERRITORIAL DIVISION DYNAMICS PRESENTATION IN GIS

The difference between the ways of presentation of the dynamics in databases and ways of visualization of dynamics on the screen is formulated; three groups of the ways of representation of the dynamics of the administrative division are excreted and described, recommendations for their use are stated, the choice of method the dynamics representation of history of the administrative division of the South Eastern Ukraine for GIS are substantiated.

**Keywords:** GIS, dynamics, administrative-territorial division, spatiotemporal analysis.

A. B. Gavryushin

СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ДЕЛЕНИЯ В ГИС

Предложено различать способы представления динамики в базах данных и цифровых картах и способы отображения динамики на экране (электронных картах), выделены и описаны три группы способов представления динамики административного деления, приведены рекомендации по их использованию, обоснован выбор способа представления динамики для ГИС, посвященной истории административного деления территорий Юго-Восточной Украины.

**Ключевые слова:** ГИС, динамика, способы отображения динамики, анимация, серия разновременных карт.

**Вступ.** Процедурі укладання бази даних для ГІС історії адміністративно-територіального поділу (АТП) передусє визначення теоретико-методичних основ представлення відповідних даних. На сьогодні досвід представлення історії адміністративно-територіального поділу в ГІС ще не отримав теоретичного узагальнення у вітчизняній науці — практично не розроблена термінологія з даної теми, відсутні рекомендації щодо використання різних можливостей, що їх надають сучасні ГІС.

**Вихідні передумови.** На сьогодні існує значний практичний досвід представлення динаміки АТП чи політичної карти у комп'ютерних системах. Так, зміни адміністративного поділу представлено у Британській історичній ГІС (GBHGIS) [9], Історичній ГІС Бельгії (Belgian Historical GIS) [12], Китайській історичній ГІС (CHGIS) [10], Національній історико-географічній інформаційній системі США (NHGIS) [11], зміни зовнішніх та внутрішніх кордонів Польщі відображені у численних картах на сайті «<http://republika.pl>», змінам АТП України присвячено низку gif-анімацій [1] тощо. Особливості окремих способів представлення динаміки АТП в ГІС та окремі рекомендації щодо їх вживання, досить детально висвітлено у працях Gregory I. N. [5], Merrick Lex Berman [7], Thomas Ott, Frank Swiaczny [8], але все ж простежується певний брак теоретико-методологічного

узагальнення, що ускладнюється омонімією та синонімією термінології — під однією назвою можна зустріти різні способи представлення даних, а один і той спосіб може фігурувати під різними назвами. У зв'язку з цим виникає потреба узагальнення та упорядкування наявного досвіду у сфері організації інформації у базах даних та цифрових картах та її візуалізації на дисплеї, вироблення рекомендацій щодо застосування конкретних способів у різних ситуаціях.

**Метою статті** є виділення загальних підходів до представлення (подання) даних, що описують динаміку адміністративно-територіального поділу в базах даних, формулювання рекомендацій щодо їх використання та обґрунтування вибору способу представлення динаміки та розроблюваної автором ГІС історії адміністративного поділу.

**Виклад основного матеріалу.** Розроблювана автором ГІС історії адміністративного поділу Дніпропетровщини має на меті детально представити його зміни за три століття. У зв'язку з чим виникла проблема обрання способу представлення динаміки АТП у ГІС. Поняття «спосіб представлення динаміки» потребує детального розгляду. У традиційній картографії існують три способи відображення динаміки явищ та процесів [3]:

- показ динаміки на одній карті з допомогою стрілок руху, знаків і діаграм, які «наростають», ареалів, що

розширюються, ізоляції швидкості зміни руху тощо;

- створення карт зміни стану явища, які показують не власне динаміку, а її результати, ареали змін;
- серії різночасових карт, на яких зафіксовано стан явища на певні моменти часу.

Крім цих способів, у ГІС все частіше використовують картографічну анімацію (мультиплікацію) — особливі динамічні послідовності карт-кадрів, які при демонстрації створюють ефект руху [3].

У ГІС зображення на екрані формується на основі певних цифрових даних. Схожі зображення на дисплеї можуть бути отримані з представлених по-різному цифрових даних, а різні зображення на дисплеї — з одного набору даних. На нашу думку, варто розрізняти способи відображення динаміки на електронних картах (способи візуалізації на дисплеї), та способи представлення (подання) динаміки у базах даних та цифрових картах. Основні способи відображення динаміки на екрані відповідають описаним вище способам «на папері», але зі своїми особливостями та доповненнями (картографічна анімація).

Проаналізовані нами способи представлення динаміки АТП у базах даних можна поділити на три групи, або виділити три загальні підходи:

- цифрові карти змін без окремої часової інформації;
- групування позиційної і атрибутивної інформації за датами або періодами, набори даних на певні дати;
- упрощення часових координат для кожного географічного об'єкта та його непросторових властивостей.

Представлення динаміки готовою цифровою картою можна розглядати як перенесення у ГІС досвіду відображення на одній карті динаміки явищ чи процесів, що його напрацювала традиційна географія.

Існують карти, що одночасно відображають стан АТП у різні моменти. Наприклад, карта О.Є. Афанасьєва присвячена змінам АТП Південно-

Східної України у кінці XVIII ст. і одночасно передає як адміністративний поділ Катеринославського намісництва, так і Азовської та Новоросійської губерній, що йому передували. Карта О.В. Троценко показує одночасно козацькі паланки, губернські повіти та сучасні райони Дніпропетровської області, еволюцію козацьких паланок чи повітів, або зміни у районному поділі, однак, не представлено, тож на карті відображено усереднений поділ кожної з трьох епох.

Загалом карта змін АТП на практиці обмежена у часовому охопленні, спроба детально передати всі зміни АТП за 300 років на одній електронній карті зробить її надзвичайно перевантаженою. Користувач позбавлений можливості не переглядати інформацію на інші дати, якщо вона його не цікавить.

Сьогодні карти змін АТП можуть бути створені у ГІС, причому динаміка може бути передана в одному шарі графічними засобами — зберігаються об'єкти, які за допомогою своєї форми, розмірів та кольору при візуалізації їх на екрані здатні відображувати динаміку адміністративного поділу. Подібно до того, як растр поєднує позиційну та атрибутивну інформацію, такий спосіб поєднує позиційну і (або) атрибутивну з часою.

Але розробка одношарової карти змін із графічною передачею динаміки у ГІС не завжди доречна. Якщо на карті планується нанести різним кольором та товщиною кордони історичних АТО різних періодів, то при створенні такої карти у ГІС, варто розглянути варіант рознесенням різночасових даних в окремі шари, що дозволить охопити значно більший період і виводити на екран як карти змін, так і карти стану на певні дати. Зрозуміло, що для проектів, метою яких є демонстрація стану АТП у різні дати, карта змін у одношарово-графічній реалізації не підходить взагалі.

Синхронний (часового групування) підхід поля-

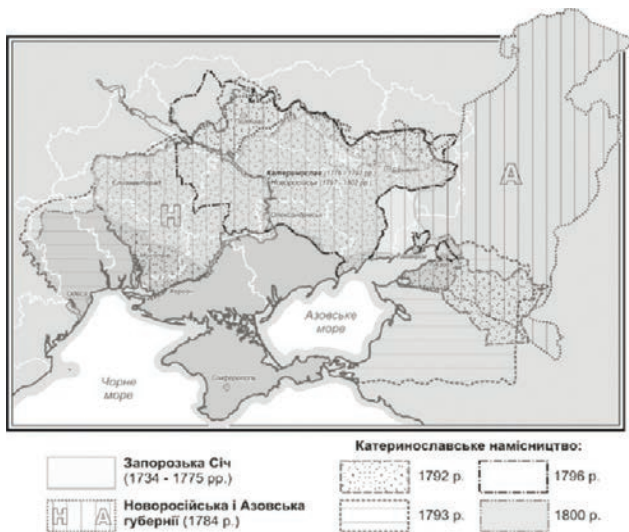


Рис. 1. Приклади карт змін адміністративного поділу теренів Південно-Східної України: карта О.Є. Афанасьєва [2] (ліворуч) та карта О.В. Троценко [4] (праворуч)

гас у зберіганні в інформаційній системі наборів даних, асоційованих з певними датами чи часовими періодами, інакше — це групування за часом. Цього можна досягти розміщуючи набори даних у відповідні шари, таблиці, стовпці таблиць (рис. 1). Цей підхід є певною мірою аналогом способу різночасових карт у традиційній картографії, але групувати за датою можна не тільки позиційні, але і атрибутивні дані (окремо), а візуалізація згрупованих за датою даних можлива як різночасовими картами, так і картами змін, які можна отримати, виводячи на екран одночасно кілька часових шарів, можлива також демонстрація на екрані динамічною карти (анімація) на основі даних, згрупованих за датою.

У англійській літературі відомий спосіб «keydate» («timeslicer», «snapshotmodels»), який є яскравим прикладом підходу групування за датою, але з опису «keydate» випливають дві істотні ознаки [7]:

- за датою групують просторові об'єкти;
- у кожному шарі мають бути представлені всі об'єкти.

Оскільки можливе збереження у новому шарі тільки нової інформації, що усуває дублювання даних, та групування за датою окремо атрибутивної інформації, то запропоноване нами поняття «синхронний підхід» ширше за поняття «keydate».

Інтервал між сусідніми датами, на які згруповано дані, може ґрунтуватися на різних принципах. В першу чергу варто розрізняти підхід з фіксованим інтервалом — періодичний, та аперіодичний, коли часова відстань між датами є різною. Аперіодичність може бути зумовлена різними причинами, наприклад наявністю чи відсутністю даних на певні дати. Але часто вона є свідомим вибором дослідника та зумовлена характером динаміки досліджуваного явища — нерівномірністю розподілу змін у часі, що робить раціональним збереження дат на певні ключові моменти історії.

Так, Euratlas [6], передає динаміку політичної карти Європи дуже узагальнено і має фіксований крок (період) — 100 років (концепт «periodical atlas»). Таким чином, вся історія політичної карти Європи у новій ері там описана 21 картою. Натомість, анімація у форматі gif «Адміністративні зміни\_сучасної території України 1921–1994» [1] описує 70-річний період 63 картами з нерівномірним кроком та подієвим принципом обрання дат (рис. 2). Загалом описано всі зміни в АТО найвищого рівня, що можна передати на карті з роздільною здатністю 1000\*700 пікселів.

Тож цей підхід в цілому придатний для узагальненого представлення динаміки політичної карти чи АТП, що доводить проект «EurAtlas», і для детального, за умови аперіодичності зі створенням наборів даних на дати ключових подій, але у нашому проекті динаміку АТП планувалося передати якомога детальніше, що вимагатиме виділення дуже великої кількості часових шарів, при цьому неминучі повтори однієї і тієї ж інформації у різних шарах карти.

Можливе представлення у шарі тільки нової інформації, тоді дані на певну дату вибирались би з кількох шарів. Але це не знижує загальну кількість шарів і ускладнює роботу з даними, тож для уникнення повторів даних та забезпечення їх керованості, вважаємо, доречно використовувати не групування у шари, а збереження в одному шарі всіх даних з запровадженням індивідуальних координат для кожного об'єкта.

Наступну групу способів можна назвати «асинхронними» або «з індивідуальними координатами» — часовий вимір впроваджується окремо для кожного об'єкту. При цьому об'єкт ми розуміємо дуже широко. Це може бути кортеж таблиці, що описує певний географічний об'єкт за певними ознаками. Це може бути дуга, що представляє ділянку кордону адміністративної одиниці або ж полігон, що представляє всю її у територіальному аспекті на певний період часу тощо. Достатньо створити поля типу «дата початкова» та «дата кінцева» і можна заносити для кожного кортежу значення часового періоду та досліджуваного показника. Якщо програма не має вбудованої підтримки часового виміру (сьогодні фактично вбудована підтримка часу є тільки в ArcGIS), працювати з даними у такому форматі можна за допомогою запитів мовою SQL до відповідних атрибутів реляційного відношення. Зазначимо, асинхронний спосіб може бути реалізований не тільки у реляційних базах даних, а, наприклад, у анімації Flash чи Silverlite, і не завжди передбачає дві координати часу, це може бути і одна дата для події.

Оскільки зміни у АТП часто не вичерпуються лише появою та зникненням об'єктів, а включає зміни позиційних та атрибутивних характеристик цих об'єктів, то час не завжди задається для полігону, що представляє АТО у межах на певний період. Можливе виділення стабільних просторових елементів та утворення АТО на певні дати із таких елементів. Це можуть бути або певні елементи кордонів (скажімо кордон по річці), що залишаються стабільними, або певні території, що повністю переходять від одного об'єкта до іншого, при цьому не зазнаючи жодних змін. Наприклад, якщо існує стабільна мережа АТО низового рівня, а зміни на вищих рівнях зводяться до перепідпорядкування цих АТО, можна застосувати метод STC (Spatio-temporal composite), представивши АТО вищого рівня як сукупність низових АТО на певний період. У деяких випадках стабільними залишаються фрагменти кордонів, у такому разі можна представити у базі ці фрагменти, описуючи АТО як комбінацію з кількох дуг-кордонів на певний період, або виділити стабільні полігони та вжити метод STC. На рис. 3 на абстрактному прикладі об'єднання двох районів показано, як можна представити дану ситуацію в ГІС. За методом Datestamp створимо три дуги та дві точки-етикетки, для дуги, що представляє кордон між двома АТО зазначимо потрібну дату його зникнення. При запиті до бази на дату до зникнення

Приклади карт-кадрів з анімації «Адміністративні зміни сучасної території України 1921–1994»  
(детальна передача динаміки за подієвим принципом обрання дат, всього 63 кадри на 70 років)



Приклад карт з Euratlas («periodical atlas»)



Рис. 2. Приклади використання синхронного підходу для представлення історії адміністративної чи політичної карти



Рис. 3. Представлення змін АТП способом Datestamp (ліворуч) та STC та Building block (праворуч)

кордону спеціальне ПЗ утворить два полігони, після — один полігон. За методом STC можна виділити два базових полігони, які можуть представити ситуацію як до об'єднання АТО, так і після — шляхом їх об'єднання в один. Можна також внести у базу полігони, що безпосередньо представляють АТО станом на певний період. Таких полігонів потрібно три: для АТО «А» до об'єднання, для АТО «В», для «А» після приєднання до нього «В».

Рекомендації щодо можливості застосування всіх розглянутих способів систематизовано у таблиці 1, (зауважимо, що близькі до деяких з цих рекомендацій висловлені іншими авторами раніше [5–8]).

Для розроблюваної ГІС теренів Дніпропетровщини обрано підхід, що передбачає впровадження окремих координат для кожного об'єкта та представлення адміністративних одиниць окремими полігонами.

**Висновки.** В геоінформації варто розрізняти способи відображення динаміки на екрані та способи представлення динаміки у базах даних та цифрових картах, на основі яких формується зображення на екрані. Нами виділено три групи способів (три загальні підходи) до представлення даних, що описують динаміку явищ та процесів: синхронний (групування позиційних/атрибутивних даних за часом),

## Рекомендації щодо застосування способів представлення динаміки АТП

Способи представлення динаміки АТП		Рекомендації щодо застосування	
Без окремої часової інформації		Для створення складних карт змін АТП, що не можуть бути отримані простим накладанням одне на одне контурів різних історичних АТО	
Способи, що передбачають групування даних за часом	З рівною відстанню між датами (періодичні)	Узагальнена передача динаміки у випадку рівномірного розподілу змін у часі	
	Аперіодичні, дати приурочені до певних подій	Узагальнена передача динаміки у випадку нерівномірного розподілу змін у часі	
Способи, що передбачають задання індивідуальних координат для об'єктів	Спосіб STC	Для детального представлення динаміки у випадку	Наявності стабільних низових АТО, необхідності в топології на рівні даних
	Спосіб DATESTAMP		Наявності стабільних ділянок кордонів, необхідності роботи з кордонами як окремими географічними об'єктами
	Спосіб Building-block		У інших випадках

асинхронний (впровадження часових координат об'єктам індивідуально), та передачі динаміки безпосередньо за допомогою позиційної інформації. Для систем, що мають на меті детально представити

історію АТП, доцільно використати асинхронний підхід.

**Рецензент: кандидат географічних наук, доцент Н. М. Дук**

## Література:

1. Адміністративні зміни сучасної території України 1921–1994 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://uk.wikipedia.org/wiki/адміністративні\\_зміни\\_сучасної\\_території\\_України\\_1921–1994.gif](http://uk.wikipedia.org/wiki/адміністративні_зміни_сучасної_території_України_1921–1994.gif) (5 січня 2014).
2. Афанасьев О. Е. Историко-географический анализ регионального природокористування: теория, методология, практика: монография / О. Е. Афанасьев. — Тернопіль: Видавництво "Крок", 2012. — 550 с.
3. Берлянт А. М. Картография: Учебник для вузов / А. М. Берлянт. — М.: Аспект Пресс, 2002. — 336 с.
4. 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 державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. — 2008. — Вип. 17.
5. Gregory I. N. A Place in History: A Guide to Using GIS in Historical Research / I. N. Gregory // Oxford, 2002. — 335 p.
6. Nüssli M. A. From Historical Mapping to Historical Geographical Information System / Nüssli Marc-Antoine, Nüssli Christos. — [Electronic resource]. — Access mode: [www.euratlas.net/tele/euratlas\\_HGIS.pdf](http://www.euratlas.net/tele/euratlas_HGIS.pdf) (5 January 2014).
7. Merrick Lex Berman. Modeling and Visualizing Historical GIS Data. — [Electronic resource]. — Access mode: [http://www.fas.harvard.edu/~chgis/work/docs/papers/CGA\\_Wkshp2009\\_Lex\\_9apr09.pdf](http://www.fas.harvard.edu/~chgis/work/docs/papers/CGA_Wkshp2009_Lex_9apr09.pdf) (2 August 2012).
8. Thomas O. Time-Integrative Geographic Information Systems: Management and Analysis of Spatio-Temporal Data / Thomas Ott, Frank Swiaczny. — Berlin / Heidelberg / New York: Springer, 2001. — 239 p.
9. Great Britain Historical Geographical Information System (GBHGIS). — [Electronic resource]. — Access mode: <http://www.port.ac.uk/research/gbhgis/> (5 January 2014).
10. China Historical GIS — [Electronic resource]. — Access mode: <http://www.fas.harvard.edu/~chgis/> (5 January 2014).
11. The National Historical Geographic Information System (NHGIS) [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.nhgis.org/> (5 January 2014).
12. Belgian Historical GIS (NHGIS) [Electronic resource]. — Access mode: <http://www.hisgis.be/> (5 January 2014).