І. КАРТОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2018.70.19>
УДК 528.946 : 004.6

Е. Бондаренко, д-р геогр. наук, проф.,
Р. Шорохова, асп.,
М. Кирилюк, магістр

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

АЛГОРИТМ ПРАКТИЧНОЇ РОЗРОБКИ ІНТЕРАКТИВНОЇ ТЕМАТИЧНОЇ КАРТИ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА КИЄВА

Розглянуто питання розробки багатофункціональної інтерактивної тематичної карти критичної інфраструктури міста Києва з формулюванням відповідного алгоритму. На основі аналізу існуючих технологічних рішень практичної розробки інтерактивних карт – електронних картографічних моделей з режимом двосторонньої діалогової взаємодії користувача та програмно-технічного забезпечення їх функціонування – для конкретного рішення обґрунтовано застосування геоінформаційного технологічного підходу з візуалізацією.

Охарактеризовано теоретико-методологічний рівень розробки алгоритму створення інтерактивної карти критичної інфраструктури міста Києва з поданням на ньому концептуальної моделі географічних даних об'єкта картографування, який включає: опис і визначення географічних елементів, які його утворюють; установлення способу їх представлення у стандартизованому інформаційному сховищі; вибір типів просторових об'єктів для показу елементів критичної інфраструктури на карті; формулювання розв'язання питання про спосіб представлення їх вимірності та взаємозв'язків з об'єктами в реальній дійсності; зміст бази даних; вимоги щодо одержаних результатів. Методичний рівень алгоритму створення інтерактивної карти критичної інфраструктури за обраною технологією передбачає розробку логічної структури елементів бази даних відповідно до системи управління ними. Алгоритм використовується в програмному забезпеченні, а також пов'язаний з апаратними і програмними засобами для його фізичної реалізації.

Основними етапами алгоритму створення інтерактивної карти критичної інфраструктури міста Києва, що формують логічну послідовність її створення, є: вибір програмних продуктів для забезпечення картографічної візуалізації необхідної тематичної інформації у вигляді показників картографування (об'єктів критичної інфраструктури) на географічній основі через застосування принципу мультирівневої генералізації за тайловим технологічним рішенням і серверним підходом (перший етап); представлення даних у реляційній базі відповідно до визначення і змісту просторових об'єктів та їх перетворення до показників картографування (другий); формування веб-сторінки для відображення загальногеографічної й тематичної інформації в сеансі діалогової взаємодії користувача з інтерактивною картографічною моделлю (третій етап).

Ключові слова: інтерактивна тематична карта, критична інфраструктура, електронна картографічна модель, програмно-технічне забезпечення, алгоритм, мультирівнева генералізація, тайлове технологічне рішення.

Вступ. Постановка проблеми. На етапі науково-технічного прогресу, що відбувається в сучасному суспільстві, будь-які одержані знання виявляються затребуваними і продовжують свій розвиток у нових модифікаціях вигляду та форми. Зокрема, для картографії такими результативними засобами стали динамічні електронні картографічні моделі – інтерактивні карти, – що характеризуються режимом тісної двосторонньої діалогової взаємодії людини та програмно-технічної системи й використовуються майже постійно найбільш прогресивними користувачами, які у своєму розпорядженні мають стаціонарні та/або мобільні комп'ютери (ноутбуки, планшети, фаблети, смартфони) з підключенням до мережі Інтернет чи без цього.

Поява, подальше вдосконалення та набуття популярності через реалізацію навігаційних можливостей їх використання дали поштовх зміщенню в переважній більшості практичних акцентів усієї сучасної картографії в бік відповідних задач і засобів та її перетворення зі стрижня будь-якого географічного дослідження до обслуговуючої ролі з чи не єдиною метою – практичного пошуку об'єктів на електронних картах.

Реально позитивним моментом цього є підвищення повноти, точності та достовірності загальногеографічних елементів розроблених карт (моделей, сервісів), що логічно дає змогу здійснити точну локалізацію географічних виділів найвищої дрібності, але умовно негативним – поки що відсутність функціонуючої тематичної геоінформаційної системи як відповідного інтерактивного картографічного сервісу, зіставного із загальногеографічними картами компанії Google; досить складним вважається його представлення, оскільки, наприклад, задачі такого характеру навіть у тео-

рії не ставляться. Крім того, природно виникла важлива проблема сучасної картографії – це приплив до неї багатьох непрофесіоналів шляхом загального зниження картографічної грамотності користувачів, залучення яких здійснюється через удавану простоту комп'ютерних технологій і які відрізняються повним незнанням основ і правил картографування.

Маючи у розпорядженні теоретичні знання, практичні уміння й навички, фахівці-картографи повинні зорієнтувати свої зусилля на наявності (занятті відповідних посад спеціалістів-картографів на усіх рівнях) у переважній більшості картографічних розробок. Зрозуміло, що в межах держави таке завдання може бути реалізованим через дієву політику в галузі національного картографування, державних замовлень на розробку сучасної картографічної продукції, яка буде використовуватись у переважній більшості сфер людської діяльності та галузей економіки, а в межах виконання науково-дослідницьких робіт з картографування – через роботу з тематичного комп'ютерного картографування державної території загалом та окремих її регіонів.

Для проведення науково-дослідної роботи зі створення комплексного атласу окремого регіону – міста Києва (держбюджетна тема кафедри землезнавства та геоморфології Київського національного університету "Розробка теоретико-методологічних засад, структури та програмного забезпечення інтерактивного електронного атласу великого міста (на прикладі міста Києва)") обґрунтовується розширення переліку карт відповідними новими інтерактивними моделями, які різнобічно характеризуватимуть його критичну інфраструктуру, від стану та розвитку якої залежить функціонування всіх

сфер діяльності мегаполісу. З цієї позиції тема пропонуваної роботи є досить *актуальною*.

Інтерактивна карта критичної інфраструктури м. Києва стане динамічною інформаційною системою, яка буде за елементами включати різні види вказаних об'єктів відповідно до їх існуючої класифікації. Ця розробка логічно вважається досить перспективною, оскільки відповідає запитам насамперед практики та пов'язана із сучасними напрямками роботи й відповідними цільовими програмами органів центральної влади та місцевого самоврядування.

Аналіз останніх досягнень і публікацій показав, що питанням наукового обґрунтування методичної схеми розробки інтерактивних карт у межах розвитку геоінформаційної теоретичної концепції картографії присвячено не дуже багато публікацій. Авторам відомі досягнення у сфері створення інтерактивних карт через постійний моніторинг таких розробок у мережі Інтернет та інших електронних публікацій. Питання застосування алгоритмів створення інтерактивних карт (картографічних моделей з інтерактивними функціями) за даними [2] розглянуті лише в публікаціях окремих вітчизняних авторів. Усі ж теперішні досягнення в цьому науковому напрямі, що ще лише формується в картографії, переважно лежать у практичній площині. А створені інтерактивні карти у вигляді окремих моделей чи існуючих картографічних сервісів в Україні майже зовсім не супроводжуються науковими публікаціями, зокрема щодо викладення методик їх розробки.

Тому розгляд питань формування алгоритму моделювання інтерактивних карт (на конкретному прикладі) визначає актуальність як обраного напрямку наукових досліджень, так і теми даної статті.

Мета та постановка завдань. Метою статті є опис науково-обґрунтованого процесу створення інтерактивних тематичних карт (на прикладі критичної інфраструктури м. Києва) з формулюванням відповідного алгоритму, що зможе також застосовуватись для інших видів і типів тематичних карт.

На основі поставленої мети доцільно виділити головні *завдання*:

- обґрунтувати вибір технологічного рішення розробки алгоритму створення інтерактивних карт відповідно до існуючих напрямків роботи над електронними картографічними моделями;
- охарактеризувати теоретико-методологічну модель алгоритму створення інтерактивних карт критичної інфраструктури м. Києва;
- розробити методичну структуру елементів алгоритму створення інтерактивних карт, що має узгоджуватись із програмним забезпеченням, яке планується до використання для його фізичної реалізації;
- указати на види джерел даних, необхідних для формування тематичної бази даних об'єктів критичної інфраструктури м. Києва, а також порядок їх використання в алгоритмі створення інтерактивних карт;
- практичну реалізацію алгоритму розробки інтерактивних карт (на прикладі критичної інфраструктури м. Києва) на методичному рівні представити у вигляді структурно-графічної моделі.

Виклад основного матеріалу. Процес створення – використання інтерактивних карт характеризується взаємодією користувача (розробника) з функціональними можливостями програмного забезпечення, яке встановлене або завантажено з деякої технічної системи. Така взаємодія визначається поняттям інтерактивності карти й розкриває характер і ступінь взаємодії між її елементами (географічною основою, показниками тематичного або спеціального змісту, їх умовними позначеннями тощо).

За відсутності єдиного стандартизованого терміну для застосування в картографії інтерактивність, з погляду розкриття *характеру взаємодії* при роботі з картою, є принципом організації системи (в нашому контексті – інтерактивної карти), за якого мета (представлення проміжного або кінцевого результату картографування в певний момент часу) досягається інформаційним обміном її елементів. Такими є всі складові, за допомогою яких відбувається в той самий момент часу взаємодія з іншою системою/користувачем.

З погляду *ступеня взаємодії* між об'єктами до інтерактивності можуть закладатись такі рівні:

- лінійний, коли повідомлення, яке надсилається, не пов'язане з попередніми повідомленнями;
- реактивний, коли повідомлення пов'язане тільки з одним попереднім повідомленням;
- діалоговий, коли повідомлення пов'язане з багатьма попередніми повідомленнями та із взаємозв'язками між ними [1].

Отже, із цих позицій *інтерактивність* є способом інформаційно-комунікативної системи активно та різноманітно реагувати на дії користувача програмно-технічними засобами. Забезпечення ступеня інтерактивності карти обумовлюється існуючими технологічними рішеннями їх розробки. Нині найширше розповсюджені одержали технології, засновані на засобах *флеш* і геоінформаційних систем (ГІС) [2].

В основі *засобів флеш* лежить насамперед векторний морфінг, тобто плавне "перетікання" одного ключового кадра до іншого, а також повна програмованість, що характеризується використанням мови програмування ActionScript, яка за синтаксисом схожа з JavaScript і належить до об'єктно-орієнтованої мови [7]. Інтерактивні картографічні розробки є закінченим рішенням. Їх створення та перегляд базуються на використанні відповідного програмного забезпечення (наприклад мультимедійної та програмної платформи Adobe Flash) через програвач. Указані карти ефективні із двох поглядів: представляють зручний спосіб відображення інформації загалом (усієї території картографування) про різноманітні об'єкти, явища або процеси просторово-часового характеру; наочно й ефективно подають якісну і кількісну інформацію по них. Інтерактивність закладена у флеш-файлі.

Основним призначенням інтерактивних карт, створених на основі *технологій ГІС*, є отримання картографічної інформації, яка доповнюється іншими географічно прив'язаними даними. Такі карти допомагають не тільки зорієнтуватися щодо географічного положення пункту (точки) знаходження або пошуку і ознайомитись, наприклад, з рельєфом місцевості, а й отримати відомості про інші географічні особливості території картографування, по суті будучи альтернативою загальногеографічному атласу регіону.

При використанні інтерактивної карти, створеної за іншою технологією, користувач бачить лише ту її частину, яка необхідна йому в даний момент, із можливістю переміщення по ній в будь-якому напрямку, зміни масштабу перегляду, отримання за зображенням довідкової (якісної та/або кількісної) інформації, кількість якої ув'язана з призначенням карти тощо. Інформаційне забезпечення розробки карт систематизоване в базах даних переважно реляційного типу, які через системи управління ними надають централізоване управління, дотримання стандартів, безпечність і цілісність, скорочують надмірність і усувають суперечливість даних. Різновидом інтерактивних карт цієї групи є карти, створені на основі *ГІС-технологій з візуалізацією*, у яких картографічне зображення за правилами топології ко-

ректно суміщене з космічними знімками, завдяки чому користувач бачить не умовні позначення об'єктів (показників картографування), а реальні "пейзажі", отримані із супутника. Така картографічна модель, по суті, є віртуально-реалістичним представленням дійсності.

Таким чином, ціннішими та більш затребуваними з погляду практичного використання логічно вважати геоінформаційні технологічні рішення створення інтерактивних карт порівняно із флеш-засобами їх реалізації. Однак для комплексного дослідження об'єкта також доцільне додаткове створення інтерактивних карт і на основі технології флеш.

Для формулювання алгоритму практичної розробки інтерактивних карт обраного об'єкта на основі другого описаного технологічного рішення насамперед необхідним є його опис на *теоретико-методологічному* рівні, що не залежить від апаратних і програмних засобів. На ньому подається концептуальна модель географічних даних об'єкта дослідження, що включає: опис і визначення географічних елементів, які його утворюють; установлення способу їх представлення в інформаційному сховищі (базі даних або базі знань); вибір типів просторових об'єктів – точок, ліній, полігонів, осередків растрового зображення; розв'язання питання про спосіб представлення вимірності та взаємозв'язків реального світу в базі (як показувати конкретний об'єкт: точковим чи площинним об'єктом тощо). На ньому визначається також зміст бази даних (знань), у свою чергу зумовлений сутністю явища, характером його просторового поширення та задачами, для яких вона створюється. Тут формулюються вимоги щодо одержаних результатів: створення однієї або серії карт, проведення комплексного картографування у вигляді атласу, створення синтетичних карт для багатоцільового і багаторазового використання тощо. Далі послідовно розглядаються методичні питання алгоритму розробки інтерактивної карти.

Об'єктом інтерактивного картографування обрано сектори, системи або мережі, від яких життєво залежить суспільство і порушення функціонування яких може призвести до колапсу на загальнодержавному, регіональному або місцевому рівні. Комплекс цих секторів, систем або мереж прийнято називати *критичною інфраструктурою*.

У зв'язку з нарощуванням з 1998 р. загрози тероризму в розвинених країнах почалися дискусії про вразливість національних інфраструктур. Аналізи були направлені не тільки на кібернетичні інфраструктурні системи, але й на решту сфер і секторів забезпечення життя суспільства. У США згідно з директивою [9] визначено критичну інфраструктуру як основні системи, що можуть мати матеріальну або кібернетичну платформу та впливають на функціональність економіки держави. Вони ввібрали в себе системи телекомунікації, енергосистеми, банківський і фінансовий сектори та служби, транспортну систему, постачання водою й рятувальні служби.

Питаннями критичної інфраструктури на національному рівні почали з 1998 р. займатися і європейські держави. Суспільним знаменником цієї діяльності було, перш за все, надання особливого значення охороні інформаційних і комунікаційних технологій. У Європі проблематикою критичної інфраструктури раніше всіх почали займатися у Великобританії, де в кінці 1999 р. була визначена критична національна інфраструктура як система, спадкоємність якої важлива для функціонування держави, втрата або порушення якої могла піддавати загрозі життя громадян, мати серйозні негативні економічні або соціальні наслідки для суспільства чи його великої частини. До такої системи були включені: державне управління, запасні служби, енергетика й

паливо, подача води, телекомунікації, забезпечення продовольством, санітарія, фінанси та економіка, комунікаційні мережі та служби, юстиція і захист громадського порядку, соціальне обслуговування, освіта, наука, а також прогноз погоди [8].

У нашій країні до об'єктів критичної інфраструктури віднесено підприємства й установи (незалежно від форми власності) таких галузей, як енергетика, хімічна промисловість, транспорт, банки та фінанси, інформаційні технології й телекомунікації (електронні комунікації), продовольство, охорона здоров'я, комунальне господарство, що є стратегічно важливими для функціонування економіки та безпеки держави, суспільства й населення, виведення з ладу або руйнування яких може вплинути на національну безпеку й оборону, природне середовище, призвести до значних матеріальних і фінансових збитків, людських жертв [5, 6]. Переважна більшість об'єктів критичної інфраструктури сконцентрована в м. Києві як столиці.

Створення інтерактивної карти критичної інфраструктури м. Києва, що може бути складовою тематичною картографічною моделлю його інтерактивного атласу, а також окремим картографічним сервісом для використання через стаціонарний комп'ютер або мобільний пристрій, дасть змогу ознайомитись і вивчити її територіальну організацію, особливості доступу до об'єктів, можливість їх реального використання (за окремими складовими, наприклад банківською системою, транспортом, і комплексно).

Властивості існуючих об'єктів критичної інфраструктури (згідно з чинним законодавством) систематизуються в базі даних ГІС, яка концептуально призначена для картографування й характеризується сукупністю класифікованої інформації за відповідними об'єктами, представленими точковими, лінійними та площинними об'єктами, пов'язаними між собою за принципом мультирівневої генералізації [1, 2]. Елементами такої бази традиційно є:

- *картографічні дані* (включають цифрову картографічну інформацію, яка поділяється на загальногеографічну (топографічну), тематичну і спеціальну. Джерелом загальногеографічних (топографічних) даних традиційно служать відповідні види карт, які вже в комп'ютерному середовищі функціонують як електронні карти (або шари необхідних картографічних елементів змісту). Тематичні та спеціальні дані одержують за потреби за тематичними (спеціальними) картами або з аеро- та космічних знімків, з використанням яких створюється багато видів (типів) цифрових карт, шарів баз даних ГІС, базових наборів даних інфраструктур просторових даних (ІПД) [3]. Значна частина тематичної та спеціальної інформації по об'єктах критичної інфраструктури вже внесена до баз даних просторових об'єктів відомих віртуальних глобусів і краудсорсингових сервісів (Google Maps, OpenStreetMap та ін.) і міститься в різних шарах (елементах змісту);

- *числові* (містять кількісні показники, що характеризуються статистичними даними, матеріалами натурних і гідрометеорологічних спостережень і вимірів);

- *символьні* (додатково характеризують об'єкт дослідження текстом і метаданими).

У структурі одиниць заповнення інформацією бази даних передбачаються такі головні атрибутивні частини у вигляді якісних та/або кількісних властивостей: власна назва об'єкта критичної інфраструктури; значення та категорія згідно із існуючою класифікацією; тип об'єкта критичної інфраструктури; площа (для об'єктів, які виражаються в масштабі карти, площа об'єкта також зберігається у внутрішній структурі інформаційної бази); географічне місце розташування об'єкта; назва ор-

гану, установи, підприємства, організації, землекористувача (землевласника), у віданні якого перебуває об'єкт критичної інфраструктури; координати точкового об'єкта, геометричного центра площинного об'єкта; метадані (контактна інформація, опис стану тощо). Атрибути в інтерактивному режимі (шляхом їх вибору на карті) додатково будуть характеризувати об'єкти критичної інфраструктури.

Методичний рівень алгоритму створення інтерактивної карти критичної інфраструктури за технологією ГІС включає розробку логічної структури елементів бази даних відповідно до СУБД, що використовується в програмному забезпеченні, а також пов'язаний з апаратними і програмними засобами для його фізичної реалізації. На ньому визначаються обсяги збереженої в базі інформації й необхідні обсяги пам'яті комп'ютера (операційної та довгострокової), розглядаються питання про впорядкування файлів на диску або інших носіях інформації для забезпечення програмного доступу до них, представлення даних у пам'яті комп'ютера (цілі, дійсні числа, літерно-цифрові характеристики тощо).

Структурно основними *етапами алгоритму* створення інтерактивної карти критичної інфраструктури м. Києва, що формують послідовність її створення, є:

- вибір програмних продуктів, які забезпечують показ необхідної тематичної (або спеціальної) інформації у вигляді показників картографування (об'єктів критичної інфраструктури) на географічній основі через застосування принципу мультирівневої генералізації за тайловою технологічним рішенням і серверним підходом щодо практичної реалізації;
- представлення даних у реляційній базі відповідно до визначення просторового об'єкта, що традиційно здійснюється трьома складовими: позиційною, топологічною й атрибутивною [4]. Позиційна складова характеризує положення географічних об'єктів (або просторову форму) за допомогою координат дво- чи тривимірного простору – прямокутних або географічних (перевага віддається географічним координатам). Топологічна частина бази існує у випадку використання векторно-топологічної моделі даних і характеризується кодованим зображенням взаємозв'язків об'єктів. Непозиційна складова бази даних може включати якісну й кількісну характеристику просторових об'єктів (семантику); ця інформація є атрибутивною і зображується у вигляді текстових або числових параметрів. Зазвичай вона не має просторового характеру, хоча деяка її частина може бути пов'язана з просторовою природою досліджуваного об'єкта, наприклад площа, довжина, периметр. Крім того, атрибутивною інформацією (яка визначається метаданими) може бути й час (часова форма), що відображається кількома способами, а саме: зазначенням часового періоду існування об'єктів, співвіднесенням інформації з визначеними моментами часу;
- формування веб-сторінки для коректного представлення та адекватного відображення загально-

географічної й тематичної інформації у сеансі діалогової взаємодії користувача з інтерактивною картографічною моделлю.

Джерелами даних для створення бази можуть служити вибіркові матеріали згідно із існуючою класифікацією в картографії [1] і нормативні документи [5, 6], що сформують відповідні інформаційні групи: числові (переважно статистичні), текстові. Порядок їх використання в алгоритмі створення інтерактивної карти критичної інфраструктури м. Києва визначається програмою карти. За допомогою внесених до бази даних координат об'єктів критичної інфраструктури числова і текстова інформація на основі використання графічних змінних і прийомів картографування перетворюється на картографічну.

На першому етапі алгоритму розробляється шаблон оформлення карти (географічної основи) через генерацію тайлів у ньому для усієї території картографування. Для цього доцільним є використання продукту з відкритим програмним кодом TileMill v 0.10.1 компанії Mapbox [10]. На практиці обираються лише ті інформаційні елементи, які необхідні для формування географічної основи тематичної карти. Дані для різних картографічних шарів можна знайти на таких сайтах, як OpenStreetMap, Natural Earth, Gadm та ін. Далі створені тайли експортуються до формату mbtiles і видобуваються зі збереженням на жорсткий диск у директорії обраного сервера за допомогою програми mb-util, після чого обраний веб-сервер уже може надсилати їх до браузера як звичайні растрові зображення.

Фізично структура таблиць бази даних по об'єктах критичної інфраструктури в м. Києві (другий етап) та її інформаційне наповнення формуються в безкоштовній СУБД MySQL і підтримують клієнт-серверний підхід у багатокористувацькому режимі, а інтерфейс реалізується за допомогою загальнодоступної офісної програми Microsoft Access. Це забезпечує досить швидко реалізацію та можливість використання користувачем усіх вбудованих в ній інструментів для аналізу й актуалізації семантичних даних. Для збереження та роботи з просторовими даними обґрунтовується обрання широкоточкованого шейп-формату як такого, що дозволяє використовувати картографічні дані (і не тільки) як у ліцензійній настільній ГІС ArcGIS, так і у ГІС із відкритим кодом – QGIS.

Програма-клієнт, що відображає інтерактивну карту в браузері (третій етап), написана за допомогою JavaScript. При цьому можливе використання низки бібліотек: для отримання даних із Google Docs – tabletop.js; для показу тематичного (спеціального) змісту карти відповідними способами картографічного зображення та прийомами картографування – leaflet.js; для показу даних – d3.js.

Етапи розробки інтерактивної карти вказаного тематичного змісту, які формують відповідний алгоритм, в узагальненому вигляді візуально можуть бути представлені структурно-графічною моделлю (рис. 1).

Рис. 1. Узагальнена модель послідовності практичного створення інтерактивних карт на основі технології геоінформаційних систем

Висновки та перспективи подальших досліджень. Згідно з поставленою метою наукового обґрунтування процесу створення інтерактивної тематичної карти (на прикладі критичної інфраструктури м. Києва) шляхом формування відповідного алгоритму доцільно зробити такі висновки:

1. Вибір технологічного рішення розробки алгоритму створення інтерактивних карт на основі ГІС із візуалізацією відповідно до існуючих напрямів роботи над електронними картографічними моделями насамперед пов'язаний з її багатофункціональністю.

2. Теоретико-методологічний рівень формування алгоритму створення інтерактивної карти критичної інфраструктури м. Києва базується на сучасній теоретичній концепції геоінформаційного картографування, яка інтенсивно розвивається в умовах парадигми комп'ютерної картографії та в методологічних підходах і принципах її можливої практичної реалізації.

3. Методичний рівень алгоритму створення інтерактивної карти критичної інфраструктури за обраною технологією передбачає розробку логічної структури елементів бази даних відповідно до системи управління ними, що використовується в програмному забезпеченні, а також пов'язаний з апаратними і програмними засобами для його фізичної реалізації.

4. Джерелами даних для створення бази можуть служити вибіркові матеріали згідно із існуючою класифікацією в картографії та чинні нормативні документи, призначені для формування відповідних інформаційних груп: словесних (переважно статистичних) і текстових. Порядок використання джерел даних в алгоритмі створення інтерактивної карти критичної інфраструктури м. Києва визначається основним документом на карту.

5. Алгоритм розробки інтерактивних карт (на прикладі критичної інфраструктури м. Києва) на методичному рівні має послідовно виконувати три етапи: розробка шаблону оформлення карти (представлення для подальшої роботи з нею) за тайловою технологією; вибір даних із бази та їх перетворення до показників картографування і застосування реалізованих прийомів; розміщення (відображення) інтерактивної карти у браузері.

Перспективними вбачаються подальші дослідження, що будуть спрямовані на реалізацію сформульованих теоретико-методологічних положень через виконання алгоритму розробки інтерактивної карти критичної інфраструктури м. Києва, забезпечення зворотного зв'язку шляхом взаємодії із зацікавленими організаціями й установами, у тому числі органами виконавчої влади.

Э. Бондаренко, д-р геогр. наук, проф.,

Р. Шорохова, асп.,

Н. Кирилюк, магистр

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина

Список використаних джерел:

1. Берлянт А. М. Картография : учебник для вузов / А. М. Берлянт. – М. : Аспект Пресс, 2002.
2. Бондаренко Е. Л. Багатофункціональна інтерактивна карта регіону як альтернатива його комплексного електронного атласу / Е. Л. Бондаренко, Р. С. Шорохова // Вісн. Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Географія. – 2016. – № 64. – С. 61–64.
3. Бондаренко Е. Л. Інфраструктури просторових даних у вирішенні сучасних проблем регіону / Е. Л. Бондаренко // Часопис соціально-економічної географії. – 2013. – № 2 (15). – С. 29–33.
4. Геоинформатика : учебн. для студ. вузов / Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарёв, В. С. Тикунов и др. ; под ред. В. С. Тикунова. – М. : Изд. центр "Академия", 2005.
5. Поняття про критичну інфраструктуру [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mailswm.com/2012/10/ponyattya-pro-kritichnu-infrastrukturu.html>
6. Порядок формування переліку інформаційно-телекомунікаційних систем об'єктів критичної інфраструктури держави [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/563-2016-%D0%BF/paran17#n17>
7. Adobe_Flash [Електронний ресурс]. – Режим доступу : uk.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash
8. European Programme for Critical Infrastructure Protection [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISUM:133260>
9. Federal Register [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.federalregister.gov/documents/1998/08/05/98-20865/presidential-decision-directive-63-on-critical-infrastructure-protection-sector-coordinators>
10. TileMill | Mapbox [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.mapbox.com/help/define-tilemill/

References:

1. Berlyant A. M. Cartographia : [uchebnik dlia vuzov] / Berlyant A. M. – Moskva: Aspect Press, 2002. – 336 s.
2. Bondarenko E. L. Bahatofunktsionalna interaktyvna karta rehionu yak alternatyva yoho kompleksnoho elektronnoho atlasu / E. L. Bondarenko, R. S. Shorokhova // Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Geografiya. – 2016. – № 64. – С. 61–64.
3. Bondarenko E. L. Infrastruktury prostorovykh danykh u vyirshenni suchasnykh problem rehionu / E. L. Bondarenko // Chasopys sotsialno-ekonomichnoi geografii. – 2013. – № 2 (15). – С. 29–33.
4. Geoinformatica : [uchebnik dlia stud. vuzov] / E. G. Kapralov, A. V. Koshkariov, V. S. Tikunov [i dr.]; pod red. V. S. Tikunova. – Moskva: Izdatelskiy tsentr "Academia", 2005. – 480 s.
5. Ponyattya pro krytychnu infrastrukturu [Elektronny resurs]. – Rezhym dostupu: <http://mailswm.com/2012/10/ponyattya-pro-kritichnu-infrastrukturu.html>
6. Poryadok formuvannya pereliku informatsiino-telekomunikatsiinykh system ob'ektiv krytychnoi infrastruktury derzhavy [Elektronny resurs]. – Rezhym dostupu: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/563-2016-%D0%BF/paran17#n17>
7. Adobe_Flash [Elektronny resurs]. – Rezhym dostupu: uk.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash
8. European Programme for Critical Infrastructure Protection [Elektronny resurs]. – Rezhym dostupu: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISUM:133260>
9. Federal Register [Elektronny resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.federalregister.gov/documents/1998/08/05/98-20865/presidential-decision-directive-63-on-critical-infrastructure-protection-sector-coordinators>
10. TileMill | Mapbox [Elektronny resurs]. – Rezhym dostupu: www.mapbox.com/help/define-tilemill/

Надійшла до редколегії 14.05.18

АЛГОРИТМ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАЗРАБОТКИ ИНТЕРАКТИВНОЙ ТЕМАТИЧЕСКОЙ КАРТЫ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА КИЕВА

Рассмотрены вопросы разработки многофункциональной, интерактивной тематической карты критической инфраструктуры города Киева с формулированием соответствующего алгоритма. На основе проведенного анализа существующих технологических решений практического создания интерактивных карт – электронных картографических геоизображений, функционирующих в режиме двустороннего диалогового взаимодействия пользователя компьютера с программно-техническим обеспечением, – для конкретного решения обосновано применение геоинформационного технологического подхода с визуализацией.

Дана характеристика теоретико-методологического уровня разработки указанного алгоритма с представлением на его основе концептуальной модели географических данных объекта картографирования. Он включает: описание и определение географических элементов, из которых он состоит; установление способа их представления в стандартизированном информационном хранилище в виде базы данных; выбор типов пространственных объектов для показа элементов критической инфраструктуры на карте (географической основе); формулирование решения вопроса о способе представления их пространственной размерности и взаимосвязей с объектами реальной действительности; содержание базы данных; требования к получаемым результатам. Методический уровень предложенного алгоритма создания интерактивной карты критической инфраструктуры города Киева в соответствии с избранной технологией подразумевает разработку логической структуры элементов базы данных на основе системы управления ими, которая используется в программном обеспечении. Алгоритм связан с аппаратными и программными средствами для его физической реализации.

Основными этапами алгоритма разработки интерактивной карты критической инфраструктуры города Киева, формулирующими логическую последовательность её создания, являются: выбор программных продуктов для обеспечения картографической визуализации необходимой тематической информации с помощью показателей картографирования (объектов критической инфра-

структури) на географической основе путем применения принципа мультиуровневой генерализации по тайловому технологическому решению и серверному подходу (первый этап); представление данных в реляционных таблицах в соответствии с определением и содержанием пространственных объектов и их преобразования в показатели картографирования (второй этап); формирование веб-страницы для отображения общегеографической и тематической информации в целом и в сеансе диалогового взаимодействия пользователя с интерактивной картографической моделью (третий этап).

Ключевые слова: интерактивная тематическая карта, критическая инфраструктура, электронная картографическая модель, программно-техническое обеспечение, алгоритм, мультиуровневая генерализация, тайловое технологическое решение.

E. Bondarenko, Doctor of Science in Geography, Professor,
R. Shorokhova, PhD Student,
M. Kyryliuk, MSc
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ALGORITHM OF PRACTICAL DEVELOPMENT OF THE INTERACTIVE THEMATIC MAP CRITICAL INFRASTRUCTURE OF KYIV CITY

The article is devoted to consideration of issues of development of the multifunctional interactive thematic map of the critical infrastructure of Kyiv city with the wording of the corresponding algorithm. Based on the analysis of existing technological solutions for the practical development of interactive maps – electronic mapping models with the two-way user dialogical interaction and technical support of their functioning – for the specific solution substantiated application geoinformation technological approach with visualization.

The theoretical and methodological level of development of an algorithm for creating the interactive map of the critical infrastructure of Kyiv city with presentation on it of the conceptual model of the geographic data of the cartographical object, which includes: description and definition of geographical elements, which form it; select types of spatial objects to display critical infrastructure elements on the map; formulation of the solution of the question of how to represent their dimensionality and interrelationships with objects in reality; database contents; requirements for the obtained results. Methodological level of the algorithm for creating the interactive map of critical infrastructure according to the chosen technology provides for the development of the logical structure of the database elements in accordance with the management system of them, used in software, and also related with hardware and software tools for its physical realization.

The main stages of the algorithm for creating an interactive map of critical infrastructure of Kyiv city, which form the sequence of its creation, is defined: selection of software products to provide cartographic visualization of the necessary thematic information in the form of mapping indicators (critical infrastructure objects) geographically based on the application of the principle of multi-level generalization by tile technology solution and server approach (first stage); representation of data in the relational database in accordance with the definition and content of spatial objects and their transformation into mapping indicators (second); the formation of a web page for displaying general geographic and thematic information in the dialogue session of the user with an interactive mapping model (third stage).

Keywords: interactive thematic map, critical infrastructure, electronic cartographic model, software and hardware support, algorithm, multilevel generalization, tile technology solution.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2018.70.20>
УДК 528.91

С. Тітова, канд. геогр. наук, доц.,
Б. Сірий, студ.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ЗАСТОСУВАННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У КАРТОГРАФІЇ

Розглянуто суть поняття "доповнена реальність" у широкому розумінні, а також безпосередньо в рамках картографії. Указано основні особливості доповненої реальності, охарактеризовано принцип її роботи. Наведено приклади програм, що використовують технологію доповненої реальності, зазначено про варіанти її реалізації. Визначено основні напрями застосування доповненої реальності в картографії, надано стислу характеристику кожному з них. Розглянуто особливості роботи картографічних підприємств у процесі створення карт із доповненою реальністю, наведено перелік переваг і недоліків застосування цієї технології для потреб картографії.

Ключові слова: доповнена реальність, картографічна семіотика, картографія, ГІС.

Постановка проблеми. Стрімкий технологічний розвиток впливає на більшість галузей людської діяльності, зокрема значних змін зазнав процес картографічного виробництва. Лише впродовж останніх кількох десятиліть на зміну традиційній технології створення карт (ручне накреслення й укладання складальних оригіналів карт перед друком) прийшла комп'ютерна ера, технології якої не лише значно пришвидшили процес створення карт, а й зробили його більш економічним. Застосування комп'ютерних технологій знизило вимоги до фахівців картографічної галузі, оскільки навички роботи у програмних продуктах, що використовуються в процесі розробки карт (програми-векторизатори, інструменти для роботи з векторною і растровою графікою, географічні інформаційні системи), засвоюються порівняно легше, ніж складні технологічні процеси ручного накреслення, які вимагають не лише високого рівня освіченості картографа, а й психоемоційної та навіть фізичної витривалості.

Разом із цим комп'ютерні технології теж не стоять на місці. Від сучасного картографа вимагається не лише вміння розпоряджатися уже набутими знаннями та досвідом, а й постійно "тримати руку на пульсі", щоб

бути обізнаним щодо останніх нововведень у галузі та своєчасно освоювати нові підходи до створення картографічних творів. Поліпшення апаратних можливостей персональних комп'ютерів відкриває широкі можливості перед розробниками програмного забезпечення, що відповідно змінює технологію створення карт. Урешті-решт розвиток картографії призводить до того, що фахівці, рівень знань і навичок яких відповідає вимогам минулого десятиліття, зараз фактично неконкурентоспроможні, оскільки значно поступаються картографам, актуальні знання яких релевантні до теперішніх вимог.

Однак, навіть попри останні досягнення в галузі, перед картографами завжди постають проблеми, пов'язані зі способами оптимального відображення моделей реальної дійсності в паперовому (статичному) чи цифровому (динамічному) вигляді. Одним із засобів, який може сприяти розширенню зображувальних властивостей картографічних зображень, є доповнена реальність. Наразі програмні продукти (ідеться про додатки для мобільних пристроїв), що використовують технологію доповненої реальності, застосовуються насамперед у індустрії розваг і сфері послуг. Крім того, значний потенціал зазначе-