

ГЕОЛОГІЧНА ІНФОРМАТИКА

УДК 528.9:004.05

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.99.12>

Д. Ляшенко, д-р геогр. наук, доц.,

E-mail: uageog@gmail.com;

І. Цюпа, канд. геол. наук,

E-mail: tsyura@ukr.net;

В. Бабій,

E-mail: vitbabii@gmail.com;Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна;

В. Чехній, канд. геогр. наук,

E-mail: chekhniy@gmail.com,

Інститут географії НАН України,

вул. Володимирська, 44, м. Київ, 01054, Україна

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ КАРТ
НА ЕТАПАХ СТВОРЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ

(представлено членом редакційної колегії д-ром геол. наук, ст. дослідником О. І. Меньшовим)

Розроблено схему забезпечення якості карт (на прикладі картографічних творів геоecологічної тематики) у процесі створення картографічних зображень, що проєктуються для широкого кола користувачів. Основними методологічними інструментами досліджень є концептуальне моделювання і метод експертного оцінювання. Досліджено підходи до формування концепцій якості карт та їхнього оцінювання: утилітаризм, консеквенціалізм, велферизм, принцип екологічної цінності. З огляду на важливість забезпечення якості карт геоecологічної тематики на всіх етапах життєвого циклу продукту головним методичним прийомом стає розроблена алгоритмічна модель. Визначено підходи, алгоритми і групи критеріїв дослідження якості карт геоecологічної тематики: внутрішня якість (з позиції виробника), показники зовнішньої якості (з позиції споживача), зокрема технологічні, споживчі критерії, наукова та суспільна цінність. У ході експериментальних досліджень запропоновано методику оцінювання низки споживчих характеристик карт геоecологічної тематики. Проведений експертний аналіз факторів, що впливають на оцінювання якості картографічного зображення, засвідчив, що ієрархія їхньої важливості вибудовується у такій послідовності: вдалий колорит, достатня контрастність зображення, компоновання (розмір і розміщення елементів карти), підписи. Сформульовано особливості забезпечення якості геоecологічних карт у процесі їх створення та підвищення ефективності використання.

Ключові слова: якість карт, суспільне значення карт, концептуальне моделювання, геоecологія, геоecологічні карти.

Вступ. В останні роки зростає увага фахівців до якості та надійності даних, що використовуються для інтелектуального аналізу, отримання знань про предметну область, прийняття рішень і дії (Gervais et al., 2009). Разом із тим, навіть за умови застосування сучасних та якісних даних, неправильна інтерпретація і створення на їх основі карт може призвести до хибних рішень. Для прикладу нами обрано вивчення особливостей оцінювання якості карт у межах геоecології – інтегративного напрямку в науці, який характеризується "...центрованістю на проблемах взаємодії людини із довкіллям; акцентуацією на територіальному характері цих проблем; наданням більшої уваги не аналізу структури, будови територіальних систем, а тим процесам, які в них відбуваються і, зокрема, призводять до певних станів цих систем" (Гродзинський, 2005; 108). Геоecологічний підхід, популярний нині, забезпечує пізнання геосистем за допомогою численних моделей (Зацерковний та ін., 2020).

Постановка проблеми. Починаючи із праць Джереми Бентама та Джона Стюарта Мілля, категорії якості та корисності стають невід'ємною рисою визначення результативності й ефективності діяльності. Нині традицію продовжують представники утилітаризму (від лат. *utilitas* – користь) і прагматизму. Першою властивістю утилітаристської етики є *консеквенціалізм* (від англ. *consequence* – наслідок), що передбачає оцінювання наслідків діяльності. Друга властивість утилітаризму позначається за допомогою поняття *велферизм* (від англ. *welfare* – добробут), що означає поліпшення добробуту людей (або "корисності" діяльності). Третьою властивістю утилітаристської етики є *сумарне оцінювання*, згідно з яким корисність окремих складових цілого складається із метою визначення їхнього сукупного надбання. На противагу утилітаризму постає увага до категорії цінності.

Питання збалансованого природокористування та якості природного середовища (що належить до сфери інтересів геоecології) "перестають бути власне господарськими, а стають етично-ціннісними пріоритетами" (Круглов, 2020; 59). Набуває ваги принцип екологічної цінності: "все життя на Землі – цінне, визнаючи цінність живої природи і взагалі всього живого, незалежно від корисності та способу використання" (Рихліцька, 2011).

Четверта промислова революція, що виявляється в інтеграції виробництва і комп'ютерних мереж шляхом використання кіберфізичних виробничих систем та інтернету, декларує підвищення якості життя. Прийняття цих нововведень вимагає перепрофілювання працівників (Marr, 2018) і вироблення нових підходів до збирання і оброблення просторової геоecологічної інформації. Ще однією тенденцією є економіка вражень, або економіка досвіду (*experience economy*) (Pine та Gilmore, 1998). Відомо, що інновації традиційно розглядаються як пов'язані із технологічним розвитком продукції. Однак більшість секторів товарного виробництва досягає фази, на якій технологічні інновації більше не становлять основи конкурентних переваг, натомість відбувається впровадження емоційної цінності, що доповнює існуючу функціональну цінність (Beltagui et al., 2012).

Нині державні інституції втрачають монополію на створення карт, поняття якості та цінності карт і геосервісів стає все більше індивідуалізованим та орієнтованим на конкретного споживача. Багато пересічних споживачів не мають достатнього досвіду оцінювання якості просторових даних та карт, що створюються на основі цих даних. Проте нехтування правилами класичної картографії знижує ефективність карт як інструментів пізнання навколишнього світу.

З вищевикладеного стає зрозуміло, що за умов змін у технологіях виробництва та використання просторових даних поняття якості, цінності й ефективності карт розширюється і набуває нових вимірів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розрізняють внутрішню (дотримання стандартів виробництва просторових даних і карт) та зовнішню якість (зручність використання карт споживачем) (Gervais et al., 2009). Погляди на ці характеристики якості карт відзначаються еволюцією. У межах модельно-пізнавальної концепції картографії (Салищев, 1990) аналіз картографічних творів визначався як комплексне дослідження їхніх елементів і властивостей для визначення якості, а оцінювання картографічних творів розглядалося як визначення ступеню придатності карт для застосування при розв'язанні певних завдань. Визначали такі критерії: *математичну основу, геометричну точність, повноту змісту, достовірність, сучасність карт, якість оформлення, наукову цінність* (Салищев, 1990). Аналіз якості карт шляхом застосування кваліметричного підходу виконано в роботі (Гармиз, 1990). Виокремлено такі критерії, як *читаність, надійність, кондиційність, релевантність, дизайн, соціально-ідеологічна значущість*. Важливим етапом стало дослідження системи людина – карта і формулювання вимог до забезпечення надійності карт: *контрольованість, можливість внесення виправлень, інформаційна надійність, повнота, комунікаційна надійність* (Сералинас, 1995). Про надійність в оцінюванні спеціальних і тематичних карт ідеться в роботі (Донцов, 2016). Численні дослідники зазначали важливість дотримання якості вихідних даних у процесі створення карти: позиційна точність і точність атрибутів об'єктів, а також логічна несуперечливість, повнота, походження (Лурье, 2008). Тісно пов'язана зі споживчими характеристиками карт і якість інформаційної бази геоінформаційної системи (ГІС), серед них виділяють фактичне використання системи, задоволеність користувачів, отримання вигоди від експлуатації системи (Диденко, 2010). Про елементи оцінювання якості з позицій задоволеності вимог користувачів вели мову (Kahn et al., 2002), а канадські фахівці (Gervais et al., 2009) акцентували увагу на підході до управління ризиками у випадку неправильного використання просторових даних. Експериментальні роботи з оцінювання картографічного дизайну для карти зміни клімату запропонували (McKendry, Machlis, 2009). Методу забезпечення і контролю якості дизайну карт туристичної тематики наведено в роботі (Яловкіна, 2022).

Виділення нерозв'язаних раніше аспектів загальної проблеми. Існуючі підходи до оцінювання якості карт, представлені у нормативних документах, зводяться до оцінювання змісту, сучасності, достовірності, точності карт. Показники, зазначені у стандартах і технічних регламентах, вичерпно характеризують внутрішню якість цифрової карти (з позицій виробника), але не дають уявлення про споживчі характеристики внутрішньої якості карти для споживача і суспільства загалом. На тлі численних публікацій, присвячених оцінюванню якості баз просторових даних, дослідження споживчих характеристик якості карт практично не проводяться.

Метою досліджень є визначення завдань і методів підвищення якості геоєкологічних карт у ході їх створення і використання. Реалізація поставленої мети передбачає: 1) вивчення сучасних підходів до формування концепцій якості карт та їхнього оцінювання; 2) визначення алгоритму і критеріїв дослідження якості карт геоєкологічної тематики у процесі їх створення; 3) експертне оцінювання споживчих характеристик геоєкологічних

карт; 4) формулювання пропозицій щодо поліпшення якості геоєкологічних карт.

Виклад основного матеріалу дослідження. Квалітологія – наука про якість, заснована на системі взаємопов'язаних наукових принципів теорії управління якістю, кваліметрії і метрології (Зубецкая, 2015). Її витoki можна знайти у філософських ученнях: онтології, що описує спосіб існування і структуру реальності; епістемології, що стосується змісту, меж, методів та об'єктів людського пізнання; аксіології – ученні про цінність (Majchrzak et al., 2020). Оцінювання якості нині розуміється і здійснюється щодо товарів, послуг, даних, виробничих процесів і виробництва загалом (Juran, 1998).

У межах кваліметрії розробляють методи оцінювання якості конкретного об'єкта або процесу числом, що характеризує ступінь їхньої відповідності до певних вимог. При цьому якість визначається як деяка сукупність окремих корисних властивостей. Зазвичай ці властивості поділяють за ієрархічними рівнями залежно від ступеня їхньої спільності. До основних завдань кваліметрії відносять планування випуску нових виробів, дослідження ринку і забезпечення конкурентоспроможності товарів. Показники якості продукції обумовлені призначенням, надійністю і довговічністю, технологічністю, пов'язані зі стандартизацією і уніфікацією, ергономікою, естетикою тощо (Азгальдов, 1982).

Оцінювання карти, створення яких задіює як творчі, так і логічні аспекти нашого мислення, є не простим технічним завданням. Адже при створенні карти виконуються творчі процеси: розроблення змісту, легенди, умовних знаків карти, компонування; виконання генералізації (відбір, узагальнення); власне розміщення географічних об'єктів на карті (Яковлева, 2004).

У літературі поняття "якість" часто помилково відносять до точності просторових даних, відсутності невідповідності або помилки. Набори даних із високою просторовою точністю часто розглядають як високоякісні дані. Однак поняття якості виходить далеко за межі концепції просторової точності. Насправді воно зазвичай визнається як таке, що містить дві частини: внутрішню якість і зовнішню якість (Gervais et al., 2009).

Внутрішня якість належить до дотримання стандартів виробництва просторових даних і карт. Вона заснована на відсутності помилок у даних, процесах їх збирання та інтерпретації і стосується насамперед виробників даних (Лонский та ін., 2020). Ідеться про такі параметри: точність місцезположення і атрибутів, логічна послідовність, повнота просторових даних, якість метаданих (Van Oort, 2006; Hunter et al., 2009). Визначаються концептуальні підходи до забезпечення якості просторових даних у системі управління якістю надання геоінформаційних послуг на різних етапах життєвого циклу набору просторових даних (Карпінський та ін., 2012). Розробляються питання оцінювання якості просторових даних у ході створення загальногеографічних карт (Бондаренко та Писаренко, 2018). Відзначається важливість якості метаданих для оцінювання внутрішньої якості просторових даних (Капралов та ін., 2005). Використання для створення карт великих даних (Big Data) змінює спосіб збирання і аналізу даних. Справедливо, що використання Big Data може створити реальну цінність лише в поєднанні з якістю: ефективні рішення та дії є результатом правильних, надійних і повних даних. У такому сценарії необхідні методи оцінювання якості на основі типу даних у контексті, у якому дані мають використовуватися (Ardagna et al., 2018).

Другою важливою складовою ефективності використання карти або геосервісу є зовнішня якість, що

виявляється у задоволеності користувачів (Kahn et al., 2002), залежить від сучасності та коректності концепції зображення даних, зручності їхньої інтерпретації і оцінювання.

Етапи забезпечення та оцінювання якості у життєвому циклі створення і використання карт наведено на схемі (рис. 1).

Реалізацію схеми мають здійснювати виробники просторових даних, виробники та споживачі карт або геосервісів (рис. 2). Критерії якості та суспільної значущості карт можна згрупувати таким чином: якість вихідних просторових даних (внутрішня і зовнішня); якість створеної карти (внутрішня – технологічні характеристики, зовнішня – споживчі характеристики, суспільне значення карти).

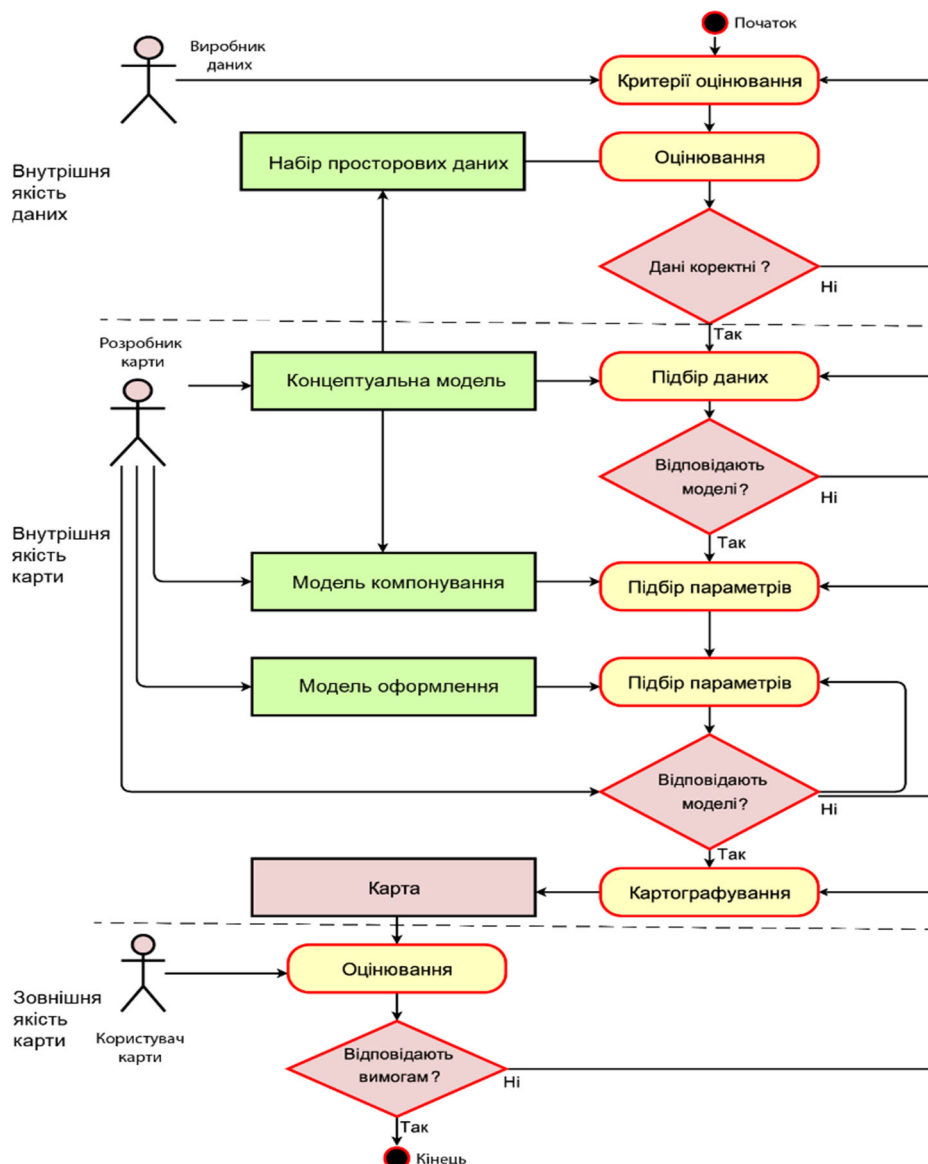


Рис. 1. Схема забезпечення та оцінювання якості у життєвому циклі створення і використання карт

На першому етапі виробник просторових даних шляхом дотримання стандартів і технічних регламентів забезпечує внутрішню якість просторових даних (точність місцезположення і атрибутів; логічну послідовність, повноту просторових даних, якість метаданих). Аналіз засвідчив, що етап виробництва просторових даних найбільш повно представлений у публікаціях (Карпінський та ін, 2012).

На другому етапі до забезпечення якості карт долучається група розробників (автор, картограф, ПІС-спеціаліст, редактор карти). Вони стежать за відповідністю зібраних просторових даних до **концептуальної моделі предметної області, моделей компонування, моделей оформлення** (неформальних уявлень про гармонійний дизайн), що забезпечують внутрішню якість

карти, її релевантність знанням розробників про предметну область. При цьому ідеться про зовнішню якість просторових даних, яка є важливим чинником, що дозволяє забезпечити внутрішню якість карт.

На третьому етапі споживач цілеспрямовано або підсвідомо порівнює кожен картографічний твір із неформальними уявленнями про "ідеальну карту". Насамперед це стосується вдалого дизайну картографічного зображення та можливості зчитати закладену розробниками інформацію. Споживач оцінює карту, зважаючи на систему знань, переконань і цінностей, що сформована у нього, тобто порівнює зі своїми уявленнями щодо предметної області. Тут мають значення характеристики кондичійності (точність, повнота, достовірність), репутація розробника карти, ціннісна значущість карти в межах

соціально-культурної системи, у якій усвідомлює себе споживач (суспільне значення). Наприклад, після аварії

на Чорнобильській АЕС 1986 року суспільне значення картографування її наслідків в Україні суттєво зросло.

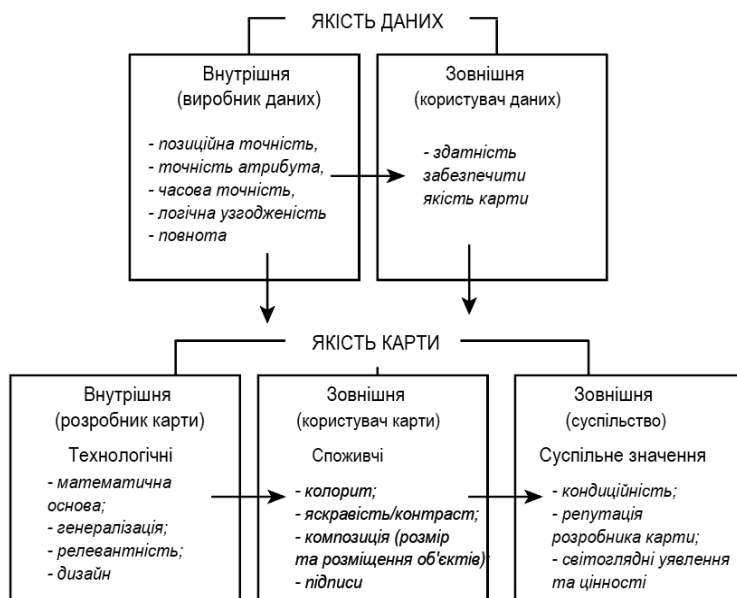


Рис. 2. Характеристики якості просторових даних і карт

Далі зосередимо увагу на **концептуальному моделюванні предметної області** геоєкології. Нині дослідження в галузі геоєкології виходять за межі утилітаризму та лежать у контексті парадигми збалансованого (стійкого, підтримуваного) розвитку. Стієкість за (O'Connor, 2006) характеризується як "спільна еволюція економічних, соціальних і екологічних систем" за умови системного регулювання і управління (політичної сфери). Останні роки до концепції сталого розвитку додають необхідність упровадження циркулярної економіки як "регенеративної системи, у якій введення ресурсів і відходи, викиди та витік енергії мінімізують шляхом уповільнення, закриття і звуження матеріальних та енергетичних ланцюгів" (Geissdoerfer, 2017). Очевидно, що згадані концепції є ціннісною основою геоєкологічних карт.

Геоєкологія досліджує трансформацію людиною геосистем у процесі її діяльності, зокрема формування міських ландшафтів (Romanukha et al., 2020), агроландшафтів (Яцухно та Мандер, 1995), територій видобутку корисних копалин тощо. У ході цієї трансформації за рахунок процесів тепло- і вологообміну, біогеохімічних кругообігів, певних видів господарської діяльності й соціокультурних відносин (Шищенко та Гавриленко, 2018; 10) змінюються всі складові ландшафту (Денисик, 2013) і надр, пов'язані з видобутком корисних копалин (Терещук, 2007; Trofutchuk et al., 2018; Руденко та ін., 2005). Останні потрапляють у сферу екологічної геології (Коржнев та ін., 2005; 224). Геоєкологія визначається як комплексна природничо-наука, "...яка використовує географічний і екологічний підходи та досліджує геоекосистеми з метою оптимізації довкілля людини" (Шищенко та Гавриленко, 2018; 10). У літературі зустрічаються терміни *екологічна географія* (Барановський, 2001), *еколого-географічне картографування* (Бондаренко, 2007), *екологічне картографування* (Даценко та Ніжинська, 2018). У нашому дослідженні вважатимемо їх спорідненими напрямками картографування.

Об'єктом геоєкологічного картографування є **геоекосистеми** (ГЕС) різного ієрархічного рівня. Базова геоекосистема визначається як генеральна екологічна

просторова модель ландшафту, що покликана відображати його найсуттєвіші властивості (Кружлов, 2016; 169). До тематики геоєкологічного картографування віднесемо, по-перше, стан середовища – приземного повітря, вод, ґрунтів, рослинних угруповань та популяцій, ландшафтних структур загалом; напрямів і ефектів використання геологічного простору (печери, карстові порожнини, поровий простір геологічних формацій, гірничі виробки, копальні, штреки, шахти, кар'єри тощо) (Коржнев та ін., 2005; 37); по-друге, антропогенний тиск на середовище, що спричиняє його зміни (зміни гідрологічного режиму поверхневих водних об'єктів та ґрунтових вод, забруднення компонентів геоекосистем, зокрема хімічне, теплове, радіаційне й біологічне забруднення геологічних об'єктів, техногенна активізація геологічних процесів, зміни геофізичних і геохімічних полів, формування техногенних відкладів, зменшення біорізноманіття тощо); по-третє, оптимізацію середовища шляхом реалізації системи заходів, упорядкування та інтерпретацію даних про компоненти геоекосистеми та зміни їхніх параметрів у часі (напр. рекультивация території), експертизи екологічних наслідків освоєння території (Закон України..., 2017).

Карти геоєкологічної тематики найчастіше є оригінальними за змістом авторськими творами, і підбір математичної основи, ступеня генералізації змісту карти, створення макету компоновання характеризуються невизначеністю. Наприклад, зсуви ґрунту у великому масштабі займають площу, що виражається в масштабі карти і може відображатися способом ареалів, а у дрібному – позамасштабними ареалами або локалізованими значками. При створенні баз просторових даних, які містять велику кількість об'єктів, розташування кожного з них не завжди потрібне, важливіше значення мають відносні місця розташування об'єктів дослідження, а також зв'язки між ними, щільність, розподіл, ареали поширення тощо (Li et al., 2018).

До **споживчих характеристик** карти слід віднести насамперед дизайн та якість оформлення карти і, як наслідок, легкість її читання. У ході оцінювання якості карт геоєкологічної тематики (McKendry, Machlis, 2009) слід

здійснити критичний аналіз ефективності використання картографічної проєкції; ступеня генералізації, вдалої класифікації даних, макету карти, що акцентує увагу на головному, графічних змінних (відтінку та насиченості кольору, розмірів і форми знаків і візуальної ієрархії). Всі ці параметри добре узгоджуються із критеріями якісного дизайну, запропонованими в роботі (Яловкіна, 2020): читаність зображення, розрізнення, наочність, різноплановість, естетичність, інформативність, метричність.

Суспільне значення геоекологічних карт стосується їхнього ціннісного спрямування (суспільного блага, добробуту, збереження біосфери, виживання людської популяції). Різні базові настанови, наприклад біоцентричний і антропоцентричний підходи в картографуванні (Стурман, 2003; 8), можуть суперечити один одному. Говорячи про ціннісні аспекти геоекологічних карт, слід зазначити базові принципи, на основі яких можна здійснювати аналіз карт. Концепція "Ми не можемо чекати милості від природи, взяти її в неї – наше завдання", сформульована, як вважають, ботаніком Іваном Мічуріним, стала головним лейтмотивом споживацького ставлення до природи і нині не може бути ціннісним орієнтиром геоекології та природокористування. Ліберальні цінності приватної ініціативи та вигоди, що базуються на принципах вільного ринку і прав людини, нині перебувають у глибокій кризі та не дають вичерпної відповіді щодо збереження природного середовища. Прикладами застосування ліберальних цінностей є перенесення шкідливих виробництв до країн із недосконалим природоохоронним законодавством і знищення осередків дикої природи під гаслом забезпечення добробуту локальних спільнот. На нашу думку, визначення суспільного значення карт не є простим завданням. Найбільш адекватним світоглядним орієнтиром для оцінювання суспільного значення геоекологічних карт є ідея суспільного блага, яку фахівці спробували втілити у Доктрині "Україна 2030".

Методика оцінювання споживчих характеристик карт. Схема забезпечення якості геоекологічних карт

(див. рис. 1) передбачає здійснення аналізу й оцінювання карт на всіх етапах за допомогою кількісних та якісних методів дослідження. Кількісні методи передбачають використання структурованих або напівструктурованих анкет, які унеможливають вільний дискурс респондентів. Результати анкетування виражаються чисельно, що дозволяє застосувати математичні методи. Якісні ж методи передбачають використання методик глибоких інтерв'ю та наукового апарату психології, соціології, семіотики.

У роботі запропоновано методику опитування (експертного оцінювання) споживчих характеристик геоекологічних карт. За результатами опитування було здійснено кількісний і якісний аналіз.

Методика передбачає використання одного з можливих способів агрегування думок колективу експертів у задачі квантифікації переваг, виражених у вербальній формі. Анкету опитування створено на сервісі Google Forms <https://bit.ly/3lla41a>. Анкета була розповсюджена через посередництво авторів у різний спосіб (електронні листи, соціальні мережі тощо). Респондентами опитування обрано фахівців у галузі геоматики (науковці, викладачі ЗВО, студенти, що навчаються за спеціальністю 193 "Геодезія та землеустрій"). Для ідентифікації категорії користувачів обробляли додаткову інформацію з анкети. Опитування можна було здійснити лише одного разу, воно було цілком добровільним, без жодних заохочень учасників. У результаті опитування було проаналізовано 64 анкети. Запитання були однакові для всіх учасників: Чи ефективно на карті використані такі засоби зображення: 1) колорит, 2) яскравість/контраст, 3) розмір і розміщення знаків та фігур, 4) підписи. За базову модель опису переваг брали вербальні оцінки "відмінно", "задовільно", "жахливо". Відповіді респондентів щодо результатів оцінювання кожної карти було переведено у бали. Розраховано максимальні та мінімальні значення, медіану і середнє арифметичне для кожної карти та кожного критерію. Визначено внесок кожного критерію в підсумкову оцінку (табл. 1).

Таблиця 1

Значення статистичної обробки результатів оцінювання характеристик картографічного зображення (бали)

	Критерії оцінювання якості картографічного зображення			
	Колорит	Яскравість, контраст	Розмір знаків	Підписи
Максимальне значення	57,1	56,5	57,8	58,0
Мінімальне значення	40,0	33,0	30,3	19,7
Різниця між максимальним і мінімальним значеннями оцінок	17,0	23,5	27,5	38,3
Медіана	52,2	49,9	50,9	50,6
Середнє арифметичне	51,0	48,2	47,7	45,7

Середнє значення оцінок за різними критеріями лежить у діапазоні від 45 до 51 бала, що може свідчити про таку ієрархію ролі критеріїв для оцінювання: 1) вдалий колорит, 2) достатня контрастність зображення, 3) компонування (розмір і розміщення елементів карти), 4) підписи. Про важливість кольору як зображувального засобу для карт кажуть багато фахівців (Christophe et al., 2011). Різниця між максимальним і мінімальним значеннями оцінок за критеріями має протилежну тенденцію (ефективність застосування підписів має найбільшу амплітуду оцінок для різних карт).

З метою поділу сукупності оцінюваних карт на групи проаналізовано подібність і відмінність (з погляду відстані) кожної карти одна від одної у просторі критеріїв. Для цієї мети було використано метод нейронних мереж, зокрема побудовані карти Кохонена, що самоорганізуються. Виконання кластеризації здійснено за допомогою програмного забезпечення Deductor Studio. Метод дозволив

побудувати семантичну карту, елементи якої утворили п'ять кластерів, де схожі приклади (вектори оцінок) зображуються близькими один до одного, а несхожі – протилежними (рис. 3).

Вважаємо карти Кохонена ефективним методом оброблення результатів оцінювання якості карт групою експертів.

Додаткові пункти анкети передбачали розгорнуту відповідь на запитання: "Які ще, на Вашу думку, параметри карти впливають на її наочність, інформативність, ефективність?" та "Що означає вдалий дизайн карти?". Семантичний аналіз відповідей на ці запитання було здійснено за допомогою вебресурсу <https://listio.com>. У результаті найуживанішими словами для опису ефективності карти були "зображення", "масштаб", "тематика", "актуальність". Серед характеристик вдалого дизайну карти респонденти найчастіше використовували терміни "кольори", "розмір", "підписи",

"інформація", "зрозумілість", "збалансованість", "компо-нування", "легкість читання".

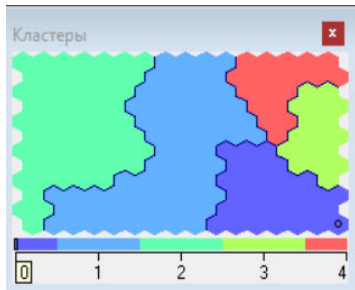


Рис. 3. Поділ множини оцінюваних карт на групи за показниками якості

Розглянемо напрями поліпшення якості карт у процесі їхнього створення. Легкість і доступність цифрових даних для копіювання та поширення призвела до різкого зростання використання геообразень низької якості. Фахівці справедливо зазначають, що важливо не просто візуалізувати існуючі дані. Спочатку слід дослідити предметну область, створити концептуальну модель і підібрати дані, які зможуть адекватно її відобразити. Така модель корисна для створення картографічної основи, вибору одиниць картографування.

Концептуальна основа створюваної карти базується на уявленні фахівців про геоекосистеми та просторово-часові аспекти їхнього функціонування. Такі уявлення можна розглядати як наукові образи, придатні для моделювання реальних ситуацій. Борис Родоман (Родоман, 2013) пропонує перелік деяких найхарактерніших абстрактних моделей геопростору: 1.1 – зернистий (такий, що суцільно складається з окремих тіл, ареалів, ділянок, тобто завжди дискретний); 1.2 – польовий (неперервний); 2 – мережевий (нібито витканий зі шляхів сполучення, водотоків або граничних ліній) та деякі його різновиди; 2.2 – поздовжньо зонований лінійно-вузловий, оточений фоном; 2.2.a – ареали-вузли, з'єднані коридорами і суміщені зі стилями вузлових районів; 2.5 – тканинний геопростір тощо. Ці наукові абстракції найтісніше пов'язані з уявленнями про біологічні, географічні та геологічні процеси, що відбуваються в геоекосистемах і виявляються у потоках тепла, вологи та хімічних речовин, міграції тварин тощо.

У більшості випадків створення геоекологічних карт передбачає комплексність відображення компонентів природного середовища, що виявляється в узгодженості інформаційних шарів: четвертинних відкладів, гідрогеології, рельєфу, гідрографії, ґрунтів. Це часто передбачає залучення фахівців різних галузей до роботи зі створення та редагування карт або атласів.

Оскільки нині створення карт відбувається в програмному середовищі, то технологія їх створення успадковує понятійно-термінологічний апарат і методи проєктування баз даних. При створенні геоекологічних карт також відбувається декомпозиція предметної області на окремі класи понять (концептуальні класи) або об'єкти відповідно до мети дослідження. Кожен об'єкт характеризується станом, певною поведінкою і унікальною ідентичністю. Об'єктно-орієнтований підхід до моделювання передбачає відображення логічних відношень між об'єктами різних тематичних груп та побудову концептуальних моделей.

Першим етапом моделювання майбутньої карти є створення концептуальної моделі, що будується у вигляді організаційних діаграм, які логічно упорядковують об'єкти, зв'язки, показники картографування тощо. Їх

найчастіше зображують за допомогою уніфікованої мови моделювання (UML), яка нині є невід'ємною частиною уніфікованого процесу розроблення програмного забезпечення і створення баз даних. Опис предметної області за допомогою UML у процесі створення карт є корисним з огляду на співпрацю авторів із фахівцями ІТ.

Для визначення характеристик якості для суспільства доречно в ході аналізу перевірити відповідність кожної карти до завдань і тематики геоекологічного картографування. Важливою при цьому є концепція **трансляційної екології** (англ. translational ecology), що пов'язує екологічні знання з прийняттям рішень, "інтегруючи екологічну науку з повним комплексом соціальних вимірів, що лежать в основі сучасних екологічних проблем" (Enquist et al., 2017). При цьому використовується концепція екосистемних послуг, що базується на ліберальній доктрині оцінювання прямої та опосередкованої вигоди, яку суспільство отримує від екосистеми (Carpenter et al., 2009; Fisher et al., 2009). Вітчизняні фахівці говорять про прикладну (оптимізаційну) геоекологію, що розробляє і впроваджує стратегії оцінювання, планування і управління довкіллям, запобігання критичним порушенням геоекологічних функцій компонентів природи та інтегрування результатів досліджень у практику територіального планування і менеджменту (Шищенко та Гавриленко, 2020). Певні карти дозволяють здійснити геоінформаційний аналіз території за допомогою констатуючих та прогнозних геоекологічних індикаторів (з різнобічною характеристикою та частковою) (Востокова та ін., 1988; 14-15).

На нашу думку, карти стають тим містком (рис. 4), що з'єднує наукові знання і практику прийняття управлінських рішень (Bitoun et al., 2022).

Рис. 4 ілюструє ланцюжок трансляції наукових знань від дослідників до осіб, що приймають управлінські рішення. Як показано на рисунку, фахівці за допомогою карт і геосервісів здійснюють об'єднання знань між експлуатацією природного середовища та добробутом населення на певній території, розробляють індикатори оцінювання інтенсивності природокористування. Саме карти унаочнюють інформацію для зацікавлених сторін (стейкхолдерів): представників бізнесу, членів наукових кіл, уряду, неурядових організацій, осіб, які приймають рішення, місцевих громад. Важливим є вироблення зрозумілого для учасників процесу понятійно-термінологічного апарату (глосарія), зрозумілого всім учасникам, який виявиться у заголовках і текстах легенд карт.

Географічна основа. Нині стає популярним використання як географічної основи космофотозображень або різноманітних картографічних сервісів. Зростаюча кількість та якість доступних цифрових просторових даних, отриманих із БПЛА (безпілотних літальних апаратів), лазерним скануванням чи за допомогою супутникових знімків (космічні апарати "Landsat", "Sentinel" тощо), зумовлюють необхідність оцінювання їхньої якості.

Зростають можливості краудсорсингових картографічних сервісів, а оскільки такі ресурси, наприклад "Відкриту карту вулиць" (OpenStreetMap (OSM)), наповнюють просторовими даними не професіонали, а звичайні користувачі, то виникають сумніви щодо оцінювання їхньої точності та достовірності (Arsanjani et al., 2013; Haklay, 2010).

Сьогодні доступними джерелами є цифрові моделі рельєфу (ЦМР), створені на основі лідарних знімків різного просторового розрізнення, від БПЛА до космічних апаратів. Різноманітні доступні джерела – SRTM, хмари точок, топографічні карти – відображають різні рівні узагальнення рельєфу земної поверхні. Важливою вимогою

є відповідність детальності відображення рельєфу до масштабу моделі геоекосистеми. ЦМР дозволяє описати морфологічні властивості ландшафту. Морфометричні характеристики, отримані внаслідок аналізу висот і

мережі тальвегів та вододілів, передають просторову диференціацію фактичних і потенційних геоморфологічних процесів, а також створюваних внаслідок їхньої дії відкладів (Круглов, 2020; 105).

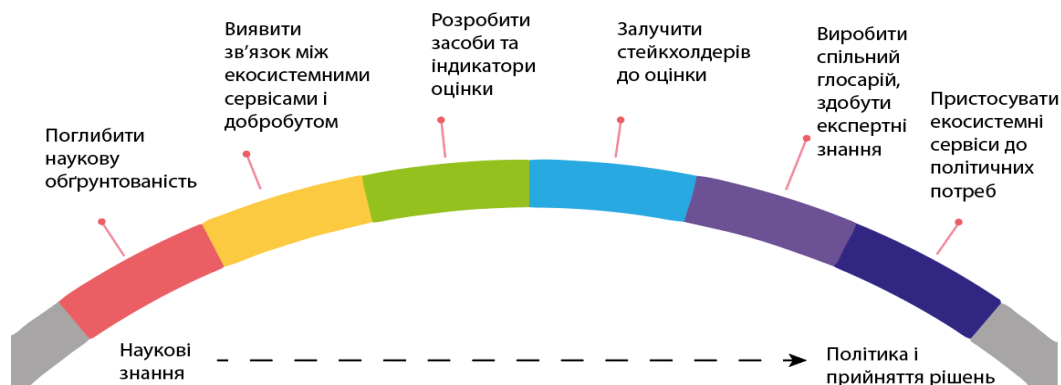


Рис. 4. Роль карт і геосервісів у трансляції наукових знань від науковців до управлінців (Bitoun et al., 2022) із доповненнями

Одиниці картографування. На основі абстрактних моделей геопростору виділяють одиниці картографування, тобто елементарні об'єкти карти, у межах яких відображаються параметри геоекосистем та їхніх компонентів. У більшості випадків ці параметри змінюються поступово, отже, проведення меж ареалів є доволі суб'єктивною задачею. Як одиниці картографування територіальних осередків організації інформації можуть використовуватися регулярні мережі, одиниці адміністративно-територіального поділу або природні ареали, урбанізовані райони, що виділяються за тематикою дослідження (річкові басейни, лісові масиви, промислові та видобувні регіони), також часто використовується мережа одиниць фізико-географічного районування.

У ГІС головними графічними примітивами є точки, лінії, полігони, поверхні, поля векторів, потоки, теселяції (структури даних, що поділяють двовимірні області на багатокутні плитки або тривимірні області таким чином, що фігури не перекриваються і не виникають прогалини). Постає слушне питання: які зі структур даних адекватно описують досліджуваний об'єкт, явище чи процес? Це питання слід ставити у процесі створення карти, а також у процесі аналізу карти та визначення її якісних характеристик. При цьому слід уявляти просторовий розподіл характеристик дискретних об'єктів, неперервних полів і речовинних та інформаційних потоків у геосистемах.

Вибір одиниць картографування здійснюється на основі територіального розподілу досліджуваних параметрів, наприклад геоморфологічних або екологічних одиниць (морфоскульптури, екорегіони тощо), і залежить від масштабу дослідження. Загалом слід погодитися з І. Кругловим про доцільність спрощеного підходу, адже відображення на картах меж і характеристик просторових одиниць усіх ієрархічних рангів може бути надмірним і ускладнювати сприйняття змісту. Також важливо, що під час експедиційних геоекологічних досліджень межі дрібних одиниць обліку інформації переважно не знімають – фіксують лише координати центроїдів та їхні орієнтовні розміри і конфігурацію (Круглов, 2020; 130).

Джерела даних. Якість карти визначається підбором відповідних джерел просторових даних. Створення геоекологічних карт базується на синтезі інформації про стан середовища з різних тематичних галузей знань. Важливим джерелом даних є ДЗЗ у різних діапазонах спектра та різного просторового розрізнення (БПЛА, літаки,

супутники). За цими даними визначають температуру поверхні, зімкнутість намету деревостану, висоту дерев, площу та фрагментацію угідь, переважаючі типи рослинності, вегетаційні індекси тощо. Об'єкти ситуації на території (водно-болотні угіддя, ліси, луки, забудовані землі, рілля тощо) корисні для виділення меж геоекологічних ареалів. Параметри цих об'єктів отримують шляхом оброблення даних дистанційного зондування або запозичують зі спеціалізованих геопросторових баз даних, наприклад CORINE (Круглов, 2020; 113). БПЛА дозволяють визначити зімкнутість крон, розміщення гнізд птахів і підрахувати кількість особин великих тварин.

Іншим важливим джерелом даних для карт є дані про рельєф – його типи, форми та асоціації форм. Ці дані пов'язані зі складом і властивостями відкладів, а отже, і параметрами міграції води та розчинених у ній речовин у літосфері.

Новітня апаратура (GPS навігатори, планшети, смартфони та цифрові засоби аудіовізуальної фіксації даних) дозволяє визначити положення у просторі ділянок із варіаціями експозиції і крутості схилів, фенологічних характеристик, фрагментації ландшафтів тощо. Для моніторингу біоти використовують GPS-ошейники, фотопастки тощо.

Висновки. Актуальність представленої авторської схеми забезпечення якості геоекологічних карт полягає у формуванні наукової основи для проведення їх аналізу й оцінювання на всіх етапах створення карт, а також у процесі використання.

Методологічна база дослідження ґрунтується на теорії забезпечення якості продукції. На кожному етапі створення і використання геоекологічних карт визначаються учасники процесу аналізу й оцінювання (виробники просторових даних, розробники карт, рецензенти та кінцеві користувачі). Авторська схема відображає відповідальних за забезпечення внутрішньої якості просторових даних (розробники даних), внутрішньої якості карт (розробники карт), зовнішньої якості карт (споживачі, редакторів, рецензентів). Визначено складові технології оцінювання карт: кількісні методи (структуровані або напівструктуровані анкети); якісні методи (інтерв'ю, семіотичний аналіз тощо).

Особливу увагу в роботі приділено опрацюванню варіанта оцінювання низки споживчих характеристик оформлення карт. Визначено перелік критеріїв оцінювання: колорит, яскравість і контраст, композиція і використання підписів. Здійснене опитування щодо споживчих характеристик якості карт, з одного боку, сприяло засвоєнню

студентами теми "Картографічний дизайн", з іншого – аналіз результатів дозволив сформулювати тезу про надзвичайну важливість кольорового оформлення для реалізації завдань ефективності карти, що означає донесення до читачів її головного повідомлення.

Сформульовано напрями поліпшення якості геоecологічних карт на етапах вибору географічної основи, одинокі картографування і відповідних джерел просторових даних. Подальший розвиток цього напрямку передбачається здійснювати у двох аспектах: розроблення основних положень теорії аналізу й оцінювання карт і продовження експериментальних робіт.

Список використаних джерел

- Азгальдов, Г. (1982). Теория и практика оценки качества товаров. Основы квалиметрии. Москва: Экономика.
- Барановський, В.А. (2001). Екологічна географія і екологічна картографія. Київ: Фітосоціоцентр.
- Бондаренко, Е.Л. (2007). Геоінформаційне еколого-географічне картографування. Київ: Фітосоціоцентр.
- Бондаренко, Е., Писаренко, Р. (2018). Якість цифрових просторових даних як визначальна складова інформаційного забезпечення сучасних загальногеографічних карт. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*, 2(39), 6–11.
- Востокова, Е.А., Сушеня, В.А., Шевченко, Л.А. (1988). Экологическое картографирование на основе космической информации. Москва: Недра.
- Гармиз, И. (1990). Теоретические основы и методы оценки качества карт. *Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 05.24.03*. Ленинград.
- Гродзинський, М.Д. (2005). Пізнання ландшафту: Місце і простір. Т. 1. ВПЦ "Київський університет".
- Дацинко, Л., Ніжинська, Ю. (2018). Особливості екологічного картографування території для навчальних цілей. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*, 2, 12–15.
- Денисик, Г.І. (2013). Антропогенне ландшафтознавство у першій половині ХХІ століття. *Наукові записки. Серія: Географія: зб. наук. пр. Вінниць. держ. пед. ун-ту ім. М. Коцюбинського*, 25, 7–12.
- Диденко, Д. (2010). Разработка модели оценки качества информации в ГИС. *Известия Южного федерального университета. Технические науки*, 105(4), 4.
- Донцов, О. (2016). Надійність карт і планів у забезпеченні туристично-екскурсійної діяльності. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*, 24, 34–38.
- Закон України "Про оцінку впливу на довкілля". (2017). Верховна рада України, № 2059-VIII.
- Зацарковний, В., Плічко, Л., Приліпко, О., Ніколаєнко, О., Мужанова, Т. (2020). Обґрунтування доцільності застосування геоінформаційних систем у ландшафтно-екологічному моніторингу. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 1 (88), 98–105.
- Зубецкая, Н.А. (2015). Структурное моделирование качества продукции как многомерного объекта измерения и управления. *Технологический аудит и резервы производства*, 22, 44–48.
- Карпінський, Ю.О., Лященко, А.А., Горковчук, М.В. (2012). Концептуальні засади оцінювання та забезпечення якості геопросторових даних. *Вісник геодезії та картографії*, 4, 33–42.
- Капранов, Е.Г., Кошкарєв, А.В., Тикунов, В.С. (2005). Геоинформатика. М.: "Академия".
- Коржнев, М., Вижва, С., Кошляков, О., Гожик, А., Корнєєнко, С., Байсарович, І., Аксьом, О., Сухіна, О. (2005). Екологічна геологія. Підручник. ВПЦ "Київський університет".
- Круглов, І. (2016). Базова геоecосистема (Б-ГЕС) як інтегруючий об'єкт трансдисциплінарної геоecології. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Географія*, 2(41), 168–178.
- Круглов, І. (2020). Трансдисциплінарна геоecологія. Монографія. ЛНУ ім. І. Франка.
- Лонский, И.И., Степанченко, А.Л., Шлапак, В.В. (2020). Качество картографического произведения. *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка*, 64(5), 541–544.
- Лурье, И.К. (2008). Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. Учебник. КДУ.
- Рихліцька, О.Д. (2011). Екологічна етика: Проблема цінностей. *Вісник Житомирського державного університету*, 57, 23–27.
- Родоман, Б. (2013). Сетевые и анизотропные географические пространства. *Проблемы теоретической и гуманитарной географии: Сборник научных статей, посвященный 80-летию со дня рождения Б.Б. Родомана*, 75–83.
- Руденко, Л.Г., Палієнко, В.П., Барцевський, М.Є., Бочковська, А.І., Горленко, І.О., Гукалова, І.В., Дубін, В.Г., Жилкін, С.В., Лісовський, С.А., Матвішина, Ж.М., Нагінний, В.М., Передерій, В.І., Разов, В.П. (2005). Проблеми природокористування в гірничодобувних районах України (географічний аспект). *Український географічний журнал*, 3, 18–23.
- Салищев, К.А. (1990). Картоведение.
- Серапинас, Б.Б. (1995). Надежность использования карт в географических исследованиях. *Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 05.24.03*.

Москва. Отримано з <http://tekhnosfera.com/nadezhnost-ispolzovaniya-kart-v-geograficheskikh-issledovaniyakh>

Стурман, В.И. (2003). Экологическое картографирование. Учебное пособие. Аспект Пресс.

Терещук, О. (2007). Вплив відвалів гірничодобувної промисловості на навколишнє середовище Новолинінського гірничопромислового району. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*, 34, 279–285.

Шищенко, П., Гавриленко, О. (2018). Геоecологія у науково-освітньому вимірі. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Географія*, 70, 9–15.

Шищенко, П., Гавриленко, О. (2020). Прикладна геоecологія. Київ: ПБТП "LAT&K", 440.

Яковлева, Р. (2004). Вопросы авторства применительно к разным этапам создания карт и различным видам картографических произведений. *Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права*, 9, 19–33.

Яловкина, Л. (2020). О результатах разработки методики обеспечения и контроля качества дизайна картографического изображения. *Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий)*, 25(1), 211–221.

Яцухно, В.М., Мандер, Ю.Э. (1995). Формирование агроландшафтов и охрана природной среды. Ин-т геол. наук АН БССР.

Ardagna, D., Cappelletto, C., Samà, W., & Vitali, M. (2018). Context-aware data quality assessment for big data. *Future Generation Computer Systems*, 89, 548–562. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.07.014>

Arsanjani, J.J., Barron, C., Bakillah, M., Helbich, M. (2013). Assessing the Quality of OpenStreetMap Contributors together with their Contributions.

Beltagui, A., Candi, M., & Riedel, J.C.K.H. (2012). Design in the Experience Economy: Using Emotional Design for Service Innovation. В K. S. Swan & S. Zou (Eds.), *Advances in International Marketing*, 23, 111–135. Emerald Group Publishing Limited.

Bitoun, R.E., Trégarot, E., & Devillers, R. (2022). Bridging theory and practice in ecosystem services mapping: A systematic review. *Environment Systems and Decisions*, 42(1), 103–116. <https://doi.org/10.1007/s10669-021-09839-7>

Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R.S., Diaz, S., Dietz, T., Duraipappah, A.K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H.M., Perrings, C., Reid, W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J., Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(5), 1305–1312.

Christophe, S., Christine, Z., Roussaffa, H. (2011). Colours harmony in cartography.

Enquist, C.A., Jackson, S.T., Garfin, G.M., Davis, F.W., Gerber, L.R., Littell, J.A., Tank, J.L., Terando, A.J., Wall, T.U., Halpern, B., Hiers, J.K., Morelli, T.L., McNie, E., Stephenson, N.L., Williamson, M.A., Woodhouse, C.A., Yung, L., Brunson, M.W., Hall, K.R., ... Shaw, M.R. (2017). Foundations of translational ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(10), 541–550.

Fisher, B., Turner, R.K., Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643–653.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., Hultink, E. (2017). The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm? <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.048>

Gervais, M., Bédard, Y., Levesque, M.-A. (2009). Data Quality Issues and Geographic Knowledge Discovery. <https://doi.org/10.1201/9781420073980.ch5>

Haklay, M. (2010). How Good is Volunteered Geographical Information? A Comparative Study of OpenStreetMap and Ordnance Survey Datasets. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 682–703.

Hunter, G.J., Bregt, A.K., Heuvelink, G.B.M., De Bruin, S., & Verrantous, K. (2009). Spatial Data Quality: Problems and Prospects. In B.G. Navratil (Eds.), *Research Trends in Geographic Information Science*, 101–121.

Juran, J.M., Gryna, F.M., Bingham, R.S. (Eds.). (1974). Quality control handbook (3d ed). McGraw-Hill.

Kahn, B.K., Strong, D.M. and Wang, R.Y. (2002). Information Quality Benchmarks: Product and service performance. *Communications of the ACM*, 45(4), 184–192.

Li, L., Ban, H., Wechsler, S.P., Xu, B. (2018). Spatial Data Uncertainty. B Comprehensive Geographic Information Systems, 313–340.

Majchrzak, J., Goliński, M., Mantura, W. (2020). The concept of the quality and grey system theory application in marketing information quality cognition and assessment. *Central European Journal of Operations Research*, 28(2), 817–840.

McKendry, J.E., Machlis, G.E. (2009). Cartographic design and the quality of climate change maps. *Climatic Change*, 95(1), 219–230. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9519-5>

Marr, B. (2018). The 4th Industrial Revolution: How Mining Companies Are Using AI, Machine Learning And Robots. Forbes.

O'Connor, M. (2006). The "Four Spheres" framework for sustainability. *Ecological Complexity*, 3(4), 285–292. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2007.02.002>

Pine, B.J., Gilmore, J.H. (1998). Welcome to the Experience Economy. Harvard Business Review.

Romanukha, D.P., Zatserkovnyi, V.I., Savkov, P.A., Pampukha, I.V., Syniavska, I.K. (2020). Valuation of the impact of urbanization on the geoeological problems of the megapolis. *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020*, 1–5.

Trofymchuk, O.M., Korzhnev, M.M., Yakovlev, Ye.O., Kurylo, M.M., Kosharna, S.K. (2018). Conceptual approaches to organization of monitoring

of geological environment and mineral resources of Ukraine in modern terms. *Environmental safety and natural resources*, 28(4), 7–26.

Van Oort, P. (2006). Spatial data quality: From description to application. *PhD Thesis*.

References

- Ardagna, D., Cappiello, C., Samá, W., & Vitali, M. (2018). Context-aware data quality assessment for big data. *Future Generation Computer Systems*, 89, 548–562. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.07.014>
- Arsanjani, J.J., Barron, C., Bakillah, M., Helbich, M. (2013). Assessing the Quality of OpenStreetMap Contributors together with their Contributions.
- Azgalov, G. (1982). Theory and practice of product quality assessment. *Fundamentals of qualimetry*. Moscow: Economy. [in Russian]
- Baranovskyi, V.A. (2001). Ecological geography and ecological cartography. Kyiv: Phytosocial Center. [in Ukrainian]
- Beltagui, A., Candi, M., & Riedel, J.C.K.H. (2012). Design in the Experience Economy: Using Emotional Design for Service Innovation. B K. S. Swan & S. Zou (Eds.), *Advances in International Marketing*, 23, 111–135. Emerald Group Publishing Limited.
- Bitoun, R.E., Trégarot, E., & Devillers, R. (2022). Bridging theory and practice in ecosystem services mapping: A systematic review. *Environment Systems and Decisions*, 42(1), 103–116. <https://doi.org/10.1007/s10669-021-09839-7>
- Bondarenko, E., Pisarenko, R. (2018). The quality of digital spatial data as a determining component of the information support of modern general geographic maps. *Bulletin of Taras Shevchenko Kyiv National University. Military Special Sciences*, 2(39), 6–11. [in Ukrainian]
- Bondarenko, E.L. (2007). Geo-information ecological and geographical mapping. Kyiv: Phytosocial Center. [in Ukrainian]
- Carpenter, S.R., Mooney, H.A., Agard, J., Capistrano, D., DeFries, R.S., Diaz, S., Dietz, T., Duraipah, A.K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H.M., Perrings, C., Reid, W.V., Sarukhan, J., Scholes, R.J., Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(5), 1305–1312.
- Christophe, S., Christine, Z., Roussaffa, H. (2011). Colours harmony in cartography.
- Datsenko, L., Nizhynska, Yu. (2018). Peculiarities of ecological mapping of the territory for educational purposes. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv Military and Special Sciences*, 2(2018), 12–15. [in Ukrainian]
- Denisyk, G.I. (2013). Anthropogenic landscape science in the first half of the 21st century. *Proceedings. Series: Geography: coll. of science Ave. Vinnytsia. state ped. University named after M. Kotsyubynsky*, 25, 7–12. [in Ukrainian]
- Didenko, D. (2010). Development of a model for assessing the quality of information in GIS. *Bulletin of the Southern Federal University. Technical Sciences*, 105(4), 4. [in Russian]
- Dontsov, O. (2016). Reliability of maps and plans in providing tourist and excursion activities. *Problems of continuous geographical education and cartography*, 24, 34–38. [in Russian]
- Enquist, C.A., Jackson, S.T., Garfin, G.M., Davis, F.W., Gerber, L.R., Littell, J.A., Tank, J.L., Terando, A.J., Wall, T.U., Halpern, B., Hiers, J.K., Morelli, T.L., McNie, E., Stephenson, N.L., Williamson, M.A., Woodhouse, C.A., Yung, L., Brunson, M.W., Hall, K.R., ... Shaw, M.R. (2017). Foundations of translational ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(10), 541–550.
- Fisher, B., Turner, R.K., Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643–653.
- Garmiz, I. (1990). Theoretical foundations and methods of map quality assessment. *Extended abstract of Doctor's thesis (Geogr.): 05.24.03*. Leningrad. [in Russian]
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., Hultink, E. (2017). The Circular Economy – A New Sustainability Paradigm? <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.12.048>
- Gervais, M., Bédard, Y., Levesque, M.-A. (2009). Data Quality Issues and Geographic Knowledge Discovery. <https://doi.org/10.1201/9781420073980.ch5>
- Grodzinsky, M.D. (2005). Knowledge of the landscape: Place and space. Vol. 1. VOC: "Kyiv University".
- Haklay, M. (2010). How Good is Volunteered Geographical Information? A Comparative Study of OpenStreetMap and Ordnance Survey Datasets. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 682–703.
- Hunter, G.J., Bregt, A.K., Heuvelink, G.B.M., De Bruin, S., & Verranta, K. (2009). Spatial Data Quality: Problems and Prospects. In B.G. Navratil (Eds.), *Research Trends in Geographic Information Science*, 101–121.
- Juran, J.M., Gryna, F.M., Bingham, R.S. (Eds.). (1974). *Quality control handbook* (3d ed). McGraw-Hill.
- Kahn, B.K., Strong, D.M. and Wang, R.Y. (2002). Information Quality Benchmarks: Product and service performance. *Communications of the ACM*, 45(4), 184–192.
- Kapralov, E.G., Koshkarev, A.V., Tykunov, V.S. (2005). Geoinformatics. M.: "Akademiya". [in Russian]
- Karpinsky, Yu.O., Lyashchenko, A.A., & Horkovchuk, M.V. (2012). Conceptual principles of evaluation and quality assurance of geospatial data. *Bulletin of Geodesy and Cartography*, 4, 33–42. [in Ukrainian]
- Korzhnev, M., Vyzhva, S., Koshlyakov, O., Gozhik, A., Korneenko, S., Baisarovych, I., Aksyom, O., Sukhina, O. (2005). Ecological geology. Textbook. VOC "Kyiv University". [in Ukrainian]
- Kruglov, I. (2016). Basic geoecosystem (B-HES) as an integrating object of transdisciplinary geoeology. *Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University named after Volodymyr Hnatyuk. Geography*, 2(41), 168–178.
- Kruglov, I. (2020). Transdisciplinary geoeology. Monograph. I. Franko LNU. [in Ukrainian]
- Law of Ukraine "On Environmental Impact Assessment". (2017). Verkhovna Rada of Ukraine, No. 2059-VIII. [in Ukrainian]
- Li, L., Ban, H., Wechsler, S.P., Xu, B. (2018). Spatial Data Uncertainty. B Comprehensive Geographic Information Systems, 313–340.
- Lonsky, I.I., Stepanchenko, A.L., & Shlapak, V.V. (2020). The quality of the cartographic work. *Bulletins of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography*, 64(5), 541–544. [in Russian]
- Lurie, I.K. (2008). Geoinformation mapping. Methods of geoinformatics and digital processing of space images. Textbook. KSU. [in Russian]
- Majchrzak, J., Goliński, M., Mantura, W. (2020). The concept of the quality and grey system theory application in marketing information quality cognition and assessment. *Central European Journal of Operations Research*, 28(2), 817–840.
- Marr, B. (2018). The 4th Industrial Revolution: How Mining Companies Are Using AI, Machine Learning And Robots. Forbes.
- McKendry, J.E., Machlis, G.E. (2009). Cartographic design and the quality of climate change maps. *Climatic Change*, 95(1), 219–230. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9519-5>
- O'Connor, M. (2006). The "Four Spheres" framework for sustainability. *Ecological Complexity*, 3(4), 285–292. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2007.02.002>
- Pine, B.J., Gilmore, J.H. (1998). Welcome to the Experience Economy. Harvard Business Review.
- Rodoman, B. (2013). Network and anisotropic geographic spaces. Problems of Theoretical and Humanitarian Geography. *A collection of scientific articles dedicated to the 80th anniversary of the birth of B.B. Rhodoman*, 75–83. [in Russian]
- Romanukha, D.P., Zatserkovnyi, V.I., Savkov, P.A., Pampukha, I.V., Syniavska, I.K. (2020). Valuation of the impact of urbanization on the geoeological problems of the megapolis. *Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020*, 1–5.
- Rudenko, L.G., Palienko, V.P., Barshchevskii, M.E., Bochkovskaya, A.I., Horlenko, I.O., Hukalova, I.V., Dubin, V.G., Zhilkin, S.V., Lisovsky, S.A., Matviishyna, Zh.M., Nagirny, V.M., Perederii, V.I., Razov, V.P. (2005). Problems of nature management in mining areas of Ukraine (geographical aspect). *Ukrainian Geographical Journal*, 3, 18–23. [in Ukrainian]
- Rykhlytska, O.D. (2011). Environmental ethics: The problem of values. *Bulletin of Zhytomyr State University*, 57, 23–27. [in Russian]
- Salishchev, K.A. (1990). Cartography. [in Russian]
- Serapinas, B.B. (1995). Reliability of using maps in geographic research. *Extended abstract of Doctor's thesis (Geogr.): 05.24.03*. Moscow. Retrieved from <http://tekhnosfera.com/nadezhnost-ispolzovaniya-kart-v-geograficheskikh-issledovaniyah>. [in Russian]
- Shishchenko, P., Havrylenko, O. (2018). Geoecology in the scientific and educational dimension. *Bulletin of Taras Shevchenko Kyiv National University, Geography*, 70, 9–15.
- Shishchenko, P., Havrylenko, O. (2020). Applied geoecology. Kyiv: PVTP "LAT&K", 440. [in Ukrainian]
- Sturman, V.I. (2003). Ecological mapping: Study guide. Aspect Press. [in Russian]
- Tereshchuk, O. (2007). The impact of mining waste dumps on the environment of the Novovolynsk mining district. *Bulletin of Lviv University. Geographical series*, 34, 279–285. [in Ukrainian]
- Trofymchuk, O.M., Korzhnev, M.M., Yakovlev, Ye. O., Kurylo, M.M., Kosharna, S.K. (2018). Conceptual approaches to organization of monitoring of geological environment and mineral resources of Ukraine in modern terms. *Environmental safety and natural resources*, 28(4), 7–26.
- Van Oort, P. (2006). Spatial data quality: From description to application. *PhD Thesis*.
- Vostokova, E.A., Sushchenya, V.A., Shevchenko, L.A. (1988). Environmental mapping based on space information. Subsoil. [in Russian]
- Yakovleva, R. (2004). Questions of authorship applied to different stages of creating maps and times personal types of cartographic works. *Intellectual property. Copyright and related rights*, 9, 19–33. [in Russian]
- Yalovkina, L. (2020). On the results of developing a methodology for ensuring and controlling the quality of the design of a cartographic image. *Bulletin of SGUGiT (Siberian State University of Geosystems and Technologies)*, 25(1), 211–221. [in Russian]
- Yatsuhno, V.M., Mander, Y.E. (1995). Formation of agricultural landscapes and protection of the natural environment. Institute of Geology Sciences of the Academy of Sciences of the BSSR. [in Russian]
- Zatserkovny, V., Plichko, L., Prylipko, O., Nikolayenko, O., Muzhanova, T. (2020). Justification of the expediency of using geoinformation systems in landscape and ecological monitoring. *Visnyk of Taras Shevchenko Kyiv National University. Geology*, 1 (88), 98–105. [in Ukrainian]
- Zubretskaya, N.A. (2015). Structural modeling of production quality as a multidimensional object of measurement and management. *Technological audit and production reserves*, 22, 44–48. [in Russian]

Надійшла до редколегії 24.01.22

D. Liashenko, Dr. Sci (Geogr.), Asoc. Prof.,
E-mail: uageog@gmail.com;
I. Tsiupa, PhD (Geol.),
E-mail: tsyupa@ukr.net;
V. Babiy,
E-mail: vitbabii@gmail.com;
Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Institute of Geology, 90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine;
V. Chekhniy, PhD (Geogr.),
E-mail: chekhniy@gmail.com;
Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine,
44 Volodymyrska Str., Kyiv, 01054, Ukraine

GEOECOLOGICAL MAPS QUALITY ASSURANCE AT THE STAGES OF CREATION AND USE

A geoecological maps quality assurance scheme during the map life cycle has been developed. The main methodological tools of research are conceptual modeling and the method of expert assessments. The work traces approaches to the formation of map quality concepts and their evaluation: utilitarianism, consequentialism, welfareism, the principle of ecological value. The importance of ensuring the quality of geoecological maps at all stages of the product's life cycle has been given. The main methodological technique is the developed algorithmic model. The approaches, algorithm and groups of criteria for the quality of geoecological maps researching are defined: the internal quality of map data (from the producer's point of view), indicators of the external quality of maps (from the consumer's point of view), in particular technological, consumer criteria, scientific and social value of maps. In the course of experimental studies, a methodology for evaluating a number of consumer characteristics of geoecological maps was proposed. The expert analysis of the factors affecting the assessment of maps quality has been conducted. The hierarchy of the factor importance is built in the following sequence: effective color use, sufficient contrast of the image, composition (size and placement of map elements), text on a map. The work formulates features of ensuring the quality of geoecological maps during their creation and increasing the efficiency of their use. Prospects for the further assurance development lie in the deepening of the integral theory of the assessment of the quality of maps focused on the application of a propositional scheme for the assessment of various groups of maps.

Keywords: map quality, social significance of maps, conceptual modeling, geoecology, geoecological maps.