



УДК 528.941:37.011

**THEORETICAL APPROACHES TO THE CREATION OF DYNAMIC MAPS
ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF UKRAINE
ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО СТВОРЕННЯ ДИНАМІЧНИХ КАРТ
ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ УКРАЇНИ**

Dudun Tetyana / Дудун Тетяна

*PhD on geography, assistant professor Taras Shevchenko national university of Kyiv,
Geography faculty, Geodesy and cartography chair
64/13, Volodymyrska Street, City of Kyiv, Ukraine, 01601
<https://orcid.org/0000-0002-9960-9793/>*

*Кандидат географічних наук, доцент кафедри геодезії та картографії географічного
факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка
64/13, Володимирська вул., м. Київ, Україна, 01601*

Lysenko Anna / Лисенко Анна

*master Taras Shevchenko national university of Kyiv,
Geography faculty, Geodesy and cartography chair
64/13, Volodymyrska Street, City of Kyiv, Ukraine, 01601*

*Магістр Київського національного університету імені Тараса Шевченка
64/13, Володимирська вул., м. Київ, Україна, 01601*

Анотація. Виділено актуальні екологічні проблеми, які характерні для території України. Висвітлено теоретичні аспекти екологічного-картографування, здійснено огляд спеціальної термінології та історію виникнення даного напрямку в картографії, проаналізовано вже існуючі карти екологічних проблем українського та закордонного видання на актуальні екологічні проблеми України.

Розглянуто особливості створення динамічних екологічних карт та динамічне представлення екологічних даних за допомогою комп'ютерних технологій. Наведено основні способи зображення на динамічних картах екологічних проблем. Відображено проектування та складання динамічних карт екологічних проблем України в ГІС-середовищі та основні етапи створення динамічної карти.

Ключові слова: екологічні проблеми, екологічне картографування, динамічні картографічні зображення, ArcGIS, динамічна карта.

Актуальність дослідження.

Екологічне картографування є однією зі складових інформаційної системи екологічного управління. Майже всі екологічні проблеми мають просторовий характер та потребують відображення за допомогою картографічних способів. При прогнозуванні розвитку навколишнього середовища та дослідженні його стану, зазвичай необхідно брати до уваги ландшафтний або територіальний підхід, так як саме ландшафти є територіальними системами де виникає взаємодія людини і природи.

Для створення збалансованого, безпечного екологічного розвитку держави та її окремих територій необхідно розуміти функціонування природних та антропогенних комплексів, які перебувають в межах її території. Необхідною частиною процесу прийняття управлінських рішень є цілісний підхід до вивчення природних і техногенних об'єктів й екологічних проблем та використання отриманої на його основі екологічної інформації, яка підкреслює важливість і необхідність застосування сучасних географічних методологій.



Викладення основного матеріалу.

Загальним фундаментом внутрішньої та зовнішньої політики України є збереження навколишнього середовища та його складових, яке є життєво необхідним для існування людини, її нинішнього й наступних поколінь. Державна екологічна політика, фактично, направлена на вирішення вже існуючих екологічних проблем, які призводять до негативних екологічних, соціальних та економічних наслідків, у тому числі на застереження їх виникнення й поширення. На даному етапі розвитку нашої країни були виділені такі основні екологічні проблеми: зміна клімату; забруднення атмосферного повітря; проблеми водних ресурсів; проблеми деградації та забруднення ґрунтів; проблеми, пов'язані з експлуатацією надр; проблеми збереження біорізноманіття; проблеми поводження з відходами.

Зміна клімату є однією з основних проблем світового розвитку з потенційно серйозними загрозами для глобальної економіки та міжнародної безпеки внаслідок підвищення прямих і непрямих ризиків, пов'язаних з енергетичною безпекою, забезпеченням продовольством і питною водою, стабільним існуванням екосистем, ризиків для здоров'я і життя людей.

В Україні така проблема існує за наступними напрямками:

- підвищення температури, очікується зростання температури на період 2010-2070 рр. по всій території України (найбільше буде відчуватися на сході та в центральній частині України).
- зміна кількості опадів. Підвищення кількості опадів за наступні 50 років по території всій України, окрім її півдня. Найбільші показники прогножуються на півночі та заході.
- затоплення територій, зростання рівня Чорного та Азовського моря, як наслідок затоплення берегової лінії на півдні. Під загрозу потрапляють такі області : Одеська, Херсонська, Донецька, Миколаївська, Запорізька області.

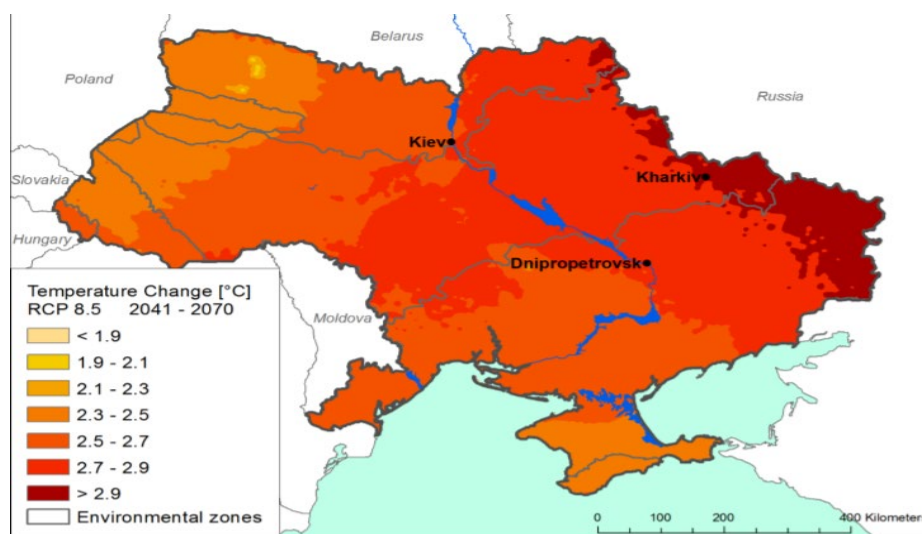


Рис. 1. Середня зміна температури в період 2040-2070 р. порівняно з 1976-2005 р. [3].

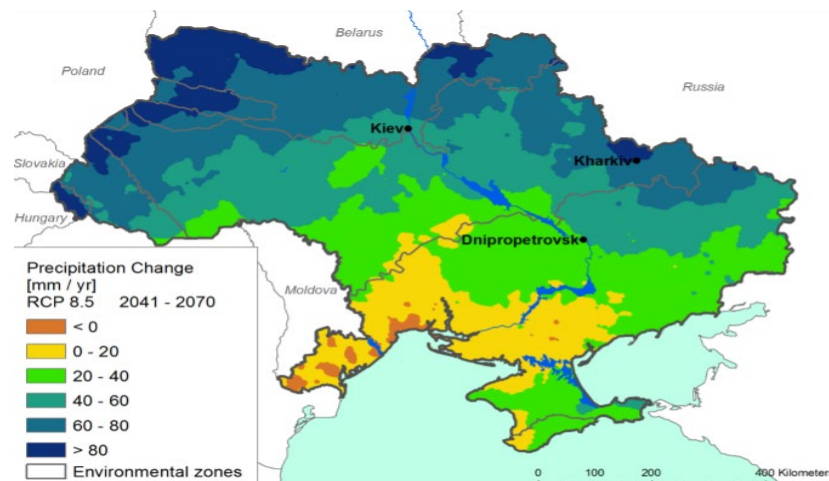


Рис. 2. Середня зміна кількості опадів в період 2040-2070 р. порівняно з 1976-2005 р. [3].



Рис. 3. Можлива зона затоплення (населені пункти) внаслідок прогнозованого збільшення рівня моря, 2100 р. [4].

Основними напрямками діяльності в Україні щодо запобігання зміні клімату, які зазначені у Концепції з реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року є:

- скорочення антропогенних викидів і збільшення абсорбції парникових газів та забезпечення поступового переходу до низьковуглецевого розвитку держави;
- адаптація до зміни клімату, підвищення опірності та зниження ризиків, пов'язаних із зміною клімату.

Забруднення атмосферного повітря - основний чинник ризику для здоров'я, який корелюється з навколишнім середовищем. При зниженні рівня забруднення повітря, також зменшується серцево-судинні і респіраторні хвороби у майбутньому та найближчій перспективі.

Усупереч спаду виробництва в Україні, рівень забруднення атмосферного повітря промислових районів та великих міст утримується на високому рівні. Найбільша кількість забруднюючих викидів надходить із стаціонарних джерел, приблизно 64% від загального обсягу та 36% від пересувних джерел [7].



Пересувні джерела забруднення - усі види транспорту, пересування якого супроводжується викидами в атмосферне повітря.

Проблеми водних ресурсів на території України. Виділяють:

- водозабезпеченість регіонів, Україна належить до країн найменш забезпечених водними ресурсами в Європі, поверхневі води розміщені неоднорідно.
- антропогенне навантаження на поверхневі води. Основні чинники якого складають надмірне споживання водних ресурсів в економічній діяльності та скидання забруднених зворотних вод.

В Україні досить високі показники неефективного використання водних ресурсів. Найбільші показники спостерігаються за такими областями: *Дніпропетровська, Херсонська, Донецька, Запорізька.*

Видобуток, використання та забруднення підземних вод. За добу видобуток у 2021 році становив 2801,055 тис.м³ [7]. Найбільший видобуток відмічався в центральній частині країни та на її півдні. Основні чинники забруднення підземних вод: комунальні стоки; стоки сільського господарства (тваринницькі, мінеральні добрива, продукти сільгоспхімії); свинець; марганець; нафтопродукти.

Проблеми Азовського та Чорного моря - надмірний рівень забруднення; втрачання біологічного різноманіття та біологічних ресурсів моря; зниження якості рекреаційних ресурсів; знищення морського берега та деградація земель прибережної смуги; зниження обсягів вирощування цінних промислових видів риби; загроза зникнення видів, зазначених в Червоній книзі України.

Проблеми деградації та забруднення ґрунтів:

- висока розораність територій (понад 55% від загальної території країни, у Європі - не більше 35 %), порушення екологічного співвідношення між категоріями земель (лісистість територій 16%, що не відповідає достатній кількості для екологічної рівноваги).
- непомірне використання засобів хімізації.

Проблеми, пов'язані з експлуатацією надр. Переважна більшість корисних копалин країни добуваються лише у кількох гірничо-промислових регіонах. Тривалий видобуток призвів до значних змін геологічної сфери та появи надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Основні проблеми пов'язані з експлуатацією надр: дуже велика концентрація гірничих підприємств; високий рівень виробленості більшості родовищ; незаконний видобуток у великих масштабах; на вироблених ділянках не проводиться рекультивация.

Основні проблеми пов'язані з збереженням біорізноманіття: низькі показники лісистості територій, за затвердженими документами оптимальні показники лісистості повинні складати 20 % від загальної площі країни, насправді ці показники значно менші.

Проблеми поводження з відходами. Неефективне управління відходами (їх збирання, перевезення, оброблення та їх накопичення) спричиняє великий негативний вплив на довкілля (усіх його компонентів, починаючи атмосферним повітрям, підземними водами та закінчуючи необхідністю вилучення земельних



ділянок, на яких відбувається їх накопичення) та здоров'я людини.

Основні проблеми пов'язані з відходами: великі обсяги утворення відходів у побутовому та промисловому секторі. Більша частина відходів утворюється від видобувної промисловості приблизно 86 % від загальної кількості; низький відсоток утилізації відходів, у 2020 році було утилізовано 27,3% від усієї кількості відходів [7]; націленість на полігонне захоронення відходів; невідповідність вимогам екологічної безпеки сміттєзвалищ та стихійних звалищ; малий показник вторинної переробки; малий рівень використання ефективних підходів та технологій поводження з відходами; неспроможність статистики побутових відходів надавати точні значення, тому картографування екологічних ситуацій вважається досить важким процесом, насамперед при дослідженні складних екологічних ситуацій. Це потребує збору та узагальнення чималої кількості як картографічних так і статистичних матеріалів. Загалом розроблення карти екологічних ситуацій має п'ять етапів: 1. визначення суб'єкта оцінки та картографування, масштаб дослідження; 2. формулювання мети (постановка завдання, вибір критеріїв оцінки); 3. визначення територіального каркасу, територіальних одиниць (індивідуальне районування - проблемні ареали), «жорсткий» територіальний каркас; 4. оцінка (оцінювання виявлених територіальних одиниць за сприятливістю їх властивостей для даного суб'єкта), розроблення оціночних шкал, проведення оцінювання; 5. розроблення картографічної моделі, знакових систем, проектування легенди, пояснювальних текстів і т.п.

Існує два варіанта складання карт екологічних ситуацій, які враховують наявність доступної інформації. Перший - недостатня кількість необхідних даних то використовується *метод аналітичних (географічних) оцінок*, другий - добра чи задовільна інформаційна забезпеченість - *метод формалізованих оцінок*.

Метод географічних експертних оцінок. За допомогою даного методу вирішується два завдання: виявлення екологічних проблем та їх просторова локалізація.

Метод формалізованих оцінок. Цей метод виключає експертні оцінки навіть на початку виявлення екологічних проблем та використовує лише ті показники які мають кількісну оцінку. Експертні оцінки проводяться тільки на останньому етапі, на якому проявляється складна екологічна ситуація.

На сучасному розвитку картографії і при використанні геоінформаційної концепції для відображення екологічної ситуації в часі і просторі використовуються динамічні картографічні твори. Динамічні картографічні зображення це новий спосіб зображення Землі або її частин. Вони бувають представлені анімаціями, картографічними фільмами, мультимедійними картами. Даний вид зображень є програмно-керованим та демонструє ефект руху, переміщення зображення або деяких об'єктів на екрані під час перегляду. Динамічні картографічні зображення передають динамічну послідовність електронних карт, які відображають на екрані комп'ютера динаміку, еволюцію зображуваних об'єктів та явищ, їх переміщення в часі та просторі. Даний тип карт функціонує лише в комп'ютерному середовищі.



Динамічні картографічні зображення можуть представляти як реальні об'єкти так й абстрактні моделі, також можуть бути складені з різночасових знімків або карт та бути плоскими або стереоскопічними. Вони створюють спеціальний клас геообразень - просторово-часові геообразення, які представляють масштабні генералізовані моделі земних процесів та об'єктів. Даний напрям картографії базується на мультиплікаційних принципах. При послідовному перегляді з обраною швидкістю серії кадрів-карт (найсприятливіша швидкість 30-33 кадрів\с) де кожен кадр містить інформацію про положення досліджуваного об'єкта або явища в часі, завдяки чому отримуємо ілюзію руху. Саме тому динамічне картографування може бути названим і анімаційним картографуванням.

Перш ніж розглядати метричні характеристики багатомірних динамічних картографічних зображень, слід з'ясувати можливу вимірність таких зображень. Сучасні картографічні зображення мають такі метричні характеристики: координати об'єктів, геометричні характеристики, просторово-часові параметри та динаміка об'єктів. Усі вони передбачають можливий вимір. Є також цікаве ствердження, що *час* є четвертою координатою. Дійсно, положення об'єкта на більшості динамічних карт визначається плоскими, висотними та часовими координатами.

Динаміка об'єктів анімаційних картографічних зображень створюється наступними способами: *анімацією руху*, коли об'єкт змінює своє положення в просторі з плином часу анімації; *анімацією форми*, коли з плином часу об'єкт частково або повністю змінює свою форму.

Рух об'єктів може бути із рівномірною чи постійною швидкістю або, найчастіше, із нерівномірною швидкістю руху. Такі більш складні анімації картографічного зображення побудовані з розбивкою траєкторії або шляху динаміки об'єкта на ділянки, де об'єкт рухається з різною швидкістю або змінює швидкість руху. Метричні характеристики динаміки об'єкта із заданою швидкістю можуть бути представлені у вигляді: загальної швидкості об'єкта, який рухається з початкової до кінцевої точки; швидкості руху об'єкта картографування на визначених ділянках його траєкторії.

Проводити виміри кількісних метричних характеристик (зміни розмірів анімації форми об'єкта, його збільшення або зменшення) масштабних умовних знаків найкраще здійснювати за обраний проміжок часу, так як вимір величини форми для масштабного умовного позначення є відповідним до зміни чисельної характеристики об'єкта (збільшення чи зменшення).

Для створення умовного позначення при побудові, зазвичай користуються декількома значеннями з обраного часового відрізка. Ці значення виступають фундаментом для створення умовного знаку для головних кадрів анімації з розміром, який відповідає чисельній характеристиці. Якщо кількість відомих чисельних значень є недостатньою, шляхом інтерполяції отримують значення яких не вистачає, і тоді за головними кадрами створюють анімацію умовного знаку. Для позамасштабних умовних знаків не має змоги використати значення даних об'єкта картографування для обраного часу.

На анімаційних картографічних зображеннях, окрім зміни розміру об'єкта,



можлива зміна його форми. Як відомо, зі зміною змістовного навантаження (інформативності) змінюються й елементи, які формують умовне позначення [1]. Зміна якісних характеристик об'єкта картографування упродовж заданого часу зумовлює зміну форми умовного знаку. Якщо об'єкт картографування на визначеному відрізку часу набуває інших якостей, то для відображення процесу таких відмінностей створюють анімацію зміни форми. Наприклад, за певний час річка поступово пересихає, що зумовлює зміну умовного позначення.

Само собою, що за допомогою візуальних спостережень немає змоги провести виміри різночасових змін у формах поверхонь. Під час анімації руху умовне позначення змінює місце свого розташування на карті, отже і свої координати. Всі ці зміни необхідно вносити в базу даних. Якщо, застосовується анімація форми, тоді необхідно вносити до бази даних і характеристики умовного знаку. Після перегляду анімації, користувач матиме змогу подивитися якісні та кількісні характеристики об'єкта з даними про зміну умовного знаку.

Завдяки появі картографічних комп'ютерних анімацій відбулося впровадження динамічних графічних змінних. Як було зазначено, всі статичні графічні змінні набувають також й часовий вимір. За допомогою чого анімації дозволили змінювати об'єкту, який досліджується, чи явищу його форму та розмір, колір та насиченість кольору, внутрішню структуру і положення знаку на карті. В більшості випадків для відображення на динамічних картах екологічних проблем застосовуються способи картографічного зображення, які є подібними до способів традиційної картографії, але при проектуванні динамічних способів зображення було використано сучасні способи передачі даних, що враховували динамічні властивості.

Найчастіше використовуються такі прийоми у способах картографування на динамічних екологічних картах: зміна кольору якісного фону та площинних форм, динамічні ізолінії, динамічні лінійні знаки, динамічні картограми і картодіаграми, ареали, спосіб динамічних значків. Рідше використовують: точковий спосіб, динаміку ліній руху та динамічні локалізовані діаграми. Також, теоретично можливе використання кількісного фону, але властивості об'єктів відображення екологічного картографування не сприяють використанню даного способу.

Розроблення анімованої карти, як правило, складається з трьох умовних етапів, включаючи *підготовчий*, на якому визначається тема, мета, зміст та призначення карти, створюється своєрідна програма карти та макет компоновки карти. На *першому* етапі процесу створення карт відбувається робота в програмному забезпеченні ArcGIS виконується остаточне оформлення елементів майбутньої карти без зміщень. *Другий* етап містить підготовку всіх даних, які будуть використані для створення анімованих карт та обирання таймінгу для найкращого сприйняття Gif-карти.

Висновки.

Дослідивши основні аспекти екологічної картографії, можна зробити висновок, що вона є важливою галуззю сучасної картографії в Україні та світі. На основі екологічної карти приймається загальна оцінка та аналіз відповідних



територіальних комплексів регіонального чи загальнодержавного значення та ухвалюються рішення. Ось чому важливо і необхідно забезпечити ефективні інструменти для такого типу відображення для збору, оброблення та відображення інформації у вигляді карт. Такими інструментами є географічні інформаційні системи, які дозволяють створювати карти точними, досить простими у читанні та зрозумілими.

Завдяки своїм можливостям ГІС не обмежується якимось одним етапом створення карти, а фактично є інструментом для всього циклу створення та підготовки карт навколишнього середовища до публікації. Завдяки різноманітним інструментам і методам відображення інформації про місцевість ГІС надає широкий спектр можливостей відображення певних даних на карті, повністю підтверджуючи твердження, що карта є моделлю місцевості та її відображенням. Розвиток еколого-географічної картографії за допомогою ГІС є важливим кроком у створенні системи прийняття управлінських рішень.

Надання інформації у вигляді динамічних карт полегшує сприйняття карти та самої інформації на ній, дає змогу зобразити та більш наочно передати тенденції зміни явищ, що досліджуються у будь-яких проміжках часу. При цьому сама інформація залишається наочною та зрозумілою для користувача, що спрощує читання карти.

Література

1. Барановський В. А. Екологічна географія і екологічна картографія : монографія [Текст] / В. А. Барановський. - К. : Фітосоціоцентр, 2001. - 252 с.
2. Барановський В. А. Україна. Еколого-географічний атлас: Атлас-монографія [Ізоматеріал] / В. А. Барановський. - К. : Варта, 2006. - 220 с.
3. Тетяна Дудун, Світлана Тітова. Історичні аспекти і сучасні концепції екологічного та медичного картографування. «GLOBAL SCIENCE AND EDUCATION IN THE MODERN REALITIES '2020» (США і Україна), 2020 р , - ст. 20-30.
4. Звіт з аграрної політики «Вплив кліматичних змін на виробництво пшениці в Україні», Інститут економічних досліджень та політичних консультацій, 2016)
5. Інтерактивна карта «Ukraine Sea Change Map», Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2018 р.
6. Матус С.А., Левіна Г.М., Карпюк Т.С., Денищик О.Ю Аналітичний звіт: «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля» (період: 2018 - січень 2019) на замовлення Міжнародного фонду «Відродження» - Київ, 2019. - 117 с.
7. Статистичний щорічник України. – К.: «Консультант», 2021 р. - 631 с.

***Abstract.** Urgent environmental problems that are characteristic of the territory of Ukraine are highlighted. The theoretical aspects of ecological cartography were highlighted, a review of special terminology and the history of the emergence of this direction in cartography was carried out, and already existing maps of ecological problems of Ukrainian and foreign editions were analyzed for current ecological problems of Ukraine.*



Features of creating dynamic ecological maps and dynamic presentation of ecological data using computer technologies are considered. The main ways of depicting environmental problems on dynamic maps are given. The design and compilation of dynamic maps of ecological problems of Ukraine in the GIS environment and the main stages of creating a dynamic map are reflected.

Keywords: *environmental problems, environmental mapping, dynamic cartographic images, ArcGIS, dynamic map.*