

АННАЛИ КАРТОГРАФУВАННЯ СТАНУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Шевченко Р.Ю.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ
azimut90@ukr.net

Аннали в системі екологічного картографування – це комплекс історичних та сучасних методик, прийомів, способів та засобів геопросторової інтерпретації у картографічних моделях компонентів національної екологічної безпеки України. У дослідженні проаналізовані історичні еволюційні етапи картографування природно-техногенної безпеки та катастрофічних явищ. Висвітлені ретроспективні картографічні моделі екстремальних явищ, трансформація назв та тематичного змісту карт. Результатом постає серія електронних карт природно-техногенної безпеки та антропогенного впливу на довкілля. Змістовна складова частина карт подана в регіональному зрізі за актуальними даними провідних наукових установ України. Практична значимість серії карт ґрунтується на здатності прогнозування та запобіганні надзвичайним ситуаціям природного та техногенного характеру. Найбільш інформативні картографічні моделі: «Надзвичайні ситуації України», «Ймовірність природних катастроф», «Збитки від природних катастроф», «Техногенні катастрофи», «Ймовірність техноаварій», «Природні катастрофи», блок карт еколого-метеорологічного та медико-географічного змісту. Підкреслюється апробаційний рівень сучасного використання карт у системі державного управління у сфері екологічного моніторингу антропогенного впливу на довкілля. Це, насамперед, інтерактивна карта екології транспортної інфраструктури. Вона набула форм та технологічних ознак картографічного ресурсу Інтернету – спеціалізованого екологічного геопорталу, що підвищує рівень інтеграції отриманих картографічних даних у середовище геоінформаційних систем. Незважаючи на те, що напрям еколого-географічного картографування не є новиною, розроблена інтерактивна технологія – інноваційна в сучасних картографічних технологіях моніторингу довкілля в контексті її впровадження в систему національної екологічної безпеки на всіх ієрархічних щаблях ДСНС України. Тематичний зміст апробований у територіальному плануванні організації природно-ландшафтного комплексу м. Києва (гіпергенезична карта, дані якої увійшли до оновлених карт ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій природно-техногенного характеру в регіональному зрізі держави). *Ключові слова*: аннали науки, природно-техногенна безпека, екологічна безпека, антропогенний вплив, серія електронних екологічних карт.

Annals of mapping the state of National Ecological Safety of Ukraine. Shevchenko R.

Annals in the system of ecological mapping is a set of historical and modern methods, techniques, methods and means of geospatial interpretation in cartographic models of components of National Ecological Safety of Ukraine. The central scientific task in the research is to study the historical evolutionary stages of mapping natural and man-made safety and catastrophic phenomena. Retrospective cartographic models of extreme phenomena, transformation of names and thematic content of maps are covered. The result is a series of electronic maps of natural and man-made safety and anthropogenic impact on the environment. The content component of the maps is presented in the regional section according to the current data of the leading scientific institutions of Ukraine. The practical significance of the series of maps is based on the ability to predict and prevent emergencies of natural and man-made nature. The most informative are the following cartographic models: “Emergencies of Ukraine”, “Probability of natural disasters”, “Damage from natural disasters”, “Man-made disasters”, “Probability of technological accidents”, “Natural disasters”, a block of ecological-meteorological and medical-geographical maps content. It is necessary to note the approbation level of modern use of maps in the system of public administration in the field of ecological monitoring of anthropogenic impact on the environment. This is primarily an interactive map of the ecology of transport infrastructure. It has acquired the forms and technological features of the cartographic resource of the Internet – a specialized environmental geoportal. This increases the level of integration of the obtained cartographic data into the environment of geographic information systems. Despite the fact that the direction of ecological-geographical mapping is not new, the developed interactive technology is innovative in modern cartographic technologies of environmental monitoring in the context of its implementation in the system of National Ecological Safety at all hierarchical levels of the State Civil Service for Emergencies of Ukraine. The thematic content was tested in the territorial planning of the organization of the natural landscape complex of Kyiv (hypergenetical map, the data of which were included in the updated maps of the probability of emergencies of natural and man-made nature in the regional section of the State). *Key words*: annals of science, natural-technogenic safety, ecological safety, anthropogenic influence, series of electronic ecological maps.

Постановка проблеми. За всю історію існування людство прагнуло створити довгостроковий картографічний моніторинг прогнозування надзвичайних ситуацій природного характеру, оскільки запобігання стихійним природним лихам є економічно виправданим порівняно з витратами, спрямованими

на ліквідацію наслідків катастроф. Варто зазначити, що нині розвиток техносфери як складника біосфери досить негативно впливає на динамічне співіснування людини та природи.

Світова цивілізація неодноразово відчувала згубний вплив природних і техногенних катастроф.

Характерно, що вони виникали зненацька, наслідком яких були смерті людей, постраждали міста і села, родючі землі, посіви тощо.

Катастрофа 26 квітня 1986 р. засвідчила, що аварії, які виникали завдяки недолугій людській діяльності, можуть бути значно небезпечнішими, ніж найпотужніші природні катаклізми.

За часів Римської республіки відомим на той час ученим-картографом Гаєм Фуррієм Каміллою була створена карта катастроф для Апеннінського півострову. Уперше в історії проблемно орієнтованого картографування за допомогою ізоліній був представлений довгостроковий сейсмічний прогноз на найближчі роки (картографування екстремальних явищ було актуальним і за часів народження перших інституцій держави та права).

Картографування прояву та наслідків природно-антропогенних явищ в Україні як складників дослідження геоecологічних проблем держави є науковим завданням картографічного забезпечення та обґрунтування системи національної екологічної безпеки. Протягом багатьох років напрацьовувався досвід для такої роботи. Нині, з огляду на нові фізико-географічні, антропоурбаністичні та медико-географічні висновки, одержано повну, адекватну сучасності, геоecологічну рекомендаційну базу даних, розміщених у змістовній частині електронної серії тематичних екологічних карт.

Актуальність дослідження. Серійне еколого-орієнтаційне картографування як проєкт науково-інженерних радіогідроекологічних полігонних ГІС-досліджень був започаткований улітку 1995 р. під час апробації наукового дослідження в галузі картографічного забезпечення моніторингу евтрофікації дніпровського басейну в районі столиці України на засіданні екологічної секції Мінського (тепер – Оболонського) районного відділення Малої академії наук України у м. Київ. У рекомендаційних записках секції зазначалося, що необхідність створення багатофункціонального картографічного атласно-систематизованого твору з питань комплексної аналітики сучасного та футуристичного стану навколишнього середовища України є актуальним та необхідним науковим завданням сучасної української екологічної картографії.

Картографування катастроф у системі забезпечення національної екологічної безпеки – це порівняно новий напрям проблемно орієнтованого картографування, основним завданням якого є створення на картографічній основі за допомогою умовних позначень і картографічних способів відображення сучасної динаміки надзвичайних ситуацій природного характеру.

Завдяки отриманим даним, що можуть залучатися як із наземних експедиційно-спостережувальних даних, так і дистанційних аерокосмічних спектрозональних знімків, створюється довгостроковий картографічний прогноз розвитку статичної дисрівноваги біогеоценозів, що інтегровані у техносферу.

Актуальність та домінування цього напрямку наукових досліджень у проблемно-тематичній картографії є безапеляційно беззаперечною.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Наукові основи еколого-природоохоронного та моніторингового картографування апробовані в процесі виконання науково-дослідних робіт: «Геоінформаційне картографування. Концепція використання картографічного методу при здійсненні регіональної екологічної політики в Україні» (№ держ. реєстрації 0101U002879), 2003 р. [4] та «Картографічне забезпечення реалізації глобальних інфраструктурних об'єктів для потреб РНБО України», 2020 р. Наукові звіти відповідних робіт містять картографічні моделі, картосхеми та серії проблемно орієнтованих екологічних карт у масштабі країни [5].

Відповідне дослідження виконане в рамках докторського дисертаційного дослідження автора «Наукові основи управління екологічним моніторингом антропогенного впливу на довкілля території України».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Екологічне еколого-географічне картографування антропогенних наслідків в Україні є поширеним науковим дослідженням. Інститут географії НАН України, КНУ ім. Т. Шевченка, НДІ гідрометеорології, геодезії та картографії сформували власні наукові школи підходів до складання картографічних моделей довкілля.

Завдяки тому, що різні організації (ДСНС України, Інститут географії та Інститут геологічних наук Національної академії наук України) несинхронно працюють, створюється штучна колізія картографічного конфлікту умовних позначень, способів відображення, компоновки та читаності карт. Для обґрунтування об'єктивності положень треба зосередити увагу на основних апробованих нині в Україні науково-дослідних атласах і картах із питань екологічних та природних катастроф: «Малий екологічний атлас України» (асп. Р.Ю. Шевченко) [7], «Екологічний атлас України» (проф. В.А. Барановський), «Медико-екологічний атлас» (проф. В.О. Шевченко), «Карта ризику для населення від можливих аварій на атомних електростанціях» та на багатьох інших відповідних картографічних творах, призначених для комплексного дослідження й оцінки екологічної ситуації в Україні. Тільки на основі їх аналізу і використання для побудови різних геоінформаційних картографічних моделей можна створити єдину систему узгоджених прогнозів катастроф та рекомендацій щодо їх запобігання, ефективного спостереження й керування через ГІС-системи [1].

Одним із першим в Україні ноу-хау в галузі екологічної картографії став проєкт геоінформаційного картографування надзвичайних ситуацій природного характеру. Ідея створення зародилася у липні 1995 р. на засіданні Наукового сектора кризового центру

Міністерства екології та ядерної безпеки України. Спочатку робота являла собою картографічний моніторинг евтрофікації р. Дніпро. Була створена програма досліджень у галузі комплексного картографування природних катастроф.

У квітні 2000 р. на засіданні секції «Екологія» Ради з вивчення продуктивних сил України НАН України був апробований перший варіант «Екологічного атласу України», що включав понад 124 статистичні карти щодо забруднення й катастроф довкілля України [1]. Почався період створення математичного підґрунтя вже геоінформаційної системи на базі растрової інформації. Наступного року була представлена медико-екологічна карта з детермінаційною шкалою залежностей захворювання населення від процесу урбанізації, а також спровокованими людиною катастрофами.

У 1999–2000 рр. побачили світ карти: «Карта магнітних аномалій України», «Радіоекологічне забруднення України». Загалом за період 1992–2002 рр. створено 514 карт катастроф.

Перший стислий випуск із питань афторшового стану біосфери вийшов у березні 1996 р. «Атлас Чорнобильської зони відчуження» (редактор Д.В. Ісаєв). Він відображає лише основні характеристики катастрофічних наслідків у зоні, загальні особливості територій і деякі природні умови цієї території України.

Створений багатоформатний «Атлас Чорнобильської зони відчуження». Це комплексний багатоаркушний атлас техногенної катастрофи ядерного вибуху, який системно відображає особливості впливу основних кореляційних наслідків із залученням даних сучасних наукових досліджень [2].

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління та її структурний підрозділ – кафедра екологічного моніторингу, геоінформаційних та аерокосмічних технологій формує власну наукову школу геоінформаційного картографування території України засобами ДЗЗ та Gadget-систем. Особливістю відповідних публікацій є беззаперечний прикладний характер картографічних досліджень у системі загальнодержавного екологічного моніторингу [3].

Методологічна проблематика першого етапу складання серії карт була апробована на багатьох вітчизняних та закордонних науково-практичних конференціях. Необхідно зазначити, що карти першого етапу видання були репрезентовані на Національному телебаченні «Перший канал» та інших засобах масової інформації, у фаховому виданні «Рятувальник», газеті «Україні молода» [6].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. До теперішнього часу не вирішеною залишається наукова проблема комплексності в картографічних дослідженнях довкілля України, визначення територіальних особливостей впливу

антропогенних явищ на навколишнє природне середовище, визначення картографічними методами дослідження оцінки впливу на довкілля особливих територій України, що зазнають впливу інженерної та транспортної інфраструктури.

Нині маємо безліч урядових і неурядових програм зі створення моніторингу надзвичайних ситуацій природного та техногенного характерів. Але вони безконтрольні та некорельовані між собою, що вносить багатовекторність в єдиний напрям стратегічних наукових досліджень щодо складання національної програми запобігання природної катастрофи на базі картографічних методів дослідження.

Нині в Україні складено безліч екологічних карт та атласів різного спрямування й орієнтації: від радіоекологічних до біосферних і медико-географічних. Але повністю відсутні справжні, з картографічної точки зору, грамотно складені карти екологічних та природних катастроф.

Науковим завданням електронної серії карт забезпечення екологічної безпеки є картографічне вивчення впливу генетичних мутацій на динаміку дегенерації біомів зони. Необхідні картографічно змодельовані особливості поставарійного перетворення навколишнього середовища, радіоекологічна і радіогігієнічна ситуація на полігонах досліджень.

Новизна. Дослідження методологічних проблем картографування довкілля на базі широкомасштабних еколого-природоохоронних експедицій, дали змогу виявити та інтенсифікувати внутрішньо географічні механізми еколого-картографічного моніторингу, визначити геоінформаційні тенденції впровадження інформаційно-кібернетичних методик виявлення та оперативного картографування небезпечних природно-антропогенних екстремальних явищ на території України. При цьому наголоси зміщувалися на необхідність глибокого методологічного осмислення екологічних знань про Україну, зокрема, в річищі сучасних філософських шукань з урахуванням ідеологічних доктрин екологічної філософії та геософії.

Методологічне або загальнонаукове значення. Дослідження наслідків антропогенного впливу на довкілля України знайшло відображення в універсальній формі представлення геопросторової інформації – електронній серії карт. Системний підхід до їх створення включає історичний аспект просторового планування території України. Вперше узагальнений територіальний розподіл надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, антропогенні наслідки впливу на стан здоров'я населення України, проведена територіальна прив'язка інфраструктурних потенційно-небезпечених об'єктів за регіонами держави.

Тільки на основі картографічного аналізу і використання ретроспективних та сучасних екологічних карт можна створити різні прогностичні картографічні моделі, систему взаємоузгоджених прогнозів

катастроф і рекомендацій щодо їх запобігання, ефективного спостереження, управління катастрофічними ситуаціями через картографічні експертні системи, що є головним науковим завданням картографування катастроф та явищ екстремального характеру.

Виклад основного матеріалу. Нині необхідно визначити, що собою являють екологічні катастрофи. По-перше, це подія, що миттєво та зненацька розвивається. Наприклад, якщо в кар'єрі висаджують пусту породу для того, щоб дістатися до руди, цей вибух (навіть найміцніший та руйнівний), зовсім не катастрофічний, а науково підготовлений та технологічно запланований. Будь-яка катастрофа обов'язково має катастрофічні наслідки, обертається руйнуваннями та загибеллю людей. До речі, нікому зі вчених не спало на думку назвати катастрофою вибух наднової зірки або виверження вулкана у віддаленій частині Тихого океану, хоча їх наслідки є надзвичайно чутливими на всій території земної поверхні.

Сучасна наука намагається знайти відповідь на питання, чому виникають екологічні катастрофи. Донині вважалося, що основною першопричиною надзвичайних ситуацій природного характеру є природна стихія, землетруси, вулканічна активність, цунамі, в тому числі підводні, тайфуни, повені. Це лише короткий реєстр випробувань для людської цивілізації нині. Необхідно зазначити, що найбільшою небезпекою довкілля зазнає від антропогенного впливу.

Аварії на атомних реакторах, вибухи на хімічних заводах, падіння літаків, зіткнення потягів із різними видами отруйних речовин стає нашою повсякденною реальністю. Останнім часом стає зрозумілою, що межа між природними та штучними катастрофами є дедалі прозорішою та взаємопов'язаною.

Американські та англійські вчені провели спільне дослідження щодо генезису надзвичайних ситуацій. Висновок звівся до того, що головною причиною сучасних природних катастроф є людська діяльність. Землетруси та повені, посухи та вибухи підземних газів – до всіх цих негативних подій людина та її господарська діяльність має пряме відношення. Останнім часом виник новий термін у *теорії катастроф*. Це рукотворні катастрофи та ексцеси. Ці катастрофи пов'язані з антропосферою.

Згідно з даними ООН, щорічні збитки від катастроф природного та техногенного походження становлять суму, що дорівнює 2–4% і більше в структурі ВВП багатьох країн. В Україні тільки щорічні бюджетні витрати на ліквідацію наслідків чорнобильської катастрофи перевищують 2% від загального обсягу ВВП.

Економічна та військово-політична криза, що тягнеться у країні з лютого 2014 р., супроводжується збільшенням частки застарілих технологій та обладнання, зниженням рівня модернізації і оновлення виробництва. Деіндустріалізація економіки збільшує ризик виникнення катастроф. Тому проблема прогнозування та оцінки наслідків надзвичайних ситу-

ацій займає провідне місце в діяльності Державної служби з питань надзвичайних ситуацій (ДСНС).

Для складання урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій (УІАС НС), замовниками якої виступили Кабінет Міністрів України та ДСНС, було прийнято рішення використовувати аналітичні й моделюючі можливості географічних інформаційних систем (ГІС). Робота ГІС спрямована на створення прогнозно-моделюючих комплексів запобігання, мінімізації і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Комплекс моделюючих геоінформаційних систем створюють як складник розподіленої інформаційної структури УІАС НС, який інтегрує інформаційні потоки таких урядових і державних установ, як Кабінет Міністрів України, Гідрометцентр України, ДСНС та інших організацій. Утворюється єдине геоінформаційне середовище, що здатне забезпечувати необхідний рівень як постачання вихідних даних для моделювання, так і підготовки інформації для системи прийняття рішень.

Український центр менеджменту Землі та ресурсів розробляє геоінформаційний прогнозно-моделюючий картографічний комплекс урядової системи з питань надзвичайних ситуацій. Системне забезпечення комплексу базується на платформі нового покоління програмних продуктів ESRI – ArcGIS.

Нині інформаційне забезпечення комплексу ґрунтується на розміщених у ДСНС України таких баз даних: надзвичайних ситуаціях, що отримують інформацію про час, типи та масштаби катастроф; гідрометеорологічної інформації, що оперативно формується за даними Гідрометцентру України; загальнодержавного реєстру потенційно небезпечних об'єктів; фонд електронних тематичних карт території України.

Нині реалізовані вищевикладені програми, спрямовані на вирішення проблем моделювання катастроф картографічними методами дослідження: прогнозування та оцінка наслідків повеней; прогнозування та оцінка наслідків селевих проявів; прогнозування й оцінка наслідків викидів в атмосферу небезпечних хімічних речовин; геопросторова оцінка можливих наслідків карстових проявів; виконання розробки алгоритмічної бази прогнозно-моделюючих комплексів; проведення реалізації програм просторового моделювання території затоплення; актуалізація даних про довкілля-простір засобами аерокосмічної зйомки та дистанційного зондування; гідрометричних та гідрографічних особливостей водних об'єктів та дорожньої мережі, наприклад, Закарпатської області.

Для того, щоб бази даних дослідження були і мали визначну ланку в ланцюгу картографічного моніторингу екстремальних ситуацій, треба скласти програму картографічних досліджень з урахуванням наступних важливих факторів-принципів: максимального обліку тих генетичних основ процесів

і закономірностей, що картографуються; консервативної оцінки, тобто вибору гіршого для катастрофічної ситуації варіанти інтерполяції та екстраполяції матеріалів.

Перший із цих принципів дає змогу перейти від суб'єктивно-емпіричного способу організації фактичного матеріалу до побудови, яка враховує об'єктивний вплив факторів і процесів на розподіл показників, які картографуються.

Другий принцип особливо важливий за умов браку фактичних даних і знань про закономірності їх розподілу і зміни. Його використання допомагає мінімізувати небезпеку, пов'язану з цим неповним знанням, і тим самим підвищує надійність екологічних оцінок.

Необхідно зазначити основні напрями наукових досліджень із питань *геоінформаційного картографування катастроф*. Це запобігання надзвичайним ситуаціям природного характеру шляхом запровадження математико-картографічних методів у довгостроковому моделюванні та прогнозуванні надзвичайних ситуацій. Захист населення України від радіоактивного опромінення, джерела яких потрібно визначати картографічними методами дослідження при залученні даних дистанційного зондування Землі та аерокосмічної зйомки. Створення експертних географічних інформаційних систем контролю за джерелами забруднення довкілля-простору, радіаційний захист персоналу потенційно небезпечних об'єктів (закритий простір-довкілля), що там працюють, шляхом створення волоконної геокодованої кіберсистеми картографічного попередження катастроф. Переведення керівної техніки радіаційно небезпечних об'єктів (нового саркофагу Чорнобильської АЕС, пунктів поховання відходів) у контрольований безпечний стан шляхом створення віртуальної 3-D кадастрової геоінформаційної системи. Необхідно вжити ГІС-керованих заходів, спрямованих на обмеження міграції радіонуклідів та зменшення впливу радіоактивного забруднення на навколишнє середовище. ГІС-організація та проведення комплексного моніторингу довкілля-простору (біогеоценозів) шляхом проведення наукових досліджень із використанням космічної навігації GPS, що інтегровані в географічну експертну систему керування надзвичайною ситуацією з обов'язковим дотримання правил збереження природних пам'яток культури та історії з одночасним їх ГІС-моніторингом [6].

Під час першого етапу складання карт прояву та наслідків антропогенного впливу на довкілля України (1995–2000-і рр.) використовувалися дані НВП «Картографія», Міністерства екології та ядерної безпеки України. Створювалися математичні моделі геоінформаційної системи серії карт при підтримці провідних наукових співробітників Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків чорнобильської катастрофи (нині Державна служба України з питань

надзвичайних ситуацій, скор. – ДСНС). Другий, завершальний, геоінформаційний етап створення електронної серії карт – це 2005–2020 рр.

Під час складання карт обмірковувалися питання тополого-структурного аналізу остаточних електронних версій. Було розроблено дванадцять карт із трьох тематичних блоків проблем: екологічна геофізика, екологічна метеорологія, картографія катастроф.

Аналіз специфіки пізнавальних засобів, які використовувалися на першому етапі, дав змогу зробити висновок, що, попри загалом справедливую оцінку вихідних емпірично-описових даних, вони різною мірою не обтяжені теоретичними парадигмами геоінженерних наук, що здатні слугувати певним підґрунтям для розкриття географічної зональності екологічних явищ та процесів розвитку цивілізації.

Більшість карт були узагальнені та об'єднані в нові картографічні твори з паралельним опрацюванням підґрунтя стандартів та методів географічного картографування геосистем із широким застосуванням в тематичному змісті карт деяких методів математики, фізики, хімії. Завдяки ним отримані нові дані, що перетворилися на величезний фактологічний матеріал, який був напрацьований на фінальному етапі. У результаті отримано повноцінний картографічний твір із систематологічною інтеграцією усіх напрацьованих матеріалів (таблиця 1).

Таким чином, було отримано повноцінну електронну серію екологічних карт, що складається з тринадцяти карт та фактично за обсягом інформації є серійним екологічним карто виданням про довкілля України. Він розкриває і картографічно показує взаємодію двох головних складників сучасного буття – природи і суспільства. Характеризується двома особливостями з погляду безпеки життєдіяльності населення.

Перша особливість – зростання з розвитком виробничого потенціалу суспільства ймовірності виникнення техногенних катастроф, які за масштабами безпеки наближаються до природних катаклізмів. Друга – значний вплив суспільства на зміну якостей окремих компонентів природи, що проявляються в дедалі частішому виникненні небезпечних для людини явищ природного походження.

В обох випадках можна говорити про виникнення надзвичайних ситуацій, тобто порушень нормальних (звичних) умов життєдіяльності населення на певній території, спричинене природно-техногенною аварією або стихійним природним лихом, що призводить до загибелі населення, порушення природних компонентів і, зрештою, до значних матеріальних збитків.

Руйнівний потенціал великих техногенних та природних катастроф можна порівняти з подібним потенціалом військово-політичних конфліктів.

Картографічний метод подання територіальних особливостей прояву та наслідків небезпечних явищ є необхідною умовою для усвідомлення їх небез-

Трансформування карт прояву природно-техногенних явищ у часі

№ з/п	Назва карти першого етапу створення атласу	Рік виходу	Змінена (остаточна назва) тематичного змісту другого етапу складання атласу	Рік виходу
1.	Гіпергенезична карта м. Києва – геомантична муніципальна карта.	1999	Дані включені до карти «Природні катастрофи»	2004
2.	Національна мапа надзвичайних ситуацій природного характеру.	2000	Надзвичайні ситуації України.	2003
3.	Українська інвайерменталістична карта еколого-географічного моніторингу та прогнозу 2000–2050 рр.	2000	Ймовірність природних катастроф. Збитки від природних катастроф.	2002
4.	Карта екологічної та ядерної безпеки України.	2000	Техногенні катастрофи. Ймовірність техноаварій.	2002
5.	Карта екологічної адаптації та енергетичної регенерації екосистем України.	2001	Природні катастрофи.	2004
6.	Карта біологічної різноманітності зруйнованих екосистем.	2001	Вроджені дитячі аномалії.	2002
7.	Карта приземної погоди (Синоптична карта України).	2002	Дані включені до карти «Аномальні опади»	2004
8.	Карта абсолютної баричної топографії висотної синоптики від 500 мілібарів (Висотна синоптична карта).	2002	Аномальні температури навесні.	2004
9.	Екологічна карта України.	2002	Збитки від природних катастроф.	2003
10.	Карта регіональної сейсміки астрономічного впливу.	2002	Дані включені до карти «Людські втрати внаслідок природних лих».	2004
11.	Карта небезпечних атмосферних явищ.	2002	Аномальні опади	2004
12.	Карта небезпечних літологічних явищ.	2002	Людські втрати внаслідок природних лих.	2004
13.	Цифрова карта об'єктів транспортної інфраструктури.	2019	Інтерактивна карта транспортної інфраструктури України.	2020

пеки, що необхідно для розробки заходів із їх запобігання та попередження.

Потенційна ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій в Україні розподілена нерівномірно. Це пов'язано, в першу чергу, з розмаїттям фізико-географічних умов, нерівномірним розміщенням природних ресурсів та продуктивних сил. Так, на сході країни переважають ситуації техногенного походження, а на решті території – природного. Окрім того, схід країни – це зона бойових дій. Це ареал надзвичайної

ситуації воєнного характеру. Автономна Республіка Крим – це територія надзвичайної ситуації соціально-політичного характеру. Вона анексована Росією внаслідок військової інтервенції у лютому 2014 р. (рис. 1).

Техносферу України характеризує значний тиск на природне середовище (у деяких регіонах він у 5–6 разів вищий, ніж у країнах ЄС). Великі промислові комплекси утримують надпотужні агрегати і значні обсяги небезпечних речовин.



Рис. 1. Регіональний розподіл надзвичайних ситуацій в Україні



Рис. 2. Регіональний розподіл техногенних катастроф

Розвиток переважно галузей важкої індустрії без належної екологічної оцінки території, на якій вони розміщені, зумовлює погіршення умов проживання населення, підвищення ризику небезпечних ситуацій. Потенційно такі ситуації можуть проявлятися як пожежі та вибухи (зокрема на об'єктах паливно-енергетичного комплексу), викиди отруйних речовин різного походження (хімічні, радіоактивні, біологічні), руйнування гідротехнічних споруд (прориви на греблях), аварії рухомого транспорту, порушення комунальних систем життєзабезпечення.

За статистичними даними «Вісника Державної служби з надзвичайних ситуацій» (2019 р.), можна виокремити регіони України за різним характером небезпеки щодо техногенної обстановки. Найбільш екстремальні прояви надзвичайних ситуацій спостерігають на територіях Волинської, Рівненської, Чернівецької, Січеславської (Дніпропетровської) та Харківської областей (рис. 2).

Найбільш небезпечною територією за аваріями в системі життєзабезпечення та транспортних катастроф є Львівська область. Тільки за останні роки таких випадків зареєстровано 50 на 1000 мешканців області. Небезпечними територіями також є анексований м. Севастополь (аварії у системі життєзабезпечення та пожежі), Кропивницька (Кіровоградська) область (аварії у системі життєзабезпечення комунального господарства), м. Яни-Капу (Красноперекоськ, Крим) (постійні викиди отруйних речовин). Чернігівська область (аварії в системі життєзабезпечення та транспортні катастрофи), Харківська область (аварії на об'єктах паливно-енергетичного комплексу та нафтохімії), Житомирська область (транспортні аварії), Одеська область (аварії на транспорті та небезпечні маневри в порту), Івано-Франківська, Тернопільська та Хмельницька (викиди сильнодіючих отруйних речовин, далі – СДОР).

Однією з причин техногенних аварій є стан технологічного обладнання в усіх галузях промисловості.

Відомо, що ще у 2001 р. провідними вченими НАН України створений Національний комітет попередження національної катастрофи «Комітет-2005»,

що займався довгий час моделюванням та прогнозуванням надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. За їхніми висновками, ще у 2005 р. все технологічне обладнання України можна вважати морально та фізично відпрацьованим. Цей факт є підставою для визначення ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру на 2020 р. Прогноз формулюється на основі методу симетричної інтерполяції статистичних даних з 1987 р.

Карта ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру являє собою прогноз розвитку катастроф на територію України до 2050 р. (рис. 3).

Надвисока ймовірність катастроф технологічного обладнання наявна в підконтрольній частині Донецької та Луганської областей та Східній Україні взагалі. Повсякденним явищем можуть бути руйнування споруд, транспортні аварії, пожежі та вибухи.

Високий рівень ймовірності катастроф на підприємствах будівельної, транспортної та паливно-енергетичних галузях економіки в Січеславській (Дніпропетровській), Донецькій (окрім ОРДЛО – окремі райони Донецької та Луганської областей, де екологічна катастрофа вже є реальністю), Львівській та Одеській областях.

Середній рівень ймовірності катастроф можливий на територіях анексованої Автономної республіки Крим, у Харківській, Сумській, Київській, Чернігівській, Кропивницькій (Кіровоградській) областях та на підприємствах паливно-енергетичного комплексу, транспорту, нафтохімії.

Решта території України характеризується низькою і нижчою за середню ймовірністю виникнення катастроф у зв'язку із сільськогосподарським використанням території. Хоча щодо територій міст цей ймовірнісний коефіцієнт характеризується середнім значенням у зв'язку з функціонуванням підприємств харчової та переробної промисловості, а також системи життєзабезпечення населених пунктів.

Надзвичайні ситуації природного походження поділяються на геологічні, метеорологічні, меди-



Рис. 3. Ймовірність техногенних аварій за регіонами України



Рис. 4. Регіональний розподіл природних катастроф

ко-біологічні. Їхнє переважання в окремих регіонах за даними показано на карті (рис. 4).

Найнебезпечнішою з погляду виникнення надзвичайних ситуацій метеорологічного характеру та медико-біологічного характеру (шквали, інфекційні захворювання) є Волинська, Рівненська, Житомирська області. Потенційно небезпечними щодо метеорологічних (синоптичних) аномалій (урагани, смерчі) є Тернопільська та Хмельницька області, а також Полтавська, Сумська, Рівненська та Чернівецька (сильні зливи, град, шквали, посилення вітру до 45 м/сек).

Небезпечними в плані геологічних несприятливих явищ вважається анексований Крим (землетруси, цунамі, виверження грязьових вулканів Керченського півострову: Джау-Тепе, Восходівський, Булганацький (Джерджава); селеві потоки, зсуви), а також регіон Карпат та Прикарпаття.

Застосовуючи нормальний закон розподілу Гауса та на основі даних місцевих осередків цивільного захисту, територію України прозонуємо за ймовірністю виникнення природних катастроф. За ступенем ризику виокремлено дві зони, які відповідають підвищеній та низькій такій ймовірності (рис. 5).

До територій із реальною можливістю прояву природних катастроф належать Тернопільська, Закарпатська, Чернівецька, Львівська, Волинська, Івано-Франківська області, до потенційно небез-

печних територій – південні та східні, а також Житомирська, Рівненська, Тернопільська, Вінницька області, до умовно безпечних – Київська, Чернігівська, Полтавська, Кропивницька (Кіровоградська). Майже цілком безпечною є Черкаська область.

Стан кліматопогодних умов території щодо безпеки для життєдіяльності населення може бути розглянутий у двох аспектах: продовольча безпека з огляду на формування нестабільних агрокліматичних умов та виникнення дискомфортних метеорологічних аномалій, які впливають на стан здоров'я населення.

Одним із показників погіршення кліматопогодних умов на території України можна вважати аномальні плюсові температури в холодний період року, а також аномальні заморозки у травні (згідно з даними Геофізичної обсерваторії 1987–2019 рр.). Причому найбільша ймовірність характерна для Східного індустріального регіону (рис. 6). У результаті цього небезпечного явища гине 30–40% майбутнього врожаю овочевих культур.

Іншим показником небезпечної зміни кліматичних умов є аномальність у кількості випадання атмосферних опадів (понад 1000 мм (1000 л на м²), дані 1987–2019 рр.) за одну добу в умовах загальної посухи влітку (рис. 7).

Особливо інтенсивно це явище проявляється у Львівській, Тернопільській областях та м. Києві, Західній Україні взагалі. Внаслідок чого середня



Рис. 5. Регіональний вимір розподілу ймовірності природних катастроф



Рис. 6. Регіональний розподіл аномальних температур навесні



Рис. 7. Регіональний розподіл аномальних опадів



Рис. 8. Регіональний розподіл збитків від природних катастроф



Рис. 9. Регіональний розподіл вроджених дитячих аномалій (вад)



Рис. 10. Регіональний вимір людських втрат внаслідок техногенних катастроф



Рис. 11. Регіональний вимір людських втрати внаслідок природних лих

урожайність зернових культур щороку зменшується на 5 ц/га.

Узагальнену картину масштабів надзвичайних ситуацій на території України являють собою розміри матеріальних збитків. У 2019 р. Кабінет Міністрів України визначив, що надзвичайною ситуацією національного значення можна вважати катастрофу, на ліквідацію наслідків якої необхідні кошти в розмірі понад 1% Державного бюджету України.

Карту грошових утрат за регіонами за даними статистичних департаментів показано на рис. 8.

Специфічним показником впливу небезпечних техногенних явищ на населення є вплив на здоров'я. З цього погляду можна виділити три основні групи факторів, які безпосередньо впливають на здоров'я, а саме: забруднення навколишнього середовища (зокрема, найбільш значне та небезпечне – хімічне) та техногенні аварії, що дедалі частіше набувають вигляду екологічних катастроф. Зрештою, небезпечні ситуації в повсякденному житті, особливо при використанні засобів руху – транспортні аварії.

Одним із небезпечних наслідків забруднення довкілля є зростання рівня генетичних порушень,

що проявляється, зокрема, у зростанні вроджених аномалій у дітей. Аналіз статистичних показників свідчить, що з часом кількість таких випадків зростає і географічно вони прив'язані до промислових регіонів (рис. 9).

Географічний розподіл смертності населення на території України (у прийнятих відносних показниках) унаслідок техногенних та природних катастроф за даними подано на картах (рис. 10, 11).

У контексті зазначеного вище сучасна екологічна картографія висуває найвищі вимоги до теоретико-методологічного рівня досліджень та узагальнень, реалізації прогностичної функції на підґрунті формування якісно нових інтегративних характеристик.

Широко розгорнувся процес картографування еколого-небезпечних природних та техногенних надзвичайних ситуацій. За таких обставин у географічній науці дедалі більшого значення набуває опрацювання методологічних засад картографічного методу дослідження в екологічному моніторингу надзвичайних ситуацій. Необхідне напрацювання настанов та рекомендацій різнопорядкового рівня та спрямованостей, що дають змогу здійснювати



Рис. 12. Цифрова (растрова) карта об'єктів транспортної інфраструктури залізничного транспорту України в рамках проекту «Нового Шовкового шляху»

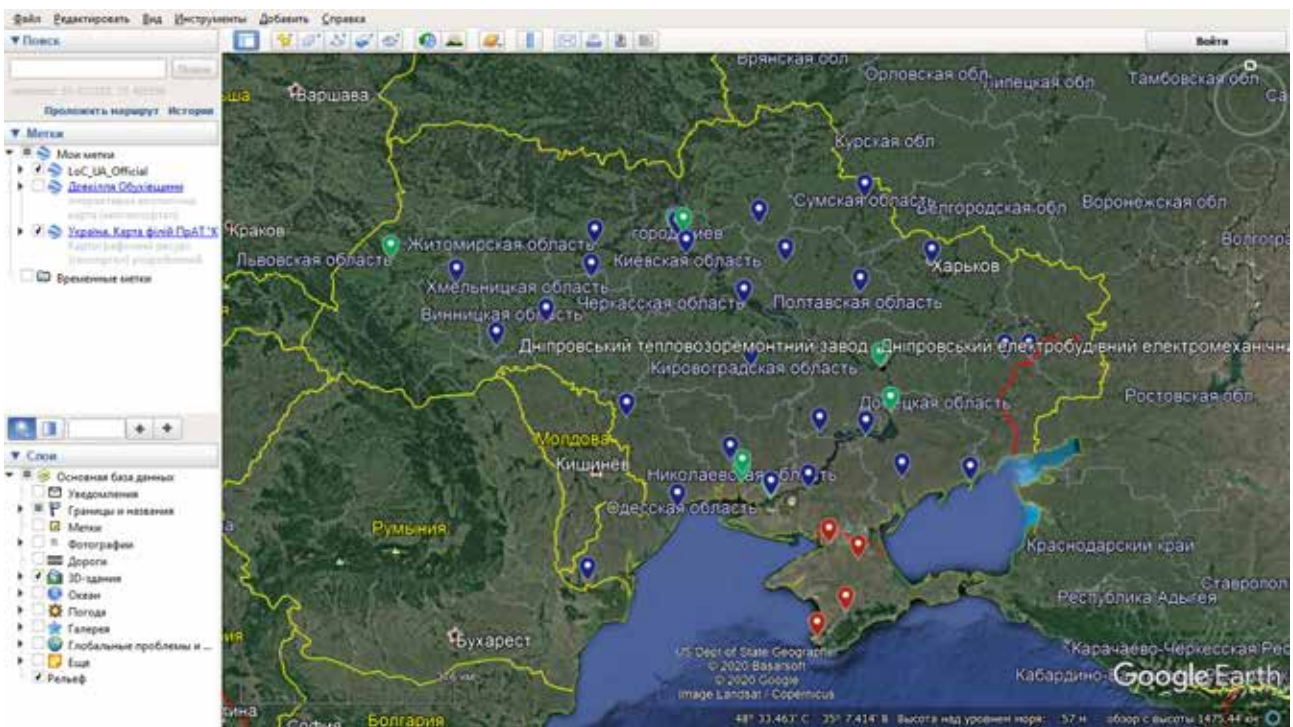


Рис. 13. Інтерактивна (векторна) карта транспортної інфраструктури України

належний екологічний аналіз принципів підходів і методів у процесі складання серії електронних растрових карт природно-техногенної безпеки системи національної екологічної безпеки України. Аналіз змістовної складової серії карт дає змогу вирішувати актуальні проблеми і завдання у визначенні поля картографічних даних і використання адекватних картографічних пізнавальних підходів щодо створення сучасної картини екологічної реальності в державі.

Представлена серія карт природно-техногенної безпеки системи національної екологічної безпеки України, складені протягом 1995–2005 рр. та 2020 р., актуальні і адекватні нині та будуть залишатися відповідними реальності ще 10–15 років.

За відповідними картами географія катастроф може штатно вивчатися, а отже, істотно впливати на розвиток міжнародного екологічного співробітництва та процеси управління сучасною екологічною ситуацією в Україні.

У цьому річизі альтернативою тенденціям небезпечної екологічної поляризації має виступати стимулювання екологічно безпечного розвитку на геоінформаційному підґрунті, мета якої не лише збереження довкілля-простору для нащадків, а й захист природних пам'яток історії та культури, екологосоціокультурного середовища України.

Проводиться робота з переведення векторно-растрових карт до інтерактивних, триває картографування потенційно-небезпечних об'єктів інженерної інфраструктури держави. На замовлення Ради національної безпеки та оборони при Президентові України складена карта спеціалізованої транспортної інфраструктури (рис. 12). Її інтерактивна версія на геопорталі Google Earth представлена на рис. 13).

Головні висновки. Аннали картографування системи національної екологічної безпеки України інтерпретуються серією електронних растрових карт природно-техногенної безпеки системи національної екологічної безпеки України, які знайшли своє практичне застосування у проведенні оперативних

екологічних заходів та попередженні надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. До них належать консервативне збереження заповідних еколого-природних осередків навколишнього середовища, що потрапляють у радіус патогенного впливу природного лиха. Тематичний зміст дає змогу розпочати процедури збереження природного вигляду ландшафтів та їх екоценозних компонентів, еколого-культурницький розвиток еколого-духовної аурі геоландшафтів, що ґрунтується на збереженні еколого-археологічної, еколого-архітектурної, еколого-етнокультурної спадщини України.

Техногенний простір України та його патогенний вплив дав змогу корегувати програми заповідального збереження цінних природних осередків – лісів України як природоохоронних об'єктів різного статусу. Зазначене на картах медико-географічне зонування з попередження потенційно ризикованих областей України під час виникнення природних катастроф ґрунтується на даних та метеорологічному забезпеченні.

У процесі проведення раціональних сільсько-господарських робіт враховуються дані відповідних картографічних досліджень ековолюційних трансформацій метеорологічно, літологічно та гідрологічно змінених ландшафтів України у плині часу.

Викладені результати впровадження концепції (анналів) програми складання серії електронних растрових карт природно-техногенної безпеки системи національної екологічної безпеки України є завершеними реалістичними геоінформаційними моделями, що впроваджені в роботу УІАН НС.

Перспективи використання результатів дослідження. Складена серія карт може використовуватися в проєктуванні національних схем територіальної організації українського суспільства в процесі реформування системи адміністративно-територіального устрою на екологічних засадах природно-техногенної безпеки заради попередження надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

Література

1. Бондар О.І., Фінін Г.С., Унгурян П.Я., Шевченко Р.Ю. Дистанційні методи моніторингу довкілля. Херсон : Олді+, 2019. 298 с.
2. Бондар О.І., Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю., Копиленко О.Л. Картографування радіаційного забруднення території України. *Екологічні науки*. 2020. № 2 (29). С. 20–30.
3. Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Моніторинг стану навколишнього середовища засобами ГІС: навчально-методичні та практичні рекомендації. 2018. 52 с.
4. Картографування прояву та наслідків природно-антропогенних явищ України. Геоінформаційне картографування. Концепція використання картографічного методу при здійсненні регіональної екологічної політики в Україні». Звіт про науково-дослідну роботу (№ держ. реєстрації 0101U002879), 2003.
5. Картографічне забезпечення реалізації глобальних інфраструктурних об'єктів для потреб РНБО України. Науковий звіт. 2020.
6. Шевченко Р.Ю. Картографування надзвичайних ситуацій природного характеру. *Екологічний вісник*. 2002. № 11-12. С. 28–30.
7. Шевченко Р.Ю. Малий екологічний атлас України. *Екологічний вісник*. 2005. № 1. С. 26–31.