

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ ТА КАРТОГРАФІЇ

Тетяна ДУДУН

ТЕМАТИЧНІ КАРТИ (КАРТИ ГІПЕРСФЕРИ)

Конспект лекцій

2023

УДК 528.941:37

Рецензенти:

к. геог. н., Т. М. Курач

к. геог. н., І. О. Підлісецька

Затверджено на засіданні кафедри геодезії та картографії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол № 4 від 09.10.2023 р.)

Схвалено вченою радою географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол № 3 від 27.10.2023 р.)

Автор: Т. В. Дудун

Тематичні карти (карти гіперсфери): конспект лекцій / Т. В. Дудун – К., 2023 – 131 с.

У конспекті лекцій викладено сучасну теорію та методи створення екологічних карт. Завдання курсу – це поєднання знань про принципи екології та закономірностях функціонування екосистем із широким географічним кругозором на знанні просторової біосфери. Основними розділами курсу екологічного картографування є теоретичні основи екологічного картографування, методологія екологічного картографування, зміст і методи складання екологічних карт.

Конспект лекцій розраховано на студентів і фахівців напряму підготовки у галузі картографії, землевпорядкування, дистанційного зондування Землі. Курс лекцій читається автором на освітній програмі «Картографія, геоінформаційні системи і дистанційне зондування».

УДК 528.941:37

© Т. В. Дудун, 2023

ЗМІСТ

Лекція 1	Карти гіперсфери та їх класифікація	4
Лекція 2	Екологізація тематичної картографії	24
Лекція 3	Еколого-географічне джерелознавство	29
Лекція 4	Методологія екологічного картографування	48
Лекція 5	Зміст і методи складання екологічних карт. Картографування забруднення вод суші. Загальні закономірності забруднення поверхневих вод суші	70
Лекція 6	Картографування фізичного забруднення	83
Лекція 7	Складання еколого-геохімічних карт	91
Лекція 8	Біоекологічні аспекти картографування	99
Лекція 9	Прикладне екологічне картографування та використання екологічних карт	107
Лекція 10	Екологічні аспекти кадастрового картографування	121

Список використаних джерел

Лекція 1. Карти гіперсфери та їх класифікація

Особливу складність для класифікації є явища, які не можуть бути цілком віднесені до однієї якої-небудь сфери, а належать до двох і більше сфер. Найбільш очевидна необхідність виділення особливої природно-суспільної сфери (гіперсфери), яка характеризується взаємодією природи, населення і господарства. Можна назвати найбільш яскраві приклади карт, які відносяться до гіперсфери:

Карти еколого-географічні (геоекологічні):

- чинники дії на навколишнє середовище в цілому та на окремі його компоненти;
- стан навколишнього середовища та його компонентів;
- результат та наслідки дії на середовище умов життя населення;
- захист середовища та забезпечення екологічної безпеки.

Карти природно-технічні:

- інженерно-геологічні;
- інженерно-географічні;
- агрокліматичні;
- агровиробничі.

Екологічне картографування — порівняно молода навчальна та наукова дисципліна. Її історія налічує лише трохи більше двох десятиліть, проте вона (з різними варіаціями назви) вже міцно увійшла до навчальних планів підготовки картографів і екологів, а за кількістю науково-теоретичних публікацій і реально створених карт не поступається багатьом підрозділам, що давно досліджувалися у тематичній картографії. Подібно до інших галузей тематичної картографії, екологічне картографування є дисципліною на «стику наук» та утворює складну єдність специфічних, в даному випадку екологічних (геоекологічних) методів отримання та територіальної інтерпретації даних про стан навколишнього середовища та загально-картографічних прийомів географічно коректного відображення інформації. Основна відмінність екологічного картографування полягає в тому, що його розвиток не обмежується власними галузевими рамками, а проявляється в екологізації змісту карт чи не всіх інших тематичних галузей.

У дослідженні та вирішенні екологічних проблем беруть участь фахівці різних, часом дуже далеких галузей знань (біологи, географи, медики, інженери, юристи,

соціологи та політологи). У такій ситуації карта часто є чи не єдиною універсальною мовою спілкування спеціалістів різних наук.

Карта була і залишається найефективнішим способом відображення будь-яких явищ, характеристики яких змінюються у просторі. Розселення людини, поширення живих організмів, так само як і стан середовища їх проживання, мають властивість просторової мінливості. Тому аналіз екологічної обстановки не віддільний від її картографування. Аналіз карт дозволяє враховувати властивості природних ландшафтів, їх вплив на міграцію забруднюючих речовин та стійкість екосистем.

Однак недостатнє врахування природних особливостей при картографуванні, на жаль, поки що широко поширено і сприяє формуванню невірних уявлень, коли характеристики викидів і скидів забруднюючих речовин, захворюваності, тощо відносять до адміністративно-територіальних одиниць без урахування їх внутрішніх відмінностей. Невірні чи неточні уявлення про просторову локалізацію екологічних проблем ведуть до помилок при виборі шляхів їх вирішення.

Для забезпечення коректності екологічних карт, які сформовані на основі аналізу висновків, вирішальне значення має аналіз фізичного сенсу та чинників просторової та тимчасової мінливості показників, що застосовуються для характеристики екологічної обстановки, а також умов коректності цих показників. Зіставлення різноманітних показників створює передумови для вироблення навичок аналізу просторово-часової динаміки екологічних ситуацій, а також природних та техногенних чинників, що впливають на них.

В даний час склалося *два основних підходи* до розуміння змісту екологічного картографування та його місця в професійній підготовці з географічних та екологічних спеціальностей. У рамках *першого* (геоінформаційного або технологічного підходу) екологічне картографування розглядається як різновид тематичного; при цьому наголошується на застосуванні сучасних геоінформаційних технологій та готових матеріалів екологічного змісту (бази даних про обсяги забруднення, результати моніторингу, матеріали дистанційних знімків та ін.).

В рамках *другого* (географічного) підходу екологічне картографування постає як інтегративна дисципліна, покликана поєднати знання про принципи екології та природокористування, закономірності функціонування природних і соціальних систем з широким географічним кругозором, який засновується на знанні вертикальної

(покомпонентної) та горизонтальної (ландшафтної або геосистемної) структури біосфери. Обидва підходи один одному не суперечать; перший більш виправданий під час підготовки картографів, а другий - у навчанні за екологічними спеціальностями.

Основні розділи курсу екологічного картографування:

- теоретичні основи екологічного картографування (місце та роль картографування в охороні навколишнього середовища, значення для картографування екологічних законів та принципів інших наук, зокрема кваліметрії як науки про оцінку та вимірювання якості);
- еколого-картографічне джерелознавство (особливості, переваги та обмеження джерел інформації про екологічну обстановку, таких як дистанційне зондування, параметри джерел забруднення та математичне моделювання процесів розсіювання, показники забрудненості компонентів природного середовища, біоіндикатори);
- методологія екологічного картографування (змістове навантаження та способи картографічного зображення показників екологічної обстановки, їх територіальна інтерпретація, просторова та тимчасова інтеграція);
- зміст та методи складання екологічних карт (облік та картографічне подання довготривалого та короткочасного забруднення повітря, хімічних та біологічних параметрів поверхневих та підземних вод, фізичних чинників середовища, біологічних та геолого-геоморфологічних аспектів екологічних проблем, комплексне екологічне картографування);
- прикладне екологічне картографування та використання екологічних карт (картографічне забезпечення інженерно-екологічних досліджень, екологічні аспекти кадастрового картографування, географічний аналіз екологічних проблем)

***Предмет та завдання екологічного картографування.
Роль екологічного картографування у науці та практиці***

Метою екологічного картографування є аналіз екологічної обстановки та її динаміки, тобто, виявлення просторової та тимчасової мінливості чинників природного середовища, що впливають на здоров'я людини та стан екосистем. Для досягнення цієї мети *потрібно виконати* збір, аналіз, оцінку, інтеграцію, територіальну інтерпретацію і створити географічно коректне картографічне уявлення досить багатоманітної, нерідко важко порівняної екологічної інформації.

Екологічне картографування - наука про способи збору, аналізу та картографічного подання інформації про стан довкілля, людини та інших біологічних видів, тобто, про екологічну обстановку.

Екологічне картографування орієнтовано на забезпечення державних, регіональних та місцевих програм та проектів природоохоронної спрямованості. Тим часом будь-яка природоохоронна діяльність здійснюється у межах конкретних територій. Тому планування, реалізація та контроль результатів природоохоронних заходів вимагають об'єктивних даних про екологічну обстановку та її динаміку в різних частинах території, що неможливо без використання картографічної форми подання інформації.

Екологічна інформація вкрай різноманітна як щодо походження так і за змістом. Вона надходить з офіційних і неофіційних джерел, отримується в результаті дослідження та надходить з використанням різних методів. До неї відносяться матеріали дистанційного зондування, якісні та кількісні характеристики забруднюючих речовин та статистичні дані про обсяги та умови їх надходження до навколишнього середовища, просторова і часова динаміка фактично виміряних рівнів і складу забруднення, дані про стан здоров'я населення, рослинний покрив та тваринний світ та багато чого іншого. Часто єдиним, що поєднує такі різноманітні відомості, залишається їхня приналежність до певної території. Тому в 1960-1970-і роки стався розвиток екологічного картографування як універсального методу аналізу екологічної інформації.

У рамках природоохоронної діяльності виділяють наступні основні складові частини, що вимагають картографічного забезпечення:

- науково-дослідна робота (з підрозділами щодо компонентів природного середовища, методів дослідження, територіальних одиниць різного ієрархічного рівня або у глобальному масштабі);
- практична діяльність з охорони атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод, ґрунтів та надр, рослинності та тваринного світу, ландшафтів (екосистем) в цілому (включаючи юридичні, економічні, технологічні, гігієнічні аспекти; у локальному, регіональному, національному та міжнародному масштабах);
- екологічна освіта та виховання (включаючи викладання, пропаганду екологічних знань та здійснення прав особи та суспільства на інформацію).

Картографічне забезпечення науково-дослідних робіт природоохоронної спрямованості принципово не відрізняється від аналогічного завдання інших наук про Землю і є одним із проявів пізнавальної функції карт. У ході науково-дослідних робіт карти виконують такі функції:

- засобів дослідження (у цій якості виступає, головним чином, топографічна основа), що використовується для вирішення питань організації робіт та територіальної прив'язки результатів;

- предметом дослідження (як спрощена модель об'єктивно існуючого явища). Для цієї мети можуть використовуватися як топографічні так і тематичні карти, які за своїм змістом та точністю придатні для вирішення наукових та прикладних завдань.

Ці два варіанти використання карт мають на меті максимально жорсткі вимоги до геометричної точності і повноти. Вимога повноти (у дослідженні завжди відносна) змушує розглядати таке поширене явище як створення екологічних карт на основі інтерпретації та інтеграції раніше створених тематичних карт, що прийнятне лише на самому початку становлення нового напрямку. Складання нових карт на основі раніше створених передбачає припущення, що в останніх вже міститься вся необхідна інформація і її потрібно лише відповідним чином скомпонувати. Крім того, необхідно враховувати природне старіння карт.

Картографічне забезпечення практичної природоохоронної діяльності в найбільш повному обсязі реалізується при розробленні та виконанні цільових програм того чи іншого територіального охоплення та спрямованості. Екологічні карти, що призначені для практичної діяльності за спрямованістю поділяються на:

- інвентаризаційно-оціночні (містять показники та оцінку стану окремих компонентів та ландшафтів в цілому, характеристики територіального розподілу чинників, що впливають на стан території);

- прогностні (подають гіпотетичні результати розвитку до деяких дат у майбутньому при збереженні чинних тенденцій або в рамках певних сценаріїв);

- рекомендаційні (відображають територіальне розміщення запропонованих заходів з метою оптимізації екологічних ситуацій);

- контрольні або карти моніторингу (призначаються для відстеження ситуацій по мірі реалізації рекомендованих заходів).

Такий поділ не є специфічною властивістю екологічних карт, оскільки може бути доданий чи не до всіх карт, призначених для забезпечення вирішення практичних завдань.

Найбільш поширеними регіональними програмами є:

- територіальні комплексні схеми охорони навколишнього середовища (ТерКСОП або ТерКСООС);
- цільові комплексні програми регіонального або муніципального рівня;
- природоохоронні підрозділи схем районного планування та генеральних планів міст.

До найпоширеніших природоохоронних програм локального рівня природокористування відносяться комплекси природоохоронних заходів щодо окремих об'єктів господарювання:

- в рамках оцінки впливу на навколишнє середовище для ново проєктованих об'єктів;
- плани заходів щодо охорони навколишнього середовища на діючих підприємствах.

У більшості випадків карти та плани є основною частиною матеріалів. При цьому від регіональних програм до локальних, масштаби картографічних матеріалів закономірно збільшуються, тоді як різноманітність їх тематики скорочується. На рівні підприємств роль картографічних матеріалів виконують плани розміщення та креслення природоохоронних об'єктів. Якість виконання картографічних матеріалів природоохоронних програм (як і програм загалом) залежить від того, чи спирається інвентаризаційно-оціночний блок інформації на результати спеціально проведених досліджень (інженерно-екологічних), або на фондові та статистичні матеріали. В останньому випадку стає неминучим використання таких показників як середні за адміністративно-територіальними одиницями з відповідним зниженням детальності та обґрунтованості висновків та рекомендацій гігієнічного, економічного, юридичного та технологічного характеру.

Обґрунтованість та ефективність реалізації рекомендаційних блоків комплексних схем, навпаки, суттєво підвищується, коли інвентаризаційно-оціночний та прогностичні блоки завершуються гігієнічними та економічними оцінками наслідків антропогенних впливів. Гігієнічні оцінки включаються в розрахунки ризику

виникнення захворювань за окремими хворобами та їх групами за існуючих і прогнозованих рівнів антропогенного впливу для територіальних одиниць та окремих точок. Економічні оцінки мають на меті переведення характеристик забруднення та інших видів антропогенних впливів у вартісні показники. Вимоги до картографічного забезпечення природоохоронної практики суттєво різняться залежно від конкретного призначення карт. Зміст та оформлення рекомендаційних карт природоохоронних об'єктів (як і оформлення відповідних базових інвентаризаційно-оціночних та прогнозних карт) регламентуються загальними вимогами до проектної документації. Створення (як правило, у перспективі) контрольних карт не жорстко регламентовано. У процесі моніторингу найбільшого значення набуває оперативність, тому дана складова частина екологічного картографування особливо інтенсивно комп'ютеризується. Скорочений варіант картографічного забезпечення застосовується у заповідній справі де, як правило, обмежуються дослідною роботою та моніторингом. На картах особливо охоронних територій зазвичай відображають ландшафтну характеристику (у тому числі динамічну), а також розміщення місця проживання рідкісних видів тварин, науково-дослідних та господарських об'єктів.

Картографічне забезпечення екологічної освіти та виховання полягає у створенні картографічних матеріалів, погоджених з навчальними програмами курсів екології та охорони природи, а також відповідними розділами географії. Навчальні екологічні карти є ілюстративним матеріалом, що виконують комунікативну функцію та особливостями оформлення принципово не відрізняються від інших навчальних карт. Загальним для навчальних карт будь-якого змісту є пріоритет наочності перед точністю та повнотою, використання контрастних кольорів, великих позначень і підписів тощо, як це практикується на настінних і включених до атласів навчальних карт охорони навколишнього середовища. Нестача таких карт зазвичай полягає у відсутності важливої для навчально-виховних цілей інформації про стійкість, порушення ландшафтів та невисоким рівнем вивченості цих питань. Новим елементом екологічної освіти є створення відповідних спеціальних карт і атласів, які орієнтовані на широкі верстви громадськості. Традиції такого роду видань лише розробляються; йде пошук характеристик, показників і сюжетів, які викликали б інтерес і позитивно впливали на громадську думку через адекватне розуміння екологічної ситуації. Для широких верств населення найбільший інтерес викликає порівняльна характеристика

територіальних одиниць щодо комфортності проживання, по можливості з гігієнічними та економічними оцінками. По мірі розвитку ринку нерухомості екологічна оцінка обстановки має все більш істотний вплив на вартість житла та земельних ділянок. Ця обставина визначає як попит на таку інформацію так і відповідальність укладачів та видавців карт за її достовірність.

Екологічне та еколого-географічне картографування

Терміни «екологічний» та «геоекологічний» у застосуванні до картографування фактично використовуються як синоніми. Частка слова "гео" передбачає врахування просторового аспекту, що взагалі далеко не завжди виявляється метою дослідження. Тому для більш точного визначення досліджень, що включають аналіз просторового розподілу будь-яких характеристик кращий термін «геоекологічні». Картографування ж поза просторовим не буває, тому вживання частки "гео" стає в даному випадку зайвим. Згідно з традиційним поглядом на класифікацію карт за тематикою, основними підрозділами є карти природних явищ (фізико-географічні) та карти суспільних явищ (соціально-економічні). Таке положення в тематичній картографії відповідало характерному для більшої частини XX ст. роздвоєному стану географічної науки, коли при фізико-географічних дослідженнях прагнули абстрагуватися від антропогенного чинника і показати ландшафти в їх умовно первозданному вигляді, а при соціально-економічних - від природних чинників. Ситуація почала змінюватися у 1970-1980-ті роки, коли на межі соціально-економічної та фізико-географічної картографії зародився новий «на стику» напрямок - картографування взаємодії людини та навколишнього середовища або екологічне у сучасному розумінні.

Склалися два альтернативні підходи до змісту поняття екологічних карт:

- широкий, що включає чи не всі види географічних карт;
- вузький, який обмежується використанням того чи іншого типу зі значними розбіжностями щодо того, якому саме типу слід віддати перевагу.

Екологічне картографування відрізняється від ряду інших галузей тематичного (геологічного, геоморфологічного, ґрунтового та ін.) картографування складністю визначення його предметної області. Як основний об'єкт екологічного (еколого-географічного) картографування різними авторами розглядаються: екосистеми різного

рангу, масштаби антропогенного тиску на середовище, біота, природоохоронні заходи, взаємини організмів та середовища, екологічні ситуації.

Завдання екологічного картографування вирішуються як у рамках традиційних тематичних галузей, що склалися з відповідною адаптацією змісту, так і шляхом створення карт повністю оригінальним спеціальним змістом. Відповідно доцільно розрізняти еколого-географічне та власне екологічне картографування

Еколого-географічне картографування включає в себе створення нових різновидів карт у рамках існуючих галузей тематичного картографування (екологізація тематичного картографування). До еколого-географічних карт відносять відображення ландшафтів у їх сучасному (з урахуванням антропогенного впливу) виді, а також діяльність людини з урахуванням умов, за яких вона протікає та наслідків до яких призводить.

Антропоцентризм та біоцентризм як альтернативні підходи до оцінки та картографування екологічної обстановки

Терміни «екологічна карта», «екологічне картографування» були вперше запроваджені французькими геоботаніками у 70-ті роки ХХ ст. стосовно карт стану рослинності та антропогенного впливу на рослинність. Картографування стану рослинності та умов антропогенного впливу на рослинність поступово розвиваючись сформувало *біоцентричний* напрям в екологічному картографуванні. *Біоцентричний* підхід базується на класичному геккелівському розумінні предмету екології та націлений на картографічне дослідження взаємозв'язків між біологічними видами і середовищем їх проживання.

У деяких теоретичних роботах зустрічаються висловлювання про картографування екосистем як основної функції екологічного картографування. Однак практичне рішення цього завдання утруднено внаслідок просторової невизначеності поняття екосистеми. *Поняття екосистеми* не обмежене певними просторовими рамками і може бути використано до болотної купини, ділянки лісу, біосфери в цілому. З іншого боку, та сама точка простору може одночасно входити до екосистеми різних біологічних видів.

Реалізація біоцентричного напрямку стримується також у зв'язку з відсутністю чітких екологічних критеріїв для порівняння реально існуючого з допустимим і бажаним. Якщо для людини такі критерії за всіх численних недоліків існують, то для

окремих біологічних видів і особливо для екосистем загалом відсутні. Більше того, згідно закону внутрішньої динамічної рівноваги та її наслідків, що передбачає врахування стану популяцій для екосистем подібні показники в принципі не можуть мати універсального характеру. Роль більш менш універсального критерію може виконувати природне тло (при максимально широкому трактуванні цього поняття). До нього, згідно із законом екологічної кореляції, пристосовані всі компоненти екосистем. Зрозуміло, що допустима величина відхилення від природного фону має міжвидові та внутрішньовидові відмінності. Це також передбачає множинність оцінок наслідків одних і тих же відхилень та робить проблематичним вироблення універсальних критеріїв.

Іншим «джерелом і складовою» екологічного картографування (антропоцентричний напрямок) стали прикладні роботи з обліку природних ресурсів, оцінки екологічної обстановки та розроблення шляхів її оптимізації. Зазвичай такі роботи реалізуються в регіональних цільових програмах природоохоронної спрямованості (територіальні комплексні схеми охорони природи, відповідні розділи схем районних планувань та генеральних планів). Ці роботи відрізняються від біоцентричних тим, що оцінка стану середовища виконується з точки зору впливу чинників навколишнього середовища на здоров'я людини та можливості господарського використання природних ресурсів.

Антропоцентричний підхід за своїм змістом ближче до географічного при якому біота розглядається як один із рівноправних компонентів ландшафту. На картах, що належать до даного напрямку, зазвичай містяться відомості про ландшафти території, що особливо охороняються та об'єкти, джерела та наслідки антропогенного впливу на середовище (обсяги та склад викидів та скидів забруднюючих речовин, рівні та ареали забруднення).

Співвідношення антропоцентризму та біоцентризму диференційовані за різновидами екологічних карт: гігієнічні та економічні оцінки антропоцентричні, а охорона природи біоцентрична за визначенням. Поєднання біоцентричного та антропоцентричного підходів означає практично необхідність створення двох видів карт: *базових та оціночних*. *Перші* мають характеризувати величини відхилень показників від природних, фонових; *другі* - давати гігієнічні чи екологічні оцінки наслідків цих відхилень.

Значення для екологічного картографування законів та принципів екології

Картографічне відображення інформації, що відноситься до певної галузі знання, передбачає врахування специфічних законів і закономірностей, що діють у цій галузі.

В географії - науки складної, комплексних законів природи (тобто необхідних, суттєвих, стійких, повторюваних відносин між явищами) немає, а є лише закономірності, загальна кількість яких не піддається навіть приблизним оцінкам. Інша ситуація (принаймні із зовнішньою, формальною стороною) має місце в екології та природокористуванні. Незважаючи на те, що ступінь складності об'єктів вивчення географічних та біологічних наук суттєво не відрізняється, склалася свого роду міжнародна традиція зведення емпіричних закономірностей і навіть поодиноких, але дуже важливих фактів (таких як обмеженість природних ресурсів, рівнозначність всіх умов життя), в ранг екологічних законів, принципів і т. п.. Однак очевидно, що дуже багато з них не відповідають наведеним вище визначенню закону природи.

Було систематизовано близько 300 узагальнень, які були сформульовані різними авторами. Вони поділяються за рівнями (аксіома, гіпотеза, принцип, закон, правило) та сферами застосування:

- загальносистемні узагальнення;
- фізико-хімічні та молекулярно-біологічні основи існування живого;
- еколого-організміві закономірності;
- закономірності системи «організм - середовище»;
- популяційні закони;
- біогеографічні закономірності;
- закони функціонування біоценозів та угруповань;
- екосистемні закони;
- загальні закономірності екосфери та біосфери Землі;
- закономірності еволюції біосфери;
- закони системи «людина - природа»;
- закони соціальної екології;
- закони природокористування;
- принципи охорони середовища життя, соціальної психології та поведінки людини.

Найважливішою властивістю екологічних узагальнень, що визначають можливість їх застосування при вирішенні завдань екологічного картографування є їх територіальність або поза територіальність. Переважна частина екологічних законів і закономірностей належить до поза територіальних, тобто, ті, що діють однаково, незалежно від особливостей території. Але можуть бути виділені узагальнення, дія яких має територіально диференційований характер, що робить необхідним їх врахування при картографуванні. Закон, сформульований Н. Ф. Реймерсом, говорить: *«Речовини, енергія, інформація та динамічні якості окремих природних (екологічних) систем в їх ієрархії взаємопов'язані настільки, що будь-яка зміна одного з цих показників викликає супутні функціонально-структурні кількісні зміни, що зберігають загальну суму речовинно-енергетичних, інформаційних та динамічних якостей екосистем, де ці зміни відбуваються, або в їхній ієрархії»*. Наслідком цього закону є природні ланцюгові реакції, які, як правило, мають нелінійний характер та спрямовані на нейтралізацію змін або на формування у тому числі незворотних нових екосистем. Маючи важливе значення для обліку негативних наслідків на середовище при практичному природокористуванні цей закон став фактично методологічною екологічною основою експертизи проектів та рішень.

Найважливіше значення закону внутрішньої динамічної рівноваги для картографування - необхідність виявляти і відображати на карті стан екосистем: стійкий, нестійкий, рівноважний (напружений), нерівноважний; з можливим поділом на чинники впливу.

Розглянутий закон має дуже складний, багатоаспектний характер. Число його проявів навіть за нетривалий час та на невеликій території може бути необмеженим.

Врахування наслідків того чи іншого рішення в природокористуванні часто вимагає багаторічних спеціальних досліджень і є предметом тривалих дискусій. Внаслідок цього закон, що розглядається в даний час практично не піддається кількісному виразу. Тому може бути виділено два шляхи врахування закону внутрішньої динамічної рівноваги при картографуванні:

- якісні оцінки стану екосистем;
- кількісні екологічні критерії.

Перший - виражається у використанні якісних оцінок екологічних ситуацій (умовно сприятливі, задовільні, напружені, критичні та катастрофічні).

Друий - полягає у використанні оціночних одиниць для картографування (кількісних орієнтирів) певних величин, відповідних кількісних змін у стані екосистем. Найбільш простими та поширеними величинами такого роду є *Гранично Допустимі Норми*. Однак їх дотримання або перевищення може розглядатися як оціночний критерій лише з медико-гігієнічних, антропоцентричних позицій і далеко недостатньо для оцінки стану екосистем в цілому. Використання *ГДН* і як власне гігієнічних критеріїв має ряд недоліків: неповнота обліку взаємодії речовин, залежність здоров'я від природних та соціальних чинників, не коректність перенесення на людину результатів експериментів з піддослідними тваринами. Проте широке використання *ГДН* у нормативній документації при вирішенні юридичних та економічних питань у природокористуванні змушує орієнтуватися на них у рамках прикладного екологічного картографування

Значення законів екологічної кореляції та толерантності для картографування

Відповідно до закону екологічного кореляції, екосистемі як і в будь-якому іншому природно-системному утворенні, особливо в біотичній спільноті, всі види живої та абіотичні компоненти функціонально відповідають один одному.

При цьому, згідно із законом толерантності обмежуючим чинником процвітання організму та виду в цілому може бути як мінімум так і максимум діючого чинника, діапазон між ними визначає інтервал витривалості (толерантності) організму.

Звідси впливають важливі для картографічного дослідження висновки. У кожній екосистемі (і відповідно в межах кожної територіальної одиниці будь-якого рівня) біота, і людина в тому числі, пристосовані до певних інтервалів геофізичних та геохімічних параметрів. В умовах підвищених або понижених концентрацій хімічних елементів у середовищі поселяються специфічні види; у популяціях виявляються організми з різним ступенем стійкості, причому зміни можуть мати спадкову природу. Тому поняття екстремальності або оптимальності природних умов можуть розглядатися лише по відношенню до мешканців конкретних територій та в цілому мають відносний характер. Тривале проживання в певних природних умовах, відданість способу життя, традиціям і т. д. супроводжуються виробленням пристосувальних реакцій як психологічного так і фізіологічного характеру.

У різних народів Землі поняття про оптимальні природні умови навряд чи збігаються. З іншого боку, не порушений антропогенним впливом стан екосистеми (з такими, що відповідають цьому стану) геофізичними та геохімічними характеристиками може розглядатися як еталон; останнє поняття також є відносним та територіально конкретним. Тому, при картографуванні оптимально приймати за точку відліку для даної місцевості природне середовище (розуміючи під ним всю сукупність геофізичних і геохімічних параметрів за відсутності антропогенного впливу). Величина відхилення від природного фону (за окремим показником на аналітичній карті або за сукупністю їх на синтетичній) може розглядатися як природна характеристика антропогенного навантаження. Така постановка завдання доповнить додатковий зміст традиційних фізико-географічних досліджень, що є націленими на реконструкцію природних ландшафтів.

Значення закону фізико-хімічної єдності живої речовини для екологічного картографування. Згідно даному закону, сформульованому В. І. Вернадським, все живе на Землі у фізико-хімічному відношенні єдине: «Вся біосфера розподіляється... на різні комбінації однорідної живої речовини»; жива речовина буває різноманітною та однорідною, різноманітне складається з організмів різних видів. Внаслідок цього шкідливе для однієї частини живої речовини може бути байдужим для інших.

Існування такого закону обумовлює можливість різноманітної інтерпретації даних картографування забруднення середовища окремими речовинами: з антропоцентричних позицій; з точки зору стійкості конкретних видів або екосистем загалом. Тому, зміст аналітичних (покомпонентно-поінгредієнтних) карт забрудненості безвідносно до конкретних біологічних видів утворює фактологічну основу подальшої інтерпретації. Узагальнення ж покомпонентно-поінгредієнтних даних на синтетичних картах не може не нести характеру оцінки з антропоцентричних або біоцентричних позицій.

Фізико-хімічна єдність біосфери досягається завдяки кругообігу речовин. Сучасна біогеохімічна концепція біосфери будується на визнанні єдності життя та геохімічного середовища. Процес забруднення навколишнього середовища - це процес формування техногенних потоків та ореолів розсіювання.

Забруднення, що надходять у навколишнє середовище, носять багатофазний (газоподібна, рідка та тверда фази) і багатокомпонентний характер: хімічно чисті

речовини взагалі не характерні для природних умов, тим більше не відноситься це до виробничих і побутових відходів. Полютанти, які потрапили в навколишнє середовище, піддаються транспортуванню у складі геохімічних потоків, депонуванню у складі ореолів і руйнуванню процесами самоочищення. Завдяки єдності джерел, виникають геохімічні кореляційні зв'язки між полютантами у складі потоків та ореолів. Це має особливо важливе значення для картографування, оскільки ореоли є значно зручнішими для вивчення об'єктами, ніж потоки.

Значення закону рівнозначності всіх умов життя для екологічного картографування. Згідно з цим законом всі природні умови середовища, які необхідні для життя, відіграють рівнозначну роль. Врахування цього закону необхідне при синтетичному картографуванні, яке націлене на отримання інтегральних характеристик стану середовища. Закон рівнозначності всіх умов життя не дозволяє класифікувати екологічні чинники на найважливіші, другорядні і т. д..

Відповідно до закону мінімуму будь-який чинник може виявитися обмежуючим. У той же час інтервали толерантності організму до різних чинників різні, у тому числі і по відношенню до діапазонів їх змін. Наприклад, природний радіаційний фон практично ніде на Землі не виходить за безпечні рамки, тому даний чинник до появи атомної зброї та енергетики не сприймався як біологічно значущий.

Різноманітність інтервалів толерантності до різних чинників обумовлює можливість і необхідність оцінки їхнього відносного значення. Водночас повне врахування усіх екологічних чинників навряд чи є здійсненим завданням, оскільки одна з складових науково-технічного прогресу - виявлення все нових із них (приклад радіації ілюструє це).

Значення правил топографічного мережива ареалу та географічної мінливості мережива ареалу для екологічного картографування. Ці біогеографічні закономірності можуть розглядатися як конкретні поради щодо інтерпретації ландшафтних даних. Так, розташування сприятливих для певних видів ділянок підпорядковується певним місцевим географічним закономірностям: теплолюбні види можуть розселятися по південних схилах, вологолюбні - на пониженнях і т. п.. Для одного і того ж виду розташування таких ділянок у різних частинах ареалу буває неоднаковим: біля північних кордонів ареалу - на південних схилах, біля південних кордонів - на північних схилах.

Значення принципів інстинктивного заперечення - при знанні та віддаленості події для екологічного картографування. Згідно з першим принципом, факти та закономірності, що суперечать концепції, якої дотримується розробник, підсвідомо виключаються з моделі, тоді як фактам, що укладаються в концепцію, несвідомо надається більша вага, ніж вони мають насправді. Згідно з другим принципом, явища, віддалені в просторі і в часі, з психологічних причин здаються менш істотними, ніж у дійсності та навпаки.

Зазначені принципи повинні враховуватися розробниками карт у процесі інтерпретації матеріалів як емпіричні закономірності психології науково-експертної роботи. Психологічні закономірності, що виражаються цими принципами, часто служать джерелом помилок, наприклад, таких як відображення широко поширених явищ (забруднення поверхневих вод і ґрунтів, ерозійні процеси та ін.) лише в тих місцях, де вони спеціально вивчалися.

Принципи та методи кваліметрії та їх реалізація в екологічному картографуванні

Кваліметрія як наукова дисципліна, що охоплює методологічні та практичні питання оцінки якості, почала розроблятися наприкінці 60-х років ХХ ст. у зв'язку з проблемою вдосконалення промислової продукції. Проте принципи та методичні підходи, розроблені в рамках цієї дисципліни, вийшли за їх первісні межі і застосовуються, наприклад, у практиці гігієнічної оцінки атмосферного забруднення. Тому їх теж доцільно використовувати в екологічному картографуванні.

Розглянемо послідовно принципи кваліметрії:

1. Якість сприймається як деяка ієрархічна сукупність якостей, причому таких якостей, які представляють інтерес для споживача цього товару. Для цілей екологічного картографування формулювання даного принципу доцільно уточнити: якість довкілля може бути оцінено як деяку сукупність властивостей довкілля, що є важливими для суб'єкта оцінки (біологічного виду).

Поділ властивостей середовища за ієрархічними рівнями протирічить розглянутому вище закону рівнозначності всіх умов життя, хоча і не виключає відносної оцінки їх значимості. Вирішення протиріччя є наступним.

Поділ характеристик *антропогенного впливу* компонентів середовища за окремими інгредієнтами забруднення та часом опосередкування зумовлює наявність

низки ієрархічних рівнів показників. Водночас закон рівнозначності всіх умов життя не дозволяє абстрагуватися від будь-якого з цих рівнів. Тому, змістом даної ієрархічної системи є процедура послідовної інтеграції показників, але не можливість роздільного проведення оцінок щодо різних рівнів.

Показники вищих рівнів складаються із показників нижчих, які є первинними. Кожен із останніх робить свій «внесок» у кінцевий результат і при великому відхиленні (наприклад, короткочасне багаторазове підвищення концентрації хоча б одного полютанта при залповому викиді) здатний суттєво вплинути на інтегральний показник.

Ієрархічні рівні, таким чином, носять умовний характер і призначаються для зручності процедури оцінки та видачі результатів за компонентами середовища у зв'язку з особливостями організації природоохоронних служб. Цим оцінка стану навколишнього середовища відрізняється від оцінки якості продукції, де можливе роздільне врахування та аналіз, наприклад, естетичних властивостей та показників надійності. У свою чергу, стан навколишнього середовища в цілому як властивість певного (досить високого) ієрархічного рівня є складовою оцінки земель при кадастровому картографуванні.

2. Окремі властивості, що становлять ієрархічну структуру якості шляхом вимірювань або обчислень можуть отримати **чисельні** характеристики - абсолютні показники. Однак такі характеристики (наприклад, концентрації окремих речовин) абсолютно нічого не говорять про властивості з погляду "багато - мало", "добре - погано". Тому вимір окремих властивостей або самої якості в цілому має завершуватися обчисленням відносних показників.

Даний принцип кваліметрії є об'єктивно існуючим та широко застосовується в практиці картографування як стандартний прийом нормування. Процедура гігієнічної оцінки параметрів довкілля є частковим проявом зазначеного принципу.

3. Показники якості розглядаються з огляду потреб більшої частини членів суспільства. Цей принцип передбачає, що вимоги до якості носять суб'єктивний характер у зв'язку з чим слід орієнтуватися на усереднені запити. Справедливість цього принципу викликає навіть сумніви стосовно оцінки продукції: світовою тенденцією є прагнення врахувати саме індивідуальні запити, що однак, не виключає масового виробництва дешевого продукту при наявності попиту на нього. Практика

природоохоронної роботи фактично відповідає цьому принципу, оскільки ГДК (гранично допустимі коефіцієнти) і подібні нормативи безвідносні до природних умов та вікових, соціальних та інших особливостей. Використання даного принципу в природоохоронній роботі не дозволяє відмовитися від нього і в екологічному картографуванні.

4. Різні шкали абсолютних показників повинні бути трансформовані в загальну шкалу. Нормування з ГДК та іншими подібними нормативами з подальшою інтеграцією в покомпонентні показники забезпечує реалізацію і цього принципу.

5. Будь-яка властивість якості визначається двома числовими параметрами: відносним показником і вагомістю. Відносними показниками є концентрації полютантів, рівні фізичних полів, які нормовані для ГДК. Показники вагомості враховуються на всіх ієрархічних рівнях. Їх роль виконують: період опосередкування, клас небезпеки полютанта, відносна значимість компонента навколишнього середовища.

Інтеграція на кожному з ієрархічних рівнів може бути вироблено трьома математично можливими способами: у вигляді середньої арифметичної з використанням показників зважування; середньої геометричної; середньої гармонійної. Практично використовуються *всі три* способи. Математичні або фактологічні докази переваг якогось із трьох способів отримання узагальнюючих оцінок відсутні. Більше того, питання про переваги тих чи інших середніх дискутувався ще з XVII ст.; проведені нещодавно експерименти також не дали однозначної відповіді це питання. У цих умовах відповідно до загальнонаукового принципу відомого під назвою «брита Оккама», доцільно віддавати перевагу найбільш простому рішенню - показникам першого типу (суми на коефіцієнти зважування, тощо).

Брітва (лєзо) Оккама (або принцип простоти) — принцип логіки, який приписують середньовічному філософу-схоласту Вільяму з Оккама. Принцип стверджує, що не треба робити більше припущень, ніж мінімально потрібно. Одне з формулювань самого Вільяма з Оккама: «Numquam ponenda est pluralitas sine necessitate» (Різноманіття не слід припускати без необхідності). Цей принцип також відомий як принцип ощадливості або лезо Оккама (завдяки використовуваній грі слів у латинському оригіналі — *зголити* також означає *знайти істину, відокремити хибне припущення*). Інший варіант формулювання: «Сутності не повинні примножуватися».

При цьому доцільно замість сум використовувати середні арифметичні як рекомендує кваліметричний підхід. У цьому випадку величини комплексних показників визначених за різною кількістю компонентів будуть порівнювальні.

6-7. Сума вагомостей одного рівня є постійна величина. Вагомість і оцінка властивостей I-го рівня визначаються вимогами з боку пов'язаних із нею властивостей, тобто, вищого рівня. Зазначені принципи цілком очевидні і відразу мають елементарну уніфікацію методів вимірювань і оброблення їх результатів.

Використання методів кваліметрії в екологічному картографування

Безпосереднє визначення параметрів навколишнього середовища як кількісних так і якісних становить зміст методів фізико-географічних досліджень. Врахування соціально-економічних характеристик вимагає залучення методів демографії та соціології. Забезпечення коректності та порівнювання результатів становить предмет метрології.

Використання кваліметричних методів необхідне на стадії переходу від поінгредієнтних та покомпонентних характеристик до інтегральних, що охоплюють різномірну і тому складну інформацію.

Ключ до *комплексної оцінки* стану середовища полягає у визначенні відносної значущості її окремих компонентів для здоров'я людини (при антропоцентричному підході) або стійкості окремих видів та екосистем в цілому (при біологічному центричному підході).

З погляду на закони екології цілком очевидно, що кожен із компонентів середовища є життєво важливим. Але різноманіття інтервалів толерантності до різних чинників обумовлює відмінності в їх значенні.

У кваліметрії відомі такі основні методи визначення вагомості окремих властивостей якості: вартісний, експертний, ймовірнісний і змішаний (комбінації трьох попередніх):

- вартісний метод передбачає коректну оцінку якості в грошах.

Такий підхід ледве чи є прийнятним для екологічного картографування, принаймні як основний, в силу вторинності економічних оцінок у природокористуванні стосовно екологічних та гігієнічних;

- експертний метод (метод «Дельфі») включає участь групи з 10-12 експертів, які відповідають на поставлені питання.

Відповіді повинні мати кількісний характер, даватися в кілька турів із взаємним ознайомленням з результатами, обміном думками з метою вироблення усередненого

колективного рішення. При сучасному рівні розвитку геоекологічних досліджень даний метод є найпоширенішим.

- ймовірнісний метод.

В рамках антропоцентричного підходу предметом ймовірнісної оцінки є ризик виникнення захворювань в залежності від стану навколишнього середовища та його компонентів. Такий підхід застосовується в рамках методики оцінки ризику і в цілому може бути оцінений як найперспективніший. Його поширення стримує необхідність накопичення та оброблення значних обсягів медико-географічної інформації стосовно конкретних соціально-економічних умов. Створює проблеми для математичного оброблення і неоднозначність зв'язків «доза-ефект», зокрема, наявність стрибків на певних рівнях, а також можливий вплив на сприйнятливість етно-соціальних, вікових та індивідуальних особливостей організму. Практично ймовірнісний метод реалізується на основі використання статистичної залежності між характеристиками стану компонентів середовища та показниками здоров'я людини чи стану популяцій окремих видів.

Лекція 2. Екологізація тематичної картографії

Загальний сенс екологізації картографії полягає в переході від традиційних спроб показу ніби реконструйованого стану природного середовища до цілеспрямованого відображення змісту та наслідків впливу людини. Екологізація, що є

загальною тенденцією розвитку сучасної науки виявилася у багатьох галузях тематичної картографії.

Геологічне картографування зазнало значних змін у галузі завдань та методів знімальних досліджень. Були розроблені нові методичні вказівки, що змінили загальну спрямованість геологічних досліджень з націленістю на виявлення корисних копалин, на вивчення сучасного стану геологічного середовища та тенденцій їх зміни. При цьому до об'єктів вивчення, згідно з новими методичними вказівками увійшли навіть характеристики забруднення атмосферного повітря та поверхневих вод.

У рамках екологізації геологічного картографування підвищена увага приділяється відображенню на загальних та спеціальних картах техногенно-утворених, техногенно-перевідкладених та техногенно-змінених порід, а також сутність фізичних та хімічних змін у них.

Геоморфологічне картографування в останні роки так само орієнтується на вивчення та вирішення екологічних проблем. Якщо раніше геоморфологи приділяли основну увагу вивченню всього того геологічного, що відображається в рельєфі, то зараз необхідно змістити акцент на географічне, що рельєфом контролюється. Літогенна основа ландшафту (геологічна будова та рельєф) значною мірою визначає просторовий розподіл у різниці ґрунтів та біотопів їх зовнішньої межі. Тому, межі територій з різними екологічними ситуаціями в багатьох випадках доцільно узгоджувати з геоморфологічними кордонами.

Практична реалізація цієї ідеї полягає у розробленні геотопологічної основи для інтерполяції та екстраполяції фактичних даних про забруднення довкілля та трансформації екосистем, тобто, у створенні детальних карт елементарних систем і граней рельєфу та оцінки їх становища стосовно джерел техногенних впливів.

Рельєф безпосередньо впливає на процеси геодинаміки, в тому числі є чинником екологічного ризику (обвали, зсуви, лавини, сіли, повені). Тому, геоморфологічні карти, у тому числі з адаптованим змістом, знайшли застосування в оцінці ризику різних небезпечних явищ, що контролюються рельєфом та поверхневими відкладами.

Кліматичне картографування еволюціонує у напрямі відображення метеорологічних чинників екологічної обстановки: розсіючої здатності та потенціалу забруднення атмосфери. При цьому слід зазначити, що традиційне для вивчення атмосферних процесів створення дрібномасштабних карт на основі ненасиченої

мережі постів, що добре зарекомендувало себе при аналізі та прогнозі глобальних та регіональних ситуацій, виявилось недостатнім в умовах складної, мозаїчної картини забруднення урбанізованих територій. У зв'язку з цим набуло широкого поширення створення комп'ютерних, у тому числі оперативних карт на основі математичного моделювання циркуляційних процесів в умовах міста.

Гідрологічне картографування також набуло націленості на відображення стану водних ресурсів, у тому числі аспектах ризику високих паводків, виснаження, забруднення.

Картографування ґрунтів традиційно було орієнтовано на відображення не тільки типів, підтипів та різновидів ґрунтів, але також їх стану та тенденцій змін (виділення змитих та намитих ґрунтів). В рамках екологізації картографування ґрунтів трансформується на моніторинг земельних ресурсів до завдань якого входить відстеження змін: еродовані ґрунти, вміст гумусу, мікроелементів, рН, залишкових концентрацій пестицидів, забруднення важкими металами та нафтопродуктами.

Об'єктом картографування ґрунтів стають техногенні та антропогенно-перетворені ґрунти: агро-сірі, агро-лісові; ацефалоземи («обезголовлені» ґрунти) і т. д..

Властивості ґрунтів безпосередньо впливають на інтенсивність процесів міграції забруднюючих речовин та самоочищення, корозійну активність. Тому набуло поширення створення спеціальних карт ґрунтів на яких подається інтерпретація типів і різновидів ґрунтів з точки зору впливу міграції поллютантів. Таким чином, картографування ґрунтів поєднується з еколого-геохімічним.

Геоботанічне картографування (включаючи лісове як його прикладний напрямок) є одним із джерел сучасного екологічного картографування. Сучасною тенденцією в геоботанічному картографуванні є велика увага, що приділяється відображенню динаміки рослинності, включаючи прогноз її стану з урахуванням сукцесійної зміни угруповань.

Сукцесія (від *лат. succedio* - наступність, спадкування) - послідовна необоротна й закономірна зміна одного біоценозу (фітоценозу, мікробного угруповання, біогеоценозу й т.д.) іншим на певній ділянці середовища, як правило за періодів та процесів розвитку.

Стан рослинного покриву є одним із показників екологічної обстановки в цілому у зв'язку з чим набуло розвитку біоіндикаційне картографування.

Соціально-економічне картографування. Екологізація проявляється у створенні спеціальних карт для відображення наслідків господарської діяльності: обсягів та структури викидів та скидів забруднень, у тому числі з класифікаціями за галузями економіки, масштабами застосування добрив та пестицидів, тощо. Поряд з абсолютними характеристиками надходження забруднюючих речовин об'єктами картографування можуть бути численні відносні показники: величини викидів та скидів у розрахунку на одного жителя, на одиницю площі, на обсяг продукції в натуральному або грошовому виразі. Величини платежів за забруднення (екологічного податку) та, відповідно, надходжень до територіальних екологічних фондів також можуть бути об'єктом картографування.

Стан середовища став одним із важливих чинників кадастрової оцінки земель визначення вартості нерухомості. Це передбачає складання спеціальних карт економічної оцінки екологічної обстановки (наприклад, карти величин відхилень вартості нерухомості під впливом екологічних чинників та, відповідно, втрат або придбань власників).

Класифікації екологічних карт

Питання класифікації екологічних карт вирішуються по-різному залежно від того, що покладено в основу класифікації: аналіз та узагальнення фактично існуючих картографічних матеріалів або теоретичні передумови. Число класифікаційних ознак практично так само безмежно як та кількість екологічних проблем та підходів до їх вивчення. Щодо усталеної та загальновизнаної в даний час є згадана вище класифікація екологічних карт ***за науково прикладною спрямованістю*** в рамках якої виділяються карти:

- інвентаризаційні, тобто, націлені на облік та описові характеристики природних об'єктів;
- оцінні, тобто, що характеризують відповідність станів та умов природного середовища будь-яким критеріям та/або нормативам;
- прогнозні, тобто, відображають передбачувані та/або не доступні для безпосереднього вивчення природні об'єкти та їх властивості;
- рекомендаційні, тобто, спрямовані на оптимізацію та гармонізацію відносин у природному середовищі, запобіганню або пом'якшенню несприятливих явищ та їх наслідків.

Але є найбільше повний каталог фактично існуючих карт екологічного змісту:

- карти оцінки природних умов та ресурсів для життя та діяльності людини;
- карти несприятливих та небезпечних природних умов та процесів;
- карти антропогенних впливів на зміни природного середовища;
- карти стійкості природного середовища до антропогенних впливів;
- карти охорони природи та природоохоронних заходів;
- медико-географічні карти;
- карти рекреації;
- комплексні екологічні (еколого-географічні, геоекологічні карти).

Географи розробили дещо іншу класифікацію екологічних карт загалом близьку за змістом, але іншу, що відрізняється відсутністю низки досить традиційних тематичних груп:

- карти впливів на природне середовище та їх наслідки;
- карти оцінки стану природного середовища;
- карти прогнозу станів природного середовища та оцінки її прогнозованого стану;
- загальні еколого-географічні карти;
- карти існуючої системи природоохоронних заходів, природоохоронних організацій, природоохоронних технічних пристроїв;
- комплексні карти охорони навколишнього середовища.

Класифікації, що побудовані на основі аналізу практики, успішно «працюють» у досить давно сформованих тематичних галузях із усталеною внутрішньою структурою. В екологічному картографуванні, що все ще перебуває в стадії формування, освоєно далеко не всі практично необхідні сюжети. Тому доцільно, ґрунтуючись на тих чи інших теоретичних уявленнях доповнювати класифікації, які побудовані на основі аналізу практики перспективними, але ще недостатньо розробленими розділами.

Класифікація екологічних карт *за призначенням*:

- карти для науково-дослідних робіт природоохоронної спрямованості (з подальшою класифікацією та з детальною структурою наукових дисциплін про навколишнє середовище та його охорону);

- карти для практичної природоохоронної діяльності (у тому числі інвентаризаційно-оціночні, прогнозні, рекомендаційні, контрольні);
- карти для екологічної освіти, освіти та виховання.

Цілком очевидні також класифікації екологічних та еколого-географічних карт за масштабом та територіальним охопленням, за широтою теми (загальні та часткові, аналітичні та синтетичні). Специфічним для екологічних карт є їх поділ за джерелами вихідної інформації на карти, що складені на основі:

- дистанційного зондування;
- статистичних даних та їх оброблення;
- польового картографування та моніторингу;
- вивчення стану біоіндикаторів;
- узагальнення матеріалів із різних джерел.

Лекція 3. Еколого-географічне джерелознавство

Використання раніше створених тематичних карт як джерел інформації про екологічну обстановку виправдано лише у частині, що стосується найбільш стійких у

часі характеристик. У всьому іншому доцільнішим є звернення безпосередньо до картографічних джерел. Будь-яке картографічне джерело є первинним або вторинним по відношенню до результатів дослідження проведеного тим чи іншим методом. Тому поділ картографічних джерел на астрономо-геодезичні, знімально-картографічні та тематичні (графічні, текстові та цифрові) або на знімально-картографічні, документальні та довідково-літературні, можливо деталізувати за методами дослідження екологічної обстановки. Джерела інформації про екологічну обстановку можуть бути класифіковані:

- за відомчою належністю (матеріали державних органів, підприємств, науково-ослідних установ, громадських організацій);
- за науковими методами та технічними прийомами, що використовуються при отриманні інформації.

Класифікація інформаційних джерел за відомчою приналежністю. При класифікації інформаційних джерел за відомчою приналежністю звертають увагу на специфіку діяльності відповідних організацій та її вплив на характер даних, що були отримані. Серед організацій-джерел екологічної інформації розрізняють: державні організації (у тому числі відомства та наукові організації), виробничі (комерційні) організації, громадські (некомерційні) організації

Класифікація інформаційних джерел екологічного картографування за застосуванням наукових методів та технічних прийомів. Загальні питання забезпечення комплексності еколого-картографічного дослідження. Будь-яка інформація, що залучається для характеристики екологічної обстановки є в більшій або меншій мірі непрямою внаслідок складності взаємозв'язків в природних умовах, системах та є неповною. Кожен із компонентів навколишнього середовища - це предмет вивчення відповідної науки (метеорології, гідрології, ґрунтознавства тощо), водночас їх методи дослідження (фізичні, хімічні, економіко-статистичні та ін.) значною мірою запозичуються з інших галузей знань.

Екологічна обстановка, що відображається за допомогою екологічних карт є синтетичним узагальнюючим поняттям і не може бути безпосередньо виміряна.

У всіх науках, що стосуються як компонентів середовища, так і шляхів їх вивчення поряд із загальнонауковими діють специфічні закони, методи та пов'язані з

ними обмеження, що відносяться до можливостей отримання та інтерпретації результатів.

Тому, перш ніж розглядати методи створення екологічних карт, слід проаналізувати джерела вихідної інформації. Їх аналіз включає:

- виявлення природничо-наукової та соціально-гуманітарної сутності показників та характеристик;
- дослідження чинників, у тому числі природних, антропогенно-перетворених, антропогенно-визначальних;
- пошук можливостей виділення тих складових показників та характеристик, які відображали б величину антропогенної перетвореності геосистем;
- оцінку достовірності, об'єктивності, просторової та тимчасової мінливості показників.

Оскільки отримана з різних джерел інформація про екологічну обстановку завжди піддається зіставленню і нерідко вона є суперечлива, необхідно виробити деякі правила її перевірки та зіставлення на основі розмежування функцій інформаційних джерел.

При класифікації джерел інформації щодо використаних наукових методів та технічних прийомів корисно розрізняти первинні дані, специфіка яких визначає можливості та галузі застосування та методи подальшого оброблення, що значною мірою відносяться до загальнонаукових.

Дистанційні методи розробляються комплексом наук (фізичних, у тому числі оптичних; географічних та біологічних, в тому числі за допомогою ландшафтною індикації).

Математико-статистичні методи досліджень опираються на характеристики джерел забруднення навколишнього середовища; фізико-хімічні методи - випробування природних об'єктів, медико-біологічні - на спостереження за станом біоіндикаторів.

Таким чином, загалом може бути виділено чотири джерела інформації про екологічну обстановку:

- дистанційне зондування;
- характеристики джерел та обсягів техногенних навантажень;

- експедиційні та стаціонарні дослідження стану компонентів природного середовища;
- стан біоіндикаторів.

Найбільший ефект дає комплексне використання інформації зі всіх названих джерел. Комплексність дослідження не рівнозначно сумі інформаційних джерел і повинно забезпечуватися:

- розмежуванням функцій інформації з різних джерел, виходячи з їх можливостей та особливостей;
- взаємоперевіркою та зіставленням даних;
- інтеграцією матеріалів узагальнюючих характеристик.

Дистанційне зондування

Дистанційне зондування природних об'єктів базується на використанні електромагнітних випромінювань, що виходять від предмета дослідження.

Дистанційні методи дослідження поділяються на *пасивні*, тобто, які ґрунтуються на уловлюванні випромінювань від природних джерел (Сонця, Місяця, зірок, земної поверхні і самих об'єктів, що вивчаються), та *активні*, тобто, передбачають використання штучних джерел випромінювання (ламп розжарювання, газорозрядних ламп, лазерів).

Найбільше застосування серед пасивних дистанційних методів отримали дослідження в оптичній галузі електромагнітного спектру (фотографування), у тому числі в різних діапазонах. Отримані фотографічні матеріали доступні для безпосереднього зорового сприйняття та аналізу за допомогою всього арсеналу засобів, розроблених у рамках картографічного методу дослідження. Космічні та аерофотосвітлина забезпечують територіально повне та безперервне вивчення великих площ, стан яких зафіксовано на єдиний момент часу. Це найбільш ефективно при роботах, пов'язаних з проблемами охорони земельних, водних та рослинних ресурсів (стан лісів, пасовищ та орних угідь; ерозія; засолення; заболочування).

Можливості вивчення забруднення за допомогою космо- та аерофотографічних методів загалом скромніші і належать більшою мірою до територіальної, ніж до кількісної характеристики. Зокрема, є досвід картографування ореолів забруднення снігового покриву навколо міст, димових шлейфів різного походження, нафтових

плівок на морських поверхнях, запиленості міської атмосфери. Хоча у процесі забруднення атмосфери міст беруть участь не тільки тверді частинки внаслідок спільності джерел забруднення, запиленість виявляє задовільну подібність із розрахунковими значеннями індексу забруднення атмосфери (*ІЗА*). Випадіння зважених частинок з атмосфери формує досить стійкі зони хронічного забруднення.

Забруднені площі розташовуються у формі ореолів навколо міст та у вигляді різноманітних смуг уздовж усіх доріг. У звичайних умовах ці плями невидимі і оконтурити їх важко. Сприятливі умови для їх виявлення складаються навесні, коли забруднені ділянки розкриваються сніготаненням і стають видимі на фоні чистих снігів. Знімання зі штучних супутників Землі в цей період робить ситуацію наочною і забезпечує картографування як контурів зон впливу місць промислових підприємств, транспортних магістралей, а також відображає різницю у рівнях забруднення усередині таких зон.

Спектральна яскравість снігового покриву може бути кількісно охарактеризована як за допомогою оптичних приладів так і за допомогою комп'ютерних програм оброблення зображень. Характеристики спектральної яскравості можуть бути проінтерпретовані в категоріях якості навколишнього середовища шляхом подання з даними наземних досліджень про забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, стан рослинності, захворюваності населення.

Можливості вирішення завдань на основі космо- та аерофотосвітлин для різних територій нерівнозначні як внаслідок неоднакової забезпеченості відповідними матеріалами (через особливості траєкторій космічних апаратів та відмінності у повторюваності сприятливих для знімань умов) так і через залежність можливостей дешифрування від комплексу фізико-географічних чинників (хмарність, рослинний покрив).

В силу зазначених причин найбільші успіхи у вивченні з космосу геологічної будови, екзогенних процесів, стану рослинності відносяться до аридної зони. З іншого боку, дешифрування снігового покриву найбільш інформативне щодо характеристик забруднення можливе лише за наявності стійкого снігового покриву.

Висока оперативність дистанційних методів, що є неоціненною при вирішенні завдань моніторингу, перетворюється на недолік коли йдеться про картографування опосередкованих за тривалий період показників. У літературі поки що практично не

висвітлюється питання про умови сумісності результатів повторних зніманих без чого неможливо, наприклад, вивчення закономірностей поширення димових та пилових шлейфів залежно від метеорологічних умов.

У вітчизняній та зарубіжній літературі поки що переважає тенденція ототожнення дистанційних та космо-аерофотографічних методів дослідження.

Можливості дистанційного отримання кількісних характеристик забрудненості природних середовищ з'явилися у зв'язку із розвитком активних методів зондування. Поштовхом до цього послужило створення лазерних джерел випромінювання (лідарів).

Індикаторами складу атмосфери, у тому числі присутності поллютантів, є явища, що виникають при проходженні променю через газове середовище: поглинання, розсіювання, флуоресценція. Приладом аналізується вторинний сигнал від штучних (дзеркальних) або природних відбивачів, у тому числі стін, будівель, дерев. Переваги лідарних методів моніторингу повітряного басейну пов'язані з їхньою високою оперативністю та можливістю безперервного контролю. Проте в основі їх лежать дуже тонкі фізичні ефекти, що робить лідари складними у науковому та конструктивному відношенні пристроями. Їхнє широке застосування стане можливим лише тоді, коли вони з унікальних лабораторних приладів, що експлуатуються науковим персоналом, будуть перетворені на серійні, досить прості та надійні.

Лідарні методи швидко удосконалюються і в перспективі здатні призвести до революції в організації моніторингу повітряного середовища. У той же час вони навряд чи в найближчій перспективі витіснять традиційні методи внаслідок складності їх застосування. Крім того, у лідарних методів та традиційних методів моніторингу різні умови найбільшої ефективності: перші застосовуються поверх забудови та вздовж магістралей; другі - всередині забудови, де відсутні великі площі для виміру.

З інших методів дистанційного зондування, які знайшли застосування в екологічному картографуванні, слід відзначити *гамма-спектрометричний*. Його використання дозволило перейти до суцільного картографування радіаційних полів.

Характеристики джерел та обсягів антропогенних навантажень для їх відображення на картографічних творах

Поняття джерела забруднення навколишнього середовища є неоднозначним. Як об'єкт дослідження можуть розглядатися:

- технологічний процес;
- точка викиду – труба, вентиляційний ліхтар;
- регіональна одиниця – промислова зона, місто, регіон.

Перша концепція у технологічних дисциплінах. Методи моніторингу та картографування мають притримуються другої чи третьої концепції джерела забруднення, відповідно до масштабу робіт. Ті ж концепції лежать в основі існуючої державної системи обліку забруднень навколишнього середовища.

Обсяги викидів та скидів визначають розрахунковим шляхом на основі галузевих нормативів, з урахуванням тривалості роботи одиниць обладнання та питомих викидів від них, також лабораторно-інструментальним шляхом, на основі відбору та аналізу проб газів і рідин, що виходять, стосовно кожної точки викиду та скидання. Далі у статистичних формах 2-ТП (повітря), 2-ТП (водгосп), 2-ТП (токсичні відходи) дані узагальнюються для підприємств у державних доповідях та Щорічниках - на місцевому, регіональному та загальнодержавному рівнях. Оскільки інформація про обсяги утворення та виділення забруднюючих речовин використовується для оформлення дозволів на викид (скидання, поховання) відходів та визначення розмірів плати за них, недоліку в такій інформації не відчувається. Формою дозволу є встановлюваний для кожного конкретного джерела і підприємства в цілому гранично допустимий викид (ГДВ), гранично допустиме скидання (ГДС), що переглядається раз на п'ять років або (до його встановлення) тимчасово узгоджений викид (ТУВ). Гранично допустимий викид визначається розрахунковим шляхом з використанням типової методики ОНД-86 (<https://ecoindustry.pro/avtorski-statti/pro-ond-86-ta-rozpodil-gausa>) і реалізують її в стандартних (сертифікованих) програмних засобах.

За *Гранично допустимі викиди* по кожній речовині приймається викид, який з урахуванням потужності джерела, кліматичних характеристик, фонових рівня забруднення атмосфери не призведе до перевищення гранично допустимих коефіцієнтів у 95% випадків.

Контроль джерел та обсягів забруднення атмосфери. Він здійснюється в рамках діючої системи екологічного нормування. Кількість джерел, що враховуються (точок) викиду на великих підприємствах досягає сотень і тисяч, за кожною із них

визначається виділення до кількох десятків речовин. За наявності в Україні підприємств, що включають понад 22 джерел забруднюють атмосферу, кожен з яких викидає як мінімум 5-10 інгредієнтів, орієнтовна кількість щорічно визначених і контрольованих параметрів забруднення тільки повітряного середовища становить близько 20 до війни (не враховуючи автотранспорт), що на чотири-п'ять порядків перевищує кількість контролюючих працівників природоохоронної служби. У перспективі проблема контролю достовірної звітності підприємств вирішуватиметься шляхом впровадження екологічного аудиту.

Математичне оброблення передбачає створення та використання баз даних, що складаються з великої кількості показників. Показники визначаються в більшості випадків працівниками природоохоронних служб підприємств на основі численних відомчих методик. Ці методики розробляються галузевими НДІ і передбачають нормальну експлуатацію технічно справного обладнання. Факти, коли через порушення технологічного процесу, зносу обладнання, неповноти та недосконалості системи обліку, фактичні викиди багаторазово перевищували розрахункові - численні та загальновідомі. Лише окремі, найбільш потужні джерела викидів, такі як димові труби теплових електростанцій, іноді обладнуються спеціалізованими газоаналізаторами. Для визначення обсягів забруднень від групових, площинних і пересувних джерел розрахункові методи є чи не єдино можливими. Методика *ОНД-86* передбачає виконання розрахунків та побудову ізоліній концентрації забруднюючих речовин на основі рішення напівемпіричного рівняння турбулентної дифузії з введенням ряду спрощень у вигляді коефіцієнтів і ступеневих залежностей.

Коефіцієнт, що враховує кліматичні особливості, приймається єдиним для великих регіонів межі яких пов'язані не з кліматичним районуванням, а з політико-адміністративним поділом. Вплив рельєфу на перенесення забруднюючих речовин повинен враховувати «коефіцієнт рельєфу». Однак при перепадах до 50 м/км він приймається рівним одиниці, що на практиці означає виключення із розрахунку впливу міської забудови. В нових програмних продуктах, що реалізують дану методику, передбачається врахування забудови. Впровадження вдосконалених розрахункових методик стримується також у зв'язку з необхідністю використання громіздких цифрових моделей місцевості в яких елементи забудови розглядалися б як форми рельєфу з відповідними морфометричними характеристиками.

У США для аналогічних цілей застосовуються численні модифікації рівняння турбулентної дифузії Гауса.

Порівняння полів концентрацій від постійно діючих точкових джерел, розрахованих за допомогою різних методик, виявило значні відмінності: *відрізняються навіть форми факелів, а концентрації домішок у конкретних точках можуть розходитися на цілі порядки.* Загальними рисами існуючих методик математичного моделювання процесів перенесення забруднень в атмосфері є: повна залежність результатів від достовірності параметрів джерел забруднення, а також відсутність всебічної експериментальної перевірки. Остання вимагає масштабних полігонних вимірів з використанням наземних, лідарних, аерологічних та літакових спостережень, що через високу вартість важко здійснено. Перелічені недоліки системи нормування забруднення атмосфери не можуть не позначатися на результатах.

Контроль джерел та обсягів забруднення поверхневих вод. Значною мірою подібний до атмосферного контролю викидів: підприємства надають дані про водоспоживання та водовідведення для визначення відповідних платежів (форма 2-ТП (водгосп)); природоохоронні органи періодично перевіряють їх достовірність. Показники вмісту забруднюючих речовин у стічних водах визначаються аналітичним або розрахунковим шляхом. Слід зазначити, що статистична форма 2-ТП (водгосп) у частині, що стосується скидів політантів, *менш деталізована*, ніж форма 2-ТП (повітря), тому, що в ній передбачені лише графи для 10 речовин, які враховуються замість відкритого списку. В обох формах не передбачено врахування тимчасової динаміки викидів та скидів. Якщо для атмосферного повітря гранично допустимі викиди (ГДВ) визначаються на основі математичного моделювання процесів турбулентної дифузії (хоча і з застосуванням ряду спрощень), то гранично допустимі скидання (ГДС) у водоймища визначаються як добуток концентрації політанта витрати стічних вод, тобто, процеси перерозподілу забруднень у водоймах не враховуються, а беруться до уваги лише коливання витрати води та деякі гідрологічні параметри. До таких параметрів належить коефіцієнт змішування в максимально забрудненому струмені, причому завдання визначення місця розташування такого струменя не ставиться. Це означає, що на відміну від розрахунку Гранично допустимих викидів, Гранично допустимі скидання не мають картографічної

спрямованості і не передбачається побудови ізоліній концентрацій. Забруднення водних об'єктів має ряд особливостей, що ускладнюють контроль. Хоча кількість точок скидання стічних вод на 1-2 порядку поступається числу точок атмосферних викидів, через кожне джерело (колектор) у водоймище зазвичай надходять стоки різного походження (комунально-побутові, злизові, виробничі від різних підприємств), складу та форм знаходження політантів (розчинені, нерозчинені, колоїдні). Баланс забруднюючих речовин у системі «джерело забруднення - водоймище» спотворюється у зв'язку з наявністю проміжних об'єктів, які відіграють неоднозначну роль: ставки-накопичувачі і донні відклади можуть як пов'язувати політанти з виведенням їх з геохімічного потоку розсіювання так і служити джерелами вторинного забруднення.

Контроль обсягів та склад твердих відходів. Ведеться за місцями їх утворення, а тому ще менш придатний для еколого-картографічних цілей. Форма 2-ТП (токсичні відходи) паспорти відходів передбачають визначення обсягів та класів небезпеки, а також облік переміщення відходів (напрямок на переробку, на поховання, тимчасове зберігання на території підприємства). Облік відходів за місцем їх зберігання поки що практично не ведеться, тому у виявленні забруднення ґрунтів вирішальна роль належить польовим дослідженням (еколого-геохімічним зніманням, радіометричним обстеженням) та сигналам з місць.

Можливості використання характеристик джерел забруднення як вихідних даних для екологічного картографування. Вони визначаються масовістю та доступністю цієї інформації з одного боку і відносно не високою надійністю та об'єктивністю - з іншого. Дані про обсяги забруднень надаються організаціями, об'єктивно не зацікавленими в їх повноті, на основі далеких від досконалості розрахункових методик. Особливо далекий від повноти облік викидів та скидів специфічних речовин (наприклад, свинцю).

Для деяких класів джерел забруднення (пересувні джерела, дифузне забруднення від сільськогосподарських підприємств та сільських населених пунктів) є лише дуже приблизні методики, які ґрунтуються на нормативних оцінках, що передбачають допущення та спрощення. Таким чином, через недостатню достовірність вихідних даних картографування на основі характеристик джерел забруднення має розглядатися як не стільки наукова, скільки прикладна задача з

наведення статистичної звітності до зручного для перевірки картографічного вигляду. Це завдання вирішується шляхом математичного моделювання процесів розсіювання.

Експедиційні та стаціонарні дослідження забрудненості компонентів природного середовища

Експедиційні та стаціонарні дослідження забрудненості компонентів природного середовища включають:

- відбір проб;
- аналіз проб за допомогою методів кількісного хімічного аналізу;
- камеральне оброблення результатів.

Методи відбору, аналізу проб та статистичного оброблення результатів докладно регламентуються у стандартах. Найважливіша задача, що менш піддається регламентації та зазвичай вирішується - вибір місць відбору проб. Завдання відбору проб по-різному вирішуються для динамічних компонентів (транспортуючих забруднень) та компонентів, що депонують (накопичують забруднення) у різному середовищі.

До перших відносяться: атмосферне повітря, поверхневі та підземні води (у межах зон активного водообміну); до інших - ґрунти, донні відклади, сніг та лід, глибинні підземні води (зона уповільненого водообміну), рослинні тканини. Природна деконцентрація полютантів у річках відбувається в 70, а в ґрунтах у 1400 разів повільніше, ніж у повітрі. Відмінність між динамічними та депонуючими компонентами середовища має не стільки кількісний скільки якісний характер. Воно обумовлено різними співвідношеннями швидкостей надходження та деконцентрації полютантів. Наслідком цього є:

- складна змінюваність концентрацій у динамічних компонентах середовища та відносне накопичення у депонуючих;
- різна роль біосфери, оскільки динамічні компоненти середовища виявляються безпосередньо життєзабезпечуючими, тоді як депонуючі впливають на здоров'я людини і стан біоти загалом більш менш опосередковано.

Депонуючі компоненти середовища мають різний термін існування. Результати їх випробування можуть характеризувати забрудненість за період антропогенного впливу (ґрунту, донних відкладів), за кілька років (дерев'яні тканини, кора) чи один

сезон (сніговий покрив, зелені рослинні тканини). Фізико-хімічні методи аналізу, що застосовуються для визначення концентрацій поллютантів за точністю, розробленістю методик виконання явно непорівнянні з усіма іншими способами контролю природного довкілля.

Порівнюваність результатів, які отримані різними лабораторіями, нині забезпечується системою державної акредитації. Для виявлення грубих та систематичних помилок передбачено процедури статистичного оброблення результатів. Все це забезпечує найбільшу порівняно з іншими джерелами об'єктивність та достовірність інформації.

Проблеми, що пов'язані з використанням аналітичних даних про екологічну обстановку, - це насамперед проблеми забезпечення репрезентативності.

У порівнянні з іншими способами отримання екологічної інформації використання методу проб є найбільшою дискретною мірою у просторі, у часі та за складом інгредієнтів. Наслідком цього є неповна та фрагментарна інформація. Насправді це означає можливість недообліку джерела забруднення, що опинився осторонь точок випробування; залпового викиду в інтервалі часу між відбором проб; поллютанта, який був не проконтрольований у цій точці. Розміри такого роду втрат інформації пропорційні детальності робіт: густоті розташування точок, частоті відбору проб, повноті аналізу.

Методи контролю забрудненості повітряного та водного середовища. Вони спираються на практику використання порівняно рідкої мережі стаціонарних постів, що склалася в рамках метеорології та гідрології з одноразовим відбором проб по єдиній програмі. Так, згідно з діючою методикою моніторингу у місті з населенням від 500 тис. до 1 млн жителів організується 5-10 постів; більше 1 млн - від 10 до 20 постів з відбором проб три-чотири рази на день. Гідрохімію поверхневих вод контролюють пости на великих річках, віддалені один від одного на сотні кілометрів з інтервалами між відбором проб - місяць. В результаті узагальнення цих даних виходить дуже генералізована картина, яка характеризує ступінь забруднення районів та міст у цілому на протяжних відрізках великих річок та їх басейнів.

Сучасна світова тенденція в організації контролю динамічних геокомпонентів полягає в широкому впровадженні систем автоматизованих датчиків, які об'єднані в мережі, вони дозволяють відстежувати динаміку забруднення в режимі реального

часу. Так, на сервері Агентства з охорони навколишнього середовища (ЕРА) США (<http://www.epa.gov/airnow>) можна отримати інформацію про вміст озону, рівні забруднення атмосферного повітря за штатами США, а також за окремими районами Австралії, Великобританії, Мексики; на сервері (<http://www.cma.caen.es/>) - аналогічні дані міста Андалусії (Іспанія); <http://www.aeat.co.uk/netcen/airqual/> - матеріали моніторингу по території Бельгії; <http://www.slb.mf.stockholm.se/> - результати моніторингу повітряного басейну Стокгольма і т. д.

Кількість подібних серверів нині дуже швидко зростає, а внутрішня структура їх різноманітна.

Методи контролю компонентів середовища, що депонують. Вони склалися, головним чином, у рамках геологічних (суцільне картографування) та біологічних (порівняння показників основної та контрольної груп) наук. При цьому слід розрізняти депонуючі компоненти різного характеру поширення, дослідження яких спрямовано на вирішення різних завдань. Так, ґрунти, сніг, донні відклади придатні для територіально-безперервного картографування з отриманням максимально диференційованої, мозаїчної картини розподілу забруднень. Дослідження рослинних тканин проводиться вибірково, для міжтериторіальних та хронологічних порівнянь вивчення міграції та динаміки концентрацій полютантів. Методологічна та метрологічна не порівнюваність результатів, одержаних різними складовими частинами існуючої системи екологічного моніторингу, - наслідок їх міжвідомчої та міждисциплінарної роз'єднаності. При цьому практично не розглядається питання про способи розміщення контрольних точок, яке розроблене у географічних науках (проста випадкова, районована, систематична і районована система невірніваженої вибірки).

Картина розподілу, що отримана на основі даних опробування просторово-тимчасова і по-інгредієнтна концентрацій полютантів буде адекватна реальності лише в тому випадку, якщо розміри втрат інформації внаслідок дискретності опробування виявляться меншими за флуктуацію забруднень за територією, часом і складом. Повнота вивчення територіальної структури забруднення обмежується густотою брання проб. Для депонуючих компонентів середовища, на відміну від динамічних, воно практично не обмежено.

Біоіндикатори

Стан біоіндикаторів, тобто, організмів, які миттєво реагують на зміни довкілля, - це своєрідний результуючий показник екологічної обстановки.

До їх очевидних переваг належить постійний характер сприйняття зовнішніх впливів та об'єктивність реакцій на ці дії. У принципі біоіндикаційною є будь-яка реакція організму на стан середовища. Однак інформація про зміст такого впливу може бути отримана тільки при вивченні специфічної реакції, тобто, такої при якій зміни, що відбуваються, можуть бути пов'язані з певним чинником.

Характер же реакцій організму як і зміст його зв'язків з зовнішнім середовищем взагалі, тим складніший і не однозначніший, чим складніший сам організм.

Біоіндикація може здійснюватися на різних рівнях організації живої матерії:

- з біохімічних та фізіологічних реакцій;
- анатомічним, морфологічним та поведінковим відхиленням;
- флористичним та фауністичним змінами;
- біогеоценотичними змінами.

Біоіндикація на рівні окремого виду здатна виявити специфічні реакції: дія конкретного забруднення; біологічна індикація на рівні спільноти націлена на оцінку загального рівня забрудненості.

Удосконалення методів біоіндикації спрямовано на виявлення механізму прояву реакцій на забруднення. При цьому виявляються особливості впливу на біоіндикаційні реакції як з боку зовнішніх по відношенню до організму чинників, так і власне фізіологічних процесів. Так було зафіксовано, що фітотоксиканти, які надійшли в листя нерівномірно розподіляються в межах листової пластини і всієї рослини, концентруючись у верхівках та краях. Загальновідомі факти нерівномірного впливу токсичних речовин на різні органи людини та тварини, концентрації їх у певних тканинах. Тому найважливіша сторона біоіндикаційних досліджень - забезпечення генетичної однорідності матеріалу та стандартизація умов вирощування, що погано поєднується з територіальною диференціацією результатів і, отже, можливістю їх картографічного використання.

Загальна кількість видів та їх асоціацій, що застосовуються в біоіндикаційних цілях навряд чи піддається кількісній оцінці. При цьому не завжди легко провести межу між біоіндикаційними дослідженнями та суто біологічними. Досить часто

об'єктом дослідження стають не ті параметри, які необхідні для характеристики екологічної обстановки, а ті, які зручніше та звичніше вимірювати. Як індикатори груп та видів фахівці зазвичай пропонують ті, на яких самі спеціалізуються, хоча інформативність їх може залишатися невідомою. Загалом переважає використання рослинних біоіндикаторів та даних медичної статистики про стан здоров'я населення. Рідше практикуються біоіндикаційні спостереження за тваринами.

Реакція рослини на забруднення повітря. Вона вивчається з 50-х років XIX століття; для висвітлення цього питання є багаточисельна література. Переваги рослинних біоіндикаторів як інструментів моніторингу забруднення атмосфери, полягають у відносній дешевизні, хорошій відтворюваності результатів, безперервності сприйняття зовнішніх впливів.

Реакції рослин на забруднення вивчалися як у природних, так і в штучних умовах, у тому числі в камерах з регульованим режимом. При цьому було встановлено складний (неоднозначний чи нелінійний) характер таких реакцій:

- експоненційне зростання площі ураження листа в міру підвищення концентрацій фітотоксикантів;
- витіснення гострих реакцій хронічними у міру зростання тривалості дії;
- відновлювальні процеси при перериванні впливу (якщо не перевищено певний поріг);
- складні залежності характеру реакцій від геофізичних чинників живлення рослини, стадії його розвитку, видових та сортових відмінностей.

Ефекти впливу забруднень на рослини поділяються на **гострі**, тобто ті, що виникають при короточасному впливі екстремальних концентрацій (хлороз або некроз тканин, опадання листя, плодів, пелюсток квітів, згортання листя, викривлення стебел) та **хронічні**, тобто, ті які мають місце при тривалому впливі щодо невисоких концентрацій (за повільністю або припинення зростання), хоча розрізнити в конкретних випадках безпосередні реакції на забруднення та їх віддалені (постстресові) наслідки не завжди можливо.

Як біоіндикатори практично використовуються рослини, що мають певні межі газостійкості, в тому числі до конкретних речовин:

- ряд видів лишайників (найбільш чутливі до діоксиду сірки);

- вищі рослини, такі як кизил (індикатор хлору), гладіолус і тюльпан (індикатори фториду водню), латук, шпинат та буряк листовий (індикатори основного компонента фотохімічного смогу - пероксиацетилнітрата).

Розроблено методи визначення кількісних показників біоіндикаційних реакцій. До них відносяться показники ступеня ушкодження листових пластин (у відсотках від площі); індекс пошкодження хвої, що дорівнює відношенню середньої довжини обпаленої частини хвоїнок до середньої довжини голок, виражений у відсотках. Подібні показники чи бальні оцінки застосовуються лише на рівні вищих рослин загалом та його співтовариств.

Зокрема, широкого поширення набула п'ятибальна шкала оцінки стану дерев:

- здорові;
- ослаблені (пошкоджені);
- сильно ослаблені (сильно пошкоджені);
- відмираючі;
- сухостій.

При біоіндикації за нижчими рослинами більшою мірою використовуються показники видової різноманітності, такі як число видів лишайників, які зустрічаються у межах умовно виділеного квадрата міської території. Однак показники видового різноманіття повною мірою виявляються на досить великих 5-6 км² і більше площах та за числом видів 350-400 і більше.

У Німеччині було встановлено чітку пряму залежність між розмірами міст і видовою різноманітністю рослинності в їх межах. Тому правомірність використання показників видової різноманітності для оцінки екологічної обстановки викликає сумніви.

Обмеження можливостей біоіндикації забруднення обумовлені також неоднозначністю дозо-відповідних реакцій рослин. Так, чутливість лишайників до сірчастих сполук залежить від вологості, характеру субстрату та інших чинників. Суміші забруднюючих речовин впливають на організми інакше, чим ті ж інгредієнти окремо: можливі взаємовідносини адитивності (підсумовування впливів), синергізму (взаємопосилення) та антагонізму (взаємоослаблення). У зв'язку з цим пропонується вивчати вплив на рослини сумішей полютантів, притаманних певним типам виробництва.

Однак практична реалізація цієї пропозиції є проблемною у зв'язку з довготривалою неоднорідністю складу викидів великих підприємств у рамках технологічних циклів, а також внаслідок змін технології та здійснення природоохоронних заходів. Тому карти різноманітності флори лишайників, що відображають забрудненість міської атмосфери (ліхеноіндикаційні), які були складені для Стокгольма, Монреалю, Таллінна опираються на місцеві закономірності і дозволяють вирішувати локальні завдання.

Для того щоб дані про стан біологічних об'єктів могли бути проінтерпретовані у категоріях якості середовища необхідно забезпечити:

- генетичну однорідність матеріалу;
- високу вибірковість біоіндикаційних реакцій.

Ці два завдання можуть бути ефективно вирішені лише в штучних умовах. Так, у Нідерландах, що мають площу 41,5 тис. км², крім 220 звичайних станцій моніторингу на основі фізико-хімічних методів аналізу існують 40 станцій біомоніторингу, де ведуться спостереження за рослинами, які були отримані з еталонного насіння та за тими, що виростають у штучно підтримуваних стандартних умовах. Без дотримання зазначених умов, які забезпечують можливість інтерпретації результатів у категорії якості середовища, біоіндикаційні дослідження мають тенденцію зводитися до суто біологічних (вивчення морфологічних особливостей, структури та стану популяцій, стійкості популяцій до зовнішніх впливів). Складність процедур забезпечення репрезентативності веде до того, що отримати результати вдається лише для поодиноких пунктів.

Паралельно з біоіндикацією атмосферних забруднень картографування стану рослинності в Західній Європі розвивається як самостійний напрямок екологічних досліджень та контролю якості середовища. Найбільший досвід накопичений у Німеччині, де регулярно проводяться обстеження лісів з оцінкою стану дерев за п'ятибальною шкалою зі складанням відповідних карт. Ці дослідження не націлені на отримання однозначних результатів (щодо полутантів та їх джерел), але є методом отримання інтегральної напів-кількісної оцінки екологічної обстановки.

Використання рослинних біоіндикаторів в екологічному картографуванні в цілому стримується характером їхнього поширення. Можливості їх вибору різко зменшуються по мірі зростання ступеня порушення екосистем і досягають мінімуму

на густонаселених, надто забруднених територіях, тобто, там де потреба в індикаторах максимальна.

Застосування медико-статистичних показників. В еколого-картографічних дослідженнях застосування медико-статистичних показників тим ефективніше, чим вища щільність населення.

Стан здоров'я населення характеризують:

- величини смертності та захворюваності (загальні або за окремими захворюваннями та їх групами; для всього населення території або за статеві-віковими та соціально-професійними групами);
- показники фізичного розвитку, а також узагальнюючі їх інтегральні показники здоров'я.

Незважаючи на тривалу історію медичної статистики і великий обсяг накопиченої інформації, картографування на цій основі не набуло великого розвитку через ряд суб'єктивних та об'єктивних причин.

До суб'єктивних причин відноситься переважання в медико-географічних дослідженнях позапросторових підходів з орієнтацією на порівняння показників «дослідних» та «контрольних» районів. Зазвичай, так порівнюються показники різних частин одного великого промислового міста, де чистота навіть окраїнних «контрольних» районів буває дуже відносною. У медико-статистичних дослідженнях, які виконані різними організаціями, мають місце різні підходи до групування даних, до вікового складу контингентів, і т. д.. Внаслідок чого виявляється непорівнюваність результатів. Крім того, при відмінностях у соціально-економічному становищі та структурі локальних екологічних проблем зіставлення показників різних міст та виявлення загальних закономірностей стає проблематичним.

Об'єктивні чинники, що стримують медико-географічне картографування:

- складний характер взаємовідносин людини як істоти біосоціальної з довкіллям;
- проблема територіальної прив'язки показників.

Перше проявляється вже на стадії вибору показників, що характеризують захворюваність. Її величини значно різняться залежно від використання відомостей за звертанням чи за даними медоглядів. Останнє значно повніше і об'єктивніше, але більш вузьке за охопленням населення. Постановка того чи іншого діагнозу залежить

від стану охорони здоров'я на території (оснащеність і доступність медичних установ, кваліфікація медперсоналу) і навіть від свого роду «моди» на діагнози.

У зв'язку з тим, що врахувати дію всіх чинників, що вплинули на здоров'я дорослої людини протягом її життя, практично неможливо, в нашій країні переважають медико-географічні дослідження на основі зіставлення показників здоров'я дитячих колективів. За кордоном, де немає розвиненої мережі дитячих установ, медико-статистичні показники визначають для репрезентативних груп або коригують з урахуванням вікового складу населення територіальної одиниці. Ні той, ні інший підхід, однак, не дозволяє абстрагуватися від соціально-економічних чинників, тим більше що вони мають властивість вступати у взаємовідносини синергізму з екологічними чинниками за схемою: «концентрація оксиду вуглецю в атмосферному повітрі + міський шум + низький рівень доходу сім'ї».

Вплив природно-територіальних відмінностей на здоров'я є предметом вивчення медичної географії. Неоднозначність реакцій організму на природні та техногенно-перетворені чинники навколишнього середовища додатково посилюється залежністю від культурного рівня, традицій, співвідношення корінного та приїжджого населення.

Проблема територіальної прив'язки медико-статистичних даних пов'язана з протиріччям між необхідністю визначити показники для досить великих (представницьких) груп населення, чисельністю 25 тис. осіб і більше та бажаністю використовувати для картографування якомога дрібніші територіальні одиниці.

Цю проблему посилює існуюча система статистичного обліку, що дозволяє визначати показники для одиниць адміністративно-територіального поділу або, у кращому випадку і при великих трудовитратах для територій діяльності поліклінік та дитячих дошкільних закладів. Такий вибір територіальних одиниць для картографування є найменш вдалим варіантом.

Дослідження особливостей інших біологічних об'єктів. Дослідження (птахів, ґрунтових безхребетних, зародків риб та ін) численні, але в цілому мають епізодичний характер. Їх загальна риса - виявлення фауністичних та/або фізіологічних і морфологічних відмінностей між апріорі вибраними районами із свідомо різною екологічною обстановкою, що відноситься до галузі біології.

Біоіндикаційні та медико-статистичні дослідження орієнтовані на власні завдання в рамках біології та медичної техніки. Ці дослідження почали розвиватися

задовго до зародження екологічного картографування і навіть до оформлення екології у самостійну науку. Картографічна інтерпретація - порівняно новий практичний додаток цих наукових напрямів.

Екологічне картографування - відгук на суспільну потребу в інформації про стан та динаміку якості середовища, що оточує людину в умовах екологічної кризи. Як показано вище, розширення предмета та тематична диференціація екологічного картографування відбулися внаслідок не можливості задовольнити цю потребу без залучення всієї сукупності даних наук про Землю, людину та суспільство.

Завдання екологічного картографування полягає у безпосередній характеристиці стану середовища, що піддається антропогенному впливу. Найважливіші властивості показників картографування - їх змістовна, просторова та тимчасова локалізація. При цьому інформація, що міститься на карті, завжди є меншою за вихідну природну. Тому для забезпечення об'єктивності та репрезентативності результатів необхідне дотримання низки процедур, серед яких доцільно розрізняти загальнокартографічні прийоми отримання, локалізації, інтеграції та інтерпретації показників, особливості їх застосування обумовлені специфікою об'єкта картографування.

Територіальні одиниці екологічного картографування

Вибір територіальних одиниць повинен визначатися однорідністю їх властивостей та як наслідок цього, - можливістю розповсюдження на них геоекологічних характеристик. У практиці картографування знайшли застосування такі варіанти рішення питання про вибір територіальних одиниць:

- вибіркова характеристика, тобто, прив'язка показників безпосередньо до точок і ліній, для яких вони отримані, практикується у процесі робіт на картах фактичного матеріалу. При нестачі даних це обумовлює неможливість повної територіальної характеристики, цей прийом знаходить застосування на картах-підсумках. Таке рішення, очевидно краще, ніж недостовірна інтерполяція, проте при цьому не виконується загальнокартографічна вимога безперервності зображення;

- геометрично правильні сітки, зазвичай квадратної форми, знайшли застосування, головним чином, при побудові часткових карт, що характеризують стан компонентів середовища за окремими інгредієнтами. Цей підхід набув поширення у зв'язку з тим, що обмежені можливості комп'ютерів перших поколінь не дозволяли використовувати повноцінну картографічну основу.

Недоліки геометрично правильних сіток очевидні і пов'язані з їх випадковим характером по відношенню до внутрішньої організації простору. Внаслідок цього

характеристики, що відносяться до конкретних точок простору, опиняються в залежності від розміщення сітки;

- політико-адміністративний і господарський поділ використовують як одиницю картографування, коли вихідними даними є матеріали офіційної статистики. Такий підхід до вибору територіальних одиниць найбільш простий у методичному відношенні та відповідає поточним запитам окремих категорій споживачів картографічної продукції (головним чином, працівників органів управління). Простота побудови карт такого типу (картограми та картодіаграми, що відображають середні та сумарні показники, отриманні на основі елементарного оброблення типових форм обліку) сприяє високій оперативності їх створення. При цьому не можна не висловити сумніви про високу якість подібних карт.

Використання адміністративно-територіальних одиниць може бути виправданим у випадках, коли показник картографування вирішальним чином залежить від антропогенних чинників і є контрольованим адміністративно (організація охорони здоров'я, охорони лісів, кількість добрив, що використовуються та пестицидів та ін.). Однак і в цьому випадку необхідний облік не лише адміністративного, а й функціонального поділу територій (наприклад, віднесення кількостей добрив і пестицидів до площі оброблюваних земель).

- *басейновий підхід* (басейни I, II і т.д. порядків, за класифікацією Стралера-Філософова, а також розділені ними між-басейнові простори).

<https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/10/%D0%9F%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87-%D0%9E.-%D0%9A%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%87%D1%83%D0%BA-%D0%86.-%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F-%D0%94%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0-1.pdf>), - монографія І. Ковальчика, О. Пилипович.

Цей варіант територіального поділу найбільш зручний, коли об'єктами картографування є водотоки, екзогенні геодинамічні процеси та комплекси пов'язані з тим або іншим питанням. Води, що розділяють річкові басейни, утворюють бар'єри для транспортування поллютантів з поверхневим та ґрунтовим стоком, а за достатньої морфологічної виразності - і для повітряного перенесення у найбільш забрудненому приземному шарі.

В умовах переважаючого долинного типу розселення басейни, а також групи суміжних басейнів, значною мірою співпадають з контурами господарств, що характеризуються різними типами та рівнями антропогенного навантаження, тобто, басейни різних порядків перетворюються на природно-господарські територіальні системи різних таксономічних рангів.

Обмеження можливостей цього підходу пов'язані з неоднорідністю басейнів, кожен із яких є закономірне поєднання водороздільних, схилових та долинних ландшафтів. Вододіли, що розділяють басейни не завжди мають чітку морфологічну виразність. Внаслідок цього при рівнинному рельєфі і значній ширині однорідних у ландшафтному відношенні міжрічкових просторів виділення водороздільних ліній стає не цілком коректним завданням. Тому басейновий принцип локалізації показників екологічної обстановки в цілому доцільно розглядати як необхідний, але недостатній.

- **ландшафтно-географічний підхід** (орієнтація на одиниці фізико-географічного або ландшафтного районування) найбільшою мірою відповідає завданням екологічного картографування, оскільки поняття трансформованості та стійкості ландшафту вторинні по відношенню до самого ландшафту; їх характеристика можлива тільки в межах деякого простору.

При цьому в характеристику територіальних одиниць включаються як природні особливості (одиниці ландшафтного районування, ліси, у тому числі з підрозділом переважаючих порід), так і характер природокористування.

- **відсутність територіальних одиниць** стає можливою при безперервній кількісній характеристиці на основі застосування способу ізоліній. Переваги цього підходу пов'язані з відсутністю опосередкування показників за площею при відмові від наперед заданих меж. Однак відсутність територіальних одиниць на підсумковій карті не повинна означати відмови від їх врахування в процесі складання при географічній інтерполяції показників. В останньому випадку територіальні одиниці, що відрізняються за функціональним використанням і стійкістю ландшафтів, виявляються за розподілом кількісних характеристик, подібно до того як, завдяки географічним закономірностям, великі форми рельєфу виділяються на кліматичній карті, тектонічні структури - на геологічній і т. д. Так, на будь-якій карті забруднення природного середовища виділяються зони підвищеного забруднення, приурочені до міст та транспортних магістралей, заплави значних рік нижче міст і т. п. Це по суті

означає присутність на карті одиниць природно-територіального районування в неявній формі. Не врахування цієї обставини при лінійній інтерполяції різко знижує цінність карт, прикладом чого є проведення ізоліній між нечисленними постами спостереження за забрудненням атмосфери в містах, внаслідок чого виходить вкрай схематична картина, неадекватна реальному територіальному розподілу рівнів забруднення.

Територіальна інтерпретація еколого-географічної інформації Оцінка проникності географічних кордонів

Межі природно-територіальних одиниць важливі для екологічного картографування остільки оскільки вони утворюють геохімічні та орографічні бар'єри на шляхах міграції полютантів. Ступінь прозорості кордонів для полютантів повинна розглядатися як основний критерій їх обліку при простій інтерпретації показників. За відсутності перешкод забруднення повинно рівномірно поширюватися за всіма напрямками; у цьому випадку рівень його концентрації стає функцією відстані і виявляється можливим тільки виділення умовних кордонів на основі кількісних критеріїв (наприклад, перевищення чи не перевищення *ГДК*). Практичним засобом виділення геоекологічно значущих кордонів може бути уявний експеримент, у ході якого уявні перешкоди розміщують у різних природних межах і визначають їх реальність по відношенню до тих чи інших речовино-енергетичних потоків.

Характер перенесення забруднень у атмосфері. Він визначається насамперед циркуляційним чинником. Території з різною спрямованістю атмосферного перенесення розмежовуються своєрідними «атмо-розділами». Висока динамічність повітряного середовища визначає існування кліматичних кордонів, які є найбільш розпливчастими в порівнянні з іншими природними кордонами. Кількість таких кордонів Землі не велика; їх ширина (близько сотень км) можна порівняти з максимальною дальністю перенесення більшості полютантів. Тому, геоекологічне значення кліматичних меж визначається їх впливом на глобальне забруднення атмосфери найбільш стійкими полютантами (наприклад, роль атмосферних фронтів у ізоляції Антарктиди та формування «озонової дірки»).

Для регіональних та локальних особливостей забруднення атмосфери найбільше значення мають розташування та параметри джерел викидів, а також їх перерозподіл

під впливом елементів підстилаючої поверхні, тоді як елементи загальної циркуляції утворюють загальне тло.

Елементи підстилаючої поверхні, що впливають на місцеву циркуляцію: рельєф, рослинний покрив, водоймища. Бар'єри на шляху місцевої циркуляції поллютантів (особливо перенесення аерозолів у приземному шарі) створюють:

- лінійні позитивні форми рельєфу;
- узбережжя водойм, розміри яких достатні для формування бризової циркуляції;
- межі лісових масивів (при досить виражених відмінностях на підвищених поверхнях, в межах лісу та поза ним).

З точки зору впливу на місцеву циркуляцію штучні споруди можуть розглядатися як форми рельєфу. Відповідно межі ділянок висотної забудови приймають характер локальних орографічних кордонів, що впливають на місцеву циркуляцію.

Умови перенесення забруднень у гідросфері. Вони надто різні для різних складових частин: морів і океанів (в даному посібнику не розглядаються), водойм суші, підземних вод.

Для річок (як односпрямованих потоків) з розвиненою поперечною циркуляцією та русловими деформаціями стійкі лише поперечні кордони, що розділяють різні відрізки русла.

Різні екологічні ситуації у межах відрізків русел річок обумовлюються не рівномірними надходженнями забруднень та інтенсивністю процесів самоочищення. Створи джерел скидів і гирла надто забруднених приток утворюють верхні межі екологічно несприятливих ділянок русел. Забруднені ділянки русел поділяються на *зони змішування з нестійкими характеристиками забруднення та зони розподілу*, в яких відбуваються процеси транспортування поллютантів та самоочищення, які призводять до поступового зменшення їх концентрацій вниз за течією, що не передбачає відокремлення меж.

Акумуляція поллютантів у донних відкладах контролюється гідродинамічними особливостями водотоків від чого залежить також розподіл літологічних відмінностей. Відомо, також про підвищене накопичення більшості металів у техногенних мулах у зв'язку з чим межі тіл замулення виражаються у різниці рівнів забрудненості. Розташування тіл замулення, своєю чергою, підпорядковується певним

гідродинамічним закономірностям: як сегментів за опуклими ділянками берегів меандруючого русла чи у вигляді рівномірного «чохла» на непроточних та слабо проточних ділянках.

Замулення має неоднозначний вплив на екологічну обстановку. З одного боку, скупчення мулу концентрує донні політанти (особливо метали), з іншого - інтенсивно заростають макрофітами у зв'язку з цим можуть виконувати роль біофільтрів. В обох випадках межі замулених ділянок набувають те чи інше геоекологічне значення.

Перенесення забруднень у підземній гідросфері. Воно відбувається в гідродинамічних зонах аерації, активного водообміну та підпорядковується закономірностям міграції в цих ландшафтах накопиченням тих чи інших геохімічних бар'єрів. Типи бар'єрів визначаються зональними чинниками. Для всіх зон характерна також підвищена акумуляція політантів у донних відкладах та пониженнях різного походження з непромивним режимом ґрунтів, що визначає важливість їх виділення за матеріалами дистанційного зондування Землі та польовими спостереженнями. Вплив на надра, зокрема у зв'язку з видобутком нафти та газу, призводять до активізації процесів у зонах уповільненого та дуже утрудненого водообміну та осолонення прісних підгоризонтів. Форми і розміри зон забруднення підземних вод, що утворюються, визначаються напрямками потоків у зоні активного водообміну та їх трансформаціями у зв'язку з техногенними впливами; при цьому концентрації змінюються поступово, без відокремлення різких меж. Тектонічні порушення зазвичай не обмежують зони забруднення підземних вод, а виступають у ролі природних чинників їх утворення, внаслідок підвищеної проникності для високо мінералізованих глибинних вод.

Ступінь трансформації біоти та ґрунтів. Вона у найбільшій ступені залежить від характеру використання території. Виділяються такі основні функції використання територій:

- заповідна,
- рекреаційна,
- лісогосподарська,
- сільськогосподарська,
- промислово-урбаністична.

Фактично будь-яка територія використовується різноманітно, що не виключає можливості виділення для конкретних територій провідних і другорядних функцій. Розташовані у наведеній вище послідовності функціональні типи використання територій утворюють об'єктивно існуючі рівні перетворених ґрунтів і біоти: від майже повної безпеки природного фону (зміни обумовлюються глобальними та регіональними антропогенними впливами) до практично повного знищення природних та створення (стихійних або цілеспрямованих) штучних ґрунтів, флори та фауни в містах.

Відокремленню кордонів територій з різним типом господарського (або іншого) використання сприяє їхнє юридичне оформлення, а іноді й охорона (державні кордони, військові об'єкти, землеволодіння). Відмінності у щільності населення, рівнях розвитку технології виробництва та охорони навколишнього середовища згладжує вплив вище перелічених функціональних типів використання територій. У загальному випадку, чим вище юридичний статус та ефективніша охорона кордону землекористування, тим істотніше її геоекологічне значення в частині, що стосується безпеки біоти та ґрунтів. Таким чином, відмінності в характері землекористування можуть перетворювати умовні межі на об'єктивно існуючі.

Ступінь трансформації рельєфу та геологічного середовища. Вона визначається поєднанням складно взаємодіючих природних та техногенних чинників. Взаємодія чинників проявляється:

- у геологічній визначеності районів найбільшого антропогенного навантаження (гірничодобувна промисловість);
- залежно від функціонального використання територій (від геолого-геоморфологічних умов);
- у різноманітності проявів антропогенно обумовлених та антропогенно прискорених геодинамічних процесів, пов'язаних з усім комплексом ендегенних та екзогенних чинників.

Територіальна диференціація геологічного середовища обумовлює відмінності як у схильності до певних видів господарського освоєння, так і у характері реакцій самого середовища на антропогенні дії. При типізації (районуванні) геологічного середовища виділяються геологічні тіла (гірські породи в яких є води, гази, органічні

та неорганічні включення) в яких по-різному протікають природні, техногенні та техногенно-змінені процеси.

Геологічні межі, обумовлені як послідовністю напластування різних за складом і властивостями порід (стратиграфічні), так і ті, що виникли внаслідок їх подальших деформацій (тектонічні) належать до найбільш чітких серед природних кордонів.

Ландшафтна основа екологічних карт

Необхідність використання ландшафтно-географічної основи при екологічному картографуванні очевидна і загальноновизнана.

На комплексних екологічних картах основний зображувальний засіб - фонове зафарбовування - використовується для відображення ландшафтних характеристик: одиниць фізико-географічного районування, рослинності. Антропогенний вплив передається менш виразними зображувальними засобами - відтінками кольорів (бальні оцінки перетворених ландшафтів), контурними, лінійними та позамасштабними знаками (поширення окремих політантів, зазвичай без кількісних характеристик концентрацій).

Якщо виходити із завдання відображення геосистем як об'єктів антропогенного впливу та локалізації природоохоронних заходів, то такий розподіл зображувальних засобів є не тільки виправданим, але чи не єдино можливим. Якщо ж виходити із завдання картографування забруднення та інших екологічних проблем, то однакові рівні їх проявів повинні бути зображені однаково, незалежно від ландшафтного вигляду територій. Це передбачає інші пріоритети під час розподілу зображувальних засобів. В цьому випадку слід використовувати найбільш виразні зображувальні засоби для відображення рівнів забруднення. Однак відображення за допомогою фонового зафарбовування рівнів забрудненості територій обмежує можливості їх ландшафтною характеристики використанням штрихових позначень. Цими засобами можуть бути передані лише головні риси сучасного рослинного покриву: ліси (зелений крап), болота (традиційне позначення топографічних карт), сільськогосподарські землі (відсутність штрихових позначень).

Використання ландшафтно-географічної основи в екологічному картографуванні подвійне:

- для територіальної прив'язки характеристик забрудненості;
- для просторової інтерпретації дискретних величин.

У першому випадку елементи ландшафтної характеристики виконують роль загальногеографічної основи тематичної карти та тому закономірно зливаються з нею, вони присутні на карті в явному вигляді.

У другому випадку роль ландшафтної характеристики значно складніша. Характеристика техногенного навантаження на карті завжди ґрунтується на вибіркових даних. Їхня репрезентативність залежить від того, чи є дана вибірка випадковою, систематичною чи районованою. Одиниці ландшафтного районування, що відрізняються за умовами транспортування, депонування та деконцентрації поллютантів є тими просторовими осередками ретельний облік яких необхідний як при розміщенні точок випробування, так і при інтерполяції характеристик між ними.

Використання в процесі створення екологічної карти детальної ландшафтної основи як робочого інструменту не означає необхідність її детального відображення на підсумковій карті, оскільки це призвело б до її навантаження. Елементи ландшафтів, які впливають на екологічну обстановку, повинні знаходити відображення в її характеристиках. Якщо природні та техногенні ландшафти (заплати, тераси, схили та вододіли, заліснені та незаліснені, заболочені та незаболочені) місцевості у природних ландшафтах; селітебні, промислові, транспортні тощо, зони в урбанізованих ландшафтах відрізняються один від одного за умовами акумуляції забруднень і самоочищення від них, то вони повинні знаходити відображення у розподілі рівнів забруднення. Кордони ділянок з його різними рівнями у багатьох випадках збігаються з контурами ландшафтів та угідь. Тому на якісно складеній карті, яка характеризує забруднення, детальна ландшафтна основа повинна бути у неявному вигляді як контури територій з різними рівнями концентрації поллютантів.

Показники екологічного картографування та їх репрезентативність

Дослідження природних об'єктів практично завжди мають вибірковий характер. Тому їх результати бувають коректними настільки наскільки вдається забезпечити репрезентативність, тобто, відображення у вибірці всіх властивостей повної сукупності. Забезпечення репрезентативності містить метрологічні та методичні аспекти.

Метрологічні аспекти репрезентативності. Вони стосуються безпосереднього отримання показників шляхом спостережень та вимірювань. Спостереження та

вимірювання на користь екологічного картографування як і будь-які інші повинні відповідати класичним загальнонауковим вимогам: бути точними, порівнюваними та відтворюваними, що є предметом регламентації Держстандартів, методичних посібників та інших нормативних документів. Питання регламентації вимірювань найбільшою мірою розроблені для контролю забруднення атмосфери, гідросфери та систем водопостачання, де суворо закріплені методи відбору, аналізу проб і подання результатів. У меншій мірі стандартизовано визначення характеристик, що належать до педосфери (педосфера - це поверхнева оболонка Землі, у якій перетинаються і взаємодіють потоки речовини та енергії, що надходять на поверхню суші: екзогенні та ендегенні, абіотичні і біотичні, природні й антропогенні, з особливим рівнем організації матерії, який в зоні контакту літосфери, атмосфери і ...) та стану здоров'я населення. Методи відбору проб і отримання кількісних характеристик закріплено на рівні Держстандартів. Методи оброблення даних та отримання узагальнюючих характеристик розроблені теоретично і в значних масштабах випробувані на практиці, але не закріплені в державних нормативних документах і внаслідок цього є відмінності у способах оброблення та подання даних. Не регламентовані методи визначення перебувають на стадії розроблення показників, що належать до біосфери, а також прийоми міжінгредієнтної та міжкомпонентної інтеграції.

Методичні аспекти репрезентативності. Вони стосуються можливостей використання елементарних та інтегрованих показників як характеристики ступеня трансформованих геосистем. Складність та синтетичність даного поняття не виключає, принаймні, в найближчій перспективі детальну регламентацію цієї складової репрезентативності.

Значимість показників екологічної обстановки, у принципі, може бути експериментально визначена шляхом синхронного відстеження геофізичних, геохімічних і біологічних характеристик ландшафтів шляхом доповнення виконаних на стаціонарах детальних ландшафтно-динамічних досліджень, визначенням концентрацій можливо ширшого кола полютантів в аеро-, фіто-, педо- і гідромасах в тому числі з різних геогоризонтів з наступним статистичним обробленням результатів та аналізом взаємозв'язків. Альтернативою такому підходу може бути використання загальнонаукового принципу «чорної скриньки»: контроль вхідних (визначення

кількостей полютантів за компонентами середовища) та вихідних (продуктивність екосистем, стан здоров'я населення) параметрів, а також зв'язків між ними.

Методичні аспекти репрезентативності включають також вибір точки простору та моменту часу для проведення спостережень та вимірювань. Мета вибору - забезпечення типовості результатів, оскільки «якщо практичні висновки розповсюджуються на площі, то наукові прив'язані до точки», причому дане положення може бути поширене і на якийсь час.

Для забезпечення просторової складової репрезентативності показників екологічного картографування велике значення має ідея про «вогнещевість» ландшафтів або про виділення в них ядер типовості. Ця ідея цілком придатна як до природних, так й до техногенних ландшафтів. Ядра типовості можуть бути виділені і всередині міст, районів, мікрорайонів, а також агроландшафтів.

Типові точки бажано вибирати під час проведення польових маршрутів. У першому наближенні типовість може бути оцінена за зовнішніми (фізіономічними) особливостями ландшафту, проте для більшої точності доцільно розглядати типовість за компонентами середовища. При цьому ознаки типовості досить суб'єктивні та регламентації не піддаються. Цілком очевидна перевага визначення показників саме в ядрах типовості ландшафтів будь-якого походження та рангу з подальшим поширенням результатів на відповідну територіальну одиницю.

Тимчасова складова репрезентативності вивчена меншою мірою. У практиці організації моніторингу поки що переважає орієнтація на стандартизовані моменти часу та "круглі" цифри інтервалів випробування. Така організація спостережень склалася історично і відіграла велику роль у забезпеченні сумісності результатів, але в даний час прийшла в протиріччя з досягнутим рівнем дослідження динаміки ландшафтів. Кожен процес та явище у ландшафті характеризуються своєю тимчасовою структурою, з чого складаються стани природно-територіальних комплексів різної тривалості, що позначаються в тому числі і на стійкості ландшафтів до антропогенних впливів та, отже, на характеристиках екологічної обстановки. Тому визначення характеристик динамічних геокомпонентів у стандартні терміни (якщо такі встановлені) доцільно доповнювати спостереженнями (вимірюваннями, випробуваннями) у типові моменти природних та виробничих циклів. Однак на практиці, на жаль, в рамках існуючої організації контролю забруднення атмосфери з

відбором проб у стандартні терміни 7, 13, 19 або 1, 7, 13, 19 годин за місцевим часом залишаються «неохарактеризованими», найбільш різко виражені на автомагістралях ранкові години «пік». Більше того, всі зазначені терміни припадають на години, коли більшість підприємств, що працюють в одну зміну, не функціонують.

Облік у термінах спостережень ритміки природних процесів найбільш важливий щодо фонових характеристик і динаміки речовинно-енергетичних потоків. Необхідність обліку виробничих циклів виходить на перший план за практичного картографування, особливо в районах з високим антропогенним навантаженням.

Інтеграція показників екологічного картографування

Елементарні показники характеризують стан одного компонента середовища в одній точці, за одним з параметрів та в одиничний момент часу. Їх прикладами можуть бути:

- дані вимірів концентрації поллютантів та рівнів фізичних полів (покомпонентно-поінгредієнтні показники);
- потужності мулистих утворень та величини змиву ґрунтів;
- випадки захворювань;
- оцінки стану поодиноких біологічних об'єктів та ін.

За винятком екстремальних значень (як правило, згодом багаторазово перевіряються ще раз) окремі елементарні показники практично не зменшують ступінь невизначеності екологічної обстановки та, отже, з точки зору споживачів відомостей вони не є інформативними.

Необхідний рівень інформативності досягається шляхом інтеграції показників, яка здійснюється в кілька прийомів.

Методологічна основа інтеграції - **кваліметричний принцип**, згідно з яким будь-яка властивість якості визначається двома числовими параметрами: ***відносним показником і вагомністю***. При цьому відносними показниками є *концентрація поллютантів, рівні фізичних полів нормовані на ГДК, ПДК або на характеристики природного фону*. Показники вагомості враховуються на всіх ієрархічних рівнях інтеграції. Їх роль виконують: період опосередкування, клас небезпеки полютанта, відносна значущість компонента навколишнього середовища.

Часова інтеграція є рутинною операцією опосередкування показників, а також отримання характеристик мінливості та розподілу може проводитися як для окремих точок та ліній, так і для територіальних одиниць.

Елементарні показники, що відносяться до депонуючих компонентів середовища, характеризують екологічну обстановку за деякий інтервал часу; за весь період антропогенного впливу (грунти, донні відкладення); за ряд років (кора, дерев'яні тканини). Елементарні показники депонуючих компонентів середовища первинно інтегровані у часовому відношенні, тобто, даний вид інтеграції не є неминучим.

Територіальна інтеграція, тобто, перехід від елементарних показників до середніх величин характеристик мінливості та розподілу в межах деякої території, також одна з найбільш поширених, традиційних операцій та здійснюється з дотриманням загальноприйнятих процедур із забезпечення репрезентативності: упорядкованого розміщення точок, формування та оброблення статистично значущих вибірок. Даний вид інтеграції здійснюється в межах територіальних одиниць обраних для картографування у певних масштабах, виконується після районування. Характеристики, отримані за допомогою дистанційних методів дослідження, можуть відноситися безпосередньо до контурів та можуть бути первинно інтегрованими у просторовому відношенні.

Територіальна та часова інтеграція показників екологічного картографування принципово не відрізняється від подібних процедур в інших галузях тематичного картографування. Результати часової та територіальної інтеграції - елементарно узагальнені показники. Вони характеризують стан середовища за одним з параметрів за певний період середовища у точці або в межах обраної для картографування територіальної одиниці. Від елементарно узагальнених показників за характером подальшого використання не відрізняються первинно-інтегровані показники, які безпосередньо відносяться до одиниць площі та інтервалів часу.

Міжградієнтна інтеграція здійснюється з метою отримання більш-менш повної локальної характеристики стану одного з компонентів середовища. Елементарні або узагальнені у просторовому та тимчасовому відношенні показники інтегруються в узагальнюючі показники через отримання відносних величин (нормованих на гігієнічні або екологічні нормативи - ГДК, ПДК, фонові характеристики) та

арифметичні дії з ними. Прикладами міжінгредієнтно інтегрованих показників служать: комплексний індекс забруднення атмосфери (*ІЗА*), індекс забруднення води (*ІЗВ*), сумарний показник забруднення ґрунту (*Zc*), інтегральні коефіцієнти безпеки біорізноманіття (*ІКББ*).

Міжкомпонентна інтеграція, так само як і попередня міжінгредієнтна, може здійснюватися безвідносно до територіальних рамок. При різноманітності розмірностей показників стану окремих компонентів середовища їх інтеграція не може не носити оцінкового характеру. Об'єктом оцінки при цьому є відносна значимість окремих компонентів середовища; суб'єктом оцінки - людина, інший біологічний вид, екосистеми. Ключем до комплексної оцінки стану середовища служить визначення відносної значимості її окремих компонентів для здоров'я людини (при антропоцентричному підході) або стійкості окремих видів та екосистем в цілому (при біоцентричному підході).

Отримані на основі вартісного, експертного, ймовірного і змішаного методів інтегральні (сумарні) оцінки ще не можуть розглядатися як комплексні, оскільки комплексність передбачає облік не тільки сукупності, а й взаємозв'язків компонентів середовища відповідно до аксіоми емерджентності. *(Емерджентність (англ. emergence — виникнення, поява нового) в теорії систем — наявність у будь-якої системи особливих властивостей, не властивих її підсистемам і блокам, а також сумі елементів, не пов'язаних системоутвірними зв'язками; неможливість зведення властивостей системи до суми властивостей її компонентів.)*

Весь комплекс впливів на довкілля знаходить відображення в первинно-інтегрованих показниках стану біологічних індикаторів. Неможливість їх включення до сумарних показників антропогенного навантаження на основі гігієнічної оцінки визначає, поряд з іншими обставинами, не стільки інформаційну, скільки контрольну роль у картографуванні. Це однак не виключає самоцінності, а в окремих випадках та самодостатності показників функціонування екосистем як індикаторів найбільш загальних та масштабних (у просторовому та часовому аспектах) тенденцій змін екологічної обстановки. Серед показників такого роду слід відзначити характеристики біопродуктивності, поширення індикаторних видів та видового розмаїття.

Міжфакторна інтеграція в рамках якої екологічний чинник цінності земель, інтегрується з іншими чинниками, що входить у практику кадастрового картографування. При цьому екологічна ситуація в цілому, включаючи стан всіх геокомпонентів і реакції на них біоти і людини, розглядається як один з чинників

цінності земель поряд з географічним положенням, інженерно-геологічними умовами, забезпеченістю об'єктами інженерної інфраструктури.

Відносна значимість зазначених чинників для визначення цінності земель встановлюється експертним шляхом; по мірі розвитку земельних відносин можливе впровадження вартісного підходу. При цьому значущість екологічного чинника для оцінки земель залежить від їх призначення: внесок екологічної складової максимальний для селітебних і рекреаційних земель та мінімальний для промислових зон. Однак, для промислових зон значення екологічної обстановки також досить велике, оскільки діючі нормативні документи обмежують або забороняють подальше промислове освоєння екологічно не благополучних територій.

Картографічна семантика в екологічному картографуванні

Предметом вивчення картографічної семантики є співвідношення умовних знаків з об'єктами і явищами, що відображаються на картографічних творах. Тому питання специфіки змісту екологічних карт та їх вплив на вибір зображувальних засобів розглядаються у межах картографічної семантики.

Картографічна семантика - складова частина картографічної семіотики - розділу науки, в рамках якого розробляються питання теорії картографічних знаків як мови карт. Два інших розділи картографічної семіотики - картографічна синтактика (вивчає правила побудови та вживання знакових систем, їх структурні властивості, граматику мови карт) та картографічна прагматика (вивчає інформаційну цінність знаків як засобів передачі інформації та особливості їх сприйняття читачами карти, носять загальнокартографічний характер і не настільки пов'язані з питаннями специфіки вмісту екологічних карт).

Об'єкти екологічного картографування та їх локалізація

Загальна кількість явищ, що показуються на екологічних картах дуже велика і в даний час продовжує досить швидко збільшуватись. Основні класи явищ на екологічних картах поділяються згідно з прийнятим поділом екологічних проблем: на атмосферні, водні, земельні, біологічні, геолого-геоморфологічні та комплексні (ландшафтні).

Методи їх відображення розглядаються у розділі про прикладні методики екологічного картографування. Однак до розгляду конкретних методик необхідно зупинитися на загальних правилах використання графічних засобів мови екологічних карт. Усі безліч об'єктивно існуючі природні та суспільні явища, що відображаються на картах, з картографічної точки зору, класифікуються на п'ять великих груп, залежно від характеру просторової локалізації:

- *явища локалізовані в пунктах* (наприклад, місця відбору проб, пости моніторингу, підприємства та міста на дрібномасштабних картах), для яких об'єкти відображаються їх точним розташуванням та, іноді, мають якісні чи кількісні характеристики;

- *явища локалізовані на лініях* (наприклад, дороги, трубопроводи, різні кордони), для яких об'єкти показу - точне розташування, мають якісні та кількісні характеристики;

- *явища локалізовані на площах*, тобто, присутні на одних частинах картографованої території та відсутні на інших (наприклад, підприємства, міста та їх частини на великомасштабних картах, природні території, що особливо охороняються), для яких об'єктом відображення на картах служать райони поширення та, іноді, якісні або кількісні характеристики;

- *явища суцільного поширення* (наприклад, атмосфера та її характеристики, гірські породи та їх властивості), на яких об'єкт показу на картах не факт наявності, а просторова мінливість якісних чи кількісних характеристик;

- *явища розсіяного поширення*, тобто, ті, що складаються із безлічі дрібних об'єктів, індивідуальне відображення яких неможливо (наприклад, біологічні види, посіви сільськогосподарських культур), для яких об'єктом відображення є території та щільність поширення.

Графічні засоби на екологічних картах застосовуються такі ж як і на картах іншої тематики, - позамасштабні (значкові, літерні та цифрові), лінійні, площинні. Під час розроблення легенд графічні засоби перерахованих груп реалізуються у вигляді численних графічних змінних – елементарних позначень, що різняться за формою, розміром, орієнтуванням, кольором, насиченістю кольору, внутрішньою структурою зображення.

Способи картографічних зображень та їх використання в екологічному картографуванні

Для відображення розміщення якісних та кількісних характеристик екологічних сюжетів, їх взаємозв'язків та динаміки використовуються традиційно найбільш вживані способи картографічного зображення: значки (позамасштабні знаки), лінійні знаки, ізолінії, якісний фон, ареали, картограми та картодіаграми; рідше використовується точковий спосіб, ліній руху, локалізованих діаграми. Теоретично можливе застосування способу кількісного фону, проте, особливості об'єктів екологічного картографування не створюють сприятливих передумов для використання цього способу.

Щоб вміти правильно вибирати способи зображення для того або іншого екологічного сюжету, фахівець, який займається складання карт, повинен добре представляти можливості і межі застосування кожного способу.

Спосіб значків використовується для передачі планового положення, кількісних та якісних характеристик об'єктів, за своїми розмірами вони не виражаються в масштабі карти, але мають чітку точкову локалізацію. Форма і колір значків частіше за все несе якісну інформацію про зображуваний об'єкт, а розмір та внутрішня структура - кількісну інформацію.

В екологічному картографуванні значками позначаються пункти моніторингу та місця відбору проб, місця рідкісних видів флори та фауни, пам'ятники природи та інші не великі за геометричними розмірами, але важливі для складання карт об'єкти. На дрібномасштабних картах структурними значками позначаються обсяги та склад викидів і скидів забруднюючих речовин від міст та великих промислових об'єктів або склад та ступінь гостроти екологічних проблем міст.

Спосіб лінійних знаків використовується для відображення ліній у їх геометричному розумінні: кордонів, берегових ліній, тектонічних розломів. Іноді цей спосіб плутають із способом знаків руху. Необхідно відзначити особливість способу лінійних знаків: він повинен показувати або лінії, що реально існують у природі (наприклад, дороги), або лінії протяжності витягнутих статичних чи динамічних об'єктів (хребти на орографічних схемах). Переміщення динамічних об'єктів (наприклад, атмосферних фронтів) можна передавати системою лінійних знаків, віднесених до різних дат. В цілому лінійні знаки як спосіб зображення слід відрізнити

від ліній як зображувальних засобів, що належать до інших способів зображень (ізолінії, меж ареалів).

Лінійні знаки можуть передавати кількісні та якісні характеристики. Кількісні показники (потужність вантажопотоків) передаються за допомогою ширини лінії або смуги, а якісні (склад вантажопотоків) – структурою лінії, кольором. Орієнтування лінійних знаків відображає реальне положення лінії на території.

В екологічному картографуванні спосіб лінійних знаків використовують для показу лінійних джерел впливу на навколишнє середовище: автомобільних і залізниць, трубопроводів, ЛЕП та інших транспортних комунікацій, а також лінійно витягнутих реципієнтів впливів, таких як річки, у тому числі з характеристикою якості води та стану екосистем.

Спосіб якісного фону використовується для якісної характеристики явищ суцільного (грунтів, геологічної будови, ландшафтів) або, рідше, розсіяного поширення (населення, народи). При його використанні територія ділиться на якісно однорідні контури (виділи), які фарбуються або штрихуються відповідно до якісної характеристики.

Графічним засобом у цьому способі можуть бути колір (рівні фонових фарбувань різних колірних тонів, різних ступенів світлоти, насиченості), півтони, штрихування різних малюнків та інтенсивності, що заповнюють позначення, літерно-цифрові індекси (але через малу наочність вони широкого поширення не отримали і застосовуються головним чином як додаткове позначення, різновид пояснювальних підписів).

Кордони виділених контурів під час реалізації цього способу можуть бути бар'єрними, чіткими, тобто, при переході через них якісна ознака змінюється різко. Але найчастіше так буває, що виділений кордон має перехідну умовну лінію, зміна насиченості відбувається поступово. Наразі давати малюнок кордонів між ділянками чітким лінійним знаком недоцільно, краще використовувати смугасте забарвлення.

В екологічному картографуванні *спосіб якісного фону* один із найвживаніших. Він утворює основний зміст на картах оцінки екологічних ситуацій, використовується на комплексних екологічних карт для показу поширення ландшафтів та характеру використання земель, стійкості ландшафтів до техногенних навантажень тощо.

Спосіб кількісного фону застосовується для показу кількісних характеристик. Однак у природі практично відсутні такі явища, які мали б однакові кількісні значення в межах будь яких контурів і різко змінювали їх на кордонах.

Спосіб ізоліній. Ізолінії, тобто лінії, що з'єднують точки з однаковими значеннями. При цьому будь-які кількісні показники використовуються для кількісної характеристики суцільних і поступово змінюваних у просторі явищ, таких як температура повітря, кількість опадів, рельєф. З погляду використання зображувальних засобів в цьому способі переважають лінії різних структур, кольорів та ширини, площинний фон для пошарового зафарбування проміжків між певними ізолініями - однакові фонові зафарбування або штрихування на чорно-білих картах.

Підбір кольорів для пошарового зафарбування повинен враховувати вміст картографованих явищ. Так, на гіпсометричних картах використовується шкала, яка дає зорову ілюзію при наближенні високих ступені. В екологічному картографуванні прийнято «*принцип світлофора*» - поєднання відтінків зеленого, жовтого та червоного кольорів, що змінюють один одного в міру загострення екологічної обстановки. При необхідності шкалу доповнюють синіми та блакитними тонами для найбільш чистих місць, помаранчевими або рожевими для проміжних ступенів і бордовими для несприятливих.

До переваг способу ізоліній також належить його простота та доступність. На картах, побудованих за допомогою даного способу, легенди бувають дуже прості за змістом, зазвичай вони зводяться до побудови шкал. Спосіб ізоліній дуже зручний для застосування кількісних методів оброблення, перетворення та аналізу картографічних зображень: визначення характеристик заданих контрольних точок та розрахунку статистичних залежностей та емпіричних рівнянь, складання та віднімання ізоліній, розкладання на складові та ін.

Для кількісної характеристики явищ, що мають обмежене за площею поширення (наприклад, джерела викидів та скидів), можуть бути використані *псевдоізолінії*. *Псевдоізолінії* – ніби поширюють дискретні явища (наприклад, джерела викидів та скидів) на всю площу картографування і таким чином приводять їх до вигляду, який є зручний для зіставлення з іншими кількісними характеристиками.

В екологічному картографуванні спосіб ізоліній - один з найуживаніших. За його допомогою картографують численні фізико-географічні параметри, часткові та

загальні кількісні характеристики забруднення та стійкість компонентів природного середовища до забруднення, інтенсивність геодинамічних процесів та ін.

Спосіб ареалів використовується для передачі поширення явищ, що мають обмежене за площею поширення, причому в межах цієї площі явище, що картографується може бути дискретним (тобто зустрічатися в ізольованих пунктах і на ділянках), суцільним або розсіяним. Головна відмінність способу ареалів від способу якісного фону: тип локалізації, необов'язковість відображення кордонів.

По відношенню до умовних позначень, що використовуються спосіб ареалів універсальний: він може бути реалізований за допомогою позамасштабних рисунків (не маючи чітку координатну прив'язку), лінійних або площинних позначень і навіть літерно-цифрових індексів. Спосіб ареалів у «чистому вигляді», як правило, не несе інформації про конкретні якісні чи кількісні характеристики, він відображає форму та місце розташування площі поширення картографованого явища, тому з певною часткою умовності характер переданої інформації вважатиметься якісним.

В екологічному картографуванні *спосіб ареалів* застосовується за своїм прямим призначенням: для відображення ареалів біологічних видів, що особливо охороняються природних територій, ділянок поширення певних видів забруднення, геодинамічних процесів.

Точковий спосіб використовується для передачі явищ розсіяного поширення (сільське населення, поголів'я худоби, посівні площі). Зображувальним засобом є безліч точок однакового розміру, кожна з яких має певну «вагу» - значення кількісного показника.

В екологічному картографуванні точковий спосіб поки що практично не знайшов застосування. Можливе його використання для відображення поширення рідкісних і охоронних чи небезпечних для людини видів рослин.

Спосіб локалізованих діаграм використовується для передачі на карті сезонної чи іншої динаміки явищ, що мають суцільне або лінійне поширення. Динаміка явищ зображується за допомогою графіків або діаграм, що характеризують явище в пунктах вивчення. В екологічному картографуванні способом локалізованих діаграм передається сезонна, міжрічна чи інша змінюваність показників захворюваності, концентрації окремих речовин, загальних рівнів забруднення атмосфери або гідросфери, умови розсіювання або потенціалу самоочищення.

У способів значків та локалізованих діаграм є загальна риса: рисунки, що виражають кількісні та якісні особливості об'єктів на карті виявляються прив'язаними до точки.

Однак при використанні способу значків цією точкою є пункт фактичної локалізації явища, а під час використання способу локалізованих діаграм - пункт спостереження за явищем (метеостанція, гідрологічний пост і т. п.).

Спосіб картодіаграм передбачає зображення сумарних величини будь-яких явищ за допомогою графіків або діаграм, які розміщені всередині одиниць територіального поділу, найчастіше адміністративного. При використанні цього способу карта в цілому відображає розподіл явища території, що досліджується. Тип локалізації явища в даній ситуації може бути будь-яким, але із врахуванням жорсткої прив'язки кількісної інформації до площі адміністративно-територіального або будь-якого іншого осередку.

Картодіаграми дуже легко і швидко піддаються автоматизованій побудові та їх використання виправдане, якщо потрібно швидко одержати територіальний розподіл статистичних даних. Спосіб картодіаграми часто використовується в екологічному картографуванні, особливо в офіційних виданнях. Картодіаграмами показують обсяги викидів і скидів, кількість відходів, обсяги внесення добрив і пестицидів і т. д., захворюваність за одиницями територіального поділу.

Спосіб картограми графічно передає середню інтенсивність будь-якого явища (тобто кількісну характеристику) в межах певних територіальних одиниць, найчастіше адміністративних не пов'язаних з дійсним поширенням цього явища у природі. Таким чином, тип локалізації відображуваного явища може бути будь-яким: точковим, лінійним, суцільним, розсіяним, обмеженим за площею, але графічна інтерпретація «прив'язує» кількісну інформацію до обмеженої площі за аналогією зі способом картодіаграм.

Знаки руху (лінії руху, вектори) використовуються для відображення переміщень об'єктів різної локалізації. Рух точкових об'єктів створює лінію (наприклад, маршрут морського судна), рух повітряних мас утворює суцільне переміщення в просторі, міграція тварин має розсіяний характер поширення, океанічні та морські течії створюють переміщення, яке обмежене за площею.

Основним засобом при передачі такого роду інформації є вектори (стрілки) різних форм та величини, які можуть нести якісні та кількісні характеристики. Локалізація векторів може показувати і реально існуючі лінії пересування, зокрема якщо вони відображаються паралельно до шляхів сполучення та абстрактні, наприклад: зв'язки культурні, фінансові тощо. Орієнтування векторів у цій ситуації визначається фактичним напрямом руху (реальним чи абстрактним).

Якісні характеристики передаються за допомогою форми, кольору та структури вектору, а кількісні - за допомогою розмірів (довжини та ширини).

В екологічному картографуванні спосіб знаків руху використовується порівняно не часто. За його допомогою передаються напрямки поширення забруднюючих речовин, шляхи міграції тварин.

Лекція 5. Зміст і методи складання екологічних карт

Атмосфера як найдинамічніше середовище характеризується складною просторово-часовою динамікою рівнів вмісту домішок. У кожний момент часу рівень забрудненості атмосфери над деякою територією, або в тій, або іншій точці визначається балансом за окремими політантами та їх сукупностями. У прибутковій частині балансу знаходяться:

- надходження забруднюючих речовин від сукупності техногенних і природних джерел у межах території, що досліджується;
- надходження забруднюючих речовин від джерел за межами території, що досліджується, у тому числі віддалених (далеке перенесення);
- утворення забруднюючих речовин у результаті вторинних хімічних процесів, що протікають у самій атмосфері.

У видатковій частині балансу знаходяться:

- винесення забруднюючих речовин за межі території, що аналізується;
- випадання забруднюючих речовин на земну поверхню;
- руйнування забруднюючих речовин внаслідок процесів самоочищення.

При цьому динаміка виділення різних речовин часто визначається ходом одних і тих же виробничих і природних (вулканічних, дефляційних) процесів. Поля концентрацій окремих інгредієнтів безперервно змінюються, причому не тільки через нерівномірність надходження політантів, а й унаслідок турбулентного характеру їх перенесення. Повітряний потік, що взаємодіє з нерівною поверхнею, носить не стаціонарний, а квазіперіодичний характер, що проявляється в поперемінному посиленні та ослабленні циркуляції навколо будівель та інших нерівностей з періодичним формуванням та зривом вихорів зі своїх підвітряних країв. Тому в кожній точці, на кожній території хід концентрацій окремих інгредієнтів та загального рівня забрудненості має деяку специфіку.

Чинники інтенсивності випадання та самоочищення для різних речовин значною мірою збігаються. Тому концентрації різних речовин зазвичай змінюються узгоджено, підкоряючись тим самим тимчасовим і просторовим закономірностям. Виділення забруднюючих речовин від техногенних джерел посилюється:

- зі зростанням кількості працюючих одиниць виробничого обладнання та транспортних засобів, збільшенням інтенсивності їх роботи;
- при погіршенні технічного стану та аваріях;
- при не ефективній роботі або відключенні очисного обладнання.

Надходження забруднюючих речовин від природних і технічних пилових джерел посилюється при посиленні вітру (в поєднанні з наявністю незакріплених поверхонь), при вулканічних процесах.

Інтенсивність винесення забруднюючих речовин залежить від швидкості вітру і характеру атмосферної стратифікації; інтенсивність самоочищення - від температури, вологості, інтенсивності ультрафіолетового випромінювання, жорсткості підстилаючої поверхні. При цьому тенденції забруднення атмосфери для територій загалом та окремих їх частин можуть не збігатися. Так, при стійких сильних вітрах зниження забрудненості повітряного басейну міської території може супроводжуватися локальним зростанням у приміській місцевості з підвітряної сторони від міста. Поєднання природних чинників, що зумовлюють високий рівень забруднення, утворює потенціал забруднення атмосфери (ПЗА). Ступінь реалізації потенціалу забруднення атмосфери залежить від наявності та потужності джерел забруднення.

Таким чином, картографування забруднення атмосфери складається з:

- картографування потенціалу забруднення атмосфери;
- картографування джерел забруднення;
- картографування рівнів забруднення.

З еколого-гігієнічної точки зору найбільший інтерес для картографування представляють наступні характерні рівні забруднення атмосферного повітря:

- середній річний (багаторічний) рівень, який формується за наявності динамічної рівноваги між емісією та розсіюванням атмосферних забруднень;
- рівень забруднення, що складається при поєднанні звичайного або скоригованого режиму роботи підприємств - джерел забруднення атмосфери та несприятливих для розсіювання метеоумов (5% повторюваності згідно з діючою системи екологічного нормування);
- рівень забруднення, який може виникнути при аварійному викиді від потенційно небезпечного об'єкта при певних заданих (зазвичай не сприятливих) метеоумовах;

- поточний рівень забруднення, що фактично існує.

Картографування потенціалу забруднення атмосфери (ПЗА) проводиться на основі даних стаціонарних метеорологічних спостережень у дрібних та середніх масштабах. Величина *потенціалу забруднення атмосфери (ПЗА)* показує у скільки разів середній рівень атмосферного забруднення повітря в конкретному районі з певною повторюваністю не сприятливий для розсіювання домішок метеорологічних умов (ДМУ) буде вищим або нижчим ніж у деякому іншому районі прийнятому за зразок.

Оскільки стан атмосфери зазнає як внутрішніх так і міжрічних змін розрізняють кліматичний та метеорологічний потенціал забруднення атмосфери. *Кліматичний потенціал забруднення атмосфери (ПЗА)* відображає середню повторюваність та ступінь виразності домішок метеорологічних умов, визначається виходячи з середніх багаторічних характеристик і є стабільною характеристикою.

Метеорологічний потенціал забруднення атмосфери (МПЗА) визначається конкретними метеоумовами і постійно змінюється. Оскільки кліматичний та метеорологічний потенціал забруднення атмосфери мають повсюдне поширення і характеризуються кількісно то для їх картографування використовується спосіб ізоліній.

Кліматичний потенціал забруднення атмосфери залежить від основних кліматичних параметрів, що визначаються за тривалі проміжки часу. Для розрахунку кліматичного ПЗА потрібні дані аерологічних спостережень, що виконуються в дуже обмеженій кількості пунктів.

Картографування потенціалу забруднення атмосфери включає обчислення його значень для метеостанцій з використанням відповідних формул та географічну інтерполяцію з викресленням ізоліній. При дрібномасштабному картографуванні кліматичного ПЗА проявляється вплив циркуляційних особливостей глобального і регіонального масштабу, вплив великих форм рельєфу.

Метеорологічний потенціал забруднення атмосфери (МПЗА) характеризується значно більшою просторовою та тимчасовою мінливістю і є предметом середньомасштабного картографування. Для визначення МПЗА використовуються параметри, що визначаються на значно більшій кількості метеостанцій.

Карти МПЗА можуть створюватися для середніх багаторічних характеристик того чи іншого місяця (або іншого інтервалу) за конкретний відрізок часу або за станом на певні моменти (день та година). При складанні таких карт дуже важливо дотримуватися географічного підходу до інтерполяції даних, оскільки величини параметрів, що визначають метеорологічний потенціал забруднення атмосфери, навіть за рівнинному рельєфі можуть різнитися в кілька разів залежно від розташування метеостанції - на вододілі, схилі або в долині. При цьому даними спостережень на метеостанціях забезпечені лише одиниці з багатьох тисяч конкретних елементів рельєфу. У той же час таке картографування дуже важлива прикладна задача, оскільки дозволяє кількісно охарактеризувати відмінності в рівнях забруднення при одному і тому ж викиді залежно від місця розміщення джерела.

Картографування джерел забруднення атмосфери

Картографування джерел забруднення атмосфери проводиться на основі даних інвентаризацій, статистичної звітності про обсяги викидів та на узагальнюючих матеріалах. Дані інвентаризації отримують при розробленні матеріалів екологічного нормування на генеральних планах підприємств у масштабах 1:500-1:5000. При цьому відображається планове положення джерел викидів включених до інвентаризації та їх номери за списком. Характеристика джерел (найменування, питомі викиди окремих інгредієнтів, режим роботи джерела) подаються в табличних матеріалах і використовується для розрахунків розсіювання максимальних разових викидів.

Картографування на основі даних статистичної звітності виконується у великих масштабах (1:25 000-1:50 000) для територій міст та їх частин. При цьому для відображення обсягів та структури викидів зазвичай використовуються структурні значки. Розмір значка повинен відповідати сумарній величині викидів, а внутрішня структура - розкривати склад викиду за основними інгредієнтами.

Картографування на основі узагальнюючих матеріалів у містах і великих регіонах виконується в середніх і дрібних масштабах, зазвичай з використанням відповідно значків і картограм. Внаслідок низки причин інформативність подібних карт зазвичай буває не висока.

По-перше, при картографуванні сумарних викидів по містах та регіонах, як правило, обмежуються арифметичними сумами викидів за всіма речовинами без урахування відмінностей у ступені їх екологічної небезпеки.

По-друге, досі широко поширене картографування таких географічно безглузких показників як викиди з розрахунку на одного жителя або на одиницю площі. Тим часом очевидно, що ні чисельність населення, ні площа території на інтенсивність розсіювання та самоочищення не впливають.

Картографування рівнів забруднення атмосфери

Показники забруднення атмосферного повітря. Вони можуть бути класифіковані на ***по-інгредієнтні*** (часткові) та ***інтегральні*** (комплексні). *По-інгредієнтні* показники включають: абсолютні значення концентрацій поллютантів в мг/м^3 , значення нормовані на ГДК, показники повторюваності перевищень ГДК у відсотках. У довідковій літературі використовуються такі по-інгредієнтні характеристики:

- q - середня концентрація домішки в повітрі;
- q_m - найбільша концентрація домішки, що спостерігалася в повітрі;
- g - повторюваність разових концентрацій вище ГДК;
- g_1 - повторюваність разових концентрацій вище 5 ГДК;
- g_2 - повторюваність разових концентрацій вище 10 ГДК.

Основним, найбільш уживаним інтегральним показником є *індекс забруднення атмосфери*. Картографування рівнів забруднення атмосфери виконується для різних часових інтервалів.

Довготривале (опосередковане за тривалий період) забруднення повітря. Воно може бути охарактеризовано за *прямими* або *непрямими даними*.

Картографування за прямими даними спостережень на стаціонарних постах дає найбільш точну кількісну характеристику забруднення, але ступінь її детальності лімітується малим числом таких постів.

Число постів у містах залежить від їхнього населення та обсягів промислових викидів і становить від 1 до 10-20. Через обмеженість числа постів при картографуванні за прямими даними інтерполяція виконується схематично, практично без урахування планувальної структури міст. Необхідно також відзначити, що

зіставлення характеристик забруднення по різних постах не завжди буває коректним внаслідок різноманітності умов розміщення постів. Пости можуть розміщуватися поблизу підприємств та промислових зон, на автомагістралях, у житлових і зелених зонах. Це дозволяє вирішити задачу отримання загальноміських характеристик диференційованих за функціональними зонами, але робить вельми проблематичною можливість інтерполяції між постами. Відстань між постами в містах зазвичай буває по кілька кілометрів і функціональні зони між ними змінюють один одного неодноразово.

Картографування забруднення вод суші **Загальні закономірності забруднення поверхневих вод суші**

Забруднення водних об'єктів як і забруднення атмосфери - складний, багатофакторний і дуже динамічний процес. Концентрації різних забруднюючих речовин, які присутні у водному середовищі характеризуються складною часовою динамікою та залежать від:

- інтенсивності надходження у водойми;
- швидкості процесів самоочищення та осадження;
- обсягу водної маси, характеру та швидкості її руху.

Кожен із перелічених чинників забруднення відносно не залежний від інших і має власну динаміку. Забруднюючі речовини надходять у водойми зі стічними водами від промислових та сільськогосподарських підприємств, комунально-побутової сфери, з поверхневим стоком за рахунок змиву з забруднених територій, при осадженні з атмосфери, від вторинних хімічних процесів трансформації поллютантів, природних джерел.

Обсяги стічних вод визначаються ходом процесів їх утворення та накопичення на підприємствах та в побуті. Особливістю процесів забруднення водних об'єктів є різка мінливість, що пов'язана з можливістю залпових скидів з ємностей-накопичувачів як технологічно обумовлених, так і аварійних. Змив з забруднених територій також вкрай не рівномірний у часі і відбувається при стоку дощових та талих вод, а також під час паводків. Осадження з атмосфери визначається присутністю в ній домішок, що осаджаються (вимиваються) за наявності відповідних метеорологічних умов.

Інтенсивність процесів самоочищення залежить від стану екосистеми водойми, температури води та швидкості течії. Об'єми води у водних об'єктах залежать від комплексу гідрологічних чинників та характеризуються внутрішньою міжрічною мінливістю. Тому рівні забруднення водних об'єктів у різних регіонах змінюються за сезонами не однаково, залежно від гідрологічного режиму, а також характеру забруднення та його джерел. Формування порівняно підвищених рівнів забруднення буває у таких випадках:

- при відносно стабільному надходженні забруднення та знижені споживання води в умовах низької літньої або зимової межені;
- при масованому надходженні забруднень з поверхневим стоком під час весняних та дощових паводків;
- при залпових скиданнях не залежно від стану водойми.

В останньому випадку наслідки визначаються як масштабами скидання так і інтенсивністю самоочищення.

Нормування забруднення гідросфери базується на гігієнічному принципі. Гранично допустимі концентрації встановлюються виходячи з мінімальних можливостей шкідливих впливів. Але шкідливі впливи на людину або іхтіофауну досить часто бувають пов'язані не тільки з техногенними, але й природними причинами. Чи не в будь-якому геохімічному ландшафті має місце дефіцит одних елементів і надлишок інших.

З іншого боку відомо, що для водного середовища ГДК важких металів встановлені за валовим вмістом тоді як токсичні лише вільні іони. В результаті по ряду речовин ГДК фактично встановлені на рівні природного фону або навіть нижче за нього, що спотворює картину розподілу рівнів забруднення та ускладнює використання інтегральних показників якості води.

Картографування самоочищення поверхневих вод

Картографування самоочищення поверхневих вод може виконуватися на якісному або кількісному рівні дослідження. Перше - використовується в дрібно- та середньомасштабних оцінних роботах і виконуються для великих територій. Друге - стає можливим при великомасштабних дослідженнях присвячених аналізу конкретних ситуацій, прогнозуванню наслідків можливих та реальних випадків забруднення.

Якісне картографування умов самоочищення включає класифікацію водних об'єктів на ряд категорій за параметрами, що визначають умови самоочищення:

- інтенсивність перемішування;
- температура води у літні місяці;
- умови трансформації забруднюючих речовин.

Інтенсивність перемішування води в річках залежить від турбулентності потоку, що, у свою чергу, контролюється характером рельєфу та донними відкладами. За цими умовами річки поділяються на рівнинні, передгірні (низько гірські) і гірські; їм відповідає слабка, середня та сильна інтенсивність перемішування. За температурними характеристиками виділяється три категорії річок із середніми температурами в літній час: до 15°, 15-20 °, вище 20 °.

Поєднання характеристик перемішування та температур дозволяє виділити чотири категорії умов самоочищення за рахунок трансформації забруднюючих речовин: сприятливі, відносно сприятливі, середні, несприятливі. Умови трансформації забруднюючих речовин визначаються за середньорічними витратами води; за цим показником річки поділяються на шість категорій: дуже хороші, хороші, відносно хороші, середні, погані, дуже погані.

Для озер основний чинник перемішування води - вітрові хвилі. Вони оцінюються через показник відносної мілководності, що визначається як відношення середньої ширини або (для ізометричних водойм) квадратного кореня з площі до середньої глибини.

За поєднанням цього показника та середніх температур за літні місяці виділяються ті ж чотири градації умов трансформації полютантів, що й для річок. Як показник умов трансформації забруднюючих речовин для озер використовується їх обсяг (шість градацій).

За поєднанням умов трансформації для озер виділяються ті ж шість градацій інтегральних умов самоочищення: дуже хороші, хороші, відносно добрі, середні, погані, дуже погані.

Для передачі зазначених характеристик самоочищення застосовують лінійні знаки (для річок) і ареали (для водойм) з використанням на кольорових картах «принципу світлофора»: від відтінків зеленого, жовтого і червоного кольорів, які

змінюють один одного по мірі погіршення умов. На чорно-білих картах використовуються штрихування, густота яких збільшується в міру погіршення умов.

Кількісне картографування самоочищення виконується при великомасштабних роботах і базується на прогнозі на основі відомих залежностей швидкостей трансформації конкретних речовин від температури середовища. При кількісному картографуванні предметом зображення є не параметри самоочищення, а інші результати процесів самоочищення. Розраховується поширення речовин від місць їх надходження в річку до певних дат та очікувані концентрації по створах.

Найбільш ефективним засобом вирішення такого завдання є математичне моделювання потоків забруднень з візуалізацією результатів методом графічної мультиплікації у вигляді карт-фільмів. Використання такої методики найбільш доцільно при визначенні наслідків реальних або можливих аварійних залпових скидів, коли можна знехтувати надходженням аналогічних поллютантів від дифузних джерел.

Показники екологічного стану водойм

Екологічний стан водойм складається в результаті взаємодії чинників самоочищення та техногенного навантаження та визначається, головним чином, шляхом стаціонарних та експедиційних досліджень. Показники екологічного стану водойм включають значну кількість гідрохімічних і гідробіологічних характеристик. Для водойм, що використовуються в господарсько-питних та рекреаційних цілях, встановлено **11** основних показників складу та властивостей води (вміст зважених речовин, плаваючі домішки, запахи та присмаки, забарвлення, температура, рН, мінералізація, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню, вміст бактерій, вміст токсичних речовин), у тому числі ГДК для 420 речовин.

Для водойм, що використовуються в рибогосподарських цілях, встановлено дев'ять основних показників складу та властивостей води (вміст зважених речовин, плаваючі домішки, запахи та смаки, забарвлення, температура, рН, розчинений кисень, біохімічне споживання кисню, вміст токсичних речовин), у тому числі ГДК для 72 речовин.

У біоекологічних дослідженнях використовуються характеристики видового розмаїття, наявності та частки індикаторних видів.

Роль індикаторних організмів можуть виконувати види найбільш чутливі до забруднення та (частіше) малочутливі до нього - сапробіонти. Для оцінки стану водойм використовується індекс сапробності, за Пантле і Буком в модифікації Сладечека.

Визначення сапробності за Пантле і Буком

Обидві величини - s та h входять у формулу для обчислення індексу сапробності:

$$S = \frac{\sum(h \cdot s)}{\sum h}$$

У полісапробній зоні він дорівнює - 4,0-3,5; у b - мезосапробній зоні - 3,4-2,5; у а-мезосапробній зоні - 2,4-1,5; в олігосапробній - 1,4-1,0 і в ксеносапробній - менше 1.

Порядок виконання завдання:

- Відповідно до вихідних даних індивідуального завдання визначити процент зустрічальності кожного виду у пробах трьох пунктів відбору (%).
- Визначити чисельне значення ступеня сапробності кожного виду - s та чисельне значення зустрічальності кожного виду - h.

Визначити сапробність у трьох точках відбору проб за Пантле і Буком.

Результати звести в таблицю.

Результати розрахунку сапробності за Пантле і Буком

Точка	№ виду	s	h	sh	індекс
1	21	B	2 22 7	14	x
	58	B	2 6 3	6	x
	64	o	1 22 7	7	x
	39	a	3 30 7	21	x
	79	o	1 20 5	5	x

сума 29 53 1,82

Точка	№ виду	s	h	Sh	Індекс
2				5	X
	17	O	1 18 5	6	X
	30	B	2 6 3	5	X
	63	O	1 15 5	14	X
	71	b	2 24 7	0	X
	105	x-o	36 7		

сума 27 30 1,11

Точка	№ виду	s	h	Sh	Індекс
3				3	X
	1	a	3 1 1	27	X
	54	a	3 57 9	3	X
	7	o	1 7 3	7	X
	32	o	1 34 7	0	X
	1	B-a	1 1		

сума 21 40 1,9

Висновок: В цій лабораторній роботі визначено індекс сапробності за формулами Пантле і Буком:

В 1-й точці - а мезасапробний

В 2-й точці - олігосапробний

В 3-й точці - а мезасапробний.

Є ряд класифікацій води за поєднанням великого числа фізичних, гідрохімічних, біологічних характеристик.

За твердістю води

Твердість води, мг-екв/л	[12]	[13]
Дуже м'яка	0-1,5	0-1,5
М'яка	1,5-4	1,6-3
Середньої твердості	4-8	3-6
Тверда	8-12	6-9

Класифікація вод за [О. О. Алекінім](#) (рос. класифікація вод по О.А.Алекіну; [англ.](#) O.A.Alekin's classification; [нім.](#) O.A.Alekin-Klassifikation f) — розподіл природних вод на основі принципу поділу [хімічного складу води](#) за переважаючими [йонами](#) з поділом за кількісним співвідношенням між ними. Переважаючими вважаються йони з невеликим відносним вмістом у відсотках в перерахунку на кількість речовини еквівалента. За [переважаючим аніоном природні води](#) поділяють на 3 класи:

1. гідрокарбонатних та карбонатних вод (більша частина маломінералізованих вод річок, озер, водосховищ та деякі підземні води);
2. сульфатних вод (проміжні між гідрокарбонатними та хлоридними водами, що генетично пов'язані з різними осадовими породами);
3. хлоридних вод (високомінералізовані води океану, морів, солоних озер, підземні води закритих структур тощо). Кожен клас за переважаючим катіоном підрозділяється на три групи: кальцієву, магнієву та натрієву. Кожна група в свою чергу підрозділяється на чотири типи вод, що визначаються співвідношенням між вмістом йонів у відсотках в перерахунку на кількість речовини еквівалента:

I. $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$;

II. $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$;

III. $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ або $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$;

IV. $\text{HCO}_3^- = 0$.

Можливості використання складних класифікацій для картографування незначні через дороговартісні, трудомісткі дослідження та мале число пунктів спостереження.

Для картографування необхідні більш прості показники, що визначаються у більшій кількості пунктів та забезпечують можливість порівняння різних водних об'єктів. Як такий показник найчастіше використовується індекс забруднення води (ІЗВ).

В якості непрямих характеристик, що відносяться до техногенного навантаження на басейни, використовуються дані про обсяги і структуру стічних вод, у тому числі віднесені до одиниці площі басейну або обсягу стоку води.

Джерела інформації про забруднення поверхневих вод

Моніторинг забруднення поверхневих вод ведеться за допомогою стаціонарних постів. Періодичність відбору проб та склад контрольованих інгредієнтів визначаються залежно від категорії посту (I-IV категорії), згідно зі стандартом.

Обов'язкова програма, що реалізується на постах, включає:

- візуальні спостереження (загибель риби та інших організмів, поява сторонніх забарвлень, запаху, піни, плівок, тощо);
- гідрологічні вимірювання (рівень і витрата води, швидкість течії, температура води, кольоровість, прозорість, мутність);
- гідрохімічні визначення (рН, ГДК, мінералізація, вміст кисню та вуглекислого газу, біогенних речовин, основних поллютантів).

Визначення за обов'язковою програмою проводяться у всі фази водного режиму: весняні повені, дощові паводки, літня та зимова межень. На постах I-III категорій, крім того, щомісяця проводяться спостереження за скороченою програмою без визначення речовин, концентрації, яких зазвичай не перевищують ГДК. На постах I та II категорій проводиться також щодакдний та щоденний контроль за окремими параметрами. Програма спостережень за гідробіологічними показниками є рекомендаційною і включає визначення з тією чи іншою періодичністю показників за фітопланктоном, зоопланктоном, зообентосом.

Стаціонарні пости загальнодержавної мережі спостережень доповнюються відомчими, що функціонують з різною періодичністю на водоймах та використовуються для риболовлі, а також для водопостачання і водовідведення. Водойми є джерелами питного водопостачання, а також рекреаційними - контролюються санітарно-епідеміологічною службою. Узагальнені результати спостережень на гідропостах публікуються в «Гідрологічних щорічниках», «Гідрохімічних бюлетенях», «Щорічниках якості поверхневих вод України», «Щорічниках стану екосистем поверхневих вод», «Державних доповідях про стан навколишнього природного середовища».

Вихідні дані про обсяги та основні інгредієнти, що містяться у стічних водах та скидаються великими водокористувачами є у статистичних формах 2-ТП (водгосп) та узагальнюючих матеріалах (Державні доповіді про стан довкілля, Щорічники). При картографуванні дифузного забруднення від малих розосереджених джерел слід

використовувати розрахункові методи, оскільки навіть у тих випадках коли по сільськогосподарських підприємствах є статистичні форми 2-ТП (водгосп), відомості, що містяться в них не конкретизуються щодо об'єктів у межах територій господарств.

Методи картографування забруднення поверхневих вод

Інформаційні джерела та методи картографування через забруднення поверхневих вод різні для карт різних масштабів.

Для створення оглядових дрібномасштабних карт буває достатньо опублікованої в щорічниках інформації про середні багаторічні рівні забруднення за гідрологічними постами, а також про обсяги та структуру скидів по містах. В такому випадку лінійними знаками (для річок) та ареалами (для озер та водосховищ, що виражаються в масштабі карти) подаються класи якості води для протяжних ділянок великих річок та озер, структурними значками - рівні та склад забруднення, обсяги та склад скидів, картограмами - техногенне навантаження на річкові басейни. При більш детальному картографуванні лінійні знаки, що характеризують якість води, диференціюються за речовинами.

При середньо- і великомасштабних дослідженнях дані, які запозичені із статистичних джерел, доцільно доповнювати розрахунковими характеристиками дифузного забруднення від сільськогосподарських джерел та сільських населених пунктів з використанням коефіцієнтів розведення (FD). При вивченні дифузного забруднення від джерел у сільській місцевості картографована територія поділяється на водозабірні басейни певного порядку залежно від масштабу дослідження. Так, при картографуванні масштабу 1:200 000 доцільне виділення басейнів третього порядку (за Стралером-Філософовим), а також міжбасейнових просторів, що оконтурюються ними (територій, що належать безпосередньо до басейну основної річки або до басейнів нижчого порядку, які досліджуються). В межах кожного басейну шляхом аналізу картографічних джерел та статистичних даних визначають усі діючі джерела забруднення поверхневих вод: населені пункти, тваринницькі комплекси та ферми, промислові та комунально-побутові підприємства, місця розміщення сільськогосподарської та транспортної техніки.

Окремо враховуються та позначаються на карті потенційно небезпечні об'єкти: нафтопромисли, трубопроводи, сховища пестицидів, добрив, пального та ін. Об'єми та

склад стічних вод від діючих джерел визначаються за укрупненими нормативами водовідведення. Для потенційно небезпечних джерел може бути вказана територія, що піддавалася їх впливу в минулому (за наявності даних про аварії, що мали місце) або може бути забрудненою (за наявності відповідних розрахунків).

Визначення коефіцієнтів розведення (FD). Для визначення коефіцієнтів розведення обсяги стічних вод від усіх джерел у межах басейну ділять на стік води в замикаючому створі за ту саму одиницю часу. Відомості про стік води можуть бути отримані з даних Державного водного кадастру (Багатолітні дані про режим і ресурси поверхневих вод суші, основні гідрологічні характеристики), а при їх відсутність - з даних регіональних гідрологічних досліджень або розрахунково-графічним шляхом на основі регіональних залежностей між гідрологічними та морфологічними параметрами. Показники розведення можуть визначатися, виходячи з різних величин витрат води в замкнутому створі: середньорічних, характерних для певних фаз водного режиму; 95% забезпечення як того вимагають нормативні документи щодо встановлення гранично допустимих скидів.

При картографуванні показників розведення по водозабірних басейнах доцільно враховувати та відображати на карті за допомогою значків, картограм, картодіаграм не лише загальний обсяг, а й склад стічних вод за їх походженням:

- від промислових підприємств (з підрозділом за галузями);
- тваринницьких комплексів та ферм;
- житлово-комунального господарства;
- транспортної та сільськогосподарської техніки.

Картографування забруднення поверхневих вод на основі даних натурних вимірів при експедиційних дослідженнях поширення не набуло в силу високої рухливості водного середовища та, відповідно, швидкої мінливості показників забруднення.

Лекція 6. Картографування фізичного забруднення

До фізичних чинників навколишнього середовища, які схильні до трансформації в результаті діяльності людини і предметів гігієнічної регламентації відносяться:

- шумове забруднення,
- електромагнітні та радіаційні поля.

Картографування фізичних чинників, з одного боку, полегшується можливістю їх безпосереднього виміру за допомогою відповідних приладів, з іншого - ускладнюється внаслідок високої просторової та тимчасової мінливості. Тому фізичні чинники середовища стають об'єктами картографування там, де існують стійкі джерела відповідних впливів:

- у районах радіоактивного забруднення;
- у зонах впливу автомагістралей, аеропортів та інших джерел шуму;
- поблизу випромінювачів радіохвиль та ЛЕП.

Внаслідок високої тимчасової та просторової мінливості обумовлені і параметри картографування, тому їх відносять до деяких умовних моментів (конкретні дати для рівнів радіації; ранкові години «пік» для характеристики шумового навантаження) та елементів місцевості (траси ЛЕП для електричних полів; лінії в 7,5 м від вісі найближчої лінії руху при характеристиці автотранспортного шуму).

Картографування радіаційної обстановки

Карти радіаційної обстановки набули широкого поширення після Чорнобильської катастрофи. При цьому була використана приладова та методична база, що склалася за довгі роки радіометричних зніманих при геологічних дослідженнях, а також в атомній промисловості та енергетиці.

При вивченні радіаційної обстановки використовують польові та дистанційні методи. Вимірювання рівнів гамма-фону проводиться за допомогою радіометрів (дозиметрів) при виконанні наземних маршрутів із заданою густотою розташування точок або дистанційно (із літальних апаратів, обладнаних відповідними приладами).

Одиниці вимірювання радіоактивності. Вихідною величиною в системі СІ є беккерель (Бк) - 1 розпад на секунду. Дозою опромінення називається кількість енергії випромінювання, що була передана тканинам організму.

Поглинені дози вимірюються у греях (Гр), 1 грей дорівнює 1 джоулю на кілограм маси. Однак при однаковій поглиненій дозі α -випромінювання в 20 разів небезпечніше ніж β - і гамма-випромінювання. Скоригована з урахуванням цього доза називається еквівалентною дозою, що вимірюється в зівертах (Зв).

Широко використовуються також позасистемні одиниці, такі як кюрі, бер, радій.

У кюрі (Ки) вимірюється кількість майбутніх радіоактивних розпадів з урахуванням кількості та ізотопного складу радіоактивних речовин, 1 кюрі відповідає числу розпадів в 1 грам ^{226}Ra , що дорівнює $3,7101 \cdot 10^{10}$ Бк.

Радій - одиниця поглиненої дози: $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$.

Бер (біологічний еквівалент рентгена) - одиниця еквівалентної дози: $1 \text{ бер} = 0,01 \text{ Зв}$. Безпечною дозою для дорослого людини схильної до впливу випромінювань у зв'язку з професійною діяльністю, вважається 50 мілізівертів (мЗв) в рік. Рівень радіоактивного забруднення вимірюється в Ки/км². Забрудненою вважається територія, що містить 1 Ки/км² і більше.

Рентген - позасистемна одиниця виміру енергії експозиційної дози іонізуючих випромінювань, яка визначається за іонізуючим впливом на повітря. Дозі в один рентген відповідає утворення $2,08 \cdot 10^9$ пар іонів в 1 см³ повітря за нормальних умов. Інтенсивність випромінювання найчастіше вимірюється в рентгенах на годину.

Вимірювання рівнів радіоактивності. На відміну від вибору точок при польових дослідженнях вимірювання гамма-фону зазвичай проводять у вузлах геометрично правильних сіток. В результаті виявляється загальний рівень радіаційного фону (зазвичай у мкр/год), обумовлений як природними причинами так і техногенним забрудненням:

- випаданням аерозолів, що утворилися при ядерних випробуваннях та аваріях;
- аномаліями від локальних джерел.

У межах виявлених ділянок підвищеного фону для визначення їх походження та ступеня небезпеки визначається (на основі відбору та аналізу проб) вміст окремих радіонуклідів у поверхневому шарі ґрунтів, донних відкладах, рослинних тканинах.

Картографічне подання результатів. Радіаційна ситуація зазвичай характеризується на картах з використанням способу ізоліній. Ізолініями можуть передаватися рівні гама фону, вміст окремих радіонуклідів, потужність дози опромінення за певний період. Аномалії, що не виражаються в масштабі карти

позначаються значками. В результаті досліджень ізотопного складу радіонуклідів створюються карти радіаційного забруднення на яких характеризується загальний вміст радіонуклідів у ґрунтах та донних відкладах, зазвичай у кюрі/на км².

На спрощених картах, які орієнтовані на загальну аудиторію, іноді зображуються ареали радіаційного забруднення, зокрема без кількісної характеристики.

Картографування шумового забруднення

Картографування шумового забруднення може проводитись за результатами натурних вимірів, на основі розрахункових даних або з використанням поєднань того й іншого.

В *першому* випадку використовують результати інструментальних вимірювань рівнів шуму шумомірами I чи II класу. При цьому, оскільки шуми з різними частотами при однаковій інтенсивності мають неоднаковий фізіологічний вплив, то їх вимірюють в дБ (децибелах), нормують і картографують еквівалентні рівні звуку, тобто, скориговані з урахуванням частотних характеристик.

У *другому* випадку картографування ведеться на основі даних про величину автотранспортного навантаження, структуру потоку, дорожніх умовах та характері забудови. Для отримання цих даних проводяться спостереження за навантаженістю та структурою транспортних потоків у години «пік» у робочі дні тижня; при цьому фіксуються також дорожні умови, характер забудови та озеленення.

При оціночних роботах може використовуватися розрахункова методика, яка дозволяє визначити наближені значення рівнів шуму в залежності від чисельності населення міста, рівня автомобілізації (кількість автомобілів на тисячу жителів) та значення вулиць (магістралі загальноміського значення, районного значення і т.д.) з внесенням поправок для врахування особливостей планування міста, ухилу вулиць, частки вантажного та суспільного транспорту в потоці. Аналогічними табличними методами визначається шум поблизу залізничних та трамвайних ліній, аеродромів, судноплавних шляхів.

Поєднання інструментальних і розрахункових визначень рівнів шуму включає використання того й іншого, в тому числі одних і тих же контрольних точок у кількості, яка є достатня для отримання статистично значимої вибірки. Для обліку

місцевих особливостей міського середовища проводиться розрахунок рівнянь регресії, що пов'язують вимірювані та розрахункові значення рівнів шуму та коригування останніх.

Методика створення *карт шуму* при розробленні генеральних планів та проєктів детального планування передбачає використання лінійних знаків та відповідно характеристику лише у межах вулично-дорожньої мережі. Однак розрахункова методика передбачає можливість наближеної характеристики і внутрішньо кварталних просторів. У цьому випадку виправдано застосування ізоліній. На основі ізолінійних карт виділяють зони шумового дискомфорту, в межах яких перевищуються гігієнічні стандарти.

Картографування електромагнітних полів

Картографування електромагнітних полів не має поки що значного поширення. Хоча рівні напруженості електричних та електромагнітних полів є предметом гігієнічної регламентації, публікації за методикою складання відповідних карт поодинокі. На карті електромагнітних полів способом лінійних знаків відображають приблизні значення електромагнітних полів уздовж міських вулиць, тобто, на оціночному рівні охарактеризовано лише вплив повітряних ліній електропередач. Подібна методика реалізована і для локальних джерел електромагнітних полів (радіо- та телепередавачі, локатори), при цьому відображається навколишня зона (сектор) у межах якої при роботі джерел перевищуються гігієнічні стандарти і іноді кількісні характеристики напруги.

Характеристики фізичного забруднення на спеціалізованих картах прийнято відображати у відповідних одиницях вимірювання: дБ, В/м², мкр/год, Кі/км².

При інтеграції фізичних характеристик у сумарні показники антропогенного навантаження потрібне унормування фактичних рівнів на гранично допустимі. Об'єднання в один показник різних видів фізичних полів не практикується.

Картографування забруднення ґрунтів

Проблема забруднення ґрунтів має широке поширення, особливо у промислово розвинених країнах. Забруднюючі речовини здатні зберігатися в ґрунтах багато років і десятиліть, створюючи безпосередню загрозу здоров'ю населення. Наявність

залишкового забруднення на місці старих промислових зон, складів, звалищ часто стає причиною конфліктних ситуацій при житловому будівництві та рекреаційному освоєнні територій, при угодах із нерухомістю. Тому в даний час в нормативних документах з інженерно-екологічних досліджень передбачено обов'язкове визначення показників забруднення ґрунтів важкими металами зважаючи на їх індикаційне значення. У разі коли їх концентрації не перевищують фонових дослідження щодо інших видів забруднення не проводять.

Забруднення ґрунтів досліджується у двох аспектах:

- як самостійна екологічна проблема;
- як індикатор загального екологічного неблагополуччя територій.

Забруднення ґрунтів як самостійна екологічна проблема вивчається вибірково де є підстави очікувати високих рівнів вмісту тих чи інших специфічних речовин, як правило, високих класів небезпеки (радіонуклідів, пестицидів, та ін.). Такі дослідження зазвичай проводяться на обмежених площах, вони відрізняються високою детальністю (масштаби від 1:500 до 1:10 000) і мають на меті видалення та захоронення виявлених скупчень речовин, що становлять безпосередню небезпеку. Після закінчення робіт з очищення організовують повторні обстеження з метою контролю.

Дослідження забруднення ґрунтів, що спрямовані на порівняльну оцінку загального рівня екологічної несприятливості територій (еколого-геохімічні знімання) проводяться у великих і середніх масштабах (від 1:10 000 до 1:200 000) та охоплюють території міст та їх частин, а в окремих випадках цілі регіони.

Методика еколого-геохімічного знімання

Методика еколого-геохімічного знімання була розроблена у 80-ті роки ХХ ст.. При цьому була успішно використана приладова і нормативно-методична база, що раніше застосовувалася при геологічних зніманнях у пошуках родовищ рудних корисних копалин (літо-геохімічні дослідження).

Найбільша увага при еколого-геохімічних зніманнях зазвичай приділяється важким металам. Це обумовлено широким поширенням та індикаційним значенням даного виду забруднення, а також наявністю добре відпрацьованих та достатньо дешевих аналітичних методів (переважно спектральних), що дозволяють визначати

концентрації кількох (до 30-40) елементів одночасно. Складовими частинами еколого-геохімічних зйомок є: відбір проб, аналітична обробка, інтерпретація результатів та складання карт.

Відбір проб проводиться з майданчиків розміром 10x10 м, типу "Конверт", тобто для опосередкування на майданчику кожна проба повинна складатися зі шматочків ґрунту, відібраних по кутах та в центрі. Дослідженню зазвичай підлягає верхній десяти сантиметровий шар; для районів поширення дерново-підзолистих ґрунтів - п'яти сантиметровий. При цьому щільність дослідження визначається масштабом робіт і може становити від 1 і до 50-100 проб на 1 км². Вибір місць визначається завданнями дослідження.

У деяких випадках (переважно поза міською забудовою або при інженерно-екологічних дослідженнях на майданчиках де розміщуються приміщення проєктованих об'єктів) використовуються геометрично правильні сітки заданого розміру. В умовах щільної міської забудови така методика неможлива, місцевість схильна до швидких змін і вибір місць дослідження доцільно проводити безпосередньо під час виконання маршруту. При цьому рекомендується досліджувати:

- характерні точки в замкнених і напівзамкнених просторах дворів, у скверах і на газонах, тобто, там, де існують сприятливі умови для тривалого накопичення атмосферних опадів;

- місця з найбільш високою ймовірністю знаходження небезпечних речовин: не санкціоновані звалища, зовнішній вигляд, яких дає підстави припускати наявність промислових відходів; місця розташування небезпечних об'єктів, у тому числі в минулому;

- місця найбільш ймовірного надходження ґрунтових частинок до організму людини (геофагія), тобто, ігрові майданчики в дитячих дошкільних закладах та у дворах, спортивні площадки та шкільні стадіони, рекреаційні зони.

Аналітичне оброблення виконується з використанням одного з методів кількісного хімічного аналізу (спектральний, рентгеноспектральний, рентгеноспектральний флуоресцентний, атомно-адсорбційний та ін.). При цьому найважливіша умова достовірності результатів - це дотримання комплексу метричних вимог, що передбачає виконання аналізів акредитованими лабораторіями з використанням сертифікованого обладнання, атестованих стандартних зразків і

методик аналізу Для забезпечення достовірності ведеться постійний внутрішньо лабораторний та зовнішній контроль результатів.

Інтерпретація результатів проводиться шляхом порівняння даних аналізу з фоновими концентраціями тих же елементів у аналогічних ґрунтах і ґрунтах ландшафтів-аналогів розташованих заздалегідь поза зонами техногенного впливу. При цьому визначають поелементні показники концентрації Кс та сумарні показники концентрації Zс за певними формулами.

Сумарний показник забруднення Zс належить до найважливіших і найбільш інформативних параметрів екологічної обстановки. Шкала значень Zс, що включає чотири градації, увійшла до багатьох нормативних документів з оцінки екологічної обстановки, в тому числі в Критерії для виявлення зон надзвичайних екологічних ситуацій та екологічного лиха. У районах з небезпечним та надзвичайно небезпечним рівнями забруднення повинні здійснюватися комплекси спеціальних заходів щодо реабілітації територій та оздоровлення населення.

Градації значень Zс на картах приймаються відповідно до даної шкали; при детальному картографуванні можливе виділення додаткових градацій (наприклад, 0-8, 8-16, 32-64, 64-128). Для значень Кс інтервали градацій не є загальноприйнятими та встановлюються для різних елементів з урахуванням фактичних інтервалів коливань.

Оскільки основним джерелом забруднення поверхневого шару ґрунтів є атмосферні опади то за величиною Zс можна оцінювати загальний рівень забруднення повітря.

Середньорічний вміст окремих металів в атмосферному повітрі (у мкг/м³) може бути оцінено за їх змістом в ґрунтах (мг/кг) з використанням певних емпіричних залежностей.

Вивчення забруднення ґрунтів дозволяє виявити наслідки негативних впливів за весь період господарського освоєння території.

Особливості вивчення забруднення снігового покриву

Вивчення забруднюючих речовин, що містяться в снігу, дозволяє охарактеризувати атмосферні опади за конкретний сезон. Відбір снігових проб доцільно проводити наприкінці зими щоб охарактеризувати по можливості більш

тривалий період, але до початку сніготанення, щоб уникнути вилуговування розчинних компонентів.

Проби снігу відбирають із шурфів; до складу проби включається весь витягнутий сніг, всю потужність снігового покриву. Для достовірності результатів важливо унеможливити попадання в пробу частинок підстиляючого ґрунту, сміття, тощо. Тому місця відбору вибираються поза дорогами, стежками та іншими місцями де буде ймовірне попадання механічних домішок. При відборі необхідно фіксувати дату та площу шурфу.

Для отримання характеристик інтенсивності атмосферних опадів важливо визначити абсолютний вміст твердих та розчинних домішок у пробі. Тому при обробленні проб аналізується весь об'єм отриманої води та твердого нерозчинного матеріалу. За відомою масою твердих (пилових) частинок визначають величину пилового навантаження R_p (мг/м² на добу).

Інтерпретацію результатів аналізу снігових проб проводять аналогічно з ґрунтовими пробами, шляхом порівняння з фоновими показниками з визначенням поелементних показників K_c і сумарних Z . Різниця коливань результатів при сніговому зніманні значно вища, ніж при ґрунтовому. Тому оцінна шкала для снігу має інші градації:

- допустимого рівня забруднення відповідають значення Z_c до 64;
- помірно небезпечному - від 64 до 128;
- небезпечному - від 128 до 256;
- надзвичайно небезпечному - понад 256.

Особливості вивчення забруднення донних відкладів

Склад донних відкладів відображає геологічну будову, рельєф та екологічний стан водозбірного басейну. У формуванні забруднення донних відкладів велика перерозподіляюча роль водного потоку. Забруднюючі речовини неоднаково концентруються у відкладах різного гранулометричного складу. Тому при дослідженні донних відкладів необхідно враховувати фаціальні особливості.

Для об'єктивної характеристики водотоків і водойм рекомендується відбирати посередні проби, що складаються з декількох часткових проб. На не великих та не глибоких водотоках русла, яких складається з однорідного матеріалу відбирають

осереднені за поперечним профілем проби. На великих водоймах та водотоках проби відбирають поблизу урізу води на місцях видимої акумуляції наносів. За наявності мулистих відкладів відбирають вертикальні колонки мулів наскільки можна на всю потужність.

При значних відкладах мулу може проводитись вивчення його вертикального розрізу. Забруднення донних відкладів оцінюється шляхом порівняння з природним фоном, з визначенням K_s і Z , аналогічно оцінці забруднення ґрунтів та снігу. Найважливіша умова об'єктивності оцінок - однотипність фаціального складу відкладів, що порівнюються.

Лекція 7. Складання еколого-геохімічних карт

В результаті еколого-геохімічних знімів створюють одноелементні карти та карти сумарних показників забруднення Z_c .

Карти складаються з використанням способу ізолій з пошаровим зафарбуванням або штрихуванням. Інтерполяція між значеннями виконується з урахуванням просторових закономірностей (географічна інтерполяція). При цьому необхідно враховувати, що в умовах міст і гірничопромислових зон широко поширені поверхні, які не можуть бути охарактеризовані даними дослідження (забудова, асфальтовані поверхні). У багатьох випадках такі об'єкти є джерелами забруднення. При розташуванні поблизу них точок з високими значеннями K_c відповідний контур високого забруднення розповсюджують на все можливе джерело (промислове підприємство, магістральну вулицю) або частину його, але щоб це не суперечило іншим точкам.

Обов'язкові вимоги при виконанні інтерполяції - положення всіх точок повинно бути охарактеризовано кількісними даними в межах контурів відповідних градацій, а також повинна бути послідовна зміна градацій. Ізолії рівнів забруднення як і будь-які інші ізолії не повинні дотикатися, перетинатися, перериватися. Винятком із цього правила є різка зміна штучних (перетворених) та природних ґрунтів з різко різними рівнями забруднення. Ділянки поширення таких ґрунтів можуть виділятися використанням способу ареалів. Дрібні аномалії, що не виражаються в масштабі карти позначають значками. Кольорова гамма пошарового зафарбування підбирається згідно "Принципу світлофора".

Аналіз еколого-геохімічних карт

На картах забруднення ґрунтів, снігового покриву, донних відкладів виділяються техногенні геохімічні аномалії різного походження, територіального охоплення, ступеня виразності та небезпеки. Найважливіше завдання аналізу еколого-геохімічних карт - виявлення причин утворення аномалій, що служить передумовою цілеспрямованого адресного розроблення планів природоохоронних заходів. Ця робота має спиратися на збір та аналіз наявних у природоохоронних органах матеріалів про технологію виробництва на підприємствах, склад сировини, що використовується та відходи.

При аналізі еколого-геохімічних карт може застосовуватися весь арсенал засобів картографічного методу дослідження: візуальний; графічний; картометричний; математично-статистичний; математичне моделювання; використання прийомів теорії інформації.

Добрі результати дає порівняння еколого-геохімічних карт з геологічними, гідрогеологічними та тектонічними, геоморфологічними, мікрокліматичними, геоботанічними, ландшафтними, а також картами землекористування. При спільному використанні карт різної тематики визначають і порівнюють еколого-геохімічні параметри (середні значення K_s та Z_s , показники мінливості) для представлених на картах виділів різного характеру. Їх порівняння між собою та з характеристиками, що знімаються з відповідних карт дозволяє якісно та кількісно оцінювати роль різних чинників у формуванні техногенних геохімічних аномалій.

Найбільшою різноманітністю походження відрізняються геохімічні аномалії. Серед них розрізняють:

- аерогенні (обумовлені осадженням пилогазових викидів),
- гідрогенні (сформовані забрудненими водами),
- агрогенні (утворені внаслідок агротехнічних впливів),
- вейстогенні (пов'язані з твердими відходами).

Для аерогенних аномалій характерні такі ознаки: *поверхневий характер, відносно значні розміри, поступовість зміни елементного складу та концентрацій*. При цьому максимуми концентрацій можуть знаходитись від джерела на відстань до кількох кілометрів (від 10 до 40 - у разі високих джерел гарячих викидів). У складі аерогенних аномалій зазвичай переважають елементи, що відображають специфіку виробництва на підприємстві, джерела забруднення (легуючі добавки поблизу підприємств чорної металургії, профільні елементи поблизу підприємств з виробництва та переробки кольорових металів, ванадій і нікель у зонах впливу теплових електростанцій).

На урбанізованих територіях незалежно від виробничої спеціалізації, зазвичай спостерігаються підвищені концентрації елементів, характерних для автотранспортного забруднення та загальнопоширених технофільних (свинець, цинк, мідь, марганець).

Гідрогенні аномалії виділяються приуроченістю до заплав річок, днищам ярів та балок. Для них зазвичай властива значна частина елементів характерних для стоків гальванічних виробництв і очисних споруд (срібло, нікель, хром).

Агрогенні аномалії приурочуються до сільськогосподарських земель. Для них характерна присутність фосфору та елементів домішок, що містяться в апатитах і фосфоритах (фтор, стронцій іноді також миш'як, свинець, цинк, рідкісноземельні).

Вейстогенні аномалії відрізняються різкими перепадами зі стану та концентрацій. При їх детальному вивченні нерідко вдається виявити частинки - носії забруднення. Зіставлення карт забруднення ґрунтів і снігового покриву дозволяє виявляти характер динаміки аномалій. Розрізняють аномалії: реліктові (виявляються по ґрунтах, але не виявляються по снігу), що ростуть (виявляються як по ґрунтах, так і по снігу), що формуються (виражені в снігу, але відсутні у ґрунтах).

Еколого-геохімічні параметри різноманітні, складні та далеко не завжди піддаються однозначному поясненню. Аналіз еколого-геохімічних карт повинен не ускладнювати, а спрощувати розуміння причин формування територіальних відмінностей у рівнях забрудненості, вказувати на шляхи вирішення існуючих проблем.

Показник ефективності еколого-геохімічного дослідження це чіткі і конкретні висновки про наявність (або відсутність), характер зв'язку між забрудненням та певними природними і техногенними чинниками з відповідними практичними пропозиціями.

Картографування геолого-геоморфологічного забруднення

Картографування геолого-геоморфологічного забруднення не сформувалося як самостійний науковий напрямок через складності розмежування природних, техногенно-перетворених і власне техногенних процесів зовнішньої та внутрішньої літо- і геодинаміки. Вважають, що з погляду практичної спрямованості картографування, характеристика (а також прогноз) процесів та їх результатів важливіші за аналіз їх походження. Однак очевидно, що перехід від стратегії реагування на негативні наслідки до стратегії їх профілактики неможливий без аналізу причин та чинників.

Становленню картографування геолого-геоморфологічного забруднення перешкоджає і міждисциплінарна роз'єднаність практичних робіт з вивчення процесів на поверхні та в надрах. Тим часом очевидний і добре відомий тісний зв'язок тих і інших, який виражається в явищах геоморфогенної ізостації та тектонічного визначення геоекологічних ситуацій.

Однак внутрішня єдність явища, що виражається в тісній взаємопов'язаності його різноманітних проявів не виключає його структурованості. В даному випадку елементами структурованості є:

- літо- та геодинамічні процеси (з подальшою багатоступінчастою класифікацією);
- речові результати геодинамічних процесів (відкладення, рідкі та тверді включення, порушення суцільності порід);
- зовнішні впливи (наслідки) геолого-геоморфологічного забруднення.

Ключова проблема у картографуванні всіх проявів геолого-геоморфологічного забруднення - виділення антропогенної складової.

Картографування геодинамічних процесів

Практичні питання картографування процесів сучасної геодинаміки вирішуються без їх класифікації на природну та техногенну складову. Вважають, що є достатні підстави порівнювати основний період прояву часових процесів з часом науково-технічної революції шляхом відображення станів явищ у різні інтервали часу, тобто, на якісному чи кількісному рівні вивчення.

Якісне картографування включає виявлення факту протікання процесу, його локалізацію та (іноді) бальну оцінку інтенсивності.

Процеси сучасної геодинаміки досліджують рельєф, ґрунт, рослинність, поверхневі та підземні води. Кожна зміна геокомпонентів може розглядатися як дешифрувальна ознака, тому виявлення та локалізація геодинамічних процесів, їх наслідків є більш ефективнішим чим застосування методів дистанційного зондування в різних спектральних діапазонах. Дешифрувальні ознаки, які являють собою взаємозв'язок між змістом геодинамічних процесів та їх зовнішніми проявами у фотозображеннях мають локальний чи регіональний характер поширення. Тому загальноприйнята методика картографування процесів геодинаміки включає вибіркове

польове дешифрування знімальних матеріалів на ключових ділянках з метою виявлення цих ознак для подальшого дешифрування в камеральних умовах. Виявлення техногенної складової процесів, а також показників їх динаміки сприяє порівняння різночасових знімків. Від дешифрованої контури можуть характеризуватися наявністю одного провідного та ряду супутніх або двох та більш рівнозначних процесів.

Існує два можливі підходи до якісного картографування геодинамічних процесів:

- характеристика дешифрованих контурів (перелік процесів, виділення серед них провідних, оцінка інтенсивності);
- простежування контурів прояву процесів з ділянок їх найбільш активного протікання.

Перший підхід відповідає завданням комплексних досліджень, другий краще застосовувати при виконанні спеціалізованих робіт з вивчення одного чи декількох процесів. При картографуванні по контурах найбільш часто використовується спосіб якісного фону; при простеженні контурів проявів процесів використовується спосіб ареалів. Кількісне картографування може спиратися на натурні вимірювання проявів процесів за певні інтервали часу, що проводяться при експедиційних, стаціонарних та польових експериментальних дослідженнях.

Методи кількісної характеристики геодинамічних процесів за технічним рівнем апаратури, яка застосовується для їх вимірювання поділяються на прості, середні та складні, при цьому перші значно переважають і найбільш застосовуються в дослідженнях, що націлені на територіально безперервне картографування. В дуже окремих випадках об'єктом дослідження є комплекс процесів, але більша частина досліджень присвячена ерозійно-аккумулятивним процесам в річкових басейнах. Характеристиками їх інтенсивності слугують:

- обсяг змитого матеріалу (визначений за допомогою методів шпильок при вивченні площинного змиву шляхом спостережень за просуванням вершин ярів і денудаційних уступів);
- об'єм та/або потужність новоутворених відкладів (визначається з накопичення мулистих утворень у ставках, руслах, на заплавах та в штучних ямах - пастках);

- залишковий вміст гумусу (визначається за результатами ґрунтових досліджень).

Найважливіша умова сумісності результатів - нормування їх на інтервали часу з визначенням відповідних результатів кількісних характеристик таких як модулі твердого стоку, т/км² на рік.

За наявності великих обсягів емпіричних даних про чинники та інтенсивність геодинамічних процесів стає можливим їх прогнозування. Так, отримало поширення використання рівняння ґрунтової ерозії, яке пов'язує величину змиву з одиниці площі за одиницю часу з рядом кліматичних, геоморфологічних, ґрунтових та господарсько агрономічних характеристик. Є подібні рівняння для показника дефляції. При створенні прогнозних кількісних карт геодинамічних процесів спочатку складають серію факторних карт, які характеризують розподіл усіх параметрів і емпіричних коефіцієнтів, а потім шляхом їх накладання ділять територію на виділи і розраховують для них кількісні характеристики інтенсивності процесів. Картографування інтенсивності геодинамічних процесів проводиться з використанням способу ізоліній як узагальнення результатів багаторічних стаціонарних та експедиційних досліджень. Виділення антропогенної складової ерозійно-аккумулятивних процесів ґрунтується на зіставленні сучасних та до агрикультурних показників або на порівнянні характеристик, що належать до територій з різними рівнями господарської освоєності (прийом підстановки часу простором).

Характеристики першого типу фрагментарні, у другому випадку завжди присутня проблема сумісності ландшафтів-аналогів. Тому характеристики антропогенної активізації геодинамічних процесів подаються в глобальних узагальненнях і відносяться до природних зон і великих регіонів рівня природних зон та фізико-географічних країн, що відповідають дрібномасштабному картографуванню. На великомасштабних картах інтенсивність процесів характеризується без підрозділу на природну та техногенну складову.

Картографування техногенних та техногенно-змінених відкладів та форм рельєфу

Виявлення та картографування наслідків техногенних впливів на геологічне середовище - складова частина великомасштабних геолого-екологічних досліджень. Методика їх проведення передбачає відображення наступних підрозділів відкладів:

- техногенно-змінені (що знаходяться в зонах впливу транспортних споруд та комунікацій, гідротехнічних споруд, відвалів, інженерно-будівельних споруд, гірничодобувних підприємств, водозаборів, сільськогосподарських угідь, комунально-складських територій, селітебних систем, звалищ);

- техногенно-перевідкладені (наживні та насипні ґрунти гідротехнічних, транспортних та промислових споруд, селітебних систем, відвали гірничодобувних підприємств);

- техногенно-утворенні (відвали теплоенергетичних, металургійних та хімічних підприємств, звалища промислових та будівельних відходів).

Відображення техногенно-перевідкладених і техногенно-утворених порід через їхній малий вік і специфічний склад не складає проблеми як при наземних маршрутних спостереженнях, так і при дешифруванні аеро- і космофотознімків з достатньою роздільною здатністю. Питання картографування техногенно-змінених порід вимагає додаткових досліджень, які націлені на досягнення більшої визначеності. Окремі види змін (водопониження, забруднення ґрунтів) мають чіткі критерії виділення, інші впливи (сільськогосподарської діяльності) менш однозначні. Розрізняють *незворотні* (забруднення металами) та *оборотні* (зміни рівнів ґрунтових вод) впливи. Виявлення забруднення ґрунтів у зонах впливу підприємств та комунікацій є самостійним завданням, яке вирішується в рамках методики еколого-геохімічного знімання.

Картографування антропогенних геологічних змін середовища було б не повним без адекватного відображення штучних споруд, а також покриття (асфальту і т. п.). Те й інше включається в природний кругообіг та впливає на перерозподіл повітряних потоків у приземному шарі, співвідношенні між підземними та поверхневими стоками, геодинамічними процесами.

Нові версії методик розрахунку розсіювання атмосферних забруднень передбачають врахування впливу забудови. Важливими характеристиками, що підлягають картографуванню є: висотність, матеріал споруди та проникність (суцільність). Техногенні відклади та форми рельєфу зазвичай зображуються способом ареалів або при площинному поширенні та територіально-диференційованому характері способом якісного фону. Кількісна характеристика змін порід передається способом ізоліній.

Картографування наслідків геолого-геоморфологічного забруднення

Відображення наслідків техногенних змін геологічного середовища значною мірою відокремлено від інших напрямів екологічного картографування. Причини цього в різноманітті наслідків і складності інтеграції їх оцінок з іншими показниками. Серед прикладних робіт переважає оцінка ризику виникнення техногенно спровокованих та техногенних аварій та катастроф з людськими жертвами чи порушеннями функціонування геотехнічних систем.

Оцінка ризику техногенно спровокованих катастроф - це частина більш загального завдання географічної оцінки стану територій. Перша складова оцінки ризику - виділення потенційно нестійких станів геосистем, що на практиці здійснюється на інтуїтивному рівні, шляхом візуального аналізу топографічних, інженерно-геологічних або геоморфологічних карт та врахування інформації про минулі події на даній та аналогічних територіях. Це означає розроблення переліків надзвичайних ситуацій (землетрус, виверження вулкана, цунамі, повінь, обвал, карстовий провал, смерч, тощо) можливих у межах розглянутих територіальних одиниць з оцінкою ймовірності їх виникнення у термінах лінгвістичних змінних типу «багато», «середньо», «мало» та упорядкуванням способом якісного фону відповідних оціночних карт. Територіальні одиниці виділяються переважно за геоморфологічною ознакою (заплави, тераси, схили різних рівнів крутості, тощо).

Друга складова оцінка ризику - аналіз місць розміщення потенційно небезпечних об'єктів (атомні електростанції, місця виробництва та зберігання небезпечних речовин, трубопроводи та ін.) з оцінкою ймовірності виникнення перерахованих вище інших надзвичайних ситуацій. При цьому чинником, що визначає ймовірність надзвичайних ситуацій зазвичай виступають геолого-геоморфологічні умови. Тому контури територій з різними характеристиками ризику визначаються за матеріалами геологічного та геоморфологічного картографування.

За наявності досить тривалих рядів спостережень або історичних даних ймовірність аварійних ситуацій того чи іншого ступеня тяжкості оцінюється кількісно як кількість можливих ситуацій на рік або як обернена величина - можливість надзвичайної ситуації один раз за певний ряд років.

Поєднання природних та техногенних складових можливих катастроф дозволяє оцінити еколого-географічне положення конкретних об'єктів та екологічний ризик для відповідних територій.

Складові частини великомасштабного картографування чинників ризику - це стан геотехнічних систем (ГТС), їх інженерний захист і стійкість, що оцінюється згідно з критеріями оцінки стану геотехнічних систем та картографуються у зазначеній логічній послідовності.

Лекція 8. Біоекологічні аспекти картографування

Біота може картографуватися в аспектах природного (реального чи реконструйованого) існування та його зовнішніх умов або в аспектах змісту та наслідків антропогенних впливів та/або власного впливу на людину. В ролі основного провідного компонента біоти виступає рослинний покрив; йому при екологічному картографуванні традиційно приділяється першочергова увага.

Підхід до його картографування може бути різний: відображення стану рослинності схильної до антропогенного впливу може виступати як мета або як засіб картографування. У першому випадку (власне біоекологічне картографування) у центрі уваги виявляються домінантні та субдомінантні види, угруповання в цілому, рідкісні види, що є предметом охорони, а також умови їх існування. У другому - (біоіндикаційне картографування) вивчаються види, що мають індикаційне значення, незалежно від їх участі в асоціаціях. Вплив умов існування науковці прагнуть знівелювати шляхом підбору рівноцінних. В обох випадках джерела інформації - дистанційні, картографічні або польові дослідження біоти та зазначені різновиди картографування при практичній реалізації тісно переплітаються між собою. Складова частина біоекологічних проблем - вивчення впливу (переважно негативного) біоти на людину, що входить до завдань медико-географічного картографування.

Біоекологічне картографування

Основи теорії та методики біоекологічного картографування було розроблено у XX столітті. У рамках цього наукового напрямку картографування здійснюється на основі якісних оцінок рослинних угруповань, що поділяються на абсолютно корінні, практично корінні, умовно-корінні, тривало-похідні та короткочасно-похідні.

Корінні типи лісів різняться залежно від породного складу. Джерела даної інформації - матеріали дистанційного зондування у поєднанні з польовими дослідженнями на ключових ділянках при дрібномасштабному картографуванні, маршрутні спостереження при великомасштабних дослідженнях. В останньому випадку об'єктом картографування стає також стан і тенденції розвитку рослинних комплексів: відновлювальні сукцесії після пожеж і рубок, серійні зміни деревостоїв, стабілізація та ін.

Виявлення тенденцій дозволяє картографувати прогнозовані майбутні стани рослинності та ландшафтів в цілому в межах ландшафтно-динамічних комплексів. Ті або інші ландшафтно-динамічні комплекси, у свою чергу, можуть бути наслідком вибору форм природокористування.

Подібний характер має методика картографування ступеня деградації ґрунтів для яких визначаються види деградації (фізична, хімічна, біологічна) з бальними оцінками їхнього рівня. Основний спосіб зображення - якісний фон.

Умови проростання оцінюються за численними показниками тепло- і вологозабезпеченості, ресурсів поживних елементів. Найбільш поширений прийом інтеграції показників - підсумовування балів, що однак, недостатньо ефективно внаслідок суттєвих відмінностей у значенні окремих параметрів. Більш коректною інтеграція біоекологічних параметрів може бути здійснена за допомогою методу зважених балів. Його сутність полягає у встановленні та використання кореляційних зв'язків між частковими показниками на окремих картах (щільності популяцій, порушеності рослинного та ґрунтового покриву, еродованості та ін.) та картах, що характеризують ландшафти в цілому.

Картографування *стану тваринного світу та умов його проживання* поширене значно менше, внаслідок дуже трудомістких робіт з визначення чисельності та щільності популяцій. Стан фауни характеризується у категоріях видового розмаїття та ареалів окремих видів включаючи їх динаміку. Щодо рідкісних видів, які найбільш суворо охороняються, проводиться польове картографування місць проживання з подальшим розробленням та юридичним оформленням охоронних заходів. При польових роботах дуже ефективно застосування з метою визначення координат місць проживання видів, що охороняються, сучасних приладів, які використовують GPS технології.

Біоіндикаційне картографування

Для урбанізованих територій основний біоіндикатор - стан здоров'я населення, насамперед дитячого. У сільській місцевості та відносно слабо змінених ландшафтах вивчаються рослини з певними межами газостійкості; для водойм - найбільш стійкі або навпаки, чутливі до забруднення організми.

Основні елементи біоіндикаційного картографування:

- вибір територіальних одиниць;

- вибір біоіндикаторів;
- спостереження за станом біоіндикаторів;
- обробка та картографічне подання результатів спостережень.

Вибір територіальних одиниць. Він визначається характером використання у даному дослідженні біоіндикаторів. У випадках, коли біоіндикатори вибираються та вивчаються безпосередньо під час картографування, то тоді є можливість формування оптимальної мережі районування. Загальна вимога до територіальних одиниць - об'єктивність їх відокремлення в силу бар'єрної ролі кордонів, що їх розділяють. Провідний (стосовно інших геокомпонентів) чинник перерозподілу величин антропогенних впливів - рельєф. Розроблена методика створення морфологічної основи ландшафтно-геоекологічних досліджень передбачає підрозділ території на однорідні межі, що зчленовуються по ребрах рельєфу (геотопологічне районування). Ці межі утворюють територіальні осередки в межах яких може здійснюватися вибір біоіндикаційних об'єктів. Біота, володіючи динамікою саморозвитку, здатна формувати власну мережу територіальних осередків. Їх утворюють рослинні асоціації, що знаходяться на різних стадіях сукцесії. Поєднання територіальних осередків, які виділені за геоморфологічними ознаками і за тривалим станом геокомплексів, - найбільш ефективне вирішення проблеми районування, але з причин трудомісткості його можна здійснити лише при дуже детальних польових дослідженнях.

У випадках коли для картографічних цілей використовується індикаційний потенціал об'єктів, що вивчаються з не картографічною спрямованістю (медична статистика) вибір територіальних одиниць вимушено визначається організацією відповідної відомчої статистики (адміністративні райони, території обслуговування поліклінік, лікарські ділянки). Сітки районування як чужорідні по відношенню до техногенних потоків та ореолів забруднення здатні спотворювати територіальну структуру останнього, викликаючи появу на картки штучних кордонів.

При біоіндикаційному картографуванні (особливо у випадку, коли у його виконанні не беруть участі географи) питання вибору територіальних одиниць може залишатися взагалі не вирішеним або вирішуватися формально з використанням геометрично правильних сіток (растрове картографування). У першому випадку результати досліджень на окремих ділянках довільно екстраполюються на не визначені площі; у другому - на карті з'являються штучні прямолінійні межі.

Уникнути того й іншого можна при відображенні на карті місця розташування біоіндикаційних об'єктів (обстежених дерев та їх груп тощо) з віднесенням характеристик безпосередньо до них та можливістю проводити відмінності між інтерпретацією (ізолінії, у тому числі на ділянках відсутності біоіндикаторів) та фактичними даними.

Вибір біоіндикаторів. У більшості випадків вибір біоіндикаторів також визначається станом медико-статистичного обліку, природним поширенням або культивуванням біологічних індикаційних об'єктів. У принципі будь-яка реакція організму на забруднення є біоіндикаційним, але завдання дослідження полягає у виявленні специфічних реакцій, що дозволяють встановити характер і масштаби впливу. Як показано вище, біоіндикаційні закономірності мають регіональний характер. Тому вибір біоіндикаційних видів і реакцій стосовно умов конкретної території повинен спиратися на результати біоекологічних і геогігієнічних досліджень.

Проблема вибору конкретних біоіндикаторів широко освітлена в науковій літературі. До рослин, що використовуються як біоіндикатори пред'являють такі загальні вимоги:

- впливи забруднень повинні призводити до добре помітних реакцій;
- ефекти впливу повинні бути добре відтворювані при використанні рослин генетично подібних до популяцій;
- ефекти впливу повинні характеризуватись специфічними симптомами, властивими впливу певних речовин;
- рослини повинні бути чутливі навіть до низьких концентрацій поллютантів;
- рослини повинні бути стійкими до заболочування, хвороб та інших несприятливих впливів не пов'язаних із забрудненнями.

Спостереження за станом біоіндикаторів. Це є одним з різновидів медичних та біологічних досліджень, який здійснюється в процесі медичної та лісогосподарської практики, а також цілеспрямовано з використанням критеріїв оцінки ступеня прояву характерних реакцій забруднення.

Обробка та картографічне подання результатів спостережень. За змістом вони є інтеграцією показників. Ці процедури суттєво диференційовані за типами біоіндикаторів; з використанням способу ареалів картографується поширення окремих видів. При цьому різні прийоми графічного уявлення ареалів (лінії різного малюнка,

штрихування, крап, у тому числі розріджений) дозволяють врахувати ступінь просторової визначеності меж.

Кількісні та якісні характеристики біоіндикаційних реакцій на рівні окремих видів, які є локалізованими в межах територіальних одиниць, найбільш адекватно картографуються за допомогою картограм та картодіаграм. Картограмами передають відносні характеристики середні за площами територіальних осередків; картодіаграмами - абсолютні характеристики або їх структуру, зазвичай за адміністративно-територіальними одиницями.

Біоіндикаційні реакції на рівні угруповань виражаються за допомогою показників флористичного та/або фауністичного різноманіття, що найбільш адекватно відображається за допомогою картодіаграм. При цьому поряд з відносно простими показниками числа видів певних систематичних груп застосовуються похідні оціночні показники, такі як індекс чистоти атмосфери (ІЧА) за даними ліхеноіндикації.

Медико-географічне картографування

Медико-географічне картографування націлено на відображення чинників середовища, що як позитивно так і негативно впливають на здоров'я людини. Залежно від відображення чинників середовища або результатів їх дії (патологій) карти можуть бути віднесені до різних груп медико-географічної класифікації:

- медико-географічні карти та близькі до них за вмістом оціночні карти навколишнього середовища, що відображають природні та соціальні передумови хвороби;

- нозо-географічні карти, що характеризують фактичне поширення хвороби.

Серед чинників хвороб, що становлять предмет медико-географічного картографування, розрізняють:

- географічні передумови, зумовлені соціальними, історичними та фізико-географічними причинами (потенційні ареали захворювань);

- межі джерел захворювань, що пов'язані з видовим та кількісним складом переносників, інтенсивністю циркуляції збудника в природному осередку (фактичні нозоареали).

Реалізація природних передумов для захворювань залежить від населеності територій, способу життя населення, організації охорони здоров'я. Тому фактичне

поширення хвороб (Предмет нозо-географічного картографування) може відрізнятися від поширення відповідних природних чинників.

Медико-географічне картографування абіотичних чинників середовища. Воно здійснюється головним чином на основі метеорологічних даних. При створенні таких карт проводиться інтерпретація кліматичних параметрів (річні, сезонні, місячні та ін. середні, максимальні та мінімальні температури, суми опадів, швидкості вітрів, параметри радіаційного режиму) та інших характеристик (таких як забезпеченість мікроелементами, повторюваність небезпечних геодинамічних процесів, тощо) з погляду екології людини.

З метою такої інтерпретації в рамках медико-біологічних досліджень визначаються оптимальні для людини інтервали характеристик, а фактичні їх величини у тих чи інших пунктах розглядаються як відхилення від норми. При цьому складаються численні (переважно ізолінійні) аналітичні карти окремих параметрів (тривалість і ступінь вираженості комфортних та дискомфортних періодів, окремі чинники комфорту та дискомфорту). На синтетичних картах способом якісного (кількісного) фону показуються узагальнюючі якісні або кількісні (бальні) оцінки сприятливості клімату та ландшафтів загалом.

Медико-географічне картографування біотичних чинників середовища. Воно здійснюється на основі узагальнення даних медичної статистики, переважно в дрібних масштабах. При цьому нозо-ареали відображають іноді з підрозділом за різновидами хвороб або за ступенем ризику зараження. Відповідно способи зображення для них - ареали, якісний фон, іноді також спосіб значків.

Велико- і середньомасштабне картографування поширене менше, оскільки передбачає значно більшу повноту фактичних даних. Великомасштабні карти створюються значною мірою на основі спеціальних польових робіт. Наприклад, при польових дослідженнях поширення іксодових кліщів (переносників енцефаліту) враховується чисельність кліщів (кількість екземплярів на білому полотнищі стандартного розміру за 1 км пішого маршруту), а також дається характеристика їх місцяпроживання. Для забезпечення сумісності маршрути проводяться у весняний період максимальної активності.

При камеральній обробці проводиться зіставлення польової карти поширення кліщів з ландшафтними, зоогеографічними, геоботанічними, геоморфологічними

картами з метою віднесення даних спостережень до внутрішньо однорідних територіальних одиниць. Однак можливості інтерпретації, як правило, лімітуються недостатньою детальністю наявних відповідних карт. Так, мінімальною таксономічною одиницею, в межах якої спостерігаються закономірності розподілу іксодових кліщів є група фацій і відповідна одиниця рослинного покриву - елементарний виділ, число яких може досягати кількох сотень в одному кварталі. Така детальність можлива в масштабах 1:10 000 і більше, на той час як у територіальних фондах зазвичай є лише карти знімальних масштабів 1:200 000 та, частково, 1:50 000.

При середньомасштабному картографуванні знижується роль польових робіт і зростає використання картографічних, літературних та медико-статистичних джерел інформації.

Основні способи зображення при велико- та середньомасштабному картографуванні - якісне фон (характеристика насиченості територіальних одиниць шкідливими організмами), значки (характеристика захворюваності за населеними пунктами), картограми (характеристика захворюваності по адміністративних районах), картодіаграми (структура та динаміка захворюваності).

Слід зазначити, що використання адміністративних районів як одиниць районування вкрай не вдало через їх внутрішню неоднорідність. Наприклад, при великомасштабному картографуванні небезпеки зараження кліщовим енцефалітом було виявлено, що неоднорідними в цьому відношенні є навіть території сілрад та окремих лісів. Більш виправдано використання як територіальних одиниць елементів спеціального медико-географічного районування, що виконується на основі гігієнічної оцінки фізико-географічних (кліматичних, геохімічних, гідро геохімічних) чинників або детального фізико-географічного районування.

У той же час слід зазначити, що картографування поширення шкідливих видів лише за даними звертання постраждалих недостатньо для отримання об'єктивних результатів, оскільки поза врахуванням залишаються між- та внутрішньорегіональні відмінності у відвідуваності людьми різних ландшафтів, а також ступеня доступності медичних установ. Експериментально не доведено і обов'язковість збігу відмінностей у чисельності та активності окремих видів (у тому числі переносників збудників хвороб) з природно-територіальним районуванням, що апріорно використовується при територіальній інтерпретації польових матеріалів.

Нозогеографічне картографування. Це картографування фактичного поширення хвороб і груп хвороб ведеться на основі даних медичної статистики. Вихідні дані - звіти лікувально-профілактичних установ за формою № 1, звіти-вкладиші з обслуговування окремих груп населення та груп хворих за формами № 1,2, 3, 6, 039У, 071/У, а також зведення по територіях обслуговування поліклінік, адміністративних районах, містах і т.д. На основі статистичних даних, з використанням не складних програмних засобів (MapInfo) або ручної технології, досить легко складаються картограми та картодіаграми захворюваності. Територіальні осередки вибираються відповідно до ієрархічних рівнів організації охорони здоров'я.

З огляду на складність інтерпретації медико-статистичних даних інформативність таких карт щодо екологічної обстановки зазвичай залишається не високою. Тому по мірі комп'ютеризації закладів охорони здоров'я розробляються більш досконалі методи обробки медико-статистичних даних, зокрема шляхом використання індивідуального адресного обліку, з можливістю гнучкого вибору територіальних одиниць. В такому випадку стає можливим отримання характеристик по окремих будинках, групах будинків, мікрорайонах, історично сформованим частинам міста, тощо.

Однак зберігаються проблеми змістовного характеру, які пов'язані зі складністю взаємин людини з навколишньою природним та соціальним середовищем.

Лекція 9. Прикладне екологічне картографування та використання екологічних карт

Екологічне картографування при обґрунтуванні інвестицій

Під прикладним картографуванням (незалежно від його предметної області) традиційно розуміється картографування, яке спрямоване на вирішення будь-яких практичних завдань.

Формування нормативної бази екологічного обґрунтування інвестицій наповнило поняття прикладного екологічного картографування конкретнішим змістом. В даний час значна кількість карт увійшла до переліків обов'язкових або рекомендованих матеріалів у складі документів з екологічного обґрунтування інвестицій на різних стадіях інвестиційного процесу. Основними стадіями екологічного обґрунтування інвестицій, що вимагають картографічного забезпечення, є інженерно-екологічні дослідження та оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС). Інженерно-екологічні дослідження поряд з інженерно-геологічними дослідженнями, повинні виконуватися до прийняття проектних рішень і до розробки робочої проектної документації з метою створення відповідної інформаційної бази. На основі зібраної інформації виконується оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС). Оцінка впливу при обґрунтуванні інвестицій у будівництво проводиться для визначення негативних наслідків наміченої господарської діяльності на передпроектній стадії для попередження можливої деградації навколишнього середовища під впливом проєктованого об'єкту шляхом розробки певних природоохоронних заходів і має передувати ухваленню рішення про здійснення проекту господарської діяльності. Матеріали та висновки ОВНС далі реалізуються в технічних рішеннях, що вкладаються в робочий проєкт, включаючи його складову невід'ємну частину розділу «Охорона навколишнього середовища» в системі моніторингу, що функціонує в ході реалізації проекту та функціонування об'єкта.

Картографічне забезпечення інженерно-екологічних досліджень

Методика проведення інженерно-екологічних досліджень передбачає використання існуючих картографічних матеріалів та створення нових карт та схем з використанням ряду польових та камеральних методів. Матеріали інженерно-

екологічних досліджень повинні забезпечувати розробку відповідних проектних матеріалів за стадіями проектування:

- на стадії обґрунтування інвестицій - декларації (клопотання про наміри), містобудівної документації, розділу «Оцінка впливу на навколишнє середовище» (ОВНС);

- у проектах будівництва господарських та інших об'єктів розділу "Охорона навколишнього середовища" (ООС).

Основні положення, що пов'язані з використанням та створенням картографічних матеріалів у процесі інженерно-екологічних досліджень, містяться у Зведених правилах «Інженерно-екологічні дослідження для будівництва». Цей нормативний документ передбачає проведення по районах, де намічена діяльність, комплексне вивчення екологічної та соціально-економічної обстановки, включаючи всі компоненти навколишнього середовища.

До загальних вимог до екологічного обґрунтування наміченої діяльності входить оцінка стану компонентів середовища при існуючому стані, при відмові від наміченого діяльності («нульовий варіант»), при будівництві, експлуатації, виведенні з роботи та консервації проєктованих об'єктів, а також за можливих аварійних ситуацій. Оцінки повинні виконуватися на альтернативній основі, у тому числі для різних варіантів розміщення проєктованих об'єктів. Розглянемо зміст вимог Зведених правил «Інженерно-екологічні дослідження для будівництва» у частині, що стосується використання та створення картографічних матеріалів за стадіями інженерно-екологічних вишукувань.

Збір та аналіз існуючих матеріалів

На стадії збору та аналізу наявних матеріалів про природні умови району та про існуюче техногенне навантаження аналізуються фондові матеріали геоекологічних, кліматичних, геологічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, ландшафтних, ґрунтових, геоботанічних, зоогеографічних, медично-біологічних досліджень включаючи відповідні карти.

Їхній аналіз дозволяє сформулювати загальне уявлення про район наміченої діяльності та про її особливості. Перелік характеристик, що визначаються на основі існуючих матеріалів, включає:

- тип клімату;
- характер ґрунтів основ споруд;
- можливі ендо- та екзогенні процеси;
- тип ландшафту та його антропогенні модифікації;
- характер землекористування;
- рівень вивченості живої природи та напрямок подальших досліджень.

На основі опублікованих та фондових карт по кожному з аналізованих компонентів природного середовища виявляють характер впливу особливостей розглянутого району на намічену діяльність. На цій основі попередньо оцінюється можливість здійснення наміченої діяльності в межах обраного району з урахуванням передбачених у нормативних документах екологічних та санітарних обмежень. Мета цієї стадії пошуків - виявити можливі проблеми з якими зіткнеться здійснення наміченої діяльності до того як у проєкт будуть вкладені значні кошти.

При інженерно-екологічних дослідженнях під великі об'єкти аналіз існуючих матеріалів доповнюється дешифруванням аерокосмічних знімків. При цьому вирішуються такі завдання:

- прив'язка аерокосмічних знімків до топооснови різних масштабів та існуючих схем ландшафтного, тектонічного, інженерно-геологічного та інших видів районування;
- виявлення ділянок розвитку небезпечних геологічних, гідрометеорологічних та техногенно-природних процесів та явищ;
- виявлення техногенних елементів ландшафту та інфраструктури, що впливають на стан природного середовища (промислових об'єктів, транспортних магістралей, трубопроводів, кар'єрів та ін.);
- попередня оцінка негативних наслідків прямого антропогенного впливу (ареалів забруднення, вирубок та інших порушень рослинного покриву, вилучення земель тощо);
- стеження за динамікою екологічної обстановки;
- планування наземних робіт: розміщення ключових ділянок та контрольно-пов'язувальних маршрутів.

На основі результатів аналізу фондових та опублікованих матеріалів, попереднього дешифрування складаються схематичні екологічні карти та схеми

господарського використання території, попередні легенди, ландшафтно-індикаційні таблиці, оціночні шкали та класифікації, а також плануються наземні маршрути з урахуванням розташування виявлених джерел техногенних впливів. На схематичних екологічних картах показують характер використання земель, розташування існуючих джерел техногенних впливів і проєктованих об'єктів, санітарно-захисних і водоохоронних зон та інших територій з обмеженим режимом природокористування, місця прояву небезпечних геологічних процесів.

Польові інженерно-екологічні дослідження

Виконуються для отримання якісних та кількісних показників та характеристик стану компонентів екологічної обстановки (геологічного середовища, поверхневих та підземних вод, ґрунтів, рослинності та тваринного світу, антропогенних впливів), а також комплексної ландшафтно-екологічної характеристики території, з урахуванням її функціонального значення для екосистеми в цілому. Маршрутні спостереження при необхідності доповнюються польовим дешифруванням аерокосмічних знімків, інструментальними вимірами, відбором і подальшим лабораторним аналізом проб.

Маршрутне гео-екологічне обстеження. Обстеження забудованих територій повинно включати:

- обхід території (при необхідності спільно зі спеціалістами місцевих природоохоронних служб) та складання схеми розташування промислових підприємств, звалищ, полігонів твердих побутових відходів, відстійників, нафтохранищ та інших потенційних джерел забруднення із зазначенням його передбачуваних причин та характеру;

- опитування місцевих жителів щодо специфіки використання території (з ретроспективою до 40—50 років і більше) з метою виявлення ділянок розміщення нині ліквідованих промислових підприємств, витоків з комунікацій, проривів колекторів стічних вод, аварійних викидів, використання хімічних добрив тощо;

- виявлення та нанесення на схеми та карти фактичного матеріалу візуальних ознак забруднення (плям мазуту, хімікатів, нафтопродуктів, місць зберігання добрив, не санкціонованих звалищ харчових і побутових відходів, джерел різкого хімічного запаху, і т.п.).

При інженерно-екологічних дослідженнях під великі об'єкти маршрутні геоекологічні спостереження доповнюються рядом спеціальних видів робіт. Склад спеціальних робіт визначається особливостями території та характером очікуваних впливів на неї. Основні види спеціальних робіт розглядаються нижче.

Еколого-гідрогеологічні дослідження

Вони зазвичай виконуються у комплексі з гідрогеологічними та інженерно-геологічними дослідженнями. При вивченні гідрогеологічних умов, відповідно до конкретних завдань інженерно-екологічних досліджень, слід встановлювати:

- наявність водоносних горизонтів, які можуть відчувати негативний вплив у процесі будівництва та експлуатації об'єкта та підлягають захисту від забруднення та виснаження;
- умови залягання, поширення та природну захищеність цих горизонтів (особливо першого від поверхні);
- склад, фільтраційні та сорбційні властивості ґрунтів зони аерації та водовмістних порід;
- наявність верхівки;
- глибину залягання першого від поверхні водонапору;
- закономірності руху ґрунтових вод, умови їх живлення та розвантаження, режим та наявність гідравлічного взаємозв'язку між горизонтами і поверхневими водами;
- хімічний склад ґрунтових вод, їх забрудненість шкідливими компонентами та можливість впливу на умови проживання населення;
- можливість впливу техногенних чинників на зміну гідрогеологічних умов; наявність лікувальних вод (ресурсів).

Ступінь і повнота відомостей з гідрогеологічної та гідрохімічної обстановки повинні відповідати прийнятому масштабу інженерно-геологічної картки. Глибина вивчення розрізу регламентується положенням витриманого регіонального водонапору.

Як вихідні дані для еколого-гідрогеологічної характеристики території можуть бути використані матеріали державної комплексної інженерно-геологічної та

гідрогеологічної зйомок масштабів 1:200 000 - 1:100 000, з наступним уточненням за матеріалами масштабів 1:50 000 - 1:25 000.

При невеликих територіях та наявності або плануванні об'єктів будівництва рибного господарства детальність робіт повинна відповідати масштабам 1:10 000 - 1:5 000.

За відсутності необхідних вихідних даних мають бути виконані гідрогеологічні дослідження (польове обстеження природних проявів та штучного розкриття підземних вод з метою визначення фільтраційних та гідродинамічних характеристик, гідрогеохімічне випробування та лабораторний аналіз проб) з детальністю, що відповідає необхідному масштабу із залученням за потреби спеціалізованих організацій. На створених картах та розрізах в результаті еколого-гідрогеологічних досліджень показуються:

- поширення водоносних горизонтів (комплексів) та безводних водопроникних порід (спосіб якісного фону, відповідно у формі суцільного або смугастого зафарбування контурів);
- мінералізація та хімічний склад першого від поверхні водоносного горизонту (якісний фон, у формі кольорових точок різного малюнка);
- межі поширення водоносних комплексів, що залягають глибше першого від поверхні горизонту (спосіб лінійних знаків);
- гідроізогіпси (спосіб ізоліній);
- напрями руху підземних вод (спосіб ліній руху);
- ділянки поширення багаторічної мерзлоти, лінз прісних вод серед солоних, верхівки, карсту (спосіб абсолютних ареалів);
- ділянки поширення забруднення підземних вод різного рівня та складу (відносні ареали за високої детальності дослідження - спосіб ізоліній);
- захищеність підземних вод (якісний фон у формі різних штрихувань);
- порушення захищеності підземних вод - свердловини, розривні порушення (спосіб значків, лінійних знаків та ареалів) залежно від розмірів та масштабу карти.

Газогеохімічне картографування.

За наявності геологічних передумов радононебезпеки (поширення певних петрографічних типів порід, розривних порушень, сейсмічна активність території,

присутність радону підземних водах та виходи радонових джерел на поверхню) або насипних підвищень з домішкою будівельного, промислового сміття та побутових відходів (дільниці несанкціонованих побутових звалищ) потужністю понад 2,0—2,5 м проводяться газогеохімічні дослідження спрямовані на визначення та картографування кількісних характеристик потоку радону або біогазу відповідно. Завдання газогеохімічних досліджень - пошук та оконтурювання в плані на території проєктованого будівництва місць звалищ, які складені газогенеруючими ґрунтами. Для вирішення цього завдання проводяться:

- ретроспективний аналіз топографічних карт різних років (для аналізу змін форм рельєфу);
- вивчення архівної інженерно-геологічної документації, що підтверджує або спростовує існування насипних ґрунтів на даній території. За наявності на насипній товщі ґрунтів потужністю не менше 2,0-2,5 м проводяться польові газогеохімічні дослідження, що включають:
- шпурову зйомку ґрунтового повітря за профілями та мережею (при глибині шпурів 0,8-1,0 м);
- газову зйомку приземної атмосфери з емісійним зніманням (вимірюванням інтенсивності потоків біогазу до денної поверхні з ґрунтової товщі, в л/с / м²).

Результати газогеохімічних вимірювань та випробувань рекомендується представляти у вигляді карт щільності потоку радону або біогазу з використанням способу ізоліній.

Картографування ґрунтів

Збору та аналізу підлягають дані про типи і підтипи ґрунтів, їх стан в рельєфі, ґрунтоутворюючих і підстилаючих породах, геохімічний склад (засолення, підтоплення, дефляції, ерозії), ступеня деградації (виснаження, фізичне руйнування, хімічне забруднення). При недостатності фондових матеріалів слід проводити знімання ґрунтів або ґрунтово-геоморфологічне профілювання, що супроводжується дослідженням ґрунтів за типами ландшафтів з урахуванням їхнього функціонального значення, оцінкою їх існуючого та потенційного використання, потужності ґрунтового шару, потенційної небезпеки ерозії, дефляції та інших негативних ґрунтових процесів, параметрів забрудненості різними речовинами. При цьому дослідження на поширені та найбільш токсичні важкі метали (цинк, мідь, нікель, кобальт, свинець, ртуть,

кадмій, миш'як) проводиться у всіх випадках, на інші види забруднення - при наявності підстав, що допускає їхню присутність.

Дослідження шкідливих фізичних впливів. Дослідження впливу електромагнітного випромінювання, шуму, вібрації, теплових полів повинно здійснюватися в першу чергу при розробленні містобудівної документації та проектування житлового будівництва на освоєних територіях. При цьому повинні бути зафіксовані основні джерела шкідливого впливу, його інтенсивність та виявлені зони дискомфорту з перевищенням допустимого рівня шкідливого фізичного впливу. Фізичні впливи оцінюються на основі спеціального вимірювання компонентів електромагнітного поля в різних діапазонах частот, амплітудного рівня та частотного складу шумів і вібрацій від різних промислових, транспортних та побутових джерел.

Для виявлення та оцінки небезпеки джерел зовнішнього гамма-випромінювання проводиться радіаційне знімання (визначення потужності еквівалентної дози зовнішнього гамма-випромінювання) та радіометричне дослідження з наступним гамма-спектрометричним або радіохімічним аналізом проб у лабораторії (визначення радіонуклідного складу забруднень та їх активності). Розташування джерел та зон дискомфорту від існуючих фізичних чинників впливу (радіаційного забруднення, електромагнітного випромінювання, шумових навантажень, теплових полів та ін.) має бути показано на картах і схемах способом ізоліній з детальністю, що відповідає стадії проектування.

Дослідження рослинного покриву. При інженерно-екологічних дослідженнях воно здійснюється у трьох аспектах:

- як індикатор інженерно-геологічних умов та їх зміни під впливом антропогенного впливу (мерзлотних умов, глибини залягання рівня ґрунтових вод, підтоплення, осушення, опустелювання);
- як біотичний компонент природного середовища, що грає вирішальну роль у структурно-функціональній організації екосистем та визначенні їх кордонів;
- як індикатор рівня антропогенного навантаження на природне середовище (вирубки, гарі, випас худоби, механічне порушення, пошкодження техногенними викидами, зміна видового складу).

Матеріали з вивчення рослинного покриву мають включати:

- характеристику типів зональної та інтразональної рослинності відповідно до ландшафтної структури території, їх поширення, функціональне значення основних рослинних угруповань;
- склад, кадастрову характеристику, використання лісового фонду;
- типи, використання та стан природної трав'янистої та болотної рослинності;
- рідкісні та зникаючі види, їх місцезнаходження та система охорони, агроценози (розміщення, урожайність культур)

Для характеристики існуючого та оцінки очікуваного стану рослинного покриву проводяться спеціальні маршрутні обстеження. Зміни якісних та кількісних характеристик рослинного покриву повинні бути об'єктивно інтерпретовані порівняно з природним станом рослинних угруповань на фонових відносно не порушених ділянках аналогічних за своїми природно-ландшафтними характеристиками досліджуваній території.

Характеристика рослинного покриву на картах подається способом якісного фону. Ареали негативних змін рослинного покриву показуються на допоміжних аналітичних і підсумкових синтетичних карт.

Картографічна складова оцінки впливу на навколишнє середовище

При розробці оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС), поряд з результатами інженерно-екологічних досліджень використовуються проектні матеріали, що характеризують майбутню діяльність (основні проектні рішення та розміщення проєктованих споруд, потреби в земельних, водних, матеріальних, енергетичних і трудових ресурсах, технологія та обладнання, джерела викидів та скидів забруднюючих речовин, відходи). У результаті спільного аналізу цих матеріалів проводиться оцінка стану навколишнього середовища, яке в майбутньому виникне під впливом наміченої діяльності.

Результати оцінки знаходять відображення, у тому числі, в картографічних матеріалах, що додаються до оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) у складі проектної документації.

Комплект карт, який створений під час проведення ОВНС, повинен оцінити екологічний стан та біологічні ресурси території та дати прогноз її природного розвитку, а також дати другий прогноз можливих змін у динаміці при наросуванні

антропогенного навантаження. Існуючі (фондові) картки, як правило, мало придатні для вирішення завдань ОВНС, тому що вони не пов'язані між собою і ув'язування їх змісту є однією з задач, які розв'язуються у процесі оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС). Типова структура оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) включає такі основні розділи:

1. Оцінка існуючого стану компонентів навколишнього природного середовища в районі розташування об'єкта, що проектується.

1.1. Атмосфера та забрудненість атмосферного повітря.

1.2. Гідросфера, стан та забрудненість поверхневих водних об'єктів (додаються гідрографічні схеми, вказуються координати на карті для водогосподарських об'єктів та їх контрольних створів).

1.3. Оцінка існуючого стану території та геологічного середовища (додаються: інженерно-геологічна карта масштабу 1:10 000-1:25 000; карта ґрунтів території масштабу 1:25 000-1:50 000; потужність ґрунтів із зазначенням ареалів їх залягання та рівня техногенного забруднення, механічного складу та ступеня ерозійного враження; вказуються координати на карті на місцезнаходження підземних вод). Для характеристики інженерно-геологічних умов особливо обумовлено відображення проявів зсувів, карсту, обвалів, суфозії та інших активних інженерно-геологічних процесів.

1.4. Характеристика рослинності та тваринного світу (характеристики рослинності та тваринного світу району розміщення проектного об'єкта повинні відображатися на карті території в масштабі 1:50 000-1:100 000 із зазначенням розташування промислових підприємств та їх санітарно-захисних зон, населених пунктів, лісів, заповідників, заказників, водоохоронних зон водних об'єктів та ареалів поширення основних видів рослинності та тваринного світу).

1.5. Характеристика сільськогосподарського використання території району розміщення промислового об'єкта (характеристики сільськогосподарського використання території району мають бути винесені на карту масштабу 1:50 000 - 1:100 000 із зазначенням розміщення основних землекористувачів - виробників сільськогосподарської продукції, сільгоспугідь, об'єктів виробничого, житлово-побутового та іншого призначення сільськогосподарських підприємств, розташування

проектованого об'єкта та його санітарно-захисної зони, селищних районів та інших елементів картографічної ситуації).

1.6. Загальна характеристика існуючого техногенного навантаження на навколишнє середовище району розташування проєктованого об'єкта (додається карта існуючого техногенного навантаження в зоні впливу майбутнього об'єкта).

2. Вплив об'єкта на навколишнє середовище.

2.1. Характеристика проєктованого об'єкта (додаються: ситуаційний план зони впливу об'єкта із зазначенням промислових, селітебних територій, сільськогосподарських угідь, зон рекреаційного використання, територій, що особливо охороняються, зон обмеженого використання; генеральний план об'єкта; карта-схема розміщення джерел забруднення; карта-схема розміщення джерел фізичних впливів).

2.2. Вплив об'єкта на атмосферне повітря (розрахунки розсіювання забруднюючих речовин виконуються за допомогою ГІС-картографування. Результати розрахунків зводять у таблиці і виносять на картографічну основу з нанесенням ізоліній концентрацій забруднюючих речовин).

2.3. Вплив об'єкта на поверхневі води.

2.4. Вплив об'єкта на територію, умови землекористування та геологічне середовище (ілюструється картографічним матеріалом масштабу 1:25 000 - 1:50 000 з показом відчужуваних земель, їх існуючого та перспективного використання).

2.5. Вплив відходів промислового об'єкта на стан навколишнього природного середовища (відомості про параметри впливу накопичувачів відходів на навколишнє середовище виносять на картографічну основу масштабу 1:10 000-1:50 000).

2.6. Вплив об'єкта на рослинність та тваринний світ (здійснюють та відображають оцінку впливу об'єкта на флористичну різноманітність рослинності, структуру рослинного та ґрунтового покриву на різних ділянках місцевості, визначення меж рослинних угруповань та інші характеристики рослинного світу виконують з винесенням даних на карту території в масштабі 1:50 000 - 1:100 000; оцінку впливу об'єкта на фауністичний склад тваринного світу та гідрофауну, параметри довкілля, кількість і розміри популяцій тварин і риб здійснюють з винесенням необхідних даних на карту масштабу 1:50 000-1:100 000).

2.7. Вплив об'єкта на соціальні умови та здоров'я в селищі.

2.8. Дія об'єкта при аварійних ситуаціях.

2.9. Загальна характеристика впливу об'єкта, що буде будуватися на довкілля.

3. Еколого-економічна ефективність будівництва (реконструкції) об'єкта.

З урахуванням специфіки територій та об'єктів, що розміщуються до матеріалів екологічного обґрунтування інвестицій та проектних рішень додатково можуть додаватися:

1. Ландшафтна картка.
2. Карта інженерно-геологічного районування.
3. Геологічна карта.
4. Гідрогеологічна карта.
5. Структурно-тектонічна карта.
6. Карта четвертинних відкладів та поширення екзогенних геологічних процесів.
7. Карта мікросейсмічного районування (для сейсмічно небезпечних районів).
8. Карта рослинності (геоботанічна).
9. Картографічні матеріали лісоустрою.
10. Карта тваринного світу.
11. Карта (карта-схема) розміщення цінних біотопів та шляхів міграції.
12. Карта модулів стоку та ліній стікання болотних вод (на заболочених територіях).
13. Карта охорони навколишнього середовища.
14. Карта (карта-схема) сучасного екологічного стану території.
15. Карта (карта-схема) екологічного стану території у перспективі.

Матеріали інженерно-екологічних досліджень, ОВНС, ООС у сукупності утворюють екологічне обґрунтування майбутньої господарської та іншої діяльності і у складі проектної документації подаються на екологічну експертизу.

Екологічне обґрунтування у повному обсязі виконується для великих об'єктів, вплив яких поширюється на значні території. Перелік таких об'єктів (видів діяльності) додається до Посібника з проведення оцінки впливу на навколишнє середовище. Для невеликих об'єктів окремі види впливів можуть бути відсутніми, внаслідок чого допускається поєднання стадій екологічного обґрунтування, скорочення числа карт, що додаються. Переважна частина об'єктів для яких виконується ОВНС, відноситься до категорії дрібних; для них зазвичай обмежуються ситуаційними, інженерно-геологічними, ґрунтовими та геоботанічними картами. На ситуаційних картах крім

топооснови і об'єктів, що проектується, можуть показуватися особливо охоронні природні території та пам'ятки природи, зони санітарної охорони підземних вод, водоохоронні та санітарно-захисні зони, пункти моніторингу.

У той же час слід зазначити, що класифікація проєктованих об'єктів і регламентація ступеня детальності їх екологічного обґрунтування в залежності від масштабів впливу поки що відсутні.

Екологічні аспекти кадастрового картографування

Земельний кадастр утворює основу системи кадастрового обліку ресурсів. У земельному кадастрі реєструються об'єкти нерухомості: земельні ділянки та їх межі (у тому числі на плані із зазначенням координат крайніх точок), наявні споруди та комунікації, відомості про власників та юридичні підстави власності.

Земельний кадастр - це впорядкована сукупність відомостей про природний, правовий, господарський, економічний і просторове положення земельної власності, яка подається в документах та кадастрових планах або в цифровому вигляді.

Загальна особливість кадастрових карт - прив'язка картографічних характеристик до об'єктів нерухомості - земельним ділянкам, які належать певним власникам або груп таких ділянок: кварталам забудови, садово-огороднім або гаражним кооперативам. При невеликих розмірах ділянок оцінні параметри картографуються як однакові для ряду близько розташованих ділянок; при значних розмірах (сільськогосподарські та лісові землі) проводиться опосередкування.

Оскільки різні земельні ділянки мають неоднакову цінність кадастровий облік земель невіддільний від їхньої оцінки. У сучасному суспільстві державна кадастрова оцінка земель використовується в таких цілях:

- у фіскальних - для оподаткування нерухомості, встановлення ставок земельного податку та величини орендної плати;
- для інформаційної підтримки ринку землі, фондового ринку цінних земельних паперів та іпотеки;
- для оцінки ефективності існуючого функціонального використання території, розрахункової підтримки проєктних розробок генерального плану міста та у плануванні великомасштабних заходів загальноміського характеру;

- для інформування заінтересованих осіб про вартість земель з метою здійснення їх прав і обов'язків у відношенні належної їм нерухомості та планованих угод з нерухомістю.

Вартість - це властивість об'єктивно властива міським (та іншим) землям. Вона характеризує міру зручності чи вигоди від заняття даної земельної ділянки. Поняття вартості земель невіддільно від тих функцій під які вони використовуються в даний момент або можуть використовуватися.

Екологічна обстановка - один із чинників, що впливає на вартість нерухомості поряд з локалізаційними чинниками (рельєф, потужна здатність ґрунтів, гідрогеологічні умови, карстові явища, сейсмічність), а також чинниками вартості відчуження з-під існуючого використання (наявність об'єктів, що не відповідають сучасним вимогам та підлягають знесенню, переміщення або переобладнання), комунікаційними чинниками (забезпеченість транспортними комунікаціями, об'єктами зв'язку), інфраструктурними чинниками (забезпеченість тепло-, водо- та енергопостачанням, соціально-культурними об'єктами), чинниками престижу та репутації районів з точки зору різних функцій.

Для лісових та сільськогосподарських земель найважливіший чинник їх вартості - бонітет, тобто, потенційна родючість (продуктивність).

Екологічна обстановка оцінюється за можливими збитками реципієнтам внаслідок забрудненості повітря, ґрунтів, шуму, електромагнітних випромінювань. Ступінь значимості екологічної обстановки для кадастрової оцінки земель залежить від характеру їх використання. Так, у дослідженнях внесок чиннику екологічної обстановки у цінність земельних ділянок оцінено у 20% для житлової забудови, 15% для комерційних зон та 10% для промислових зон. Прийнято вважати, що екологічна обстановка найбільш значна при оцінці земель під такі функції як житло, охорона здоров'я, спорт, рекреації і т. д. Проте значимість екологічного стану територій велика і при інших функціях.

Так, будівництво або реконструкція промислових об'єктів на екологічно не сприятливих територіях суттєво подорожчає оскільки допускається лише за умови попереднього здійснення природоохоронних заходів, що забезпечують дотримання гігієнічних нормативів. Стан сільськогосподарських земель безпосередньо впливає на

якість отримуваної продукції. Для лісових земель і луків, їх екологічний стан безпосередньо визначає у тому числі й господарську цінність.

Механізм обліку екологічної обстановки під час кадастрової оцінки земель нормативними документами не регламентується, хоча на регіональному рівні розроблено низку методик, що носять рекомендаційний характер. Переважають бальні оцінки за такими ознаками як забруднення повітряного басейну, забруднення території, порушення шумового режиму, електромагнітні впливи. Оціночні критерії аналогічні прийнятим при якісних оцінках екологічних ситуацій.

У малих містах та сільських населених пунктах за відсутності даних про фактичні рівні забруднення використовують наближені оцінки за принципом «є- немає» залежно від наявності або відсутності підприємств, транспортних магістралей та інших об'єктів - джерел відповідних видів забруднення. Навпаки, при хорошій забезпеченості вихідними даними можуть використовуватися кількісні оцінки стану середовища; наведені там коефіцієнти вагомості покомпонентних характеристик цілком придатні і для використання при кадастровому оцінці.

Географічний аналіз забруднення

Задачі географічного аналізу забруднення

Розвиток географічної науки в останні роки характеризується зростанням числа напрямків, що покликані аналізувати просторові аспекти поширення розвитку окремих явищ (географія конфесій, географія сервісу, електоральна географія тощо). Об'єктивно (незалежно від оцінок цього) складається ситуація, коли кожне значне явище, що має територіальні аспекти, вивчатиметься відповідною галузевою "географією". Становлення нових галузевих "географій" значною мірою є похідним від відповідних видів статистики та можливостей її обробки засобами геоінформаційних технологій, з одного боку, та наявності попиту на даний вид інформації - з іншого. Статистичні дані про забруднення навколишнього середовища не становлять винятку, але найбільш простий спосіб створення карт забруднення шляхом віднесення обсягів емісії поллютантів до площ адміністративно-територіальних утворень або кількості жителів у них, далеко не вичерпує можливості географічного аналізу та фактично сприяє формуванню у споживачів спотвореної інформації. До територій політико-адміністративних утворень та їх населення коректно відносити

характеристики явищ, що визначаються та контролювані соціально-економічними чинниками. Перенесення забруднюючих речовин у атмосфері і гідросфері явно не відноситься до їх числа.

Виявлення причин формування певних рівнів забрудненості в межах тих чи інших просторово-тимчасових одиниць є необхідною умовою наукового обґрунтування відповідних природоохоронних заходів. Поняття забруднення при цьому трактується максимально широко, що дозволяє розуміти *під забрудненням будь-яке відхилення від природного ходу природних, фізичних, хімічних, біологічних і геолого-геоморфологічних процесів.*

Екологічне картографування за своїм змістом та завданням орієнтовано на вироблення методів подання даних. За представленням методики в науці зазвичай слідують результати і їх обговорення, тобто, в даному випадку аналіз змісту екологічних проблем, шляхів і перспектив їх вирішення. Подібно до того як геологічне картографування необхідне, але не достатнє для прогнозування розміщення корисних копалин, екологічне картографування створює передумови для просторового аналізу екологічних проблем, але не включає сам аналіз. Географічний аналіз забруднення включає виявлення його територіальної структури і просторово-часової динаміки.

Територіальна структура забруднення

Під територіальною структурою забруднення розуміється прояв нерівномірності антропогенних впливів на геосистеми, які відображають особливості розміщення джерел, ходу транспортування та осадження поліутантів, інших наслідків техногенезу.

Техногенне забруднення різко збільшує просторову неоднорідність полів концентрації речовин. Так, для важких металів коефіцієнти варіації їх концентрацій на площі 1 га при забрудненні збільшуються з 5-20% до 40-110% для валового вмісту та з 8-20% до 40-85% для рухомих форм. Альтернативними поясненнями зростання неоднорідності є турбулентний характер повітряного перенесення поліутантів і перерозподіл їх річковими водами під впливом мікро- та нанорельєфу. Ситуації, коли на зміну протиставлення альтернативних гіпотез приходив їх синтез в історії науки зустрічалися досить часто. Проблема полягає у визначенні відносної та абсолютної ролі вищезгаданих чинників формування просторової неоднорідності забруднення з практичними висновками. У той же час на достовірності даних моніторингу

позначається те, що система спостереження за станом атмосфери і гідросфери формувалася кілька десятиліть тому, коли розглянуті особливості полів забруднення були відомі і приймалися до уваги. Територіальні відмінності у рівнях прояву антропогенних впливів утворюють більш-менш закономірні поєднання.

- Фізичне забруднення (електромагнітні поля), що утворюється безпосередньо навколо джерел зменшується пропорційно квадрату відстані від них. Якщо джерелами фізичних полів стають частинки (радіоактивне забруднення) то їх просторовий перерозподіл контролюється динамікою відповідних геокомпонентів. У цьому випадку зникає різниця між територіальною структурою фізичного та хімічного забруднення.

- Хімічне забруднення надходить у середовище з природних і штучних джерел, найбільш активно (в порівнянні з іншими видами забруднень) включаються в біологічні геохімічні кругообіги і входить до складу всіх геокомпонентів. Характер їх динаміки (водне і повітряне перенесення) поряд із власне хімічними процесами трансформації полютантів визначає просторовий перерозподіл рівнів забрудненості.

- Біологічне забруднення проявляється переважно в місцях проживання популяції і має власну динаміку розвитку (зміни чисельності відповідних популяцій). Додаткові чинники, що визначають територіальну структуру біологічного забруднення, - різноманітні впливи на екосистеми та антропогенне (зазвичай не навмисне) транспортування відповідних видів.

- Геолого-геоморфологічне забруднення проявляється у місцях де проходить штучне або природне транспортування продуктів техногенезу, що формують відкладення.

Таким чином, просторовий розподіл різних видів забруднень контролюється одними і тими ж чинниками: розміщенням джерел; перенесенням в атмо-, гідро-, педо-, літо- та біологічній сфері; штучним транспортуванням; власною зовнішньою та внутрішньою динамікою, зокрема що призводить до самоочищення.

З метою обліку власної динаміки процесів забруднення слід розрізняти короткочасну структуру, що проявляється в динамічних геокомпонентах та довготривалу (сумарну) - в геокомпонентах, що депонують.

Короткочасна структура забруднення. Вона зазвичай має більш менш складний струменевий (факельний) характер. В ідеальному випадку факел має в проекції на

плоску форму надто витягнутого трикутника. Такий вигляд мають поля забруднення, що спостерігаються безпосередньо (від димових труб та інших точкових джерел) або визначені розрахунковим шляхом з використанням тих чи інших моделей атмосферного перенесення. Визначення параметрів подібних полів забруднення повітря шляхом натурних вимірювань проблематично, головним чином з технічних причин і стає можливим у рідкісних випадках фіксації в депонуючих середовищах продуктів випадання разових викидів.

Особливості джерела забруднення та умови перенесення визначають напрям, форму, розміри та ступінь виразності струменя (факела). Для лінійних і площинних джерел забруднення трикутна планова форма трансформується в трапецієвидну. При складній формі та значних розмірах джерела (мережа комунікацій) короткочасна структура забруднення може повторювати цю форму, приймаючи мережевий характер. Наприклад, детальне дослідження забруднення повітря в Лондоні, виконане за допомогою системи датчиків, виявило різкі просторові відмінності у рівнях забрудненості та їх чітку залежність від завантаженості транспортних потоків на вулицях.

Довготривала структура забруднення. Вона обумовлюється масштабами, спрямованістю та тимчасовою динамікою перенесення полютантів. При незначних масштабах перенесення основна маса полютантів залишається поблизу джерела, що обумовлює компактний характер забруднення. Компактна структура в цілому найбільш характерна для фізичних полів, оскільки їхня інтенсивність функціонально залежить від відстані до джерела.

У випадках тривалого перенесення полютантів у водному та особливо повітряному середовищі факел багаторазово змінює своє місцезрештування. Продукти осадження з факелу покривають більше менш значну площу. Вирішальну роль перерозподілі рівнів забруднення у разі грає турбулентність, що призводить до утворення вихорів різного масштабу та тимчасової стійкості, що в цілому визначає плямистий характер забруднення. Плямистість, що формується під впливом турбулентних вихорів, додатково має ускладнення у зв'язку з неоднорідністю підстилаючої поверхні.

Розташування плям, у свою чергу, може бути більшим або менш закономірним. Осадження полютантів зазвичай протікає нерівномірно з максимумом у межах

певного інтервалу відстаней. У цьому випадку за досить тривалий інтервал часу формується концентричний характер забруднення. Структура випадання з чергуванням мінімумів і максимумів на різних відстанях від джерел відома з літератури і пояснюється різноманітністю форм знаходження елементів у викидах і, відповідно, різною дальністю їх перенесення. Відомо також, що максимумами приземних концентрацій від високих джерел забруднення атмосфери віддалені від самих джерел на відстань, що залежить від висоти джерела і температури викиду.

Явище територіального розриву між джерелом забруднення та зоною максимуму приземних концентрацій, яке має важливе практичне значення і знаходиться в суперечності як з пануючими апіорними уявленнями про пряму залежність між відстанню від джерела та ступенем його впливу так і з практикою встановлення санітарно-захисних зон. Останнє відображає не достатність уваги до територіальних (на відміну від технологічних та гігієнічних) аспектів проблеми забруднення і також є наслідком не розробленості географії забруднень як наукового напрямку. Оскільки у перенесенні забруднень беруть участь процеси різного масштабу то територіальна структура забруднення є різнопорядковою.

Вивчення закономірностей територіальної структури забруднення, у тому числі на регіональному та локальному рівнях, відкриває перспективи прогнозування екологічної обстановки, а також контролю за результатами її вивчення. Облік характеру територіальної структури забруднення необхідний при розміщенні пунктів експедиційних спостережень при організації моніторингу та при виборі способів зображення у процесі створення карт.

Аналіз просторово-часової динаміки забруднення

Аналіз просторово-часової динаміки забруднення утворює наступний етап географічного аналізу. Для цього проводиться зіставлення даних про розподіл фактичних рівнів забруднення, включаючи виявлену територіальну структуру з матеріалами природно-територіального районування на локальному, регіональному та глобальному рівнях. Теоретично необхідність такого підходу загальноприйнята, але практична реалізація стримується низьким рівнем ландшафтної вивченості територій.

Як показано вище, при вивченні атмосферних, водних та ґрунтових проблем предметом картографування є наступні аспекти:

- умови розвитку небажаних процесів (картографування потенціалу забруднення атмосфери, інтенсивності самоочищення водою, чинників розвитку деградації ґрунтів);

- інтенсивність розвитку небажаних процесів (рівні забруднення, інтенсивність змиву ґрунтів тощо);

- результати та наслідки небажаних процесів (розповсюдження екологічно обумовлених захворювань, накопичення політантів у депонуючих середовищах, втрати гумусу, прояви деградації екосистем). Порівняння карт умов розвитку та фактичної інтенсивності небажаних процесів дозволяє контролювати повноту виявлення чинників. Порівняння карт результатів та наслідків з картами умов розвитку та сучасної інтенсивності процесів дозволяє оцінювати чинник часу. Рівні забрудненості можуть змінюватися як поступово (при безперешкодному поширенні політантов) так хвилюобразно (за наявності геохімічних та/або орографічних бар'єрів чи прихованих локальних джерел забруднення). Для виявлення останніх необхідний облік неоднорідності природного фону, що також передбачає зіставлення фактичних даних про забруднення з природно-територіальним районуванням. Тому ландшафтне та ландшафтно-динамічне картографування при ОВНС має бути спрямоване на виділення та виявлення чинників формування природних кордонів, що впливають на відмінності в рівнях забрудненості.

Для динамічних геокомпонентів (атмосфера, гідросфера) географічне вивчення забруднення повинне включати також аналіз його тимчасової динаміки. Це означає поділ масивів фактичних даних моніторингу не за календарною ознакою, а за тимчасовими інтервалами, що різняться за умовами емісії, транспортування, осадження та деструкції політантів. Такі інтервали часу можуть визначатися як природними (внутрішньо- і міждобовою, сезонною, міжрічною, довготривалою мінливістю) так і виробничими (змінність на підприємствах, години «пік» на транспорті) ритмами. Наслідком не врахування цієї обставини є, наприклад, існуюча практика визначення концентрацій політантів на постах спостереження забруднення атмосфери в «круглі» часи: в 0, 7, 13 і 19 годин за місцевим часом, тобто, до початку роботи більшості підприємств, в обідню перерву та після закінчення роботи.

Сучасна техніка та програмні засоби дозволяють легко здійснювати вибір варіантів групування даних. в тому числі за будь-якими територіальними одиницями

та інтервалами часу. Показником ефективності підходу до групування прийнято вважати достовірність виявлених відмінностей, для чого було розроблено достатню кількість статистичних методів. Наступне виявлення причин формування рівнів змісту поллютантів у межах просторово-часових одиниць з наступними висновками про шляхи їх мінімізації і становить власне мету дослідження географії забруднень. Підходи до розробки практичних заходів та програм боротьби із забрудненням повинні безпосередньо впливати з висновків про просторово-часові закономірності через забрудненість і пріоритетність тих чи інших видів забруднення у межах певних територіальних одиниць.

Список використаної літератури

1. **Актуальні екологічні проблеми Півдня України** [Текст]: зб. наук. праць / Херсонський держ. ун-т. Інститут природознавства. Кафедра екології та географії; ред. О. В. Давидов [та ін.]. - Херсон: ХДУ, 2006. - 204с.
2. **Андрейчук, Юрій Михайлович.** ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі [Текст]: [навч. посіб.] / Ю. М. Андрейчук, Т. С. Ямелинець ; Всесвіт. фонд природи (WWF), Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. - Львів : Простір-М, 2015. - 282 с.
3. **Барбашова, Наталія Володимирівна.** Екологічне право України [Текст]: навч. посібник / Н. В. Барбашова ; Донецька держ. академія управління. - Донецьк: Апекс, 2003. - 392 с.
4. **Бегека, Анатолій Дмитрович.** Охорона природи в Україні з найдавніших часів до кінця XVIII ст. [Текст]: навчальний посібник / А. Д. Бегека. - Київ: [б.в.], 1997. - 110 с.
5. **"Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах", міжнародна наукова конференція (8 ; 2015 ; Дніпропетровськ).**
6. **Бондар, Олександр Іванович.** Екологія гідроекосистем [Текст]: навч. посіб. / О. І. Бондар, В. В. Коніщук; Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр., Ін-т агроекол. і природокористування НАН України. - Херсон: Олді-плюс, 2013. - 314 с.
7. **Бровдій, Василь Михайлович.** Екологічні проблеми України (проблеми ноогеніки) [Текст]: навч. посіб. з екології / В. М. Бровдій, О. О. Гаца; Національний педагогічний ун-т ім. М.П.Драгоманова. Науково-дослідна лабораторія з проблем екологічної освіти. - Київ: [б.в.], 2000. - 110 с.
8. **Василенко, Олексій Анатолійович.** Рациональне використання та охорона водних ресурсів [Текст]: навч. посіб. для студ. напрямку "Водні ресурси" ВНЗ / О. А. Василенко [та ін.]; Київський національний ун-т будівництва та архітектури, Національний ун-т водного господарства та природокористування. - Рівне: НУВГП, 2007. - 245 с.
9. **Васюта, Ольга Анатоліївна.** Екологічна політика України на зламі тисячоліть [Текст] / О. А. Васюта. - Київ: КиМУ, 2003. - 306 с.
10. **Гавриленко, Олена Петрівна.** Екогеографія України [Текст] : навч. посібник / О. П. Гавриленко. - К.: Знання, 2008. - 646 с.: рис. - (Серія "Вища освіта XXI століття").
11. **Географічні основи охорони навколишнього середовища** [Текст] / Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка; ред. Я. Б. Олійник. - Київ.: Ніка-Центр, 2006. - 224 с.
12. **Данова, Тетяна Євгенівна.** Аспекти екологічної кліматології [Текст] : навч. посіб. / Т. Є. Данова, Г. П. Катеруша; Одес. держ. екол. ун-т. - Одеса : ТЕС, 2015. - 185 с.

13. Оцінка впливів на навколишнє середовище: навч. посіб. для студентів ВНЗ / Я. О. Адаменко. - Івано-Франківськ: Супрун В. П. [вид.], 2014. -283 с.
14. **Атлас агроекологічного стану ґрунтового покриття Житомирської області** /М-во аграр. політики та продовольства України, Житом. обл. держ. проектно-технол. центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції; авт.: В. А. Трембицький та ін., наук. ред. Т. М. Мислива. - Б. м-бу. - Житомир: Облдержродючість, 2011. - 1 атл. (56 с.): кольор., текст, табл., схем., діагр.; 30х21 см. - ISBN 978-966-8706-54-7
15. **Атлас Чорнобильської зони відчуження** = Atlas of Chernobyl exclusion zone / М-во України по захисту населення від наслідків аварії на ЧАЕС, Адм. Чорнобил. зони відчуження, Чорнобил. НТЦ міжнар. досліджень; НАН України, Наук.-інж. центр радіогідроекоол. полігон. досліджень; Уклад. та підгот. до друку НВП "Картографія" 1996р.; ред. Д. В. Ісаєв. - 1:200 000. - Київ: НВП "Картографія", 1996. - 1 атл. (26 арк.): кольор., діагр., текст; 45х34см. - Укр. - Англ. - Рос
16. **Україна. Екологічні проблеми атмосферного повітря** / Підгот. до вид. Київ. військ.- картогр. ф-кою в 2000 р.; авт. В.А.Барановський. - 1:2 000 000 [та ін.]. - Київ: ВКФ ТС ЗС України, 2000. - 3 к. (1 арк.): кольор., текст, діагр., 2 дод. к., дарч. напис; 67х46 см, склад. 23х17 см. - Двосторон. друк - Дод. карти: Забрудненість атмосферного повітря в містах. - 1:9 000 000; Метеорологічний потенціал атмосфери. - 1:11 000 000.
17. **Україна. Екологічні проблеми природних вод** / Всеукр. екол. ліга; Підгот. до вид. Київ. військ.- картогр. ф-кою в 2000 р.; авт.: В. А. Барановський [та ін.]. - 1:2 000 000 [та ін.]. - Київ: ВКФ ТС ЗС України, 2000. - 3 к. (1 арк.): кольор., текст, табл., 2 дод. к., дарч. напис; 48х68 см, склад. 23х17 см. - Двосторон. друк - Дод. карти: Забрудненість підземних вод. - 1:10 000 000.
18. **Україна. Еколого-економічна збалансованість території** / Всеукр. еколог. ліга, ВКФ ТС ЗС України; авт.: В. А. Барановський, П. Г. Шищенко; картограф Л. Г. Замарацька. - 1:3 000 000 [та ін.]. - Київ: ВКФ ТС ЗС України, 2005. - 5 к. (1 арк.): кольор., текст, табл., 4 дод. к.; 46х67 см, склад. 23х17 см. - Двосторон. друк. - ISBN 966-86-70-24-8. - Дод. карти: Техногенне навантаження на природне середовище. - 1:9 000 000; Стійкість природного середовища. - 1:9 000 000; Природно-екологічний потенціал середовища. - 1:9 000 000; Природно-ресурсний потенціал. - 1:9 000 000.
19. **Україна. Забруднення природного середовища** / Укргеодезкартографія, Ін-т географії НАН України; авт. В. А. Барановський; конс. Л. Г. Руденко; ред. В. В. Радченко. - 1:2 000 000 [та ін.]. - Київ: Укргеодезкартографія, 1996. - 3 к. (1 арк.): кольор., текст, 2 дод. к., табл.; 47х70 см, склад. 24х17 см. - Двосторон. друк. - Дод. карти: Забруднення повітря. - 1:12 000 000; Забруднення території цезієм-137. - 1:12 000 000.
20. **Україна. Стійкість природного середовища** / Всеукр. екол. ліга; авт.: В. А. Барановський, П. Г. Шищенко. - 1:3 000 000 [та ін.]. - Київ: ВКФ ТС ЗС України, 2002. - 4 к. (1 арк.): кольор., текст, табл., 3 дод. к.; 46х68 см, склад. 23х17 см. - Двосторон. друк - Дод. карти: Біотичний потенціал природного середовища. - 1:7 000 000; Стійкість ґрунтів. - 1:7 000 000; Стійкість поверхневих вод. - 1:7 000 000; Метеорологічний потенціал атмосфери. - 1:7 000 000.