

# ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ОТОЧУЮЧОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 504. 61

**О. М. АДАМЕНКО**, д-р г.-м. наук, проф.

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*  
вул. Карпатська, 15 м. Івано-Франківськ, 76 019  
[yarad@inbox.ru](mailto:yarad@inbox.ru)

## ЕКОЛОГІЧНІ КАРТИ – ОСНОВА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЇ

Екологічна карта – це картографічна модель екологічних станів ландшафтних таксонів, які у сукупності відображають сучасну екологічну ситуацію на території. Екологічна карта – це множина дискретних значень стану геосистеми, які поступово змінюються від точки до точки, охоплюючи всю досліджувану територію. Границі на екологічних картах проводяться по ізоконцентрах кларкових, фонових, аномальних та ГДК значень вмісту забруднювальних речовин.

**Ключові слова:** екологічна карта, екологічний стан, екологічна ситуація, геохімічний фон, аномалії

## Адаменко О. М. ЕКОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ – ОСНОВА ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ

Экологическая карта – это картографическая модель экологических состояний ландшафтных таксонов, которые в совокупности отражают современную экологическую ситуацию на территории. Экологическая карта – это множество дискретных значений состояния геосистемы, которые постепенно изменяются от точки к точке, охватывая всю исследуемую территорию. Границы на экологических картах проводятся по изоконцентрам кларковых, фоновых, аномальных и ПДК значений содержания загрязняющих веществ.

**Ключевые слова:** экологическая карта, экологическое состояние, экологическая ситуация, геохимический фон, аномалии

## Adamenko M. ECOLOGICAL MAP – THE BASE OF NATURAL-TECHNOGENIC SAFETY AREAS

The ecological map – is the cartographical model of the ecological condition of landscapes, which shows us the modern ecological situation of the territory. Ecological map – contains a lot of discreet, shows the condition of geosystems, which changes from point to point, taking into account the whole exploring territory. The borders on the ecological maps determines with the help of clark's izo – concentrates that shows the condition of pollutants on the territory.

**Keyword:** ecological map, ecological condition, ecological situation, anomaly

### Вступ

**Постановка проблеми в загальному вигляді та зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.** У наш час екологічні дослідження повинні відповідати, як правило, трьом вимогам.

По-перше, екологія на сучасному етапі розвитку суспільства повинна не тільки констатувати всілякі порушення стану навколишнього природного середовища, а, насамперед, завбачувати їх, унеможливити деградацію довкілля, створювати такі

природно-технічні системи, які б забезпечували гармонійний розвиток Людини-Природи-Техносфери.

По-друге, настав час об'єктивно порадити природні ресурси як Землі в цілому, так і кожної держави, а в ній – кожного регіону, області, району, тобто керівництво і громада кожної адміністративно – територіальної одиниці повинні знати, скільки якого ресурсу в них є і скільки можна витратити мінерально – сировинних, територіальних, земельних, водних, кліматичних, вітрових, енергетичних, біологічних та ін-

ших ресурсів, тобто скільки і чого можна взяти від природи, щоби не порушити існуючий природний баланс, щоби не лишити майбутні покоління такої ж можливості.

І, нарешті, по-третє, які технології управління станом довкілля необхідно розробити, щоби забезпечити і перше і друге.

Сьогодні, як ніколи, важливо забезпечити гармонійний розвиток господарства, людини і природи, щоби технічне втручання в біосферу Землі не зашкодило якості середовища, в якому живуть люди. Ми є свідками не тільки активних і неоднозначних політичних баталій, у котрих використовується як аргумент і екологічна інформація, а й проявів низької екологічної культури і навіть екологічного невігластва як пересічних громадян, так і керівників промислових підприємств та працівників владних структур. Образно кажучи, відчувається брак не тільки чистої води і повітря, а й елементарних екологічних знань. Ця обставина примушує нас запропонувати широкий спектр обробки екологічної інформації для складання екологічних карт як основи екологічної безпеки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** У 1992 р. в м. Відні була опублікована карта масштабу 1 : 3 000 000 «Природокористування і проблеми навколишнього середовища Центральної та Східної Європи» за редакцією Петера Йордана, яка врахувала попередні дослідження стану довкілля і наші визначення його на основі відібраних та проаналізованих проб, що дало початок розроблення моніторингової мережі Європейської міждержавної комп'ютеризованої системи екологічної безпеки СКСЕБ (ECSES) [3]. Головний принцип природокористування як політики і економіки майбутнього-це збереження природних ресурсів, що є основою виживання людства, і охорона навколишнього середовища, без якості якого неможливо зберегти генетичний фонд. Антропогенні зміни довкілля стають проблемними, коли вони ускладнюються або роблять неможливим підхід до природокористування, або коли стає неможливим використання старих засобів і метоів використання природних ресурсів. Проблеми в природокористуванні виникають, коли відбуваються порушення стандартів якості навколишнього середо-

вища і коли порушується баланс використання і відновлення ресурсів. Розмір нанесених збитків вираховується згідно ступеня порушеності довкілля. Якщо вони переходять межу в 1 %, то є загроза невідновленості стану довкілля.

Аналіз методів геоекологічного картування [1] показує, що за останні два-три десятиріччя з'явилась велика кількість екологічних карт-загальних, галузевих, елементних, покомпонентних і т. д., приклади яких можемо знайти в працях В. А. Барановського [6], Л. Г. Руденка [8], В. М. Гуцуляка [9], І. М. Волошина [7], О. М. Адаменка [2], Г. І. Рудька [1], І. П. Ковальчука [11], Л. В. Міщенко [12] і багатьох інших авторів. Найбільш повним зібранням таких карт є «Національний атлас України» [13] і «Екологічний атлас України» (2009).

За останні 20 років зусиллями багатьох наукових колективів екологічні дослідження досягли значних успіхів. Певний внесок у цю важливу справу зробили під керівництвом О. М. Адаменка і колективи Карпатського інженерно-екологічного центру, Державного інституту екологічного моніторингу Академії наук технологічної кібернетики України, науково-дослідного інституту екологічної безпеки та природних ресурсів і кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ).

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття.** Із аналізу цих матеріалів бачимо, що велике різноманіття екологічних карт можна звести до кількох їх типів: поелементні, покомпонентні (галузеві), техногенного навантаження, розповсюдження екологічно небезпечних техногенних об'єктів, сучасної екологічної ситуації.

Поелементні еколого-техногеохімічні карти показують розповсюдження того чи іншого токсичного елементу-забруднювача на певній території в межах того чи іншого компонента ландшафту (рис. 1).

Покомпонентні еколого-техногеохімічні карти ілюструють екологічний стан (забруднення усіма виявленими токсичними елементами) того чи іншого компонента ландшафту-грунтового чи рослинного покриття, ґрунтових чи поверхневих вод, атмосферного повітря та ін. (рис. 2).

Адже, на наш погляд, обсяги викидів у повітря, які «осіли» на ґрунт, ще не можуть свідчити про вміст забруднювальних речовин у цьому компоненті. Екологічний стан ґрунтів звичайно залежить від обсягів і

складу викидів, але скільки і чого містить у собі цей компонент ми можемо знати тільки після аналізу проб ґрунтів, відібраних на відповідній мережі спостережень.

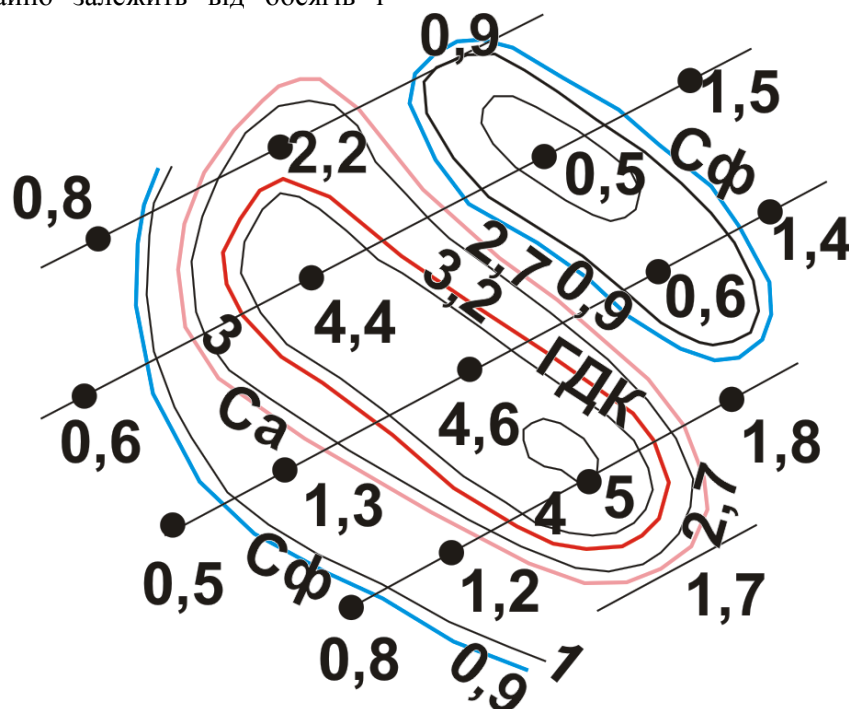


Рис. 1 – Поелементна карта.

Ізоконцентрації ік та відповідні їм границі фону Сф, аномалій Са і ГДК проводять шляхом рівномірної інтерполяції, як у топографії

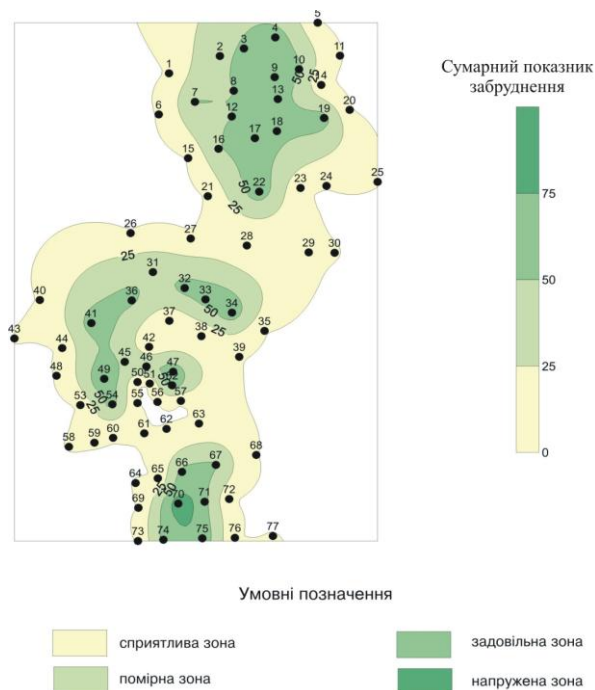


Рис. 2 – Покомпонентна карта.

Ранжування СПЗ для виділення екологічних станів ґрунтів

Карти сучасної екологічної ситуації. Усі попередні типи карт не можуть називатись «Екологічними», тому що вони містять лише окремі елементи екологічних карт – розповсюдження того чи іншого забруднювача по території; забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності; розміщення екологічно небезпечних техногенних об'єктів і т. ін. Усе це потрібно для складання карти сучасної екологічної ситуації, але остання повинна давати всебічну оцінку ландшафтів- від їх природного стану до тих змін, які виникли при техногенному навантаженні.

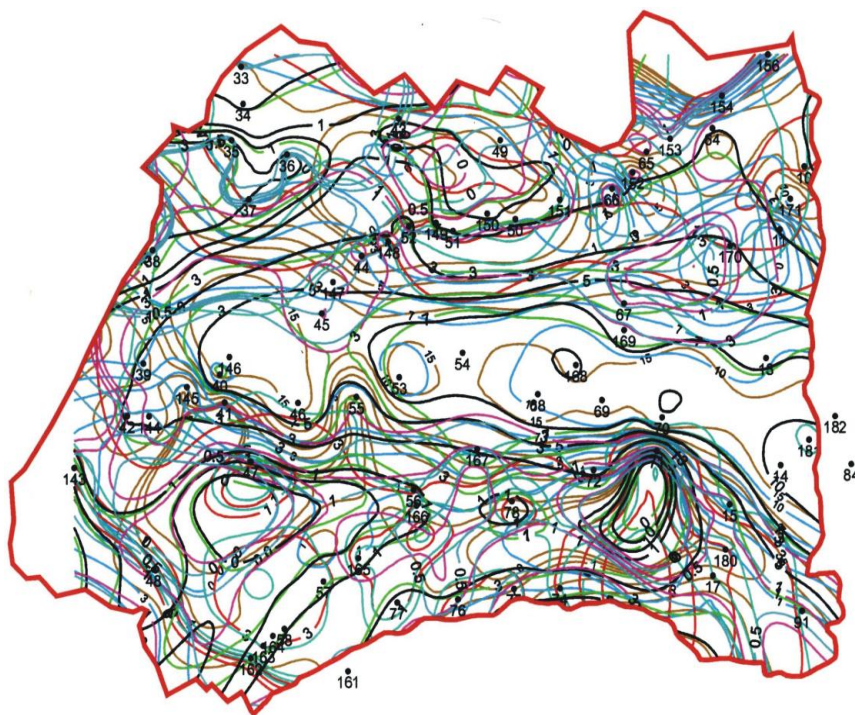
Тому ми пропонуємо називати «Екологічними» тільки ті карти, які відображають інтегрований стан сучасної екологічної ситуації на досліджуваній території. Тобто екологічна карта – це модель сучасної екологічної ситуації. На ній необхідно виділяти не тільки техногенні об'єкти, що спричиняють забруднення, а й екологічні стани ландшафтних таксонів (рис. 3).

Екологічний стан [12] – це ступінь перетвореності (трансформації) первинного природного ландшафту (нульового екологі-

чного фону) під впливом як природних так і антропогенних (техногенних) чинників (змін у часі). Послідовність змін та їх інтенсивність створює поступальний ряд станів, яких може бути від 4 [4] до 6-8 [10]: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний.

Екологічна ситуація – це просторова «мозаїка» із ландшафтних таксонів (геосистем або їх частин) різного екологічного стану (зміни в просторі), які створюють на тій чи іншій території одночасне існування різних за ступенем перетвореності ділянок, зображених на екологічній карті. Звідси зрозуміло, що екологічна карта повинна характеризувати як екологічну ситуацію так і екологічні стани на тій чи іншій території.

Екологічна карта [12] – це картографічна модель екологічних станів ландшафтних таксонів, які в сукупності відображають сучасну екологічну ситуацію на території. Екологічна карта – це множина дискретних значень стану геосистеми, які поступово змінюються від точки до точки, охоплюючи



**Рис. 3** – Накладання 8 електронних карт сумарних показників забруднення кожного компонента ландшафтів для визначення спільних смуг забруднення, що виносяться на карту сучасної екологічної ситуації. Снятинський район. Ранжування СПЗ для виділення екологічних станів усіх компонентів ландшафту

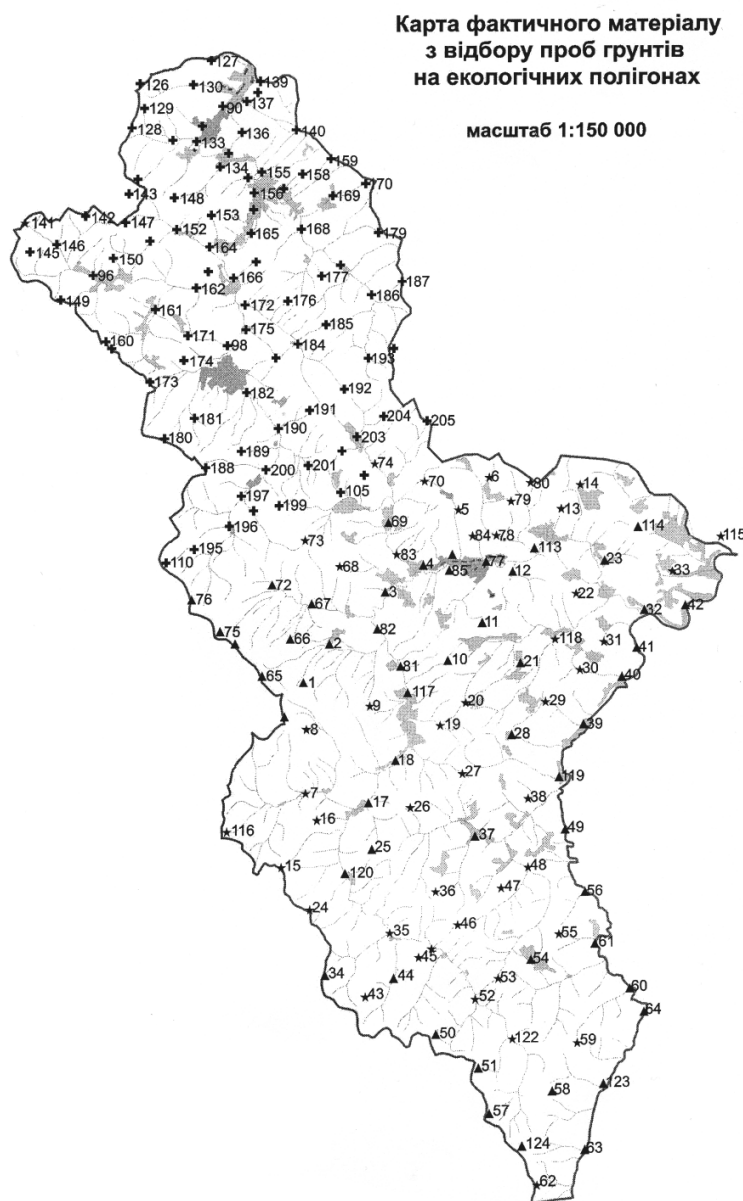
всю досліджувану територію. Тобто ця множина значень повинна відображати не те, що впало на ґрунт з повітря, а те, що

безпосередньо міститься в ґрунті, у різних його горизонтах, визначаючи його загальний екологічний стан.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Перш за все, на території дослідження обґрунтовується оптимальна мережа гео-екологічних полігонів – точок відбору проб, що зображені на Kartі фактичного матеріалу (рис. 4). Відібрані проби ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря, дощу і снігу, донних відкладів і рослинності аналізуються відповідними мето-

дами і визначається вміст у них забруднюючих речовин. Результати аналізів групуються в комп'ютерні бази даних (табл.1), що дозволяють на основі програм Surfer, MapInfo, Arcscad, Corel Draw та ін. побудувати електронні (комп'ютерні) поелементні та покомпонентні еколого-техногеохімічні карти [1, 2].



**Рис. 4** – Карта фактичного матеріалу (відбор проб)

Якщо розподіл забруднювачів рівномірний по площі досліджень, то їх ізоконцентрації зображують шляхом рівномірної інтерполяції, як у топографії проводять горизонталі. З відповідними ізоконцентраціями будуть співпадати геохімічний фон Сф, геохімічні аномалії Са і гранично допустимі концентрації ГДК. Ці параметри вираховуються за розробленою авторами [1, 2, 10, 12] методикою. Так геохімічним фоном Сф вважається середнє із 2/3 усіх результатів аналізів Сі, при цьому 1/3 найменших і найбільших вмістів відкидається, як нехарактерні або «ураганні».

Але в природі не все розподілено рівномірно і досить часто вмісти забруднювачів виявляють хвильово-роєвий характер (рис. 4), тобто рівномірний характер геохімічного поля порушується «сгустками» і «розрідженнями», які бажано виявити і зобразити на еколого-техногеохімічній карті. Такі нерівномірності розподілу фону ми називаємо характерними і виявляємо їх шляхом розрахунків середнього вмісту Сф у згрупованих характерних інтервалах. Отримані таким чином значення Сф і Са будуть зображатись на еколого-техногеохімічних картах нерівномірно, через різні відстані ізоконцентрації, а не так як при рівномірному розподілі.

Границі на покомпонентних еколого-техногеохімічних картах відсутні, тому що такі карти показують середні показники забруднення СПЗ і їх розподіл зображується ізолініями з однаковими відстанями одна від одної як горизонталі на топографічних картах. Після цього виконують ранжування СПЗ для виділення екологічних станів того чи іншого компонента, а їх нараховують в Україні до 8 станів: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний. Тому на покомпонентних еколого-техногеохімічних картах може бути до 7 границь між різними екологічними станами.

Контури різних екологічних станів природних ландшафтів виносять на Карту сучасної екологічної ситуації, яка буде основою для геоекологічного районування (рис. 5) [14] та розробки довгострокових та оперативних заходів з охорони навколишнього природного середовища [5].

Для автоматизації рутинного процесу обрахунків геохімічного фону, еколого-технологічних аномалій, ізоконцентрації розповсюдження забруднювальних речовин та статистичної обробки екологічної інформації на певній території автором разом

Таблиця 1

База даних з результатами аналізів на вміст основних забруднювачів

№№ п/п	№№ проб	Вміст елементів Сі, мг/кг, клас токсичності												Сумарний коефіцієнт забруднення СПЗ або Z <sub>c</sub>
		I клас		II клас				III клас			IV клас			
		Hg	Cd	Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Mo	Cr	Se	Fe	Al	
	ГДК	2,1 валовий	0,6	23 рухомий	3 рухомий	32 валовий	4 рухомий	5 рухомий	0,2	0,05 валовий	не встано- влено	не встано- влено	не встано- влено	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	0	0	1,4	0,1	2,4	0,4	0,1	0,01	0	0,01	20,1	5,4	1,425594306
2	2	0	0	1,6	5,4	2,6	0,1	0,2	0,03	0	0,02	35,4	6,9	3,941383339
3	3	1,4	0,4	19,4	6,2	64,2	5,2	6,1	0,3	0,06	3,6	66,4	70,2	25,40167432
4	4	1,5	0,5	18,6	6,1	5,4	0,1	0,1	0,01	0,04	0,03	60,3	91,3	12,82035861
5	5	0	0	1,2	0,4	6,4	0,3	0,3	0,07	0	0,04	65,2	5,4	3,74764076
6	6	0	0	1,6	0,3	6,7	0,1	0,1	0,02	0	0,03	76,1	10,1	4,054777866
7	7	0	0	1,5	0,5	8,2	0,2	0,1	0,03	0	0,01	24,3	12,3	2,332846045
8	8	0	0	0,9	5,6	4,8	5,7	4,7	0,2	0	3,1	83,4	16,1	15,99652147
9	9	1,6	0,3	17,3	6,1	72,1	0,4	0	0,04	0,04	0,02	71,3	80,2	14,56081149
10	10	1,3	0,4	16,3	0,1	4,3	0,1	0	0,05	0,03	0,02	72,6	96,4	11,14199348
11	11	1,2	0,5	21,2	0,1	60,3	0,1	0	0,01	0,05	0,03	60,4	71,5	11,6099895
12	12	0	0	4,3	0,4	3,6	0,2	0	0	0	0,01	12,3	6,4	1,325050692
13	13	0	0	1,2	1,2	3,9	6,2	6,1	0,4	0	36,6	12,9	8,2	13,83509213
14	14	0	0	1,6	1,6	6,1	0,1	0	0	0	0,01	12,7	9,4	1,840201571
15	15	1,1	0,6	19,4	4,5	66,9	0,1	0	0	0,03	0,02	6,5	81,3	11,32078246
16	16	1,3	0,3	18,5	0,9	6,4	0,1	0	0	0,03	0,03	75,3	65,4	9,57335883
17	17	1,5	0,4	16,4	0,8	6,5	0,2	0	0	0,03	0,04	74,3	70,4	9,9948949907

\*\*Всього у базі даних 1441 проба

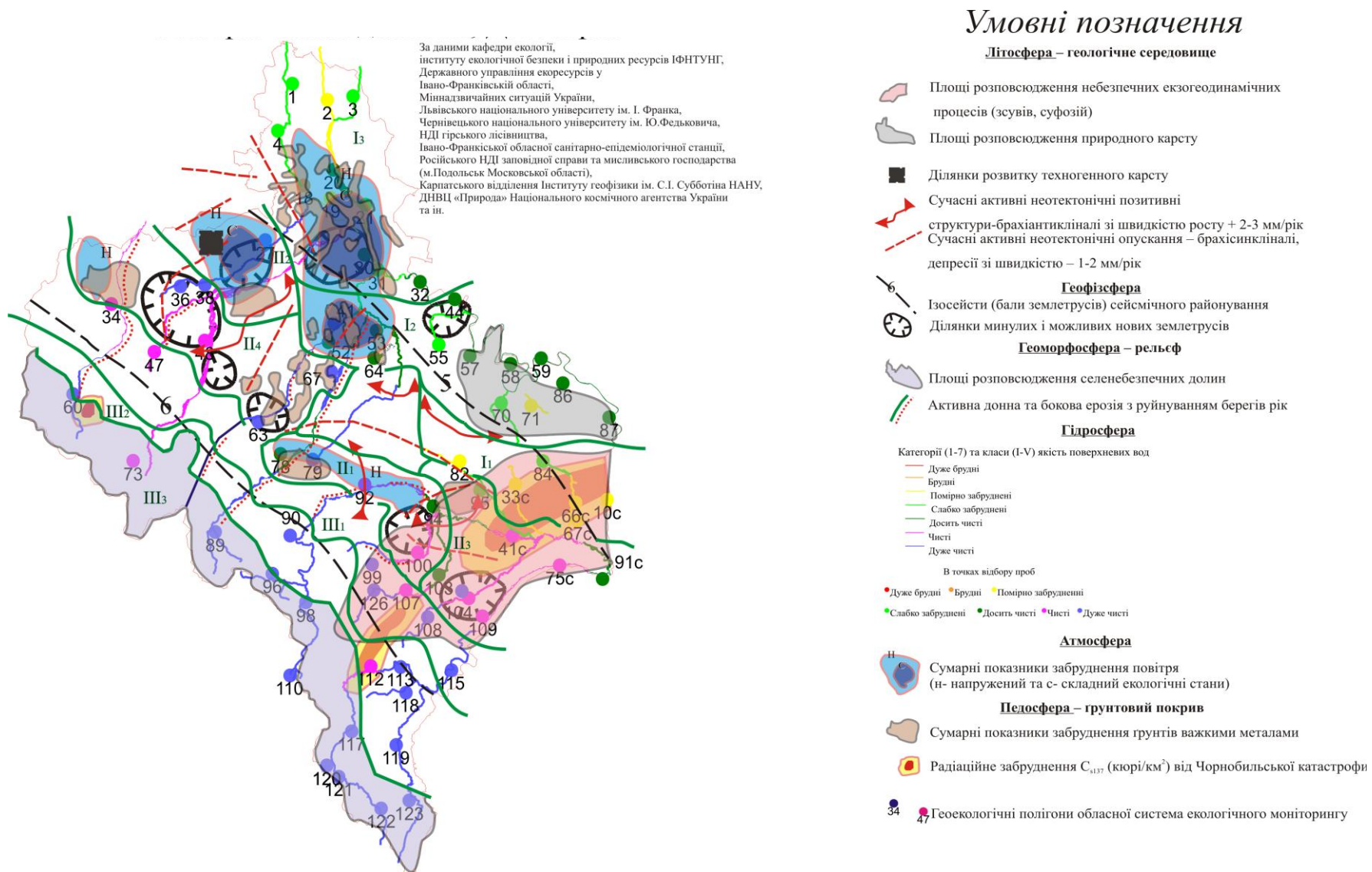


Рис. 5 – Екологічна карта Івано-Франківської області (2006). Автори: О. М. Адаменко, Д. О. Зорін

з Л. В. Міщенко, Д. О. Зоріним, М. В. Крихівським [4] розроблені комп'ютерні програми ECOPHONE I ECOSTAT.

Міщенко Л. В. запропонувала ГІС-моделі геоecологічного районування Карпатського регіону і Західного Поділля [12],

### Висновки

Для об'єктивної оцінки екологічної (природно-техногенної) безпеки необхідна розробка найбільш інформативних екологічних карт, які б відображали як сучасну екологічну ситуацію, тобто розподіл по площі досліджуваної території ландшафтних виділів (місцевостей, фацій і т.д.) різного екологічного стану компонентів ландшафту – нормального задовільного, напруженого, складного, незадовільного, передкризового, критичного і катастрофічного.

Для цього необхідно обґрунтувати мережу геоecологічних полігонів, де відібрати проби ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря, дощу і снігу, донних відкладів і рослинності, проаналізувати ці проби на вміст токсичних для людей і геосистем забруднюючих речовин, побудувати відповідні бази даних з розрахунками

а також ГІС-модель побудови карт сучасної екологічної ситуації та карт геоecологічного районування для екологічно безпечного збалансованого ресурсокористування та управління станом довкілля і сталого розвитку територій.

геохімічного фону та аномалій, виділити ізоконцентрати забруднених територій та сумарні показники забруднення, винести їх на поелементні та покомпонентні еколого-техногеохімічні карти та скласти інтегровану екологічну карту сучасного стану та сучасної ситуації довкілля, виконати геоecологічне районування, тобто виділити геоecологічні структури, які будуть основою оцінки систем екологічної безпеки територій.

Тільки тоді можна бути впевненим, що екологічна ситуація знаходиться під контролем, а територіальні ландшафтні одиниці – у гармонійному стані, що забезпечує сталий розвиток системи природо-господарство-суспільство, а екологічні програми та заходи з захисту навколишнього середовища є науково обґрунтованими.

### Література

1. Адаменко О. М. Екологічне картування / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько, Л. М. Консевич. – Івано-Франківськ : Полум'я, 2003. – 580 с.
2. Адаменко О. М. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / О. М. Адаменко, Л. В. Міщенко, О. М. Журавель, В. М. Триснюк, Д. О. Зорін [та ін.] // Український географічний журнал. – 2004. – № 2. – С.22–32.
3. Адаменко О. М. Комп'ютеризована система екологічної безпеки Центральної та Східної Європи / О. М. Адаменко // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2011. – № 2 (4). – С 4–10.
4. Адаменко О. М. Комп'ютеризовані програми оцінки екологічного стану екосистем та безпеки життєдіяльності у зоні впливу нафтогазових родовищ / О. М. Адаменко, Л. В. Міщенко, Д. О. Зорін, М. В. Крихівський. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2012. – № 2 (6). – С.32–53.
5. Адаменко Я. О. Програма охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області до 2015 року / Я. О. Адаменко, М. М. Приходько, В. Ф. Головчак. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2012. – № 1 (5). – С. 4–14.
6. Барановський В. А. Екологічна географія і екологічна картографія / В. А. Барановський. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 252 с.
7. Волошин І. М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / І. М. Волошин. – Львів: Проспір, 1998. – 356 с.
8. Горленко І.О. Проблеми комплексного розвитку територій / І.О. Горленко, Л.Г. Руденко, С.Н. Малюк [ і др.]. –К.: Наук. Думка, 1994.-296с.
9. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: навч. посіб. [для студ. вищих навч. закл.] / В. М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2001. – 272 с.
10. Зорін Д. О. Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної екологічної мережі України: автореф. дис.на здобуття ступеня канд. геолог. наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.
11. Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. - Львів: Інститут українознавства, 1997. – 440 с.
12. Міщенко Л. В. Геоecологічне районування. Наукова монографія за ред. О. М. Адаменка / Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 408 с.
13. Національний атлас України. –К.: ДНВЦ «Картографія», 2007. – 440 с., 875 іл.
14. Радловська К. О. Геохімічні особливості ґрунтового покриву на території Рогатинського району Івано-Франківської області / К. О. Радловська. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2013. – № 1(7). – С. 48–52.

Надійшла до редколегії 20.02.2014



