Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу

**О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко,
Л. В. Міщенко, Д. О. Зорін**

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

МОНОГРАФІЯ

Івано-Франківськ
Видавець Супрун В. П.
2015

УДК 504. 61
ББК 20.1
К И63

Друкується за ухвалою Вченої ради Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, протокол від24.04 2014 р. № 50/539

Рецензенти:

Г. І. РУДЬКО – доктор технічних, доктор геолого-мінералогічних і доктор географічних наук, професор, голова Державної комісії України по запасах корисних копалин

Ю. М. ЛАБІЙ – доктор технічних наук, професор Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника

Я. М. СЕМЧУК – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу



К 11 Комп'ютеризовані системи екологічної безпеки : монографія / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. В. Міщенко, Д. О. Зорін ; Івано-Франківський націон. технічн. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. – 208 с. – 100 пр.
ISBN 978-966-8969-67-6

Теоретично обґрунтовані та впроваджені системи екологічної (природно-техногенної) безпеки територій на різних ієрархічних рівнях – від міждержавного, регіонального, адміністративних областей і районів, територіальних громад та населених пунктів до промислових підприємств, територій традиційного видобутку та транспортування нафти і газу та ділянок перспективних на сланцевий газ.

УДК 504. 61
ББК 20.1

ISBN 978-966-8969-67-6

© Адаменко О. М., Адаменко Я. О., Міщенко Л. В., Зорін Д. О., 2015
© ІФНТУНГ, 2015

ЗМІСТ

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ, РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ КСЕБ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ГІС, ДЗЗ, ІТ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ, КАРПАТСЬКОГО ЄВРОРЕГІОНУ, УКРАЇНИ, ЇЇ РЕГІОНІВ, АДМІНІСТРАТИВНИХ ОБЛАСТЕЙ, РАЙОНІВ І НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ, ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ, ТЕРИТОРІЙ РОЗРОБКИ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ ТА МОЖЛИВОГО ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ

ВСТУП..... 6
Актуальність розробки..... 6
Концептуальні основи екологічної безпеки..... 7
Розділ 1. ТЕРИТОРІЇ КРАЇН ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА СХІДНОЇ ЄВРОПИ..... 13
1.1 Комп'ютеризована система екологічної безпеки Європейського Союзу 13
1.2 Комп'ютеризована система екологічної безпеки Карпатського Єврорегіону 21
Розділ 2. ТЕРИТОРІЯ ДЕРЖАВИ УКРАЇНА..... 26
2.1 Українська національна комп'ютеризована система екологічної безпеки (УНКСЕБ)..... 26
Розділ 3. ТЕРИТОРІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ..... 33
3.1 Західний регіон України..... 33
3.1.1 Із історії досліджень проблем екологічної безпеки..... 34
3.1.2 Методологія оцінки природної та техногенної складових екологічної безпеки територій..... 35
3.1.3 Геоінформаційні системи екологічної оцінки та геоекологічного районування територій..... 65
3.1.4 Теоретичне обгрунтування геоекологічного районування для екологічної (природно-техногенної) безпеки території..... 69
Розділ 4. ТЕРИТОРІЯ АДМІНІСТРАТИВНОЇ ОБЛАСТІ..... 75
4.1 Природно-ресурсний потенціал Івано-Франківської області..... 75
4.1.1 Енергетичні ресурси..... 75
4.1.2 Водні ресурси..... 78
4.1.3 Земельні ресурси..... 79
4.1.4 Лісові ресурси..... 79
4.1.5 Рекреаційно-туристичні ресурси..... 80
4.1.6 Мінерально-сировинні ресурси..... 81
4.2 КСЕБ території Івано-Франківської області..... 83
Розділ 5. ТЕРИТОРІЇ АДМІНІСТРАТИВНОГО РАЙОНУ ТА МІСЦЕВИХ ГРОМАД 104
5.1 КСЕБ території Богородчанського і Рогатинського районів..... 104
Розділ 6. ТЕРИТОРІЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТУ..... 120
6.1 КСЕБ території міста Івано-Франківськ..... 120
Розділ 7. ТЕРИТОРІЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА..... 138

7.1 КСЕБ території діяльності ПАТ«Івано-Франківськцемент»..... 138
Розділ 8. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ НАФТОГАЗОВИДОБУВАННЯ ТА МОЖЛОВОГО ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ..... 165
ВИСНОВКИ..... 197
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... 200

Теоретичне обґрунтування, розробка та впровадження КСЕБ – комп'ютеризованих ГІС, ДЗЗ, ІТ систем екологічної безпеки та сталого розвитку Європейського Союзу, Карпатського Єврорегіону, України, її регіонів, адміністративних областей, районів, територіальних громад і населених пунктів, промислових підприємств, територій розробки нафтогазових родовищ та можливого видобутку сланцевого газу

ВСТУП

Актуальність розробки

Сьогодні, як ніколи, важливо забезпечити гармонійний розвиток господарства, людини і природи, щоб 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 нову стратегію екологічної безпеки і збалансованого використання природних ресурсів.

По-перше, екологія на сучасному етапі розвитку суспільства повинна не тільки констатувати всілякі порушення стану навколишнього природного середовища, а, насамперед, завбачувати їх, унеможливлювати деградацію довкілля, створювати такі природно-технічні системи, які б забезпечували гармонійний розвиток Людини-Природи-Техносфери.

По-друге, настав час об'єктивно порахувати 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 у них є і скільки можна витратити мінерально-сировинних, територіальних, земельних, водних, кліматичних, вітрових, енергетичних, біологічних та інших 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, щоб забезпечити і перше і друге?

На сучасному етапі реформування економіки України екологічна оцінка територій є одним з найефективніших інструментів підвищення якості життя як окремої людини, так і суспільства в цілому, переходу від екологічно небезпечної до екологічно безпечної економіки, захисту конституційних прав людини на екологічно безпечне життя. Україна прагне до вступу в Європейський Союз, тому повинна довести право на це адекватними зобов'язаннями і діями. Передусім це стосується запровадження європейських стандартів виробництва, охорони природи, мислення, життя. Екологічна безпека є одним із таких європейських і міжнародних стандартів. Отже, запроваджуючи системи екологічної безпеки, Україна не тільки декларує своє право на входження в європейську цивілізацію, а й підтверджує свої наміри практичними діями.

Наша колективна розробка КСЕБ виконувалась під керівництвом професора О.М. Адаменка протягом 1993-2015 рр. за участю багатьох співавторів і неодноразово обговорювалась на різних наукових форумах та публікувалась [1, 4, 5, 8, 10-18, 107-109 та ін.].

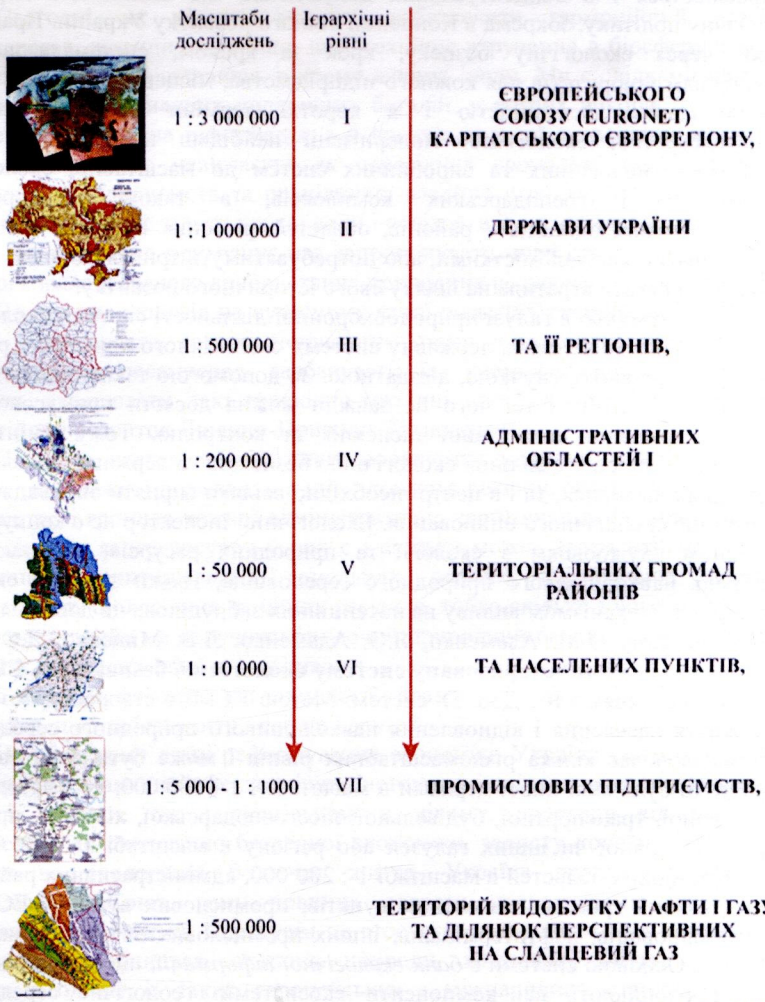
Концептуальні основи екологічної безпеки

Екологічна безпека має широке прикладне значення для екологізації виробництва та гармонізації соціально-економічних відносин. Це підкреслюється і в концептуальних документах, що визначають державну екологічну політику, зокрема в Концепції сталого розвитку України. Практично тільки через екологічну безпеку, крок за кроком, систематизовано, з визначенням пріоритетів для кожного підприємства, місцевості, регіону можна з найбільшою ефективністю і в короткі терміни пройти шлях від некапіталомісткої екологічної модернізації найбільш небезпечних вузлів, агрегатів, технологічних та виробничих систем до масштабної екологізації промислових і господарських комплексів, а також територіально-адміністративних одиниць – районів, областей, регіонів. Всі інші шляхи або будуть занадто капіталомісткими, або потребуватимуть тривалого часу, якого і так Україна багато втратила на шляху свого історичного розвитку.

Безпосередньо в галузі природоохоронної діяльності системи екологічної безпеки значно посилюють державну систему екологічного контролю, роблять її більш ефективною, гнучкою, дієздатною. За допомогою таких систем можна кваліфіковано зробити те, чого не завжди можна досягти примусово через систему державної екологічної інспекції та контролю. Тому в інтересах державних установ управління екологічною безпекою та державної екологічної інспекції як на місцях, та і в центрі необхідно всіляко сприяти впровадженню і поширенню екологічного оцінювання. Екологічний інспектор не є конкурентом державним службовцям з екології та природних ресурсів, він такий же охоронець навколишнього природного середовища, тільки зі своїм еколого-економічним механізмом впливу на потенційних забруднювачів довкілля.

Саме тому О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін сконструювали **комп'ютеризовану систему екологічної безпеки (КСЕБ)** (рис. 1) з використанням ГІС, ДЗЗ, ІТ систем. Метою КСЕБ є створення безпечних умов життя населення і відновлення навколишнього природного середовища. Система включає кілька різномасштабних рівнів і може бути адаптована до України чи будь-якої іншої держави в масштабі 1 : 1 000 000, до нафтогазової, енергетичної, транспортної, будівельної, лісогосподарської, хімічної, приладо-й машинобудівної чи інших галузей або регіону в масштабі 1 : 500 000, до адміністративних областей в масштабі 1 : 200 000, адміністративних районів та територіальних громад і населених пунктів, промислових вузлів, АЕС, ТЕС, нафтогазопроводів, нафтотерміналів, інших промислових об'єктів у масштабі 1 : 10 000. Основою системи є *банк екологічної інформації,* що складається з 10 баз, які охоплюють всі компоненти екосистеми: геологічне середовище, геофізичні поля, рельєф, гідро- та атмосферу, педосферу та рослинний покрив, тваринний світ, демосферу і техносферу (рис. 2).

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ, РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ КСЕБ – КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ГІС, ДЗЗ, ІТ СИСТЕМ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЇ (ЕКОЛОГІЧНОЇ) БЕЗПЕКИ



© Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Міщенко Л.В., Зорін Д.О., 2014

Рис. 1. Ієрархія КСЕБ – комп'ютеризованих систем екологічної безпеки



Рис. 2. Структура ПАГС (О.М. Адаменко, Г.І.Рудько, 1998)

Структура КСЕБ (табл. 1, 2) та алгоритм побудови системи екологічної безпеки територій складається із семи блоків, а саме:

Таблиця 1

Структура екологічної безпеки території

БЛОК 1

Теоретико – методологічні основи безпеки територій промислових підприємств (техногеоекосистем), техноприродних комплексів, населених пунктів (урбоекосистем), адміністративних районів і областей, регіонів, держави в цілому та міждержавних утворень (Єврорегіонів та ін.) – нормативні документи для створення цього блоку відсутні, пропонується дисертантом вперше

2.1

БЛОК 2

Оцінка сучасної ситуації та сучасного стану територій – нормативні документи відсутні ЕА 2.2

БЛОК 3

Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) техногенних об'єктів – нормативний документ А.2.2 – 1 – 2003 зі зм. ОВНС 2.2.9

БЛОК 4

Моніторинг довкілля на основі блоків 1, 2, 3 та моделювання і прогнозування сучасної ситуації та сучасного стану – нормативний документ – РД 211.0.8. 107-05 (наказ Мінприроди України від 16 грудня 2005р. № 467)

МД 2.2 МПЕЗ 2.2.12

БЛОК 5

Екологічний ризик виникнення критичних екологічних ситуацій, критичних екологічних станів та надзвичайних ситуацій природного і техногенного походження – нормативні документи відсутні ЕР 7.2

БЛОК 6

Безпека життєдіяльності населення: захворюваність у залежності від екологічних чинників, екологічні ризики погіршення стану здоров'я та смертності – нормативні документи відсутні БЖ 7.2

БЛОК 7

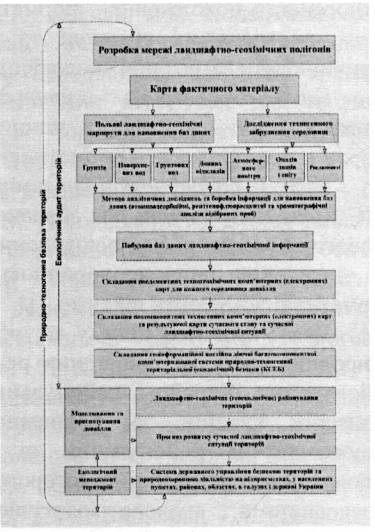
Геоінформаційні комп'ютеризовані системи екологічної безпеки (ГІС КСЕБ) територій для збалансованого природокористування, оптимізації сучасної ситуації та покращення сучасного стану компонентів довкілля та управління природоохоронною діяльністю і природними ресурсами – нормативні документи відсутні ЕМ 2.2.11

Формула функціональної залежності екологічної безпеки території (ЕБТ) від її блоків

ЕБТ = f (ЕА, ОВНС, МД, МПЕЗ, ЕР, БЖ, ЕМ).

Таблиця 2

Алгоритм дослідження



Блок 1. Теоретико-методологічні основи екологічної безпеки територій промислових підприємств (техногеоекосистем), техноприродних комплексів, населених пунктів (урбогеоекосистем), територіальних громад, адміністративних районів і областей, регіонів, держави в цілому та міждержавних утворень – нормативні документи для створення цього блоку відсутні.

Блок 2. Оцінка сучасної екологічної ситуації та екологічного стану територій (екологічний аудит) виконується за екологічними показниками стану і структури геосистем, можливості їх до самовідновлення, характеристики природного і антропогенного впливу техногенних об'єктів на екосистеми – виконується згідно ISO 14 000.

Блок 3. Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) техногенних об'єктів, як елемент процесу їх проектування, будівництва та експлуатації – виконується згідно затвердженого нормативного документу-Державних будівельних норм (ДБН) А.2.2-1-2003. Деталі цього процесу охарактеризовані Я.О. Адаменком і впроваджені у практику природоохоронних робіт.

Блок 4. Моніторинг довкілля, особливо в зоні впливу техногенних об'єктів, грунтується на безперервних стеженнях за природними та антропогенними змінами всіх екологічних показників, що характеризують стан екосистем на певнbй час спостережень – виконується згідно положення та РД.

Блок 5. Екологічний ризик, виникнення критичних екологічних ситуацій, критичних екологічних станів та надзвичайних ситуацій природного і техногенного походження – нормативні документи відсутні. *Зона екологічного ризику* – місця на суходолі та акваторіях, де людська діяльність може спричинювати загрозливі екологічні ситуації.

Блок 6. Безпека життєдіяльності населення, захворюваність у залежності від екологічних чинників, екологічні ризики погіршення стану здоров'я та смертності – нормативні документи відсутні.

Блок 7. Геоінформаційні комп'ютеризовані системи екологічної безпеки (ГІС КСЕБ) територій для збалансованого природокористування, оптимізації екологічної ситуації для покращення екологічного стану компонентів довкілля та управління природоохоронною діяльністю і природними ресурсами – нормативні документи відсутні.

Для України в цілому та окремих її регіонів розроблено районування природних умов та природних ресурсів. Давно існують карти тектонічного районування України, районування четвертинних відкладів, районування території України за поширенням небезпечних екзогенних процесів, гідрогеологічне районування та прогнозування ресурсів підземних вод, районування з деградації ґрунтового покриву та техногенного навантаження на геоекосистеми, еколого-геологічне, мінерально-ресурсне та геоботанічне районування. Але найважливішим для наших цілей є фізико-географічне, геоморфологічне і ландшафтне районування території України, а також регіонів Українських Карпат, Львівської, Закарпатської, Івано-Франківської і Тернопільської областей. На прикладі цих регіонів, адміністративних областей і районів, територіальних громад, населених пунктів і промислових підприємств

автори розробили системи екологічної (природно-техногенної) безпеки територій з використанням ГІС, ДЗЗ та ІТ на базі геоекологічного районування.

Геоекологічне районування територій (природно-антропогенних геосистем – ПАГС) – це особливий різновид систематизації, сутність якого полягає у поділі (розчленуванні) території дослідження на рівнозначні або ієрархічно підпорядковані ПАГС. Виділені у процесі районування таксони, з одного боку, повинні відповідати критерію їхньої специфіки, з іншого, – критерію єдності, цілісності.

Природно-антропогенна геосистема – геоекологічна структура, що поєднує природну (ландшафтну) основу та її зміни під впливом антропогенних (техногенних) навантажень.

Історія досліджень проблем екологічної безпеки нараховує багато років. В останні 15-20 років розроблялось багато методів оцінки сучасної екологічної ситуації для екологічної безпеки на територіях різного ієрархічного рівня досліджень. Кількість публікацій на цю тему перевищує кілька сот найменувань. Тому ми зупинимось лише на головних, узагальнюючих роботах, розділивши їх на ряд напрямків: еколого-геологічний; геоекологічний; еколого-ландшафтний; еколого-геохімічний; конструктивно-техноекологічний [88].

Першими екологічну оцінку геоекологічного середовища почали інженерні геологи, гідрогеологи і геологи, які ввели спеціальний термін «екологічна геологія». В Україні еколого-геологічний напрямок успішно розвивають О.М. Адаменко і Г.І. Рудько, Л.Є. Шкіца, Є.О. Яковлєв, М.Ю. Журавель, В.А. Боков і А.В. Лущик, Е.Д. Кузьменко, Я.С. Коробейнікова та багато інших. В основі еколого-геологічного напрямку лежить картування антропогенної трансформації геологічного середовища, побудова моделей технічно-природних систем, оцінка ризиків змін літосфери для людини, радіогідроекогеохімічні аспекти в зв'язку з Чорнобильською катастрофою, еколого-геологічне картування та ін. [2, 107-109].

Геоекологічний напрямок розвивають в основному геоморфологи – І.П. Ковальчук, В.В. Стецюк, В.П. Палієнко, М.М. Приходько, Р.О. Спиця та багато інших. Основними об'єктами досліджень є тектонічна будова, літогенна основа, зміни морфоструктур і морфоскульптур (горизонтальне і вертикальне розчленування рельєфу, річкова мережа, деформації вершинної поверхні і базисів ерозії), сільськогосподарська освоєнність території, техногенне навантаження, зміни лісистості і т. ін. [63-66, 101-103].

Еколого-ландшафтний напрямок розвивають географи. Він виник також давно і пов'язаний з розвитком ландшафтознавства, як теорії так і практики. Його прихильники – А.Г. Исаченко, Н.А. Солнцев, Ю.Г. Симонов, В.Б. Сочава, Ф.Н. Мильков в СРСР і в Росії, Г.П. Міллер, В.М. Петлін, А.В. Мельник, І.М. Волошин, О.М. Маринич, В.Г. Потапенко, П.Г. Шищенко, Г.І. Денисик та багато інших в Україні – визначають сучасну екологічну ситуацію на основі ландшафтного аналізу і тих трансформаційних змін, які зазнають природно-територіальні комплекси під впливом людської діяльності. Широко використовуються порівняльно-картографічні методи [80, 82, 84].

Еколого-геохімічний напрямок має свої глибокі корні в роботах В.В. Докучаєва, Б.Б. Полынова, Ю.Е. Саета та ін. Засновником його є А.И. Перельман [107, 117].

В Україні значний внесок у розвиток ландшафтної геохімії та геохімії навколишнього середовища внесли В.М. Гуцуляк, Л.Л. Малишева, Є.П. Буравльов та ін. Відмінною умовою від попередніх є те, що цей напрямок широко використовує кількісні показники забруднення компонентів довкілля на основі польового геохімічного картування територій. Він широко розповсюджений при геохімічних, ґрунтознавчих та інших дослідженнях [34, 51].

В останні роки запропоновано ще кілька напрямків оцінки сучасної екологічної ситуації, серед яких одним із перспективних, на нашу думку, є конструктивно-техноекологічний напрямок О.М. Адаменка, В.М. Шмандія, Т.А. Сафранова, М.О. Клименка, В.М. Боголюбова та ін. В цих працях наголошено, що – конструктивна екологія – це частина «Великої екології» М.Ф.Реймерса, яка не тільки діагностує стан навколишнього природного середовища та прогнозує його еволюцію, а й пропонує конкретні шляхи його оптимізації і покращення, конструює такі природно-технічні геосистеми, які забезпечують сталий гармонійний розвиток системи Людина-Природа-Техносфера. Згідно з цим напрямком, вже проведені дослідження регіональних і локальних геоекосистем в межах наступних територій адміністративних районів: Снятинського – Л.В. Міщенко, Гусятинського – В.М. Триснюк, Галицького – О.В. Пендерецький, Надвірнянського – В.С. Скрипник, Івано-Франківської області – М.М. Приходько, Карпатського регіону – О.В. Побігун, м. Івано-Франківська – Н.В. Фоменко. Основна відмінність цього напрямку в тому, що він поєднує усі попередні напрямки, аналізує усі 10 компонентів довкілля еколого-техногеохімічними методами, а потім синтезує усі отримані матеріали на карті сучасної екологічної ситуації [4, 8, 57, 86, 87, 97, 107].

Сучасний стан довкілля є глобально зміненим. Від природних територіальних комплексів – ландшафтів – відбувається перехід до природно-антропогенних геосистем або геоекологічних структур шляхом геохімічних змін. Тому оцінка екологічної безпеки територій є важливим засобом збереження стійкої рівноваги у системі Природа – Господарство – Людина [6, 18, 19]. Кожна ПАГС по-своєму реагує на техногенний вплив, тому є необхідність розробити системи екологічної безпеки території на усіх ієрархічних рівнях – від Європи, держави України в цілому до її регіонів, адміністративних областей, районів, територіальних громад, населених пунктів до окремих техногенних об'єктів, особливо таких екологічно небезпечних як нафтогазопромисли, магістральні нафтогазопроводи, а також ділянки прогнозованого видобування сланцевого газу [10, 14, 21, 56-58]. Саме цим проблемам і присвячена наша розробка.

Розділ 1. ТЕРИТОРІЇ КРАЇН ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА СХІДНОЇ ЄВРОПИ

1.1 КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

Протягом багатьох років О.М. Адаменку [14] вдалось зібрати досить повні бази даних, що характеризують екологічний стан основних природних компонентів європейських ландшафтів. Це були досить складні і нелегкі для виконання маршрути разом з В.М. Кучмою, І.М. Климчуком, О.Р. Стельмахом та багатьма іншими, з якими відібрались проби грунтів, поверхневих вод, рослинності в різних країнах Центральної та Східної Європи. Постійну допомогу у зборі матеріалів, а іноді і у відборі проб, надавали численні колеги – екологи, географи, біологи Ласло Башша (Угорщина), Олджих Мікулик, Антонін Вайсхар, Владімір Хнілічка (Чехія), Єжи Ковальський, Тадеуш Герлах, Лєшек Старкель (Польща), Арно Гофман, Ханс Хаєрманн (ФРН), Дмитро Димитров, Милана Снєжева (Болгарія), Петер Йордан (Австрія) та багато інших.

У 1992р. у м.Відні була опублікована карта масштабу 1:3 000 000 «Природокористування і проблеми навколишнього середовища Центральної та Східної Європи» за редакцією Петера Йордана (рис.1.1), яка в значній мірі 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 ЄКСЕБ (ECSES) [59].

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 ускладнюють або роблять неможливим попередній підхід до природокористування, або коли стає неможливим використання старих засобів і методів використання природних ресурсів. Проблеми в природокористуванні виникають, коли відбуваються порушення стандартів якості навколишнього середовища і коли порушується баланс використання і відновлення ресурсів. Розмір нанесених збитків вираховується згідно ступеня порушенності довкілля. Якщо вони переходить межу в 1%, то є загроза невідновленості стану довкілля.

Наші дослідження дозволили виділити на території Центральної та Східної Європи, яка включає Німеччину, Чехію, Словаччину, Польщу, Литву, Бєларусь, захід Росії, Австрію, Угорщину, Румунію, Україну, Молдову, Словенію, Хорватію, Сербію, Боснію і Герцеговину, Чорногорію, Македонію і Болгарію, систему із 15 моніторингових профілів, які пересікають досліджувану територію з південного заходу на північний схід. На профілях обгрунтована мінімальна кількість геоекологічних полігонів – 132 (рис. 1.2).

На кожному полігоні проаналізовані проби атмосферного повітря на вміст O_2, CO_2, SO_2, ацетону і хлору. Там же зібрані зразки грунтів і визначений вміст в них Cd, Pb, Cu, ДДТ. У пробах поверхневих вод і рослинності визначався вміст Cd, Pb і Cu. На деяких полігонах, де не вдалось відібрати

проби, використали матеріали попередніх дослідників, які надані нам колегами-екологами відповідних країн (рис. 1.2, табл. 1.1).

Отримані аналітичні результати були зведені в єдину базу даних, на основі якої ми побудували комп'ютерні (електронні) поелементні еколого-техногеохімічні карти розповсюдження по площі того чи іншого забруднювача у відповідному середовищі. Потім поелементні карти кожного середовища шляхом комп'ютерного накладання були інтегровані в сумарні карти середовищ, а ці останні в сумарні забруднення довкілля. Всього було побудовано 15 поелементних карт для 4 середовищ, чотири сумарні і одна карта комплексного забруднення довкілля досліджуваної території. Висновки щодо сучасного стану довкілля тої чи іншої країни ми зробили на основі отриманої карти.

Для наповнення карти необхідною інформацією використовувалось дуже різнорідне інформаційне забезпечення. Деякі джерела інформації все ж таки були спільними для усіх країн. Це – супутникові знімки (рис. 1.3), дані метеорологічного екологічного центру в Осло та ін.

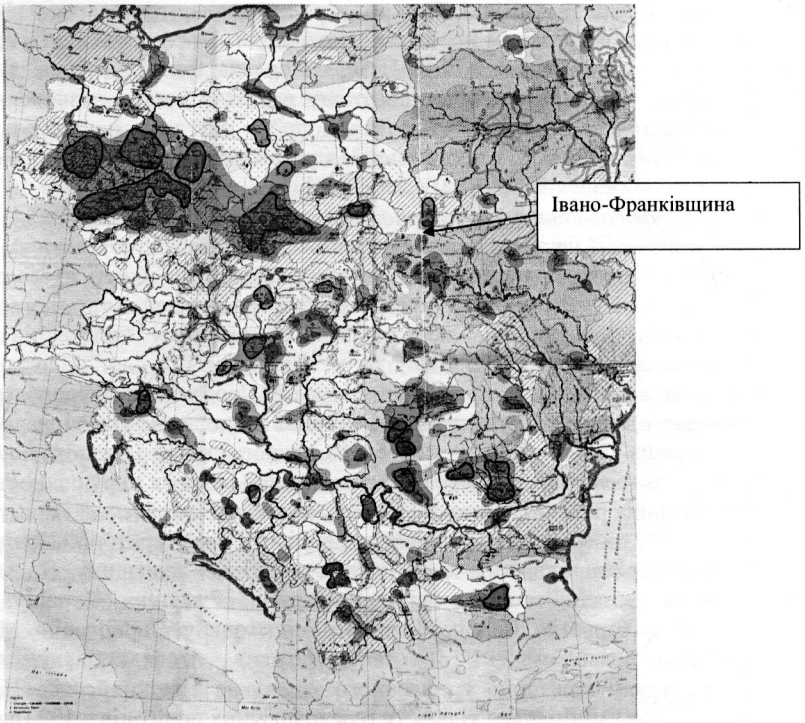


Рис. 1.1. Карта природокористування та проблем навколишнього середовища Центральної та Східної Європи [59]

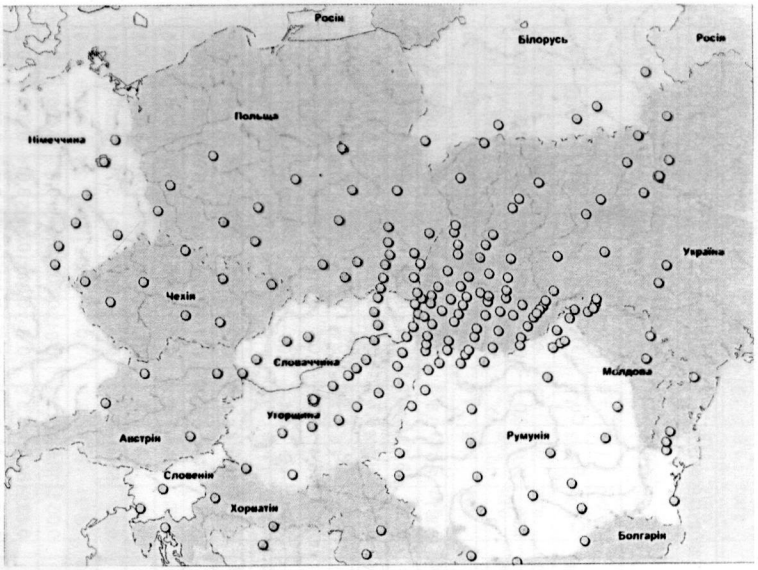


Рис. 1.2. Геоекологічні полігони Європейської ком'пютеризованої системи екологічної безпеки (ECSES) [59]

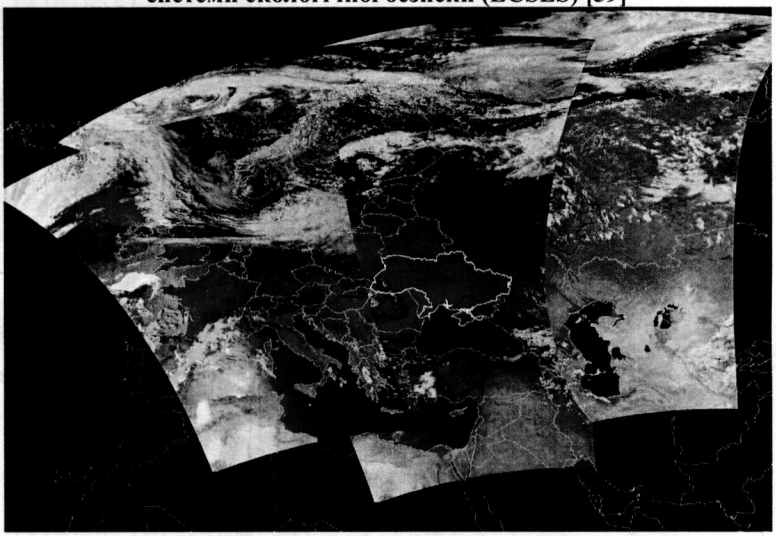


Рис. 1.3. Супутникові знімки району досліджень [17]

Таблиця 1.1

База даних з хімічного забруднення навколишнього середовища Центральної та Східної Європи

№ ч/ч	№	Географічна прив'язка	Вміст забруднювачів													
			Атмосферне повітря, мг/м^3					Ґрунти, мг/кг				Поверхневі води, мг/дм^3			Рослини, М	
			O_2 21,87%	CO_2 0,033-0,0135%	SO_2	Ацетон	Cl_2	Cd	Pb	Cu	ДДТ	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb
		ГДК->	середнє	середнє	0,05	0,35	0,03	0,05	32,0	3,0	0,001	0,001	0,03	1,0	0,001	0,001
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Профіль 1-1																
1	1	Untervellelborn ФРН	21,67	0,013	0,001	0,003	0	0,001	1,6	0,6	0	0,001	0,01	0,3	0,003	0,000
2	2	Jena	21,03	0,0137	0,06	0,33	0	0,06	13,4	1,4	0	0,002	0,00	0,6	0,007	0,003
3	3	Leipzig	20,17	0,0179	0,19	0,74	0,06	0,11	69,7	6,7	0	0,013	0,17	3,1	0,013	0,006
4	4	r. Elbe	21,03	0,0141	0,05	0,09	0	0,03	1,8	1,3	0,03	0,001	0,06	3,6	0,001	0,001
5	5	Berlin	20.54	0,0165	0,026	0,065	0,07	0,013	75,4	9,3	0,02	0,016	0.12	5,4	0,016	0,007
6	6	Eberswalde-Finov	21,81	0,015	0,003	0,003	0	0,004	1,3	1,4	0,03	0,003	0,00	0,9	0,001	0,001
Профіль 2-2																
7	7	Tisova=Vřesová, Чехія	19,88	0,0188	0,21	0,54	0,06	0,13	61,4	6,3	0	0,003	0,03	2,3	0,003	0,005
8	8	Dresden, ФРН	21,07	0,0135	0,07	0.16	0,01	0,06	16,1	1,7	0	0,002	0,01	1,3	0,001	0,001
9	9	Boxberg	19,95	0,0195	0,27	0,61	0,07	0,17	59,4	7,4	0	0,006	0,04	2,6	0,006	0,007
10	10	Zielona Gora, Польща	21,09	0,016	0,06	0,17	0,01	0,03	13,3	1,3	0,03	0,001	0,01	0,4	0,001	0,001
11	11	Poznan	20,16	0,0186	0,24	0,71	0,05	0,21	58,4	7,8	0	0,007	0,09	3,7	0,009	0,011
Профіль 3-3																
12	12	Plzen, Чехія	21,01	0,0216	0,05	0,34	0	0,05	12,6	1,3	0	0,002	0,04	0,7	0,006	0
13	13	Praha	20,11	0,0185	0,18	0,73	0,05	0,13	64,3	6,3	0	0,015	0.16	3,6	0,008	0
14	14	Trunov	20,13	0,0194	0,19	0,84	0,06	0,14	64,5	7,1	0	0,014	0,15	3,7	0,003	0

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
15	15	Wrocław, Польща	21,08	0,0133	0,05	0,34	0	0,05	13,6	1,2	0	0,001	0,02	3,4	0,004	0
16	16	r. Prosna	21,81	0,013	0,001	0,002	0	0,001	1,2	1,3	0,012	0,001	0,01	2,6	0,001	0
17	17	Łodz	20,17	0,0194	0,23	0,69	0,03	0,31	54,3	7,6	0	0,007	0,04	3,4	0,009	0
U	Профіль 4-4															
18	18	Salzburg, Австрія	21,89	0,011	0	0	0	0	1,4	0,1	0	0	0,002	0,03	0	0
19	19	r. Donau, Zinz	21,78	0,009	0	0	0	0	1,2	0,09	0	0	0,001	0,01	0	0
20	20	Jihlava, Чехія	21,93	0,009	0	0	0	0	1,3	0,08	0	0	0,001	0,02	0	0
21	**21**	**Tiehá Orlice**	**21,03**	**0,0149**	**0,05**	**0,39**	**0.1**	**0,05**	**13.6**	**1,5**	**0**	**0.002**	**0,04**	**0,5**	**0,008**	**0**
22	22	Opolc, Польща	**21,16**	**0.0155.**	**0,06**	**0,47**	**0,2**	**0,06**	**14,3**	**1,7**	**0**	**0,003**	0,05	0,6	0,009	0
						Профіль 5-5										
23	**23**	**Trieste**	**21,94**	**0,012**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1,2**	**0,2**	**0**	**0**	**0,001**	**0,01**	**0**	**0**
24	24	Ljubljana, Словенія	21,04	**0,0144**	**0,05**	**0,34**	**0,06**	**0,05**	**13,6**	**1,5**	**0,013**	**0,003**	**0,05**	**0.03**	**0,009**	**0**
25	25	Graz, Австрія	**21,88**	**0,011**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1,3**	**0,1**	**0**	**0**	**0,001**	**0,002**	**0,002**	**0**
26	26	Wien	**21,05**	**0,0151**	**0,05**	**0,35**	**0,07**	**0,07**	**14,3**	**1,3**	**0**	**0**	**0.003**	**0,003**	**0,008**	**0**
27	27	Brno, Чехія	**21,01**	**0,0193**	**0,06**	**0,39**	**0**	**0,04**	**11,3**	**1,4**	**0**	**0,003**	**0,05**	**0,03**	**0,9**	**0**
28	28	Ostrava	**20,03**	**0,0188**	**0,18**	**0,75**	**0,06**	**0,12**	**64,3**	**7,9**	**0,003**	**0,012**	**0,17**	**3,4**	**0,015**	**0**
29	29	Kraków, Польща	**19,91**	**0,0194**	**0,16**	**0,65**	**0,07**	**0,16**	**78,4**	**8.3**	**0,007**	**0,013**	**0,19**	**5,6**	**0,017**	**0**
30	30	Kielce	**21,02**	**0,041**	**0,05**	**0,35**	**0,05**	**0,05**	**15,3**	**1,9**	0	**0,002**		**0,7**	**0,005**	**0,003**
31	31	Radom	21,88	0,012	0,003	0.003	0	0,003	1,4	1,3	0	0,003	0,001	0	0	0
32	**32**	**Warszawa**	21,07	0,0137	0,06	0,35	0,06	0,05	16,1	1,5	0	0,002	0,03	0,5	0,006	0,003
						Профіль 6-6										
33	**33**	**Bratislava, Словаччина**	**20,55**	**0,0166**	**0,025**	**0,066**	**0,07**	**0,014**	**71,2**	**9,4**	**0,02**	**0,017**	**0,11**	**5,6**	**0,015**	**0,008**
34	34	Trnava	**21,83**	**0,014**	**0,003**	**0,001**	**0**	**0,001**	**1,6**	**1,2**	**0,03**	**0.004**	**0,001**	**0,8**	**0,003**	**0,002**

Всього у базі даних 132 геоекологічних полігонів – точок відбору проб

Особливо складно було співставити дані про забруднення атмосферного повітря і вод, які визначались різними лабораторіями, за різними методиками і в різні роки. Але нас втішало те, що це перше узагальнення. Важливо також те, що зібрані нами дані – не остання інстанція, що визначає якість довкілля Європи, а лише початок цієї роботи, перші методичні кроки до організації ЄКСЕБ (ECSES).

Перш ніж перейти до цих висновків, необхідно зробити деякі зауваження і пояснення стосовно самої карти комплексного забруднення довкілля. Масштаб карти 1:3 000 000 – досить дрібний, що «потягло» за собою високу ступінь генералізації. І це треба розуміти можливим критикам.

Неможливість отримання необхідної для складання карти інформації пояснюється також відсутністю регулярних спостережень за станом довкілля у багатьох країнах. Правда, за останні роки це значно покращилось, але генералізація даних в межах усього континенту і зараз відсутня. Однією з причин, що зумовило неповноту карти, є закритість інформації, приховування стану довкілля, а значить і якості життєзабезпечення від людей. Хоча і це на фоні політичних трансформацій вже поступово відходить у минуле: згідно Орхуської конвенції, кожна людина має право на об'єктивну інформацію щодо стану навколишнього середовища, в якому вона живе.

Тепер приведемо загальну характеристику стану навколишнього середовища в Центральній та Східній Європі. Основні екологічні проблеми на цій території виникли із-за виснажливого використання природних ресурсів як на території бувшого Радянського Союзу, так і його союзників на Заході. Екологічна політика у цих країнах протягом другої половини XX століття була спрямована на швидку індустріалізацію, необхідність якої була основана економічною відсталістю і аграрним характером більшості цих країн. Усі задачі були підпорядковані цій меті. За радянською моделлю, центрально заплановані і керовані промислові, гірничовидобувні та енергетичні підприємства орієнтувались в основному на виробництво сировинних матеріалів і напівфабрикатів (вугілля, руда, метали, енергія, хімічні та нафтохімічні продукти), при цьому використання енергії майже не обмежувалось, бо ціна паливних ресурсів була мізерною. Часто використовувалась сировина низької якості, що приводило до значного накопичення відходів та викидів шкідливих газів і пилу в атмосферу. Із-за вказаних причин територія Центральної та Східної Європи була самою індустріалізованою в світі. При цьому сервісні галузі, дорожна та комунікаційна інфраструктура майже не розвивались.

В сільському господарстві, крім Австрії і частково Польщі, були створені крупні підприємства зі спеціалізацією, що недостатньо враховували природні умови і приводили до виснаження та деградації природних ресурсів. Особливо характерно це було для СРСР, в тому числі для України і Молдови. Відносна бідність більшості соціалістичних країн, державна і колективна власність, яка в дійсності виключала будь-який контроль над природними ресурсами, низький рівень екологічної свідомості, недостатня інформативність населення та пасивна поведінка громадськості привели до хижацького використання природних ресурсів, мінімальним інвестиціям в охорону довкілля і відновлення його компонентів.

На жаль, політика більшості урядів була такою, що екологічні проблеми не вирішувались науковими методами, а лише іноді силовими заходами ліквідувались наслідки катастрофічних явищ та надзвичайних ситуацій. Не дивлячись на велику різницю в соціально-економічному розвитку досліджуваних країн, є між ними і багато подібного у розвитку економічних проблем. Які ж закономірності витікають із аналізу карти екологічного стану країн Центральної та Східної Європи?

Існує помітне зниження інтенсивності сільськогосподарського використання території, якщо рухатись із заходу на схід. Максимальне її значення – на рівнинах Австрії, бувшої НДР та Чехії. Різкий кордон інтенсивного використання земельних ресурсів співпадає з західними областями України, Білорусі, Молдови.

Із міждержавних екологічних проблем відмітимо наступні. Більше половини емісій забруднюючих речовин, особливо SO_2, переноситься вітром в інші країни (табл. 1.2). Концентрація транскордонних екологічних проблем існує у приграничних районах між Німеччиною, Польщею і Чехією. Північно-Чеський буровугільний басейн утворює разом з польською тепловою електростанцією Турошув та енергетичним комплексом Лаузиць обширний центр забруднення з деградацією ґрунтів та лісів. Північнорейнсько-Вестфальський промисловий район з розробкою вугілля і виробництвом енергії представляє серйозну небезпеку не тільки для населення і лісів східної Німеччини, а й для західної Польщі. Промисловий район Острава-Карвіна і Верньо-Сілезький центр навколо Катовіц є в однаковому ступені винним у забрудненні не тільки східної Польщі, а й доходить до західної України.

Транскордонні забруднені зони виникли також вздовж кордонів Чехії, Угорщини, Австрії, між Угорщиною і Сербією. Сильно забруднені води транзитних рік Дунаю, Прута, Західного Буга. Забруднені прибережні води Балтійського моря теж створюють міждержавні проблеми. Специфічними є забруднення атмосферного повітря хлором в румунському місті Джорджу, що «накриває» сусіднє болгарське місто Русе на протилежному березі Дунаю. Будівництво комплексної гідростанції Габчиково-Надьмарош на кордоні Угорщини і Словаччини було розпочато без попередньої екологічної експертизи, що привело потім до серйозних екологічних, економічних і політичних наслідків. Теж саме може бути і в зоні будівництва каналу Дунай – Чорне море в Одеській області, де українські екологи рішуче протестували проти порушення екосистем біосферного заповідника, а румуни прогнозують серйозні трансформації дельти Дунаю.

Виконуючи 14 міжнародних проектів та користуючись добрим авторитетом у зарубіжних колег-екологів, науковцям кафедри екології ІФНТУНГ вдалось проїхати теренами 19 держав і зібрати величезний фактичний матеріал, якого немає в жодній країні Європи. Це дало змогу побудувати бази даних екологічної інформації, що охоплюють ці країни нашого континенту. Ми розробили і пропонуємо ієрархію КСЕБ (рис. 1.4), починаючи від району, через область, регіон і державу, з виходом на автоматизовану Європейську КСЕБ або EURONET [14].

Таблиця 1.2

Взаємні емісії SO_2 між Європейськими країнами

Країна що віддає → / Країна що отримує ↓	Болгарія	Словаччин	Німеччина	Сербія	Угорщина	Австрія	Польща	Румунія	Україна	Інші країни
Болгарія	270/35	21/0,5	14/0,5	25/3	29/2	-	13/0,5	98/5	79/0,5	118
Словаччин	4/0,1	1266/38	438/11	29/3	157/9	64/16	170/7	41/2	89/0,5	805
Німеччина	-	146/4	1117/28	3/0,5	10/0,5	-	41/2	-	18/0,1	385
Сербія	57/7	99/3	56/1	308/37	166/10	41/9	37/2	74/4	50/0,2	614
Угорщина	-	120/4	40/1	42/5	448/26	25/6	37/2	45/2	24/0,1	167
Австрія	-	92/3	54/1	19/2	33/2	151/35	23/1	-	-	318
Польща	5/0,1	356/11	478/12	22/3	99/6	20/5	1012/40	37/2	215/1	601
Румунія	53/7	97/3	58/2	64/8	164/10	10/2	68/2,5	822/41	301/1	275
Україна	122/16	496/15	636/16	115/14	367/21	41/9	691/28	587/29	22674/89	1870
Інші країни	259/35	677/19	1109/28	203/25	247/14	78/18	408/16	296/15	2050/8	
Сума	770/100	3370/100	4000/100	830/100	1720/100	430/100	2500/100	2000/100	25500/100	

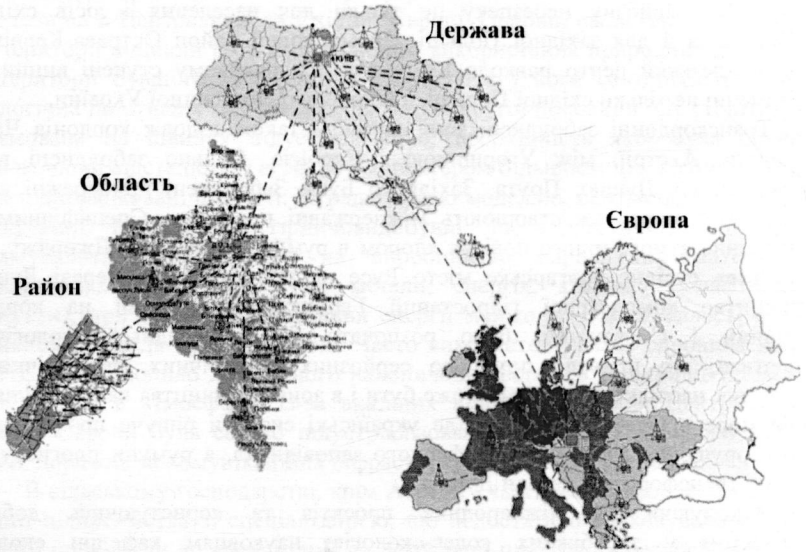


Рис. 1.4. Європейська система екологічної безпеки [14]

У кожній територіально-адміністративній одиниці, наприклад, у районі на центральний сервер в автоматизованому режимі поступає інформація з кожного геоекологічного полігону, а потім – з кожного району – на обласний сервер, з кожної області – на всеукраїнський сервер, а з кожної держави – на європейський сервер з центром, наприклад, у м.Будапешті. Таким чином

здійснюється автоматизоване управління екологічною безпекою Європи, кожної держави, а в державі – областями, районами, територіальними громадами, містами і окремими підприємствами – з єдиного екологічного центру.

Висновки. Стан довкілля в країнах Центральної та Східної Європи, зафіксований на карті 1992р. за редакцією Петера Йордана та нашій 2010р., є наслідком попереднього, соціалістичного стану розвитку. Тоді емісії забруднюючих речовин, особливо SO_2, досягали свого максимуму. Країни, викидаючи шкідливі речовини в атмосферне повітря, забруднювали не тільки свою територію, а й вносили певну частку у транскордонні переноси. Враховуючи те, що на досліджуваній території переважають західні вітри (атлантичні циклони), найбільшу шкоду Центральна та Східна Європа завдала Україні, Білорусі, західним районам Росії. Так, тільки з території Польщі, за даними Міжнародного метеорологічного центру в Осло, на Україну поступає щорічно 691 тис. тонн SO_2, а в зворотному напрямі ми «поставляємо» Польщі тільки 215 тис. тонн SO_2 (табл. 1.2). За такий «несправедливий» баланс потрібно сплачувати велику грошову компенсацію, але поки що не має відповідних міждержавних механізмів із-за відсутності угод про відшкодування збитків за взаємне, але не адекватне забруднення довкілля. У майбутньому Екоєвропейському домі потрібно буде навести відповідний порядок. Ось чому наші дослідження і екологічні карти будуть мати з часом велике значення.

Отже, розроблений нами проект ECSES(ЄКСЕБ) є автоматизованою, інформаційно-аналітичною та прогнозно – керуючою геоінформаційною системою екологічної безпеки. Вона дозволяє на порядок – у 10-15разів скоротити фінансові, матеріально-технічні та кадрові витрати на створення державних систем екологічного моніторингу.

1.2 КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ КАРПАТСЬКОГО ЄВРОРЕГІОНУ

На території країн Карпатського Єврорегіону (України, Польщі, Словаччини, Угорщини і Румунії) співробітниками кафедри екології ІФНТУНГ О.М. Адаменком, О.Р. Стельмахом та ін. у 1996-2002 рр. було відібрано 199 проб грунтів, поверхневих, грунтових вод та донних відкладів, атмосферного повітря, снігу та травянистої рослинності (рис. 1.5, 1.6).

Після аналізу проб в Івано-Франківській обласній СЕС, а також з врахуванням матеріалів попередніх дослідників, наданих нам колегами-екологами відповідних країн, отримані аналітичні результати були зведені в єдину базу даних (табл. 1.3), на основі якої Д.О. Зорін побудував комп'ютерні (електронні) поелементні еколого-техногеохімічні карти розповсюдження по площі того чи іншого забруднювача у відповідному середовищі (рис. 1.7-1.10). Потім поелементні карти кожного середовища шляхом комп'ютерного накладання були інтегровані в сумарні карти середовищ, а ці останні в сумарні еколого-техногеохімічні карти забруднення довкілля. Всього було побудовано 15 поелементних карт для 4 середовищ, чотири сумарні і одна карта комплексного забруднення довкілля досліджуваної території.

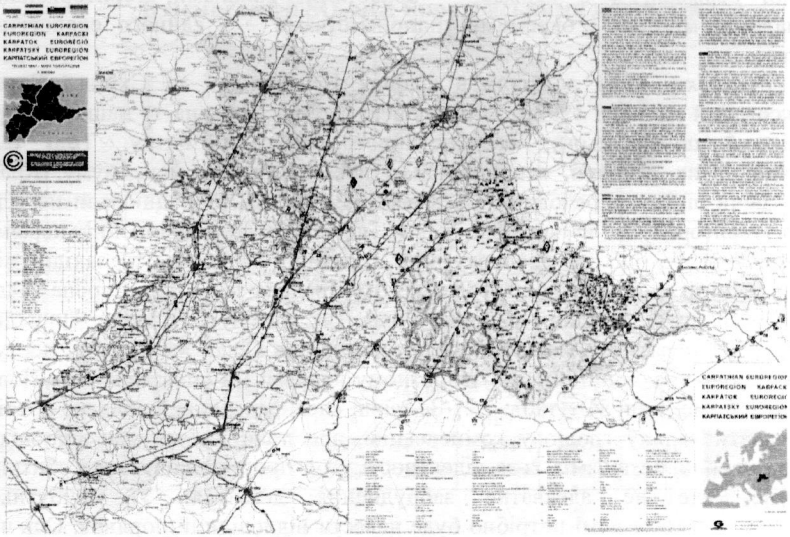


Рис. 1.5. Профілі та геоекологічні полігони систем екологічного аудиту, моніторингу довкілля та екологічної безпеки на території Карпатського Єврорегіону (Адаменко О.М., 1994) [107]

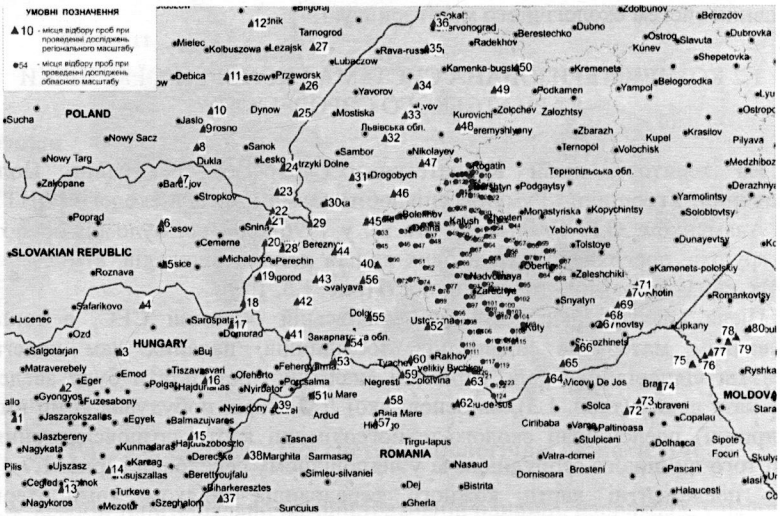


Рис. 1.6. Карта фактичного матеріалу по Карпатському Єврорегіону (Адаменко О.М., 1994) [107]

Таблиця 1.2

База даних по забрудненню компонентів навколишнього середовища Карпатського Єврорегіону токсичними елементами за результатами рентгенофлюоресцентного аналізу, мг/кг

№№ проб	Компоненти довкілля	I клас токсичності									II клас токсичності							III клас токсичності				
		As	Cd	Hg	Be	Pb	Zn	F	Tl	Be	B	Co	Ni	Mo	Cu	Sb	Cr VI	Ba	V	W	Mn	Sr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	грунт	0,006	0,001	0.002	0,008	0,064	0.135	0	0	0	0,144	0	0.135	0	0,61	0	0	0,144	0	0	0,34	0,011
	вода поверхнева	0,001	0	0	0	0,017	0,114	0	0	0,148	0,114	0	0,161	0	0,83	0	0,118	0,191	0	0,136	0,61	0,065
	вода ґрунтова	0.007	0	0,007	0,003	0,112	0,163	0	0,143	0,148	0	0	0	0	0	0,166	0,118	0,34	0	0,116	0,85	0,114
	донні відклади	0,021	0,001	0,003	0,016	0,114	0,127	0,006	0.113	0	0,181	0,116	0	0,114	0,06	0,143	0,114	0	0,161	0	0,43	0,066
	повітря	0,035	0,003	0,017	0,019	0,118	0,165	0,009	0,017	0	0,147	0,181	0	0,9	0,09	0,136	0,143	0	0	0,126	0,64	0,013
	сніг	0	0	0,061	0,013	0,064	0,036	0,001	0,003	0	0,009	0,114	0	0	0,06	0,144	0	0,116	0	0,139	0,75	0,064
	рослини	0	0	0,003	0,011	0,036	0,016	0	0	0	0,034	0	0	0	0,04	0,116	0	0	0	0,175	0,34	0,116
2	грунт	0,003	0,003	0,006	0,018	0,036	0,018	0	0	0	0,066	0,148	0	0	0,41	0,163	0	0	0,155	0,114	0,66	0,112
	вода поверхнева	0,018	0,016	0.015	0,013	0,114	0,034	0,135	0	0,118	0,134	0	0	0	0,29	0	0,119	0	0	0,165	0,43	0,213
	сніг	0.013	0,013	0,004	0,064	0.161	0.041	0	0	0	0,165	0	0	0	0,63	0	0,143	0	0	0,149	0,36	0,004
	рослини	0	0	0,001	0,003	0.003	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0,65	0,003
3	грунт	0	0	0	0	0,114	0,63	0	0	0	0	0	0	0	0,16	0	0	0	0	0	0,31	0,017
	вода поверхнева	0	0	0	0	0,191	0,35	0	0	0,135	0	0,164	0,017	0	0,09	0,118	0,139	0,144	0	0	0,64	0,034
	вода ґрунтова	0	0	0	0	0,136	0,18	0	0	0,124	0	0,131	0,161	0	0,08	0	0	0	0	0	0,34	0,118
	донні відклади	0	0	0	0	0,143	0,31	0	0	0	0	0	0	0	0,61	0	0	0	0	0	0,39	0,129
	повітря	0	0	0	0	0,116	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0,98	0	0	0	0	0	0,65	0,114
	сніг	0	0	0	0	0,073	0,64	0	0	0	0	0	0	0	0,61	0	0	0,135	0,144	0	0,98	0,119
	рослини	0	0	0	0	0,036	0	0	0	0,143	0,112	0.108	0	0,135	0,86	0	0	0,143	0,118	0	0,65	0,113
4	грунт	0	0	0	0	0,116	0,031	0	0	0	0,138	0,141	0	0,124	0,31	0	0	0,128	0,131	0	0,24	0,016
	вода поверхнева	0	0	0	0	0,113	0,64	0	0	0,135	0	0,149	0	0,136	0,65	0	0,013	0,111	0,034	0	0,16	0,143
	повітря	0	0	0	0	0.115	0,06	0	0	0,163	0	0,135	0	0,149	0,39	0	0,013	0,0129	0,011	0	0,81	0,136
5	грунт	0,013	0,006	0,071	0,003	0,009	0,135	0,114	0	0,138	0	0,126	0	0,128	0,04	0	0,134	0,114	0,016	0	0,66	0,149
	вода поверхнева	0,071	0008	0,063	0,003	0,013	0,124	0	0	0,175	0	0,168	0	0,114	0,09	0	0,126	0	0	0	0,25	0,118
	вода ґрунтова	0,036	0.016	0,031	0	0,075	0,071	0	0	0,134	0	0,155	0	0,161	0,29	0	0,135	0,114	0	0,158	0,29	0,111
	повітря	0	0	0	0	0,036	0,006	0	0	0,186	0,134	0,118	0,112	0,121	0,14	0,113	0,181	0,116	0	0,135	0,31	0,069
6	грунт	0,11	0.43	0,03	0,07	1.64	2,32	0,003	0	0,07	0,31	044	0,63	0,17	2,3	0,006	0,01	0,43	0,01	003	14,2	0,02
	вода поверхнева	0,31	0,16	0,03	0,01	1.84	2,24	0,07	0,13	0,09	0,01	0,36	0,61	0,16	2,7	0,09	0,03	0,16	0,01	0,03	16,1	0,01
	вода ґрунтова	0.43	0,41	0,01	0,03	1,31	2,39	0,11	0,11	0,01	0,16	0,16	0,29	0,21	2,8	0,11	0,02	0,39	0	0	21,2	2,03
	повітря	0,16	0,37	0	0	0,01	0.41	0,14	0,24	0,11	0,24	0,09	0,24	0,19	2,4	0,23	0,003	0,24	0	0	19,3	2,161
	рослини	0,03	0,09	0	0	0,02	0.19	0,09	0	0,03	0,01	0,03	0,16	0,09	2,9	0,16	0	0,09	0	0	16,1	2,31
7	грунт	0,33	0.47	0,03	0.11	1,16	1,86	0,12	0,36	0,64	0,13	0,16	0,34	0,11	2,1	0,13	0	0,64	0,03	0,09	17,3	2,47
	вода поверхнева	0,22	0,71	0,06	0,16	1,24	1,34	0,13	0,14	0,39	0,21	0,24	0,26	0,12	2,3	0.17	0,03	0,03	0,07	0.01	10,2	1,94
	повітря	0,16	0.83	0,01	0,31	1,87	2,64	0,31	0,71	0,41	0,24	0,39	0,19	0,26	2,5	0,18	0,01	0,41	0,01	0,02	9,1	1,76
8	грунт	0,46	0.93	0,31	0,64	1,80	2.39	0,16	0,16	0,09	0,64	0,37	0,24	0,11	2,1	0,19	0,11	0,27	0,03	0	13,6	1,84
	вода поверхнева	0,73	0,16	0,13	0,14	1,3	2.43	0,31	0,34	0,16	0,19	0,18	0,21	0,21	2,9	0,13	0,13	0,16	0,03	0	13,9	0,03
	повітря	009	003	0	0	0	003	0	0.01	0,01	0.01	0,02	0,09	0,24	2,2	0,16	0.01	0,19	0	003	11,2	0,02
9	грунт	0.16	0,24	0,09	0,03	1,24	2,47	0,03	0,03	0,07	0,27	0,39	0,63	0,15	2,4	0,07	0.01	0,24	0,02	0.01	16,2	0,94
	вода поверхнева	0,14	0,19	0.07	0,01	2,16	3,16	0,04	0,03	0,06	0,31	0,41	0,65	0,17	2,3	0,01	0.01	036	0,01	0,01	17,4	0,16
	повітря	0,21	0,27	0.03	0,02	2,94	2.98	0,02	0,03	0.01	0,16	0.45	0,34	0,19	2,6	0.03	0	0,44	0	0	15,2	1,84

Усього в базі даних 199 проб

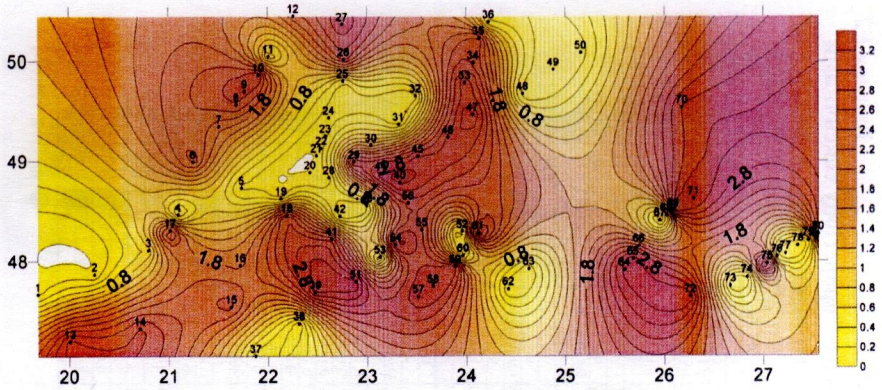


Рис. 1.7. Карта забруднення ґрунтів Zn на території Карпатського Єврорегіону

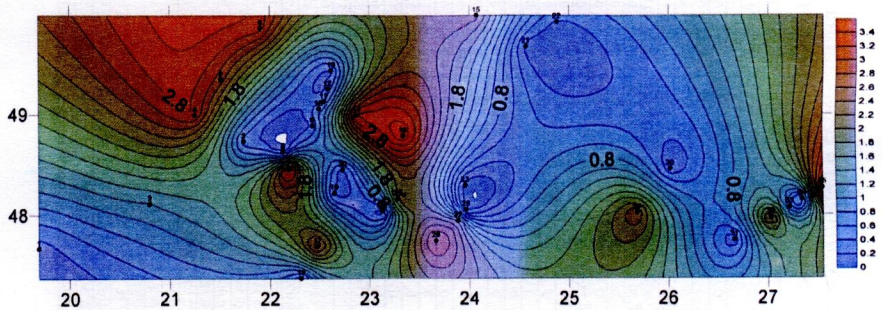


Рис. 1.8. Карта забруднення повітря Cu

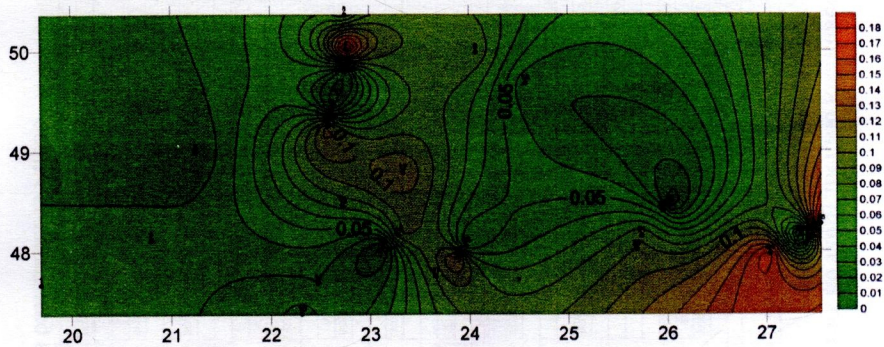


Рис. 1.9. Карта забруднення рослинності Pb

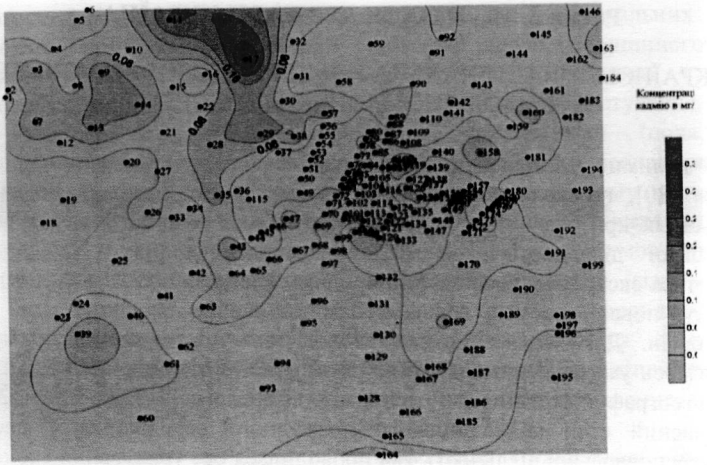


Рис. 1.10. Схема розповсюдження кадмію в ґрунтах Центральної і Східної Європи і більш детально в межах Карпатського Єврорегіону [107]

Висновки. Отже, у Карпатському Єврорегіоні, як і у Центральній Європі, екологічні проблеми ще більш «концентровані», тому що до них приєднуються радіаційні плями від Чорнобильської катастрофи. Отже виникає гостра необхідність створення єдиної для Карпатського Єврорегіону КСЕБ. Неодноразові спроби розробити таку систему шляхом отримання відповідних міжнародних грантів, або участі у міжнародних проектах наштовхувались на нерозуміння керівництва міністерства екології і природних ресурсів попередніх урядів. Лише наполегливість кафедри екології ІФНТУНГ іноді завершалась позитивними рішеннями. Так, із 48 проектів, поданих у 1996-2012 рр. [4, 7, 24, 47, 70, 85], лише 8 були реалізовані. Найбільша ймовірність виконання таких проектів була, якщо ініціатива проявлялась з боку зарубіжних колег. Так, наприклад, у 2014 р. видавництво «Lambert» (Saarbrücken, Deutschland), знайшли інформацію про наукові розробки О.М. Адаменка в Internet, видало його монографію «Конструктивная екология» [12], де до зарубіжних фахівців вдалось донести концептуальні основи КСЕБ.

Розділ 2. ТЕРИТОРІЯ ДЕРЖАВИ УКРАЇНА

2.1 УКРАЇНСЬКА НАЦІОНАЛЬНА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ (УНКСЕБ)

За даними Л.Г.Руденка, В.А.Барановського, О.М.Маринича і П.Г. Шищенка [80], геоекологічна ситуація в Україні за багатьма показниками оцінюється як кризова і продовжує погіршуватися в процесі нераціональної господарської діяльності, зокрема техногенного впливу. На це також накладаються екстремальні прояви природних процесів (стихійних лих) у різні пори року: повені, посухи, зсуви, сейсмічні явища, осідання, селі, снігові лавини та ін. Для характеристики екологічного стану нашої держави ми скористаємось узагальненими даними із книги О.М.Маринича і П.Г.Шищенка «Фізична географія України» [80] та іншими джерелами [7-9, 20, 22-24, 26-27].

Сучасний стан навколишнього природного середовища є наслідком тривалої господарської діяльності, яка проводилася без урахування екологічних вимог. В Україні розвивалися переважно сировинно-видобувні галузі промисловості, які є екологічно небезпечними. Територіальна організація промислового виробництва, його технологія залишаються недосконалими. *Техногенний вплив* на ландшафти, енергомісткість виробництва в 6-9 разів перевищують рівень розвинутих країн. Маса накопичених промислових відходів оцінюється у 25 млрд. т, а зайнята ними площа – 130 тис. га. Землеробське освоєння і розораність сільськогосподарських угідь в Україні найбільша порівняно з розвинутими країнами світу. Площа орних земель у лісостеповій і степовій зонах становить 85-90 % сільськогосподарських угідь. *Нераціональне господарювання* супроводжується зменшенням родючості ґрунтів, їх ерозією та пересушенням. За даними Інституту землеробства УНААН, питома вага еродованих ґрунтів серед орних земель досягла більш як 30 %. Співвідношення між площами орних земель, луків, лісів, водних поверхонь, заповідних об'єктів мало пов'язане з ландшафтними особливостями природних зон. Надмірно забрудненими є річки, озера, водосховища, моря, підземні води, атмосферне повітря, ґрунти, збіднюються рослинний покрив і тваринний світ, ландшафти.

Одне з джерел екологічної кризи в Україні – аварія на Чорнобильській АЕС (26 квітня 1986 р.). Забруднена територія відчуження в межах України становить 2044,4 км^2. Стан навколишнього середовища є найважливішою складовою національної безпеки держави, впливає на її внутрішню і зовнішню політику. З екологічною кризою тісно пов'язане входження України в *демографічну кризу*. Про це свідчить той факт, що в 1991 р. вперше зафіксовано перевищення смертності над народжуваністю.

Під впливом господарської діяльності відбуваються *антропогенні зміни природних компонентів ландшафтів:* рельєфу – в процесі будівництва, виположування схилів, засипання від'ємних форм, виймання гірських порід із шахт, кар'єрів, переформування берегів водосховищ, затоплення річкових долин після перекриття їх греблями гідроелектростанцій та ін.; ґрунтів – зміни їхньої структури і хімічного складу в процесі оранки і вирощування

сільськогосподарських культур, внесення органічних і мінеральних добрив, спровокованої землеробством водної і вітрової ерозії, площинного змиву, механічного впливу сільськогосподарської техніки; рослинності – зміни її видового складу під час розорювання степів, луків, лісокористування, під час зміни природних рослинних угруповань культурними (поля, сади, виноградники, ліси, парки), створення протиерозійних лісонасаджень на еродованих землях, природних насаджень, полезахисних лісосмуг у степових і сухостепових ландшафтах; тваринного світу – збіднення його видового складу через надмірну промислову експлуатацію, зміну екологічних умов (ліквідацію екологічних ніш, порушення харчових ланцюгів та ін.); гідрологічного режиму – шляхом зарегулювання поверхневого стоку, створення ставків і водосховищ, перерозподілу річкового стоку, відгородження лиманів від основних акваторій та ін.; клімату і мікроклімату – шляхом активного впливу на атмосферу, зміни характеру діяльності поверхні (площ заліснення, забудови, співвідношення площі суші й водних поверхонь) та ін.

Природні умови і природні ресурси України змінюються під впливом різних видів природокористування: агропромислового, особливо землеробського, промислового, гірничодобувного, містобудівного (комунального), транспортного, водогосподарського і гідротехнічного, лісопромислового, рекреаційного, природоохоронного [105, 106].

Негативний техногенний вплив на природне середовище зумовлений *відсутністю геоекологічної політики* в розвитку промисловості й сільського господарства, різних видів будівництва, застарілими, неекологічними технологіями природокористування, недосконалою галузевою структурою і деформованою територіальною організацією промисловості. Наслідком цього є надмірна концентрація промисловості в Донбасі та Придніпров'ї, забрудненість природного середовища цих регіонів. О.М.Маринич і П.Г.Шищенко [80] зазначають, що більше 10 % викидів в атмосферу, здійснюваних стаціонарними забруднювачами (0,9 млн. т), припадає на Криворіжжя. Або такий красномовний факт: показники патологічних змін у крові населення Дніпродзержинська в 2,2-3,0 раза більші від середніх по Україні. Про критичність екологічної ситуації в Лисичансько-Рубіжанському районі, містах Сєвєродонецьку, Рубіжному свідчить рівень захворюваності населення, який на 25-40 % вищий від контрольних показників. Відомо, що рівень забруднення атмосфери залежить від обсягів неконтрольованих промислових викидів у повітря. Концентрація промислових підприємств у містах призводить до їх надмірного забруднення. Найзабрудненішими є промислові центри Донецько-Придніпровського регіону. Особливо небезпечне забруднення повітря канцерогенними речовинами. Лише в трьох з 52 обстежених міст України вміст бензапірену в повітрі не перевищує ГДК.

Екологічний стан переважної більшості рік України дуже складний. У поверхневі водні об'єкти щороку скидається понад 4,3 млрд. т (1995) забруднюючих речовин. Серед них нафтопродукти, біогенні речовини, феноли, отрутохімікати, солі важких металів. Головні джерела забруднення пов'язані з промисловістю (чорна металургія, хімічна, нафтохімічна промисловість, електроенергетика) – понад 60 % скидів стічних вод, комунальне

господарство – близько 20 %, сільське господарство – понад 16 %. Найбільша кількість забруднюючих речовин надійшла в ріки басейну Дніпра – 28 % загальної кількості, у басейн Сіверського Дінця – 17 %. Найбільш забрудненими ріками є Сіверський Донець у районі міст Сєвєродонецьк, Лисичанськ, Рубіжне; Інгулець у районі м. Кривий Ріг та Південний Буг у районі Вінниці і Первомайська. Серед областей найбільша кількість цих речовин припадала на Донецьку – 35 %, Луганську – 17 % і Дніпропетровську – 12 % [25, 26-29, 38, 39, 44, 53, 60, 61, 63-66, 93, 98, 112, 113, 116-118].

Внаслідок господарської діяльності *зменшуються запаси та погіршується якість підземних вод.* Інтенсивний відбір їх для господарських потреб, зрошення, шахтний відлив сформували значні за площею і глибиною депресійні лійки в Кривбасі, Західному Донбасі, у долині р. Сіверський Донець, Запорізькій та інших областях. Водночас збільшується вміст у підземних водах солей важких металів, органічних речовин, нафтопродуктів, нітратів, пестицидів, підвищується їх загальна мінералізація. Тенденція до погіршення якості підземних вод спостерігається в економічно розвинутих регіонах, у районах інтенсивного сільськогосподарського виробництва, розміщення військових частин і об'єктів військово-промислового комплексу [75, 77].

Як показують постійні спостереження, за останні десятиліття *якість ґрунтів України істотно погіршилася* внаслідок сільськогосподарського виробництва (безповоротні втрати гумусу і поживних речовин, забруднення агрохімікатами), водної та вітрової ерозії, в результаті зрошувальної та осушувальної меліорації (перезволоження, заболочування, засолення, закислення, висушування), забруднення промисловими відходами. Адже щорічно для виробництва сільськогосподарської продукції використовується понад 4 млн. т мінеральних добрив. Забруднення ґрунтів зумовлюється недосконалою технологією їх зберігання та використання.

Значні земельні площі зайняті під *звалища промислових і побутових відходів.* Горіння териконів, пилоутворення над поверхнею шлакозвалищ, підвищення мінералізації ґрунтових вод є додатковими чинниками негативного впливу на якість ґрунтів України.

26 квітня 1986 р. на четвертому реакторі Чорнобильської АЕС сталася аварія, наслідки якої мають планетарний катастрофічний характер. Разом з паливом у повітря було викинуто радіоактивний йод, цезій, телур, стронцій, барій, плутоній. Сумарний викид радіоактивних речовин оцінювався в 50 млн. кюрі, що аналогічно наслідкам вибуху 500 атомних бомб, подібних до скинутих у 1945 р. на Хіросіму. Радіоактивного забруднення зазнали великі території в Україні, Білорусі, Росії. Радіоактивні викиди після аварії виявлено у Фінляндії, Швеції, Польщі, Німеччині, Франції та ін. В Україні забруднені території виявлено в Київській, Житомирській, Чернігівській, Рівненській, Черкаській, Вінницькій, Хмельницькій, Івано-Франківській областях. З території «зони відчуження» відселено жителів 74 населених пунктів. Тут поверхневе радіоактивне забруднення верхнього шару ґрунту становить 110 тис. Ku цезію-137, 127 тис. Ku стронцію-90, 800 Ku ізотопів плутонію. Радіоактивного забруднення зазнали рослинність, води, тваринний світ, ґрунти, ландшафти. Після аварії загинули соснові деревостани на площі 580 га («рудий ліс»).

Загибель соснових лісів спостерігалась на відстані до 6,1 км від ЧАЕС по західному сліду, 9,2 км по північному і 3,2 км по південному. Радіоактивне забруднення характеризується значною плямистістю. Західний розгалужений слід радіоактивних опадів досяг північних районів Рівненщини. Північний слід накрив русла і заболочені тераси Дніпра, Прип'яті, межиріччя Прип'яті й Брачинки. Окремі плями цього сліду виявлено за 150 км, а південного – за 80 км від аварійного реактора.

Площа забрудненої території зі щільністю більше 1 Ku/км^2 визначається понад у 41 тис. км^2. Тут знаходяться 2215 населених пунктів, де мешкає 2 млн. 421 тис. осіб, у тому числі 544 тис. дітей. Зона безумовного (обов'язкового) відселення охоплює 92 населених пункти, зона гарантованого добровільного відселення – 835, зона посиленого радіоекологічного контролю – 1288 населених пунктів.

Питоме техногенне забруднення території України оцінюється як найбільше в Європі. Максимальна кількість викидів на одиницю площі припадає на Донецьку область – 108 т/км^2 за рік. У Донецько-Придніпровському регіоні цей показник становить 36 т/км^2 за рік. У 1990 р. Верховна Рада оголосила Україну зоною екологічного лиха.

Вчені Інституту географії Національної академії наук України застосували для оцінки техногенного забруднення метод картографування. На карту було нанесено показники забруднення окремих компонентів природного середовища. Потім вони синтезувались, що дало змогу виділити *території з різними сумарними показниками їх еколого-географічного стану* (карту склали Л.Г. Руденко і В.А. Барановський). Забруднення повітря оцінювалося за основними (пил, сірчаний газ, двоокис азоту, окис вуглецю) і специфічними забруднювачами. Забрудненість повітря враховувалась на маршрутних постах, стаціонарних пунктах, під факелом промислових підприємств і від автотранспорту. Ареали розсіювання домішок з їх якісною оцінкою розраховано, зважаючи на кліматично-погодні та інші фактори (рис. 2.1-2.5) [26, 27, 80].

Зовсім нові екологічні проблеми для України виникли в зв'язку з війною у Донецькій та Луганській областях. Усіяна зруйнованими населеними пунктами та інфраструктурою територія Донбасу, де більшість шахт затоплено, грунти і водні об'єкти хімічно забруднені розривами снарядів і ракет, знищена велика площа зелених насаджень, переміщено більше 1 млн. жителів із тих 5 млн., що раніше проживали у зоні військових дій. Ще довгі роки Україні прийдеться «загоювати» цю рану.

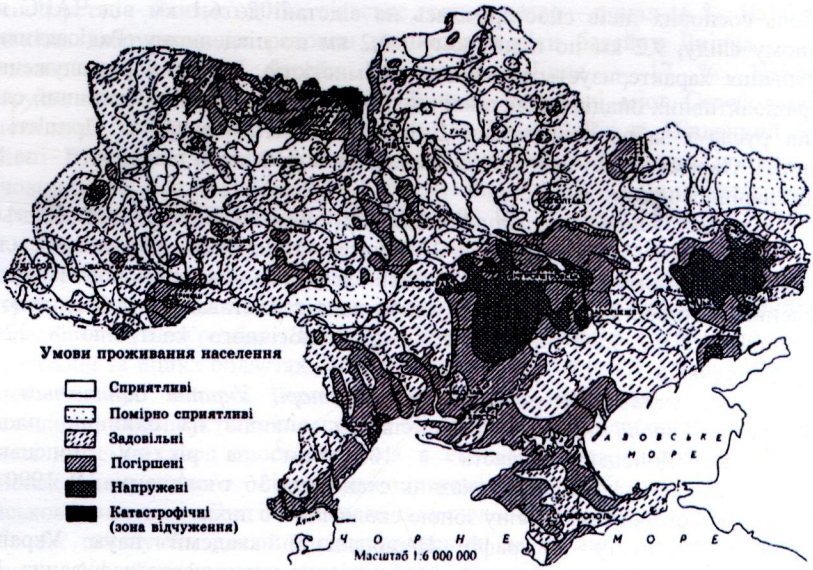


Рис. 2.1. Екологічна ситуація в Україні [80]



Рис. 2.2. Радіаційна забрудненість [80]



Рис. 2.3. Техногенне навантаження [80]

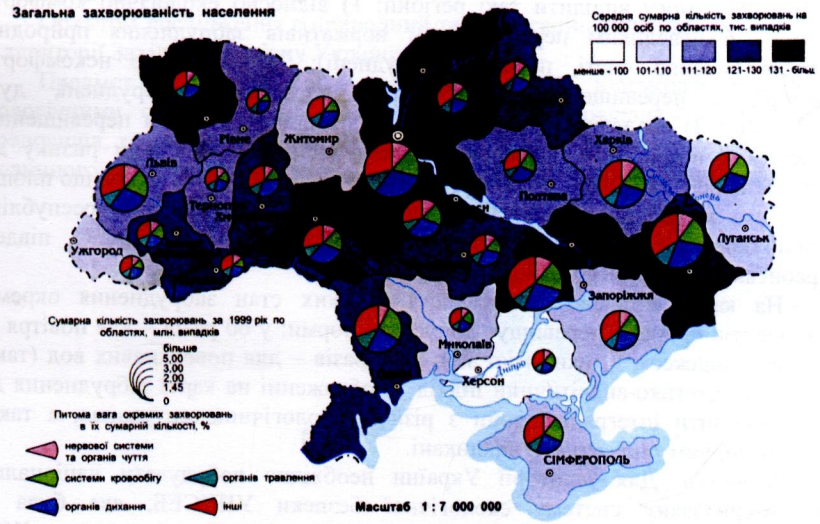


Рис. 2.4. Загальна захворюваність населення [80]

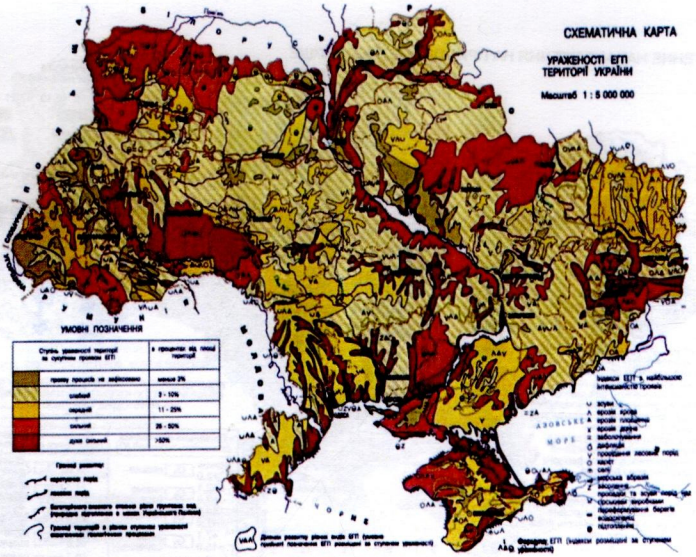


Рис. 2.5. Оцінка екологічного стану геологічного середовища [107]

Синтез карт забруднення повітря, води, грунту (у тому числі й радіонуклідами) з урахуванням можливого його впливу на життєдіяльність людини дає змогу виділити такі регіони: 1) відносно екологічно комфортні території з невеликим перевищенням нормативів забруднення природних ресурсів (умовно чисті, помірно забруднені); 2) екологічно некомфортні території з перевищенням допустимих нормативів (забруднені, дуже забруднені); 3) екологічно дискомфортні території зі значним перевищенням допустимих нормативів (надзвичайно забруднені з посиленням ризику для здоров'я людей, екологічного лиха). Картографічний аналіз показав, що площі з останньою характеристикою займають близько 15 % території республіки. Площі екологічного лиха охоплюють 30-кілометрову зону ЧАЕС, південь Херсонської області, Крим, Донбас і Луганщину.

На карті виділено також міста, в яких стан забруднення окремих компонентів природи перевищує допустимі норми: у 60 разів – для повітря (за сумарним індексом – таких міст 78); у 12 разів – для поверхневих вод (таких міст 21).Синтетико-аналітичний підхід у зображенні на карті забруднення дав змогу виділити інтегральні зони з різною екологічною ситуацією, а також встановити, чим такі ситуації викликані.

Висновки. Для території України необхідно побудувати національну комп'ютеризовану систему екологічної безпеки УНКСЕБ, яка була би «вмонтована» у Європейську КСЕБ (рис. 1.4) і у свою чергу, синтезувала КСЕБ регіонів, областей, районів, населених пунктів і промислових підприємств, про що буде йти мова нижче.

Розділ 3. ТЕРИТОРІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

3.1 ЗАХІДНИЙ РЕГІОН УКРАЇНИ

Екологічна (природно-техногенна) безпека – це «вивчення й обґрунтування ступеня відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов завданням збереження здоров'я людини, забезпечення сталого соціально-економічного розвитку та потенціалу держави, збереження й відновлення навколишнього середовища» (із Паспорта спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека з технічних наук).

Геоекологічне районування територій (природно-антропогенних геосистем - ПАГС) – це особливий різновид систематизації, сутність якого полягає у поділі (розчленуванні) території дослідження на рівнозначні або ієрархічно підпорядковані ПАГС. Виділені у процесі районування таксони, з одного боку, повинні відповідати критерію їхньої специфіки, з іншого, критерію єдності, цілісності.

Природно-антропогенна геосистема – геоекологічна структура, що поєднує природну (ландшафтну) основу та її зміни під впливом антропогенних (техногенних) навантажень.

Мета дослідження – розробити науково-теоретичні, методологічні та техніко-технологічні засади регіонального, локального та об'єктового геоекологічного районування для оцінки сучасного екологічного стану ПАГС, створення геоінформаційних систем екологічної безпеки як основи захисту довкілля та здоров'я людей.

Об'єктом дослідження є природний та техногенно змінений стан довкілля на території Західного регіону України.

Предмет дослідження – взаємозв'язки та взаємозалежності між екологічними особливостями різних компонентів довкілля – геологічного середовища, геофізичних полів, рельєфу, гідросфери, атмосфери, ґрунтового і рослинного покривів та станом демосфери під впливом техносфери [88].

3.1.1 Із історії досліджень проблем екологічної безпеки

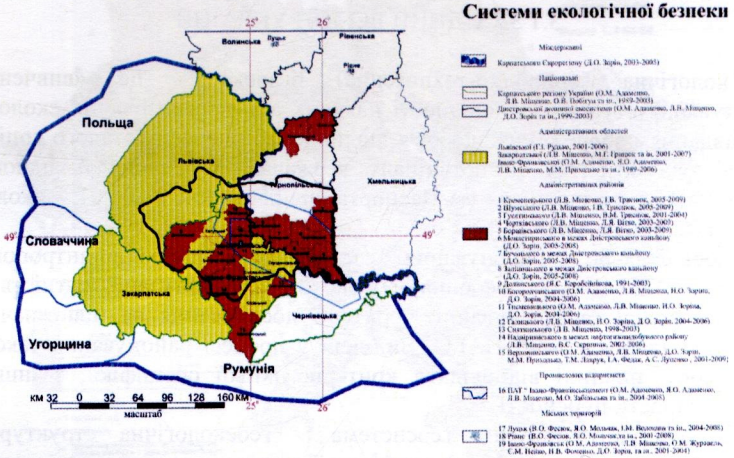


Рис. 3.1. Картограма геоекологічної вивченості [88]

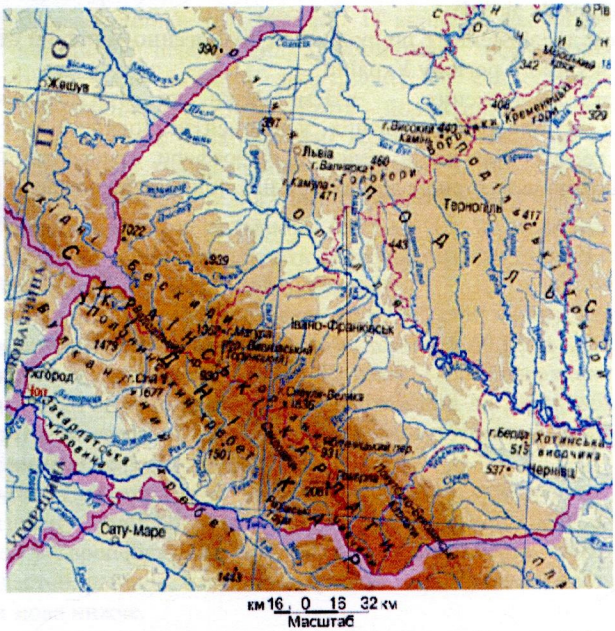


Рис. 3.2. Оглядова карта території досліджень [88]

3.1.2 Методологія оцінки природної та техногенної складових екологічної безпеки територій

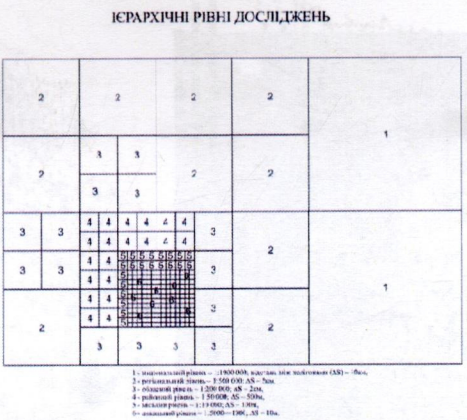


Рис. 3.3. Субординація (ієрархія) різномасштабних рівней екологічного аудиту та моніторингу досліджень [3, 4]

Технологія екологічного аудиту та моніторингу території

Карти фактичного матеріалу

Об'єктовий ієрархічний рівень, масштаб 1 : 10 000

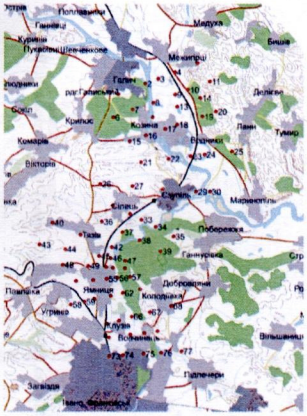


Рис. 3.4. Карта фактичного матеріалу території діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент» (Л.В. Міщенко, 2011) [88]

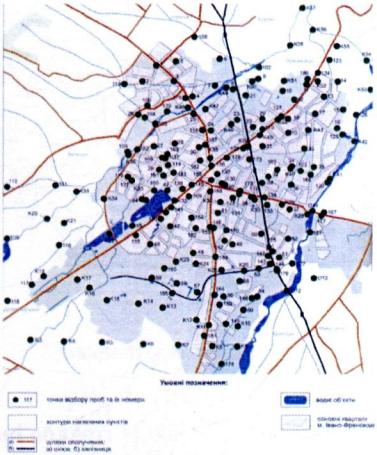
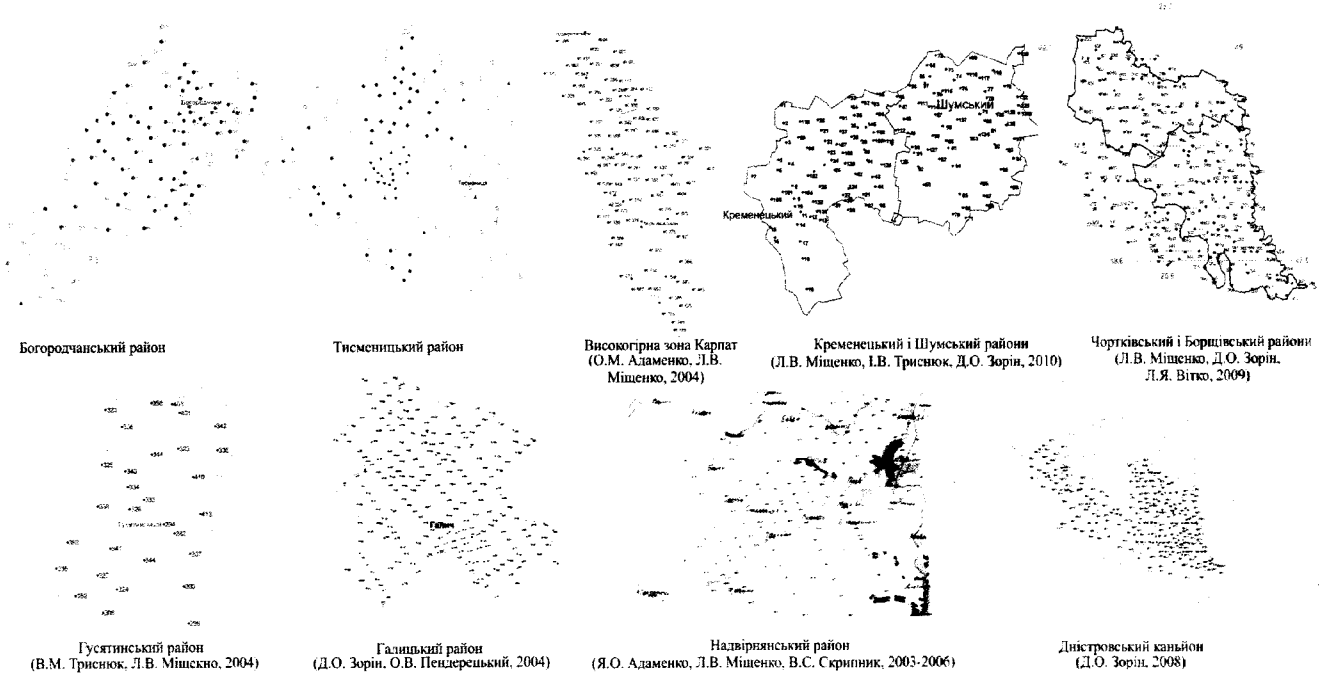


Рис. 3.5. Карта фактичного матеріалу території міста Івано-Франківська (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, О.М. Журавель, 2001-2004) [4]

Локальний ієрархічний рівень, масштаб 1 : 50 000



Богородчанський район

Тисменицький район

Високогірна зона Карпат (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, 2004)

Кременецький і Шумський райони (Л.В. Міщенко, І.В. Триснюк, Д.О. Зорін, 2010)

Чортківський і Борщівський райони (Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, Л.Я. Вітко, 2009)

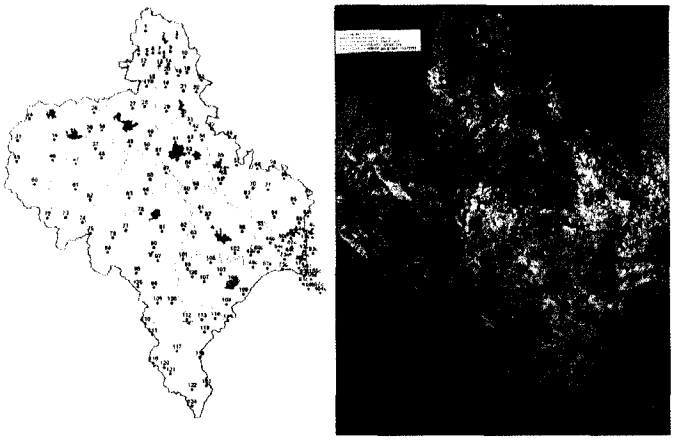
Гусятинський район (В.М. Триснюк, Л.В. Міщенко, 2004)

Галицький район (Д.О. Зорін, О.В. Пендеречький, 2004)

Надвірнянський район (Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко, В.С. Скрипник, 2003-2006)

Дністровський каньйон (Д.О. Зорін, 2008)

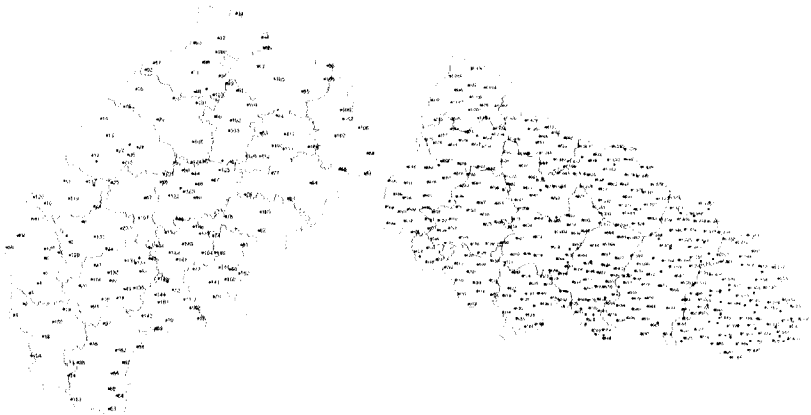
Рис. 3.6. Адміністративні райони [57, 88, 99]



Космознімок

Івано-Франківська область

(О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко,
Д.О. Зорін, М.М. Приходько, 2006) [4, 57, 88, 100-103]



Львівська область

Закарпатська область

Рис. 3.7. Адміністративні області [4, 88]

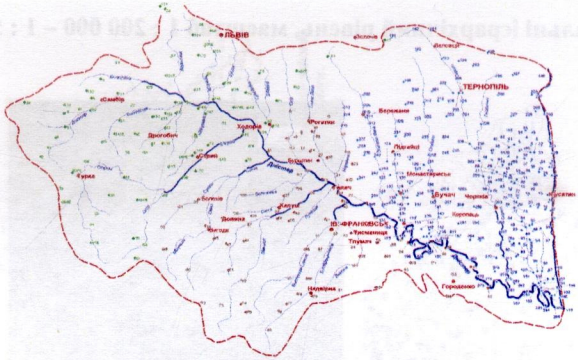


Рис. 3.8 а. Дністровська долинна екосистема (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, 1999-2003) [4]

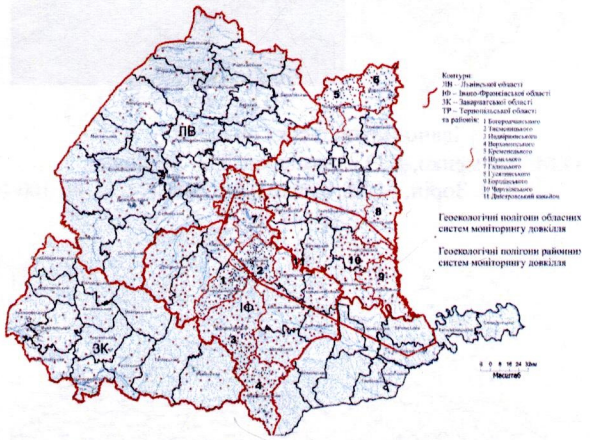


Рис. 3.8 б. Західний регіон України [88]

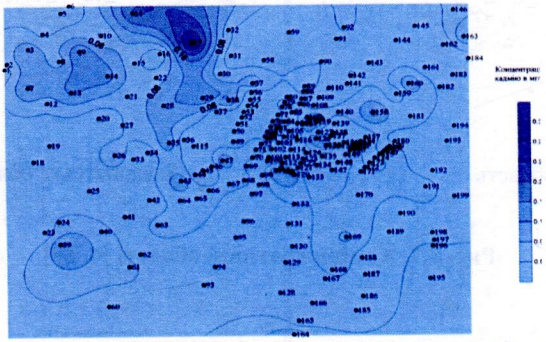


Рис. 3.8 в. Карпатський Єврорегіон (Д.О. Зорін, 2003) [107]

Міждержавний ієрархічний рівень, масштаби 1 : 1 000 000 – 1 : 3 000 000

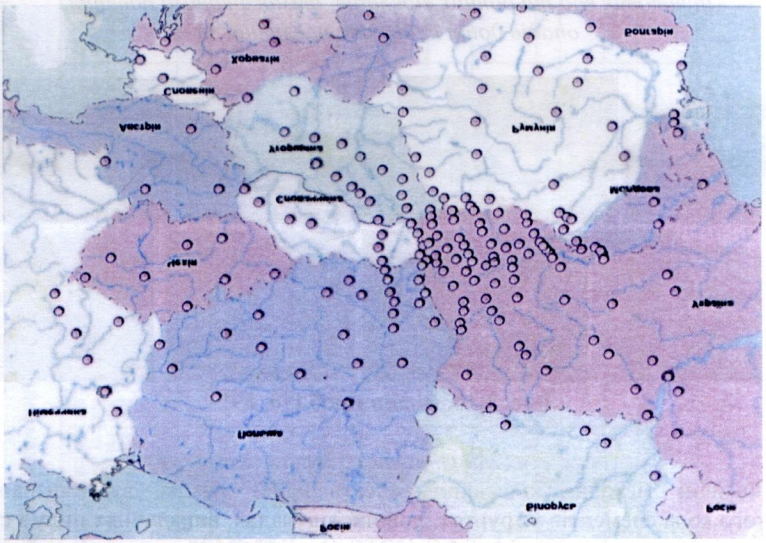


Рис.3.9 а. Центральна та Східна Європа (О.М. Адаменко, 1998) [14]

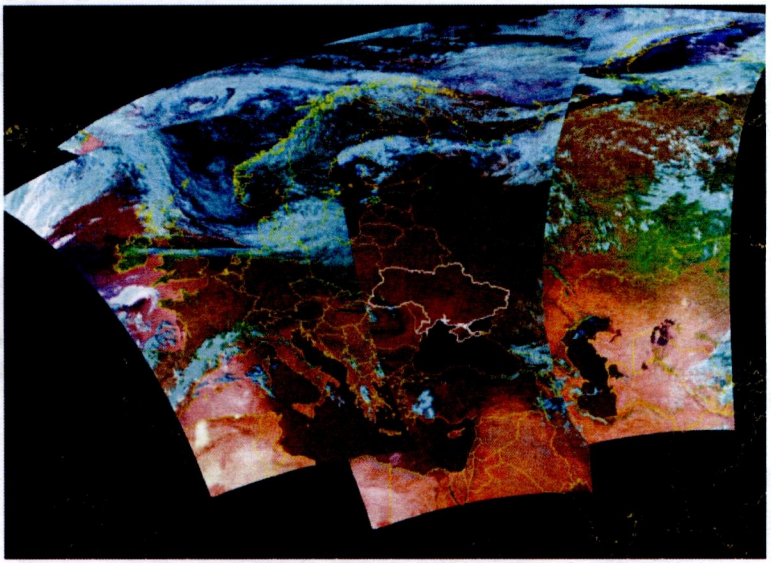


Рис. 3.9 б. Космознімок Європи [14]

Польові екологічні дослідження та відбір проб грунтів, поверхневих, грунтових вод та донних відкладів, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу та рослинності



Рис. 3.10. Відбір проб [70, 89]

Аналітичні роботи

Фізичні методи: кількісний спектральний аналіз для визначення широкого кола елементів у грунтах, донних відкладах, випаданнях пилу і сухих залишках води (спектрографи ДФС і СТЕ-1); кількісний спектральний аналіз проб промислових відходів і стоків (квантометр ОЗС–36 і спектрограф ДФС).

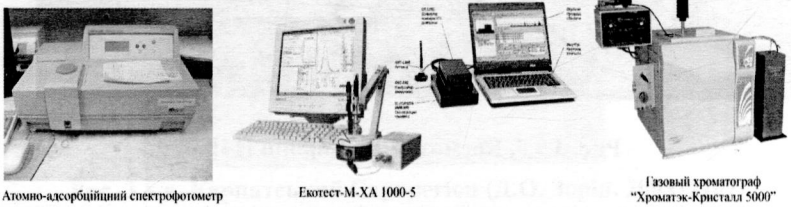
Фізико-хімічні методи: атомно-адсорбційний аналіз з метою вивчення рухомих форм елементів у пробах грунту та окремих елементів у воді (атомно-адсорбційні аналізатори АА-1, Сатурн-1; для визначення ртуті - газоаналізатор РАФ); хіміко-спектральний аналіз – для твердих завислих частин із атмосферного повітря на фільтрах (спектрограф СТЕ–1).

Ядерно-фізичні методи: рентгенофлюоресцентний аналіз для багатокомпонентних зразків (прилад ХР–500).

Хімічні аналізи: колометричний, об'ємний, ваговий, полуменево-фотометричний і хроматографічний, флюорометричний та інші методи для визначення макро- та мікрокомпонентів у грунтових і поверхневих водах.

Хроматографічне визначення інгредієнтів у атмосферному повітрі аналізувалось на хроматографах ЛХМ-80 і ЛХМ-80МД.

Електрохімічні аналізи грунтів і вод методом інверсійної хронопотенційнометрії виконувались на приладах М-ХА 1000-5, ЕКОТЕСТ-ВА-НІР та ВА-ВДЕ (рис. 3.11, табл. 3.3).



Атомно-адсорбційний спектрофотометр

Екотест-М-ХА 1000-5

Газовый хроматограф "Хроматэк-Кристалл 5000"

Рис. 3.11. Прилади для екологічних досліджень [89]

Таблиця 3.3

Елементи і речовини, вміст яких визначався у пробах з компонентів довкілля [89]

Компоненти довкілля / Клас токсичності / Територія	Групи: I	II	III, IV	Поверхневі і ґрунтові води	Донні відклади	Повітря, дощ, сніг	Рослинність
1	2	3	4	5	6	7	8
ВАТ «Івано-Франківськцемент»	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu	Cr Co	Fe Al	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al O_3 N_2 CO_2 CO SO_2 NO_2 пил бензин СЖК ксилол ацетон формальдегід хлор HCl	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al O_3 N_2 CO_2 CO SO_2 NO_2
м.Івано -Франківськ	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu	Cr Co	Fe Al	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al SO_x^R Cl^I ЗР N_2 амон. N_2 нітр. Р O_3 БСК$_5$	O_3 N_2 Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al CO_2 CO SO_2 NO_2 HCl пил бензин СЖК ксилол ацетон формальдегід хлор толуол	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al O_3 N_2 CO_2 CO SO_2 NO_2
Богородчинський район		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	ДДТ НФ	^{137}Cs			
Верховинський район	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu	Cr	Fe Al	NO_3 SO_4^R Cl^I ЗР N_2 амон. Р O_3 БСК$_5$ феноли	O_3 N_2 CO_2 CO пил бензин ацетон	Cd Zn Pb Cu Mo
Галицький район	As	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr	V Sr Fe Al	As Cd Zn Pb Cu Cr Fe NO_3^R SO_4^R Cl^I N_2 амон. БСК$_5$ ДДТ НФ феноли	Pb Cu Zn НФ феноли	O_3 CO_2 CO SO_2 NO_2 пил Pb Cu Zn ацетон
Гусятинський район	Be Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Co Mo	Sr	Be Se Hg Cd Zn Pb Cu Co Mo Cr Ni	Be Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Ni O_3 N_2 CO_2 CO SO_2 NO_2 пил бензин ксилол толуол ацетон формальдегід хлор	Be Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Ni Mo Sr
Долинський район		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni		Fe Al			
Кременецький і Шумський райони								
Надвірнянський район	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr	Fe Al	SO_x^R Cl^I N_2 амон.БСК$_5$ феноли НФ ДДТ Be Se As Hg Cd Zn Pb Cu Co Cr	Pb Cu Zn	O_3 N_2 CO_2 CO SO_2 NO_2 пил бензин СЖК ксилол ацетон формальдегід хлор толуол	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Co Ni Mo V
Тисменецький район	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr	Fe Al	SO_x^R Cl^I N_2 амон. БСК$_5$ феноли Be Se As Hg Cd Zn Pb Cu Co Cr	Pb Cu Zn	O_3 N_2 CO_2 CO SO_2 NO_2 пил бензин СЖК ксилол ацетон формальдегід хлор толуол	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Co Ni Mo V

1	2	3	4	5	6	7	8
Снятинський район	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Co Mo F Tl Sb B	Ba V W Mg Sr Ti Fe Al	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu F Tl Sb B Ni Cr Co Mo Ba V W Mg Sr Ti Fe Al ДДТ аерозолі сильних проміграція	ДДТ аерозолі сильних проміграція As Se Hg Zn Pb Cu Al B Mn Sr Ti Ba	O_3 N_2 CO_2 CH_4 C_2H_4 C_2H_2 C_2H_2 бензин ацетон ксилол толуол бутил-ацетат етанол Cd Zn Cu Ni Cr Mn Pb V Cl	As Se Be Hg Zn Pb Cu Al B Mn Sr Ba F Tl Sb B Co Mo V W Sr Cd Ni
Чортківський і Борщівський райони									
Дністровський район: Монастириський район									
Дністровський район: Заліщицький район									
Дністровський район: Бучацький район									
Карпатський національний природний парк	As	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni				Zn Pb Cu		
Закарпатська область	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Mo	Sr Fe Al V			NO_2 CO_2 SO_2 CO пил бензин хлор НФ Se As Hg Cd Zn Pb Be Cu Cr Ni Mo Fe Al Sr V	
Івано-Франківська область	Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Co Mo	Fe Al		Zn Pb Cu		
Львівська область		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr	Fe Al			O_3 N_2 CO_2 CO бензин пил	
Дністровська долинна екосистема (басейн Верхнього Дністра)		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni		Fe Al	NO_x^R SO_x^R		O_3 N_2 CO	
Карпатський регіон					Fe Al	NO_x^R SO_x^R Cl^I			
Карпатський Єврорегіон		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni					O_3 N_2 CO бензин феноли	
Центральна та Східна Європа		Cd	Pb Cu	ДДТ		Pb Cu Cd		O_3 CO_2 SO_2 ацетон	Cd Pb Cu
Ряди токсичності важких металів, за О.Ф. Рильським (2012)	Sn Cu Co Zn Ag Cd Pb Ni Al Mn Mo Hg V								

Зеленим виділені "скрізьні" елементи, які визначались у всіх пробах

Таблиця 3.4

Результати аналізів на вміст основних забруднювачів (а їх може бути від 12 до 21 і більше) групуються у відповідні бази даних

№ № п.п	№ № проб	Вміст елементів Ci, мг/кг, клас токсичності												Сумарний коефіцієнт забруднення Cf13 або Z
		I клас		II клас					III клас			IV клас		
		Hg	Cd	Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Mo	Cr	Sn	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	1,425594906
2	2	0	0	1,6	5,4	2,6	0,1	0,2	0,03	0	0,02	35,4	6,9	3,041383339
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	25,4016749
4	4	1,5	0,5	16,6	6,1	5,4	0,1	0,1	0,01	0,04	0,03	60,3	91,3	12,82035981
5	5	0	0	1,2	0,4	6,4	0,3	0,3	0,0[illegible]	0	0,04	65,2	5,4	3,[illegible]64076
6	6	0	0	1,6	0,3	6,[illegible]	0,1	0,1	0,02	0	0,03	[illegible]6,1	10,1	4,054[illegible]866
[illegible]	[illegible]7	0	0	1,5	0,5	8,2	0,2	0,1	0,03	0	0,01	24,3	15,3	2,332846045
8	8	0	0	0,9	5,6	4,8	5,[illegible]	4,7	0,2	0	3,1	83,4	16,1	15,09852147
9	9	1,6	0,3	17,3	6,1	72,1	6,4	6	0,04	0,04	0,02	71,3	80,2	14,56081349
10	10	1,3	0,4	16,3	6,1	4,3	0,1	6	0,05	0,03	0,02	72,6	96,4	11,14199348
11	11	1,2	0,5	21,2	0,1	66,3	0,1	6	0,01	0,05	0,03	60,4	71,5	11,6099895
12	12	0	0	4,3	0,4	3,6	0,2	6	0	0	0,01	15,3	6,4	1,325050502
13	13	0	0	1,2	1,2	3,9	0,2	6,1	0,4	0	36,6	12,9	8,2	13,55059219
14	14	0	0	1,6	1,6	6,1	0,1	6	0	0	0,01	12,[illegible]	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	11,13[illegible]6246
16	16	1,3	0,3	18,5	0,9	6,4	0,1	0	0	0,03	0,03	[illegible]5,3	65,4	9,5[illegible]5583
17	17	1,5	0,4	16,4	0,8	6,5	0,2	0	0	0,03	0,04	[illegible]4,3	[illegible]0,4	9,[illegible]4894907

Визначення регіонального геохімічного фону

Таблиця 3.5

Розрахунки фонових (Сф) і аномальних (Са) вмістів та ізоліній рівних концентрацій-ізоконцентрат (ік) свинцю Pb в мг/кг для побудови еколого-техногеохімічних карт ґрунтів

Інтервали класу						
0	0,01-0,1	0,1-1,0	1,0-5,0	5,0-10,0	10,0-25,0	>25,0
0	0,01	0,8	1,1	9,65	14,3	41,2
0	0,01	0,6	1,4	7,04	16,4	35,4
0	0,01	0,95	2,3	9,55	12,3	26,6
0	0,01	0,5	2,4	9,85	22,3	48,9
0	0,03	0,9	1,9	7,05	21,4	38,7
0	0,02	0,3	1,9	5,7	24,3	36,6
	0,03	0,6	1,6	8,1	20,6	38,5
	0,03	0,41	2,3	9,8	21,9	41,2
	0,01	0,4	3,4	5,9	21,7	40,1
	0,02	0,3	2,1	5,3	21,85	36,5
	0,041	0,9	2,85	5,4		32,9
	0,01		4,8	6,35		
	0,03		4,3	9,75		
	0,03		2,9			
			1,6			
			1,6			
			4,6			
			3,5			
			1,4			
			1,55			
			2,4			
			1,32			
			2,9			
			3,6			
			2,4			
			3,15			
			1,4			
			1,6			
			2,4			
			3,15			
			3,85			
			1,6			
			2,9			
			3,9			
$\sum_{i=1}^{n} = 0$	$\sum_{i=1}^{n} = 0,311$	$\sum_{i=1}^{n} = 6,96$	$\sum_{i=1}^{n} = 86,35$	$\sum_{i=1}^{n} = 99,30$	$\sum_{i=1}^{n} = 197,05$	$\sum_{i=1}^{n} = 416,7$
$\frac{\sum_{i=1}^{n}}{n} = 0$	$\frac{\sum_{i=1}^{n}}{n} = \frac{0,311}{14} = 0,022$	$\frac{\sum_{i=1}^{n}}{n} = \frac{6,96}{11} = 0,63$	$\frac{\sum_{i=1}^{n}}{n} = \frac{86,35}{34} = 2,54$	$\frac{\sum_{i=1}^{n}}{n} = \frac{99,3}{13} = 7,7$	$\frac{\sum_{i=1}^{n}}{n} = \frac{197,05}{10} = 19,7$	$\frac{\sum_{i=1}^{n}}{n} = \frac{416,7}{11} = 37,9$
ік = 0	ік = 0,022	ік = 0,63	ік = 2,54	ік = 7,7	ік = 19,7	ік = 37,9

Фон (Сф) (66 проб із 99, тобто 2 з або 66 %) = $\frac{0 + 0,311 + 6,96 + 86,35 + 5,3}{6 + 14 + 11 + 34 + 1} = 1,5$

Аномальний вміст (Са) = 3 · ф = 3 · 1,5 = 4,5

Ізоконцентрати (ік) для карти: 0 – 0,022 – 0,63 – 1,5 – 2,54 – 4,5 – 7,7 – 20 – 37,9

Сф Са ГДК

Регіональний або загальний геохімічний фон $C_ф$ складається з природного $C_ф^{п}$, який був ще до техногенного забруднення, і техногенного $C_ф^{т}$ фонів. Останній визначається як різниця між регіональним, тобто сучасним загальним фоном $C_ф$ і природним $C_ф^{п}$ фонами:

$$C_ф^{т} = C_ф - C_ф^{п}. \quad (3.1)$$

При цьому техногенний фон фактично поділяє досліджувану територію на аномальні (додатні і від'ємні) і чисті зони.

Природний геохімічний фон $C_ф^{п}$ – це фон, визначений на незабруднених територіях національних парків, біосферних та природних заповідників та інших площах природно–заповідного фонду.

Визначивши техногенний фон $C_ф^{т}$, можна розрахувати частку техногенного впливу на кожному геоекологічному полігоні, у кожній точці відбору проб:

$$C_i^{т} = C_i - C_ф^{п}. \quad (3.2)$$

Відомо кілька методів визначення регіонально геохімічного фону на територіях. Це – класичні *статистичні методи,* як *розрахункові* (табл. 3.6) так і *графічні* (рис. 3.12-3.15), методи середніх величин та ін. Всі вони стосуються визначення загального геохімічного фону $C_ф$, без поділу його на природний $C_ф^{п}$ і техногенний $C_ф^{т}$. Досліджено великий обсяг геоекологічних полігонів (1 441 точка відбору проб та їх аналіз) і тому пропонується *роздільне визначення загального* $C_ф$, *природного* $C_ф^{п}$ і *техногенного* $C_ф^{т}$ *геохімічних фонів програмно-комп'ютерним методом.*

Статистичні розрахункові методи визначення загального геохімічного фону Сф

Визначення загального геохімічного фону $C_ф$ складаються із наступних етапів статистичної обробки даних:

- групування аналізів у вибірки;
- перевірка гіпотез розподілу вмістів елементів у виборці;
- розрахунки статистичних величин розподілу елементів у компонентах;
- оцінка середніх значень.

Користуючись формулами таблиці 3.6 та гістограмами розподілу хімічних елементів у грунтах (рис. 3.12), визначаємо, що розподіл нормальний. Таким чином, вищезазначені статистичні показники є прийнятними для досліджуваного регіону.

Таблиця 3.6

Статистичні параметри для розрахунків

Статистичні параметри	Розрахункові формули
Середнє:	
арифметичне	$\bar{\chi} = \sum \chi_i / N$
логарифмів	$\lg \bar{\chi} = \sum \lg \chi_i / N$
максимально правдиве	$C = 10^{\lg \chi + 1{,}1513 S^2_{\lg}}$
Дисперсія розподілу:	
вмістів	$S^2 = \sum (\chi_i - \bar{\chi})^2 / N - 1$
логарифмів вмістів	$S^2_{\lg} = \sum (\lg \chi_i - \lg \bar{\chi})^2 / N - 1$
Середньоквадратичне відхилення:	
середнє логарифмів вмістів	$S_{\lg} = \sqrt{\sum (\lg \chi_i - \lg \bar{\chi})^2 / N - 1}$
максимально правдиве	$S = \sqrt{\frac{(C_1 - C)^2}{4} (10^{2{,}3026 S^2_{\lg}} - 1)}$
відносне, %	$S_r = 100 \sqrt{10^{2{,}3026 S^2_{\lg}} - 1}$
Коефіцієнт асиметрії	$A = \sum (\chi_i - \bar{\chi})^3 / N \cdot S^3 \sqrt{6(N+3)^{-1}}$ $A\lg = \sum (\lg \chi_i - \lg \bar{\chi})^3 / N \cdot S^3 \sqrt{6(N+3)^{-1}}$
Коефіцієнт ексцесу	$э = \sum \frac{(\chi_i - \bar{\chi})^4}{NS^4} - 3 / \sqrt{25(N+5)^{-1}}$ $э\lg = \sum \frac{(\lg \chi_i - \lg \bar{\chi})^4}{NS^4} - 3 / \sqrt{25(N+5)^{-1}}$
Коефіцієнт Пірсона	$\chi^2 = \sum (n_j - n_j)^2 / n_j$
t-критерій Ст'юдента	$t_c = (\chi_1 - \chi_2) / - \sqrt{\frac{S^2 \chi_1}{N_1} + \frac{S^2 \chi_2}{N_2}}$
t-критерій Родіонова	$t_r = \frac{\lg \chi_1 - \lg \chi_2 + 1{,}153 \left(S^2_{\lg \chi_1} - S^2_{\lg \chi_2} \right)}{\sqrt{\frac{S^2_{\lg \chi_1}}{N_1} + \frac{S^2_{\lg \chi_2}}{N_2} + 2{,}65 \left[\frac{S^4_{\lg \chi_1}}{N_1 - 1} + \frac{S^4_{\lg \chi_2}}{N_2 - 1} \right]}}$
Фоновий вміст	$x_ф = 50\%$ частоти зустрічання
Флуктуація фону	$x_{фн.} \div x_ф = x_ф \div mS$
Кларк концентрації	$K = x_ф (C_ф)$Кларк
Коефіцієнт концентрації	$K_к = x(C_ф)виборки / x_ф (C_ф) рег.$
Коефіцієнт аномальності, %	$K_{ан} = 100 N_{ан} / N$

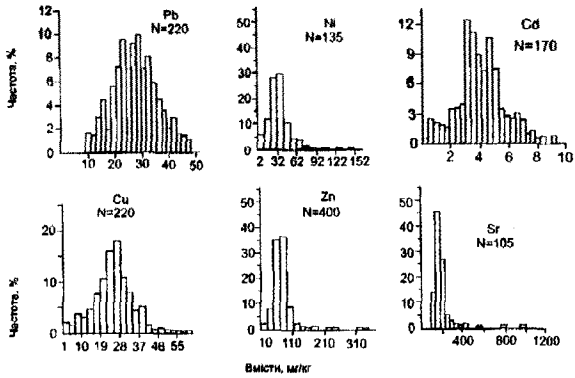


Рис. 3.12. Гістограми розподілу хімічних елементів у ґрунтах, мг/кг, N– кількість проб у вибірці [57]

Графічні методи визначення загального геохімічного фону Сф (рис. 3.13-3.19)

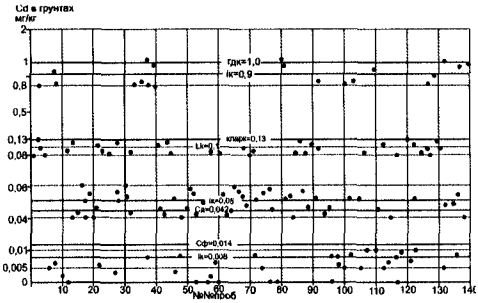


Рис. 3.13. Розповсюдження кадмію Cd в ґрунтах Дністровського каньйону: графічне визначення фонових і аномальних значень (Д.О. Зорін, 2007) [57]

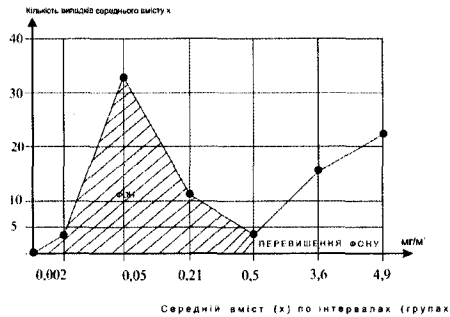


Рис. 3.14. Розподіл середнього вмісту ($\overline{X}$)чадного газу по інтервалах (групах) в атмосферному повітрі Гусятинського району (В.М. Триснюк, Л.В. Міщенко, 2002) [89, 114]

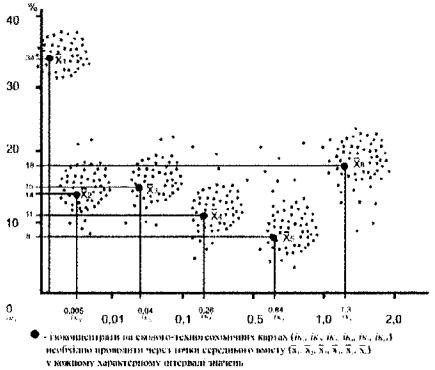


Рис. 3.15. Хвильово-ройовий характер розподілу забруднюючих речовин у грунтах (Д.О. Зорін, 2007)

Програмно-комп'ютерний метод визначення загального геохімічного фону Сф за статистичними параметрами

Таблиця 3.7

Розподіл елементів в сірих лісових опідзолених грунтах Карпатського регіону (Г.Д. Гуцуляк та ін., 2005)

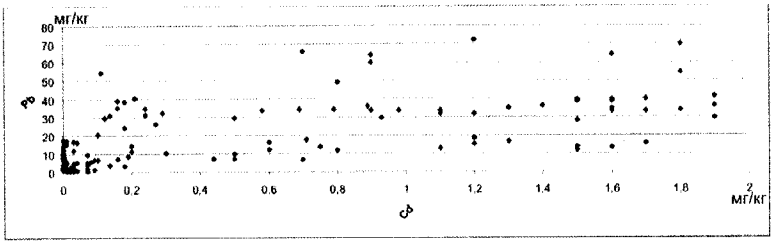
Елемент	N вибірки	Вміст, мг/кг			Статистичні параметри				
		X_{min}	X_{max}	$\overline{X}$	S	A	E	$X_ф$	K
V	47	20.0	111	70.9	26.1	-1.3	-1.6	71.0	0.71
Cr	50	55.5	138.2	92.8	17.1	0.3	0.1	92.8	0.47
Mn	50	260	4400	945	590	12.3	33.2	796	0.94
Co	50	2.0	26.0	8.6	6.1	3.3	0.8	8.0	0.8
Ni	50	9.8	82.0	39.1	13.6	1.2	2.5	39.1	0.95
Cu	55	6.0	42.3	26.4	8.1	-2.6	1.2	26.4	1.37
Zn	55	30.0	104	73.1	16.8	-3.2	0.8	79.2	1.58
As	68	3.0	55.1	27.7	12.2	1.2	-0.4	27.7	4.9
Rb	47	46.8	921	137	186	8.8	11.6	140	2.33
Sr	47	120	244	182	26.0	-0.1	-0.9	180	0.6
Cd	68	0.02	0.87	0.21	0.14	6.1	8.9	0.2	0.4
Cs	26	1.7	8.3	4.1	1.2	-0.5	-0.7	1.2	0.24
Ba	47	278	688	444	83.6	1.4	0.9	445	0.89
Hg	97	0.003	1.75	0.21	0.25	13.2	31.0	0.12	12.0
Pb	54	6.0	40.0	19.8	9.4	1.1	-	20.0	2.0

З метою визначення кореляційних зв'язків між вмістом різних хімічних елементів був виконаний регресивний аналіз: кореляція між всіма можливими парами елементів у грунтах та інших середовищах (Hg з As, Cd, Pb і т.д.; As з Cd, Pb, Cu і т.д.) – 121 пара у кожному із 5 середовищ, тобто всього 605 пар):

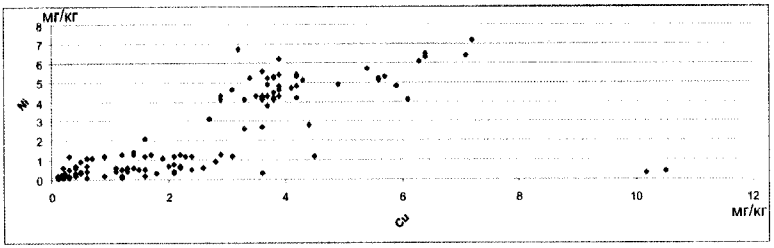
$$p = \frac{\overline{xy} - \overline{x} \cdot \overline{y}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\overline{x} \cdot \overline{y}}{n\sigma_x \sigma_y}, \qquad (3.3)$$

де p – коефіцієнт кореляції, x і y – вміст елементів C_i в тому чи іншому середовищі у конкретній пробі, $\overline{x}$ і $\overline{y}$ – середні вмісти, σ_x і σ_y – стандартні відхилення.

Це дозволило виявити тісні зв'язки у ґрунтах між Zn, Cu, Pb, Cd і Ni (p=*0,62–0,76*), Hg і As (*0,67*), Fe і Al (*0,85*) (рис. 3.16).



ρ= 0,679 n=136



ρ= 0,717 n=136

Рис. 3.16. Кореляційні зв'язки між вмістами елементів Сі в грунтах

Характерно, що при кореляції коефіцієнтів концентрації K_k тих же елементів, зв'язок між ними підсилюється (*p = 0,75 – 0,91*). Це свідчить про спільне походження вказаних груп елементів, а також про можливість визначати елемент–індикатор для пошуку аномалій забруднення, зменшувати кількість аналізів і обчислювати вміст інших елементів через коефіцієнт кореляції:

$$\bar{y}_x - \bar{y} = p\frac{\sigma_y}{\sigma_x}(x - \bar{x}). \qquad (3.4)$$

Тобто, знаючи вміст у пробі, наприклад, цинку ми можемо вирахувати, скільки у ній Pb, Cu, Cd і т.д.

Із графіків кореляції витікає ще один важливий висновок: найбільш тісні зв'язки (*p = 0,85 – 0,95*) характерні для вказаних елементів в інтервалах від 0 до фонових значень, що свідчить про природній парагенезис цих елементів у ґрунтах. Вище фонових значень різко зростає дисперсія, а це вказує на техногенну природу аномалій. (рис. 3.17).

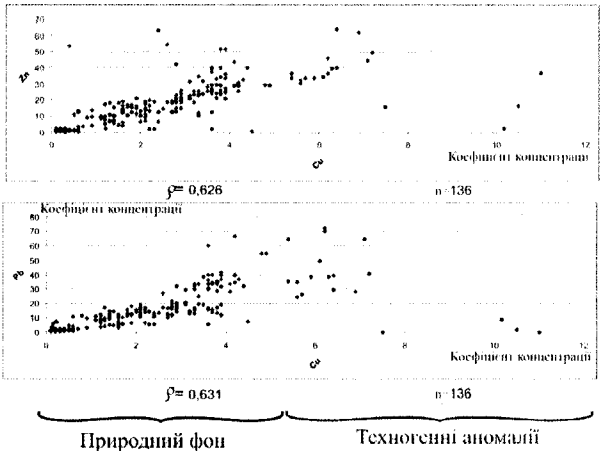


Рис. 3.17. Кореляційні зв'язки між коефіцієнтами концентрації Kk елементів в ґрунтах між одними і тими ж елементами у різних середовищах (Д.О. Зорін, 2008) [57]

Пропонується новий комп'ютерний програмний продукт ECOSTAT (Л.В. Міщенко, М.В. Крихівський, Д.О. Зорін, 2012), який дозволяє підвищити ефективність статистичних методів та автоматизувати рутинний процес розрахунків фонових (Сф), аномальних (Са) концентрацій та ізоконцентрат (Ік) речовин – забруднювачів. (рис. 3.18).

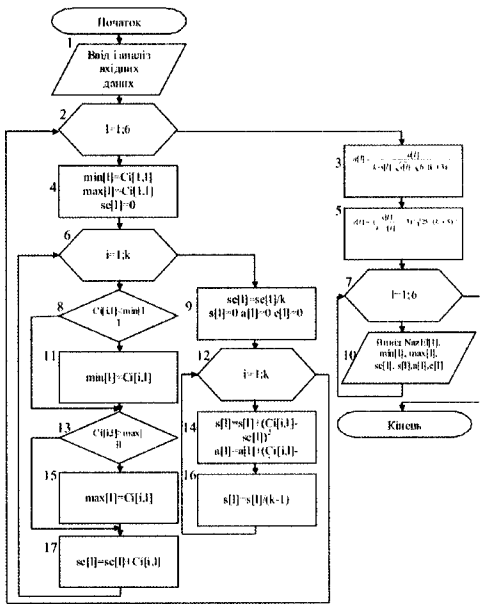


Рис. 3.18. Програмний продукт ECOSTAT [89]

Аналіз інформації та методи складання екологічних карт ґрунтуються на використанні програмних продуктів Surfer та MAP Info (рис. 3.19 а, 3.19 б).

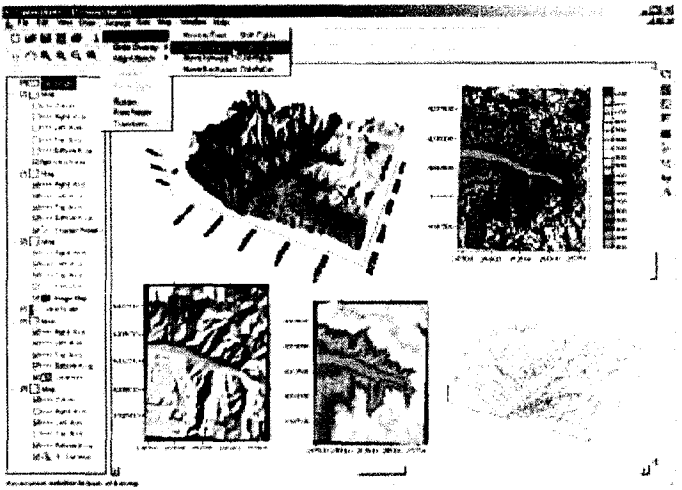


Рис. 3.19 а. Візуалізація поверхонь Surfer [54]

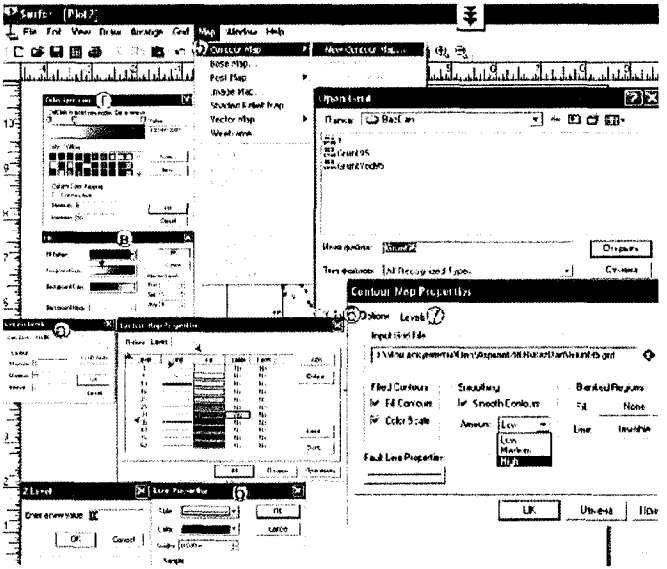


Рис. 3.19 б. Робочі панелі Surfer для побудови техногеохімічних карт (Д.О. Зорін, 2013) [54]

Для побудови техногеохімічних карт Surfer використовує дані на прямокутній регулярній мережі – GRID. У пакеті реалізована велика кількість алгоритмів її побудови (регуляризації або гріддінгу). Серед них: тріангуляція, метод зворотніх відстаней, кріггинг, полінормальна регресія, метод мінімальної кривизни, метод Шепарда, метод радіальних базисних функцій, метод ковзаючого середнього, метод локальних поліномів.

Основне призначення Golden Software Surfer та MapInfo Professional:

Створення карт ізоліній, тривимірних, тіньових і ін. карт; регуляризация і аналіз просторових даних.

Основні формати представлення даних: карти ізоліній, тривимірне зображення поверхні, каркасне уявлення, тіньові карти рельєфу, поле векторів, растрові і векторні карти-підкладки, відображення точкових об'єктів, написів і графічних примітивів.

Відокремлення техногенної складової екологічної безпеки від природної

Для оцінки природної складової екологічної безпеки необхідно враховувати особливості геохімії ландшафтів різних територій досліджуваного Західного регіону України, в межах якого виділяються кілька класів геохімічних ландшафтів.

На карту розміщення геоекологічних полігонів (рис. 3.8 б) винесені контури розповсюдження різних класів геохімічних ландшафтів, а базу даних з вмісту забруднюючих елементів розділено відповідно до цих класів (табл. 3.8).

Такі розрахунки пропонуються на прикладі Гусятинського району, на території якого є ПЗ „Медобори" з природним геохімічним фоном, а більшу частину району займають техногенно змінені ПАГС (табл. 3.9).

Для розрахунків обрано вміст у пробах C_i шести хімічних елементів Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Ni, тому що вони визначались у пробах більшості ПАГС, тобто є "скрізними" (табл. 3.3).

Таблиця 3.8

Геохімічні фони (Сф, $С_ф^п$, $С_ф^т$) цинку (Zn) на територіях розвитку різних класів геохімічних ландшафтів Західного регіону України [54]

Території	Клас ландшафтів	Геохімічний фон цинк			ГДК цинку
		загальний $С_ф$	природний $С_ф^п$	Техногенний $С_ф^т$	
Закарпаття	Са	19,4	13,7 ППП «Зачарований край»	5,7	23
		18,2	13,0 Чорна гора Карпатського біосферного заповідника	5,2	
Гірська частина Карпат	Н	8,4	6,2 КНПП	2,2	
		8,6	6,0 Ужанський НПП	2,6	
		8,4	6,2 НПП «Сколівські Бескиди»	2,2	
		8,3	6,1 НПП «Синевір»	2,2	
		8,8	6,0 НПП «Гуцульщина»	2,8	
		8,7	5,3 ПЗ «Горгани»	3,4	
Прикарпаття	Са	12,7	8,5 НПП «Галицький»	4,2	
Опілля і Гологори	Н – Са	8,9	6,4 НПП «Кременецькі гори»	2,5	
		8,4	6,04 НПП «Яворівський»	2,4	
		8,7	6,34 ПЗ «Розточчя»	2,4	
Прут-Дністровське межиріччя і Західне Поділля		9,0	7,2 ПЛП «Дністровський каньйон»	1,8	
	Н – Са	8,8	7,1 ПЗ «Медибори»	1,7	
Полісся	Н – Са	12,5	9,2 Львівська область	3,3	

Таблиця 3.9

База даних з вмісту хімічних елементів Сі, їх природного фону $С_ф^{п}$ та техногенного вмісту $С_і^{т}$, коефіцієнтів концентрації $К_к^{т}$ та техногенного СПЗт у грунтах Гусятинського району та природного заповідника " Медобори" (2013 р.) [54, 89, 114]

№	№ проби	Вміст елементів (мг·кг⁻¹) та клас їх небезпеки (I-II)																							
		I								II															
		Hd валовий, ГДК= 2,1				Cd валовий, ГДК= 0,6				Pb рухомий, ГДК= 32				Cu рухомий, ГДК= 3				Zn рухомий, ГДК= 23				Ni рухомий, ГДК= 4				СПЗт
		$С_і$	$С_ф^{п}$	$С_і^{т}=С_і-С_ф^{п}$	$К_к^{т}$	$С_і$	$С_ф^{п}$	$С_і^{т}$	$К_к^{т}$	$С_і$	$С_ф^{п}$	$С_і^{т}$	$К_к^{т}$	$С_і$	$С_ф^{п}$	$С_і^{т}$	$К_к^{т}$	$С_і$	$С_ф^{п}$	$С_і^{т}$	$К_к^{т}$	$С_і$	$С_ф^{п}$	$С_і^{т}$	$К_к^{т}$	$СПЗт$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Природний заповідник "Медобори"																										
1	3	3,6	0,12			1,4	0,3			74	3,5			7,4	0,3			61	1,7			0,3	0,12			
2	4	0,07	0,12			0,2	0,3			3,4	3,5			0,6	0,3			1,7	1,7			0,5	0,12			
3	5	0,09	0,12			0,7	0,3			3,6	3,5			0,5	0,3			1,3	1,7			0,1	0,12			
4	6	0	0,12			0,1	0,3			1,6	3,5			0,7	0,3			1,2	1,7			0,2	0,12			
5	7	0	0,12			0,6	0,3			1,7	3,5			0,1	0,3			1,1	1,7			0,1	0,12			
6	8	0	0,12			0,1	0,3			1,9	3,5			0,3	0,3			1,3	1,7			0,3	0,12			
7	9	0	0,12			0,2	0,3			71	3,5			0,3	0,3			1,7	1,7			0,6	0,12			
8	24	3,1	0,12			0,2	0,3			3,4	3,5			0,1	0,3			1,4	1,7			0,011	0,12			
9	25	0	0,12			0,4	0,3			6,5	3,5			0	0,3			1,9	1,7			0,03	0,12			
10	26	0	0,12			0,6	0,3			4,9	3,5			0	0,3			2,3	1,7			0,09	0,17			
11	27	0,4	0,12			0	0,3			7,1	3,5			0,2	0,3			6,9	1,7			0,07	0,12			
12	28	0,6	0,12			0	0,3			6,2	3,5			0,3	0,3			1,2	1,7			0	0,12			
13	29	0,3	0,12			0	0,3			1,4	3,5			0	0,3			1,4	1,7			0	0,12			
14	30	0,1	0,12			0	0,3			1,9	3,5			0	0,3			2,3	1,7			0,01	0,12			
15	31	0,2	0,12			0,1	0,3			2,3	3,5			0	0,3			3,6	1,7			0,09	0,12			
16	32	0	0,12			0,2	0,3			2,2	3,5			0,1	0,3			3,1	1,7			0	0,12			
17	33	0,3	0,12			0,6	0,3			3,1	3,5			1,6	0,3			1,9	1,7			0	0,12			
18	34	0	0,12			1,2	0,3			3,9	3,5			1,4	0,3			1,2	1,7			0	0,12			
19	35	0	0,12			1,4	0,3			4,3	3,5			1,5	0,3			0	1,7			0	0,12			
Гусятинський район (за межами ПЗ "Медобори")																										
26	1	0,05	0,12	0	0	0,1	0,3	0	0	65	3,5	62	18	0,5	0,3	0,2	0,6	1,5	1,7	0	0	0,7	0,12	0,6	4,8	22,9
27	2	0,06	0,12	0	0	0,1	0,3	0	0	68	3,5	65	19	0	0,3	0,3	1	1,6	1,7	0	0	0,4	0,12	0,3	2,3	22,3
28	10	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	39	3,5	38	11	0,2	0,3	0	0	1,1	1,7	0	0	0	0,12	0	0	11,3
29	11	0,03	0,12	0	0	0	0,3	0	0	2,3	3,5	0	0	0	0,3	0	0	1,7	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
30	12	0,07	0,12	0	0	0	0,3	0	0	2,9	3,5	0	0	0,1	0,3	0	0	1,3	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
31	13	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	3,6	3,5	0,1	0,3	0,3	0,3	0	0	1,9	1,7	0,2	0,1	0,1	0,12	0	0	0
32	14	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	68	3,5	65	18	0,2	0,3	0	0	1,6	1,7	0	0	0,7	0,12	0,6	5	0,4
33	15	3,1	0,12	2,98	25	1,3	0,3	1	0,3	61	3,5	58	17	6,5	0,3	6,2	21	57	1,7	55,3	33	8,1	0,12	7,9	66	23
34	16	0	0,12	0	0	0,1	0,3	0	0	1,7	3,5	0	0	0,3	0,3	0	0	1,8	1,7	0,1	0	0,9	0,12	0,8	6,5	14,2
35	17	0	0,12	0	0	0,7	0,3	0,4	1,3	1,4	3,5	0	0	0,7	0,3	0,4	1,3	1,7	1,7	0	0	0	0,12	0	0	6,6
36	18	0,01	0,12	0	0	0,3	0,3	0	0	1,3	3,5	0	0	0,1	0,3	0	0	1,5	1,7	0	0	0	0,12	0	0	2,6
37	19	0,07	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0,9	3,5	0	0	0,2	0,3	0	0	1,7	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
38	20	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0,1	3,5	0	0	0	0,3	0	0	0,9	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
39	21	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0,1	3,5	0		0	0,3	0	0	0,8	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
40	22	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0	3,5	0	0	0	0,3	0	0	0,3	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
41	23	3,1	0,12	2,98	25	0,9	0,3	0,6	2	66	3,5	62	12	6,1	0,3	5,8	29	57	1,7	55,3	33	8,1	0,12	7,9	66	167
42	37	0	0,12	0	0	1,2	0,3	0,9	3	16	3,5	13	3,8	7,7	0,3	7,4	25	29	1,7	27,3	17	3,6	0,12	3,5	29	77,8
43	38	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,2	3,5	0	0	0	0,3	0	0	0	1,7	0	0	0	0,12	0	0	1
44	39	3,6	0,12	0	0	0,9	0,3	0,6	2	19	3,5	16	4,4	6,3	0,3	6	20	34	1,7	32,3	19	3,1	0,12	3	25	99,4
45	40	1,4	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,2	3,5	0	0	0	0,3	0	0	1,6	1,7	0	0	0,01	0,12	0	0	10,7
46	41	1,6	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,4	3,5	0	0	1,4	0,3	1,1	4	1,9	1,7	0,2	0,1	0,02	0,12	0	0	16,12
47	42	1,3	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,9	3,5	0	0	0	0,3	0	0	2,4	1,7	1,5	0,8	0,07	0,12	0	0	9,08
48	43	0	0,12	0	0	1,6	0,3	1,3	4	69	3,5	66	18	6,3	0,3	6	20	27	1,7	25,3	15	3,1	0,12	3	25	92
49	44	0	0,12	0	0	1,4	0,3	1,1	0,3	73	3,5	70	18	6,9	0,3	6,6	22	24	1,7	22,3	13	3,6	0,12	3,5	29	81,1

Всього у базі даних 79 проб

Розрахунки природного фону $С_ф^{п}$ виконувались шляхом групування $С_і$ в інтервали (наприклад: 0; 0-0,1; 0, 1-1,0) для визначення ізоконцентрат – ізоліній (Ік) для складання техногеохімічних карт. При цьому враховувались дані тільки

2/3 (66,6%) від загальної кількості проб, а 1/3 найменших вмістів – min (не характерних) і найбільших – max („ураганних") із розрахунків виключались.

Розрахунки виконувались за формулою:

$$C_i^T = C_i - C_\phi^B . \quad (3.5)$$

Коефіцієнт концентрації:

$$K_k = C_i^T / C_\phi^B . \quad (3.6)$$

Сума коефіцієнтів концентрації для кожного хімічного елемента-забруднювача складала сумарний показник техногенного забруднення

$$СПЗ^T = \sum_{n=1}^{6} K_k . \quad (3.7)$$

Побудовані відповідні техногеохімічні картосхеми на прикладі Гусятинського району (рис. 3.20-3.24) [114].

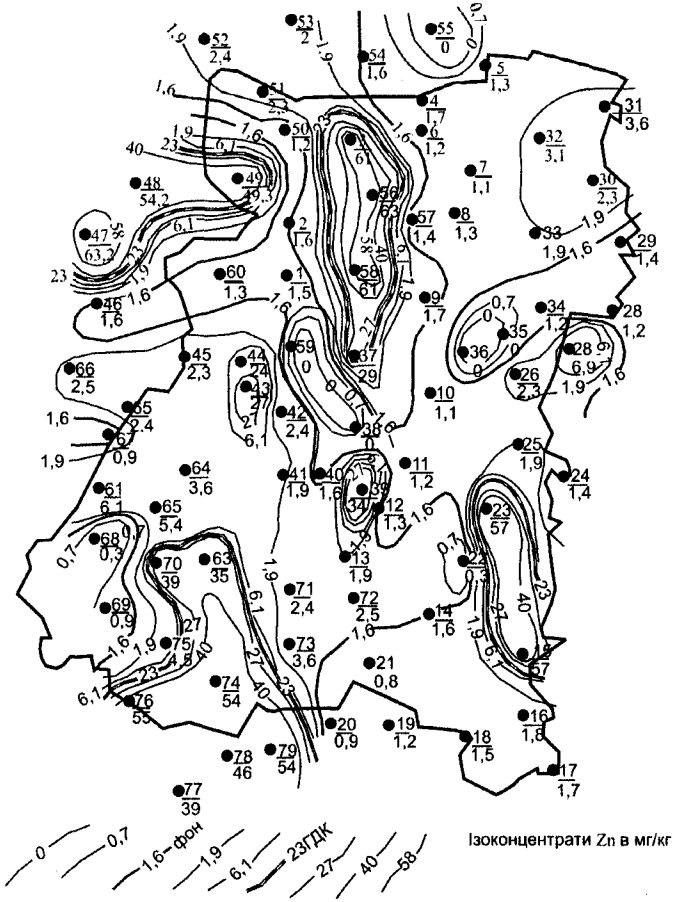


Рис. 3.20. Техногеохімічна картосхема вмісту (мг/кг) цинку (Zn) C_i у ґрунтах (побудована методом тріангуляції). М 1:100 000 [114]

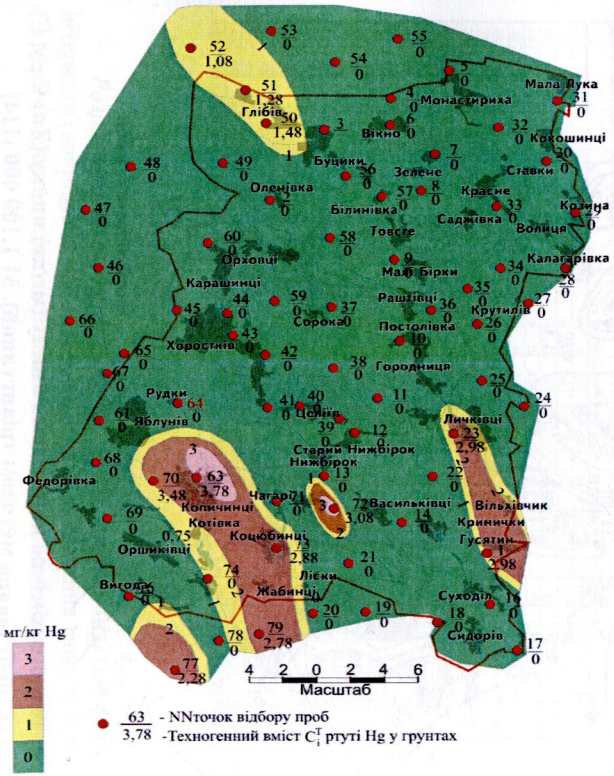


Рис. 3.21. Техногеохімічна картосхема техногенного вмісту C_i^T ртуті Hg у грунтах [89]

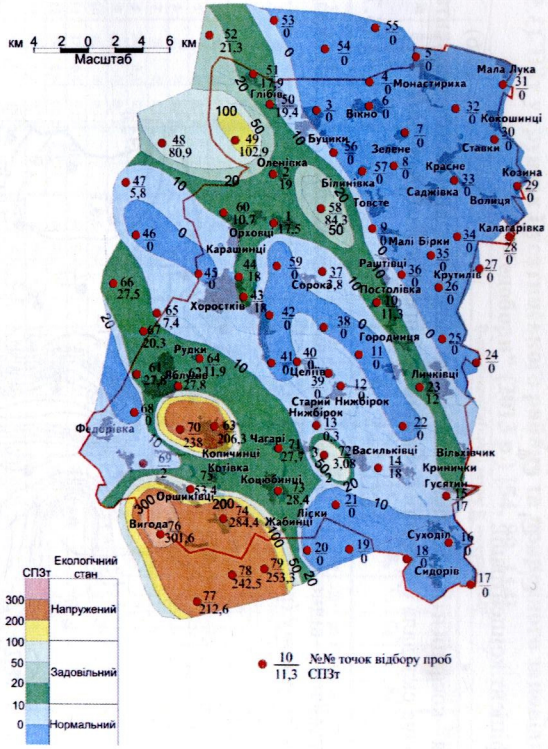


Рис. 3.22. Техногеохімічна картосхема СПЗ^T грунтів [54, 89]

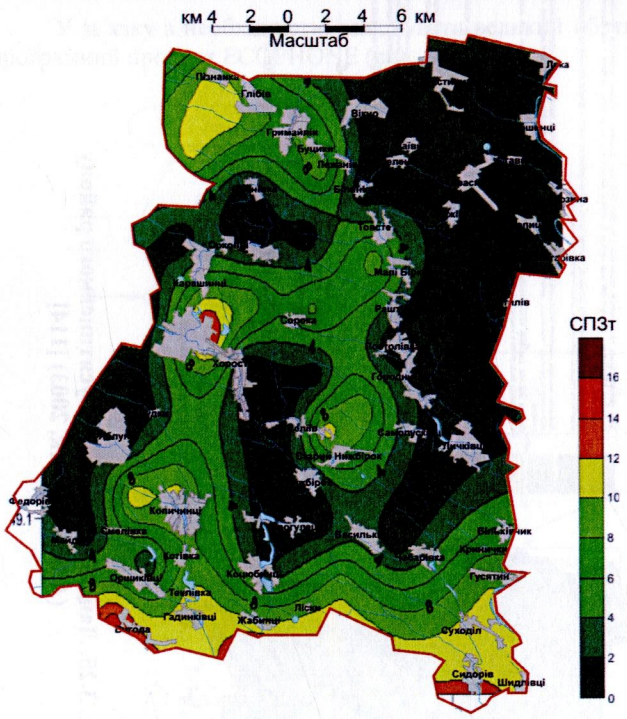


Рис. 3.23. Техногеохімічна картосхема сумарного показника техногенного забруднення СПЗ^{т} атмосферного повітря [54, 89]

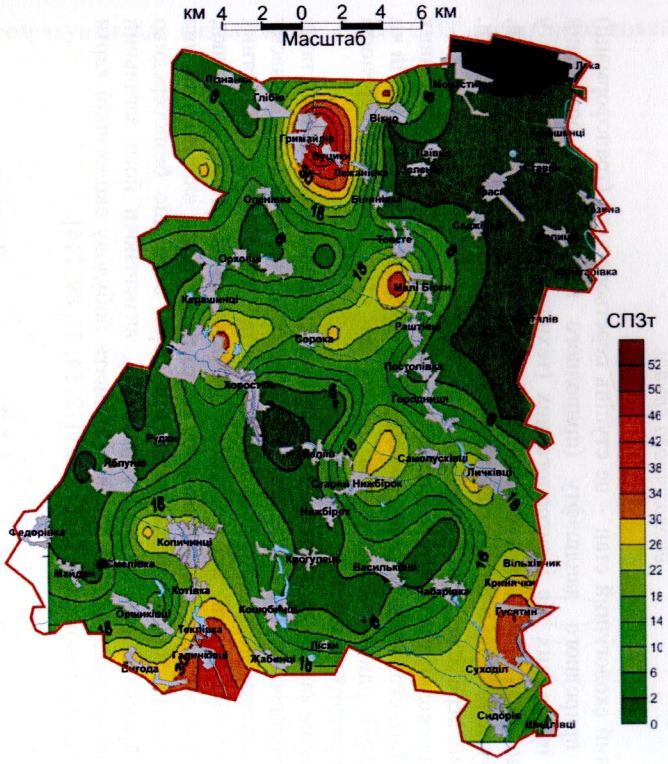


Рис. 3.24. Техногеохімічна картосхема сумарного показника техногенного забруднення СПЗ^{т} золи трав'янистої рослинності [54, 89, 114]

Сучасний екологічний стан – це ступінь перетвореності (трансформації) первинного природного ландшафту (природного геохімічного 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 до 6-8: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний [57].

Сучасна екологічна ситуація – це просторова „мозаїка" із геоекологічних структур різного екологічного стану (зміни у просторі), які створюють на тій чи іншій території одночасне існування різних за ступенем перетвореності ділянок, зображених на карті.

Екологічна карта – це картографічна модель сучасних екологічних станів різних геоекологічних структур, 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. Тобто ця множина значень повинна відображати не те, що впало на грунт з повітря, а те, що безпосередньо міститься у ґрунті, в різних його горизонтах, визначаючи його загальний сучасний стан на ландшафтній основі. Починати побудову екологічної карти необхідно з ландшафтної карти (рис. 3.25) [12, 54, 57, 89, 114].

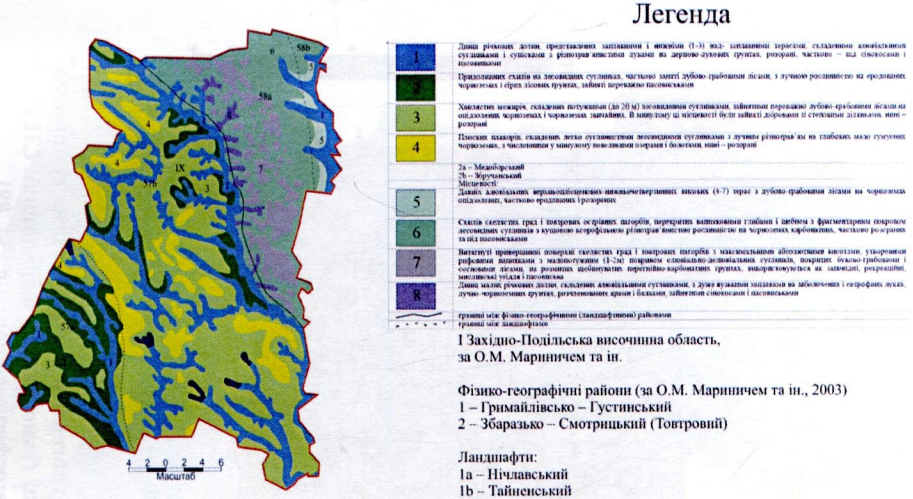


Рис. 3.25. Ландшафтна карта Гусятинського району (А.В. Мельник, 2003) [114]

У зв'язку з необхідністю виконувати великий обсяг розрахунків для визначення $C_{ф}^{п}$, $C_{і}^{г}$, СПЗ^{т} розроблено новий програмний продукт ECOPHONE (рис. 3.26).

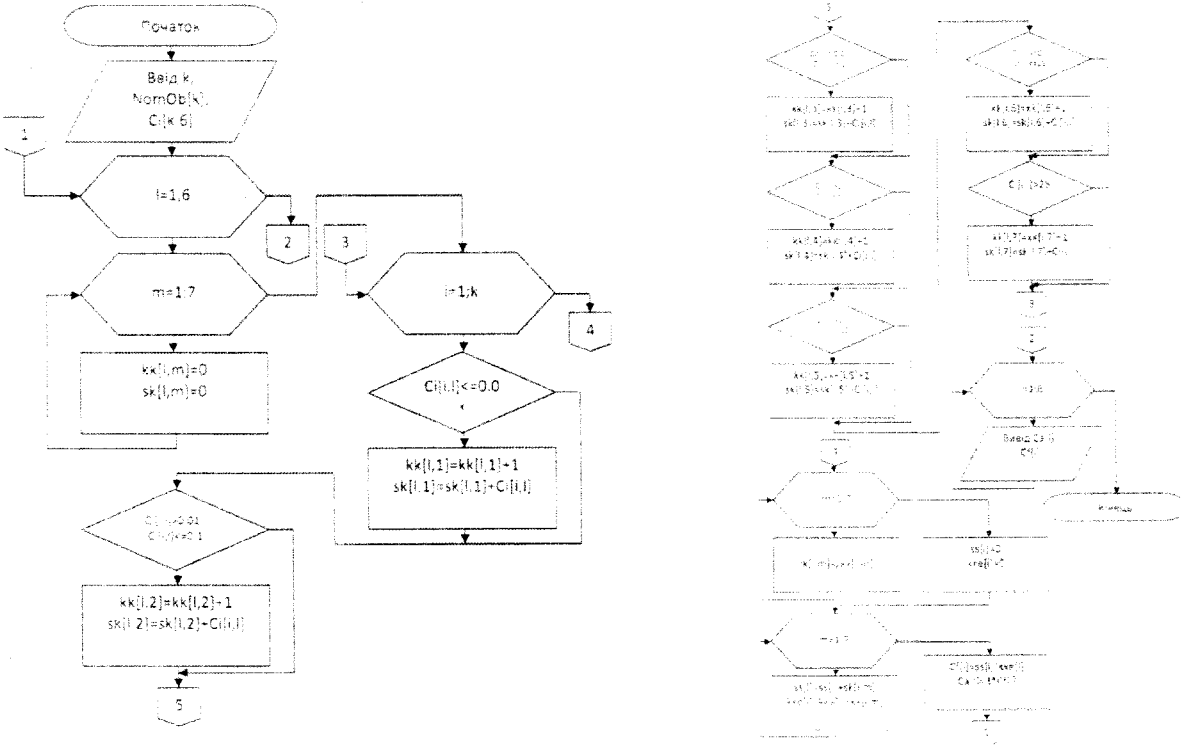


Рис. 3.26. Програмний продукт ECOPHONE (Л.В. Міщенко, М.В. Крихівський, Д.О. Зорін, 2012) [54]

На ландшафтну карту виносяться дані з екологічного стану усіх компонентів довкілля (рис.3.27):

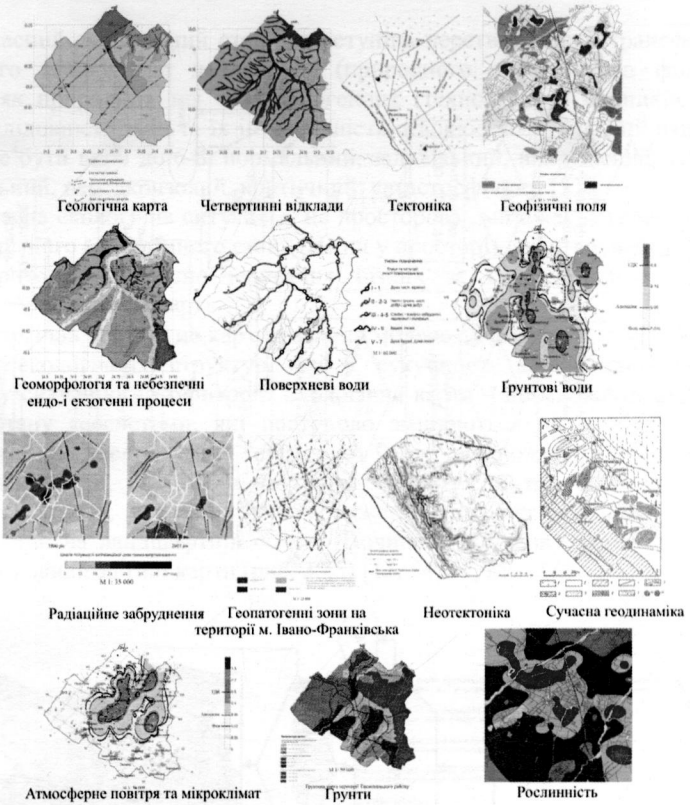


Рис. 3.27. Компоненти екологічної карти [54]

Для побудови екологічної карти або карти сучасної екологічної ситуації (рис.3.29) необхідно оцінити екологічний стан усіх компонентів довкілля, тобто виконати екологічний аудит території, алгоритм якого виглядає наступним чином:

$$Ep = f\left(\frac{Tcф}{ЛТ}, \frac{Tcф}{ГФ}, \frac{Tcф}{ГМ}, \frac{Tcф}{ГД}, \frac{Tcф}{АТ}, \frac{Tcф}{ПД}, \frac{Tcф}{ФС}, \frac{Tcф}{ЗС}, \frac{Tcф}{ДС}\right), \quad (3.8)$$

де *Ер* – сучасна екологічна ситуація; *ЛТ, ГФ, ГМ, ГД, АТ, ПД, ФС, ЗС, ДС* – природний стан літосфери, геофізсфери, геоморфосфери, гідросфери, атмосфери, педосфери, фітосфери, зоосфери, демосфери; *Тсф* – техногенний вплив на компоненти геоекосистеми:

$$Tcф = f(ВМ, ПС, МД, НФ, РР...та\ ін.), \quad (3.9)$$

де *ВМ* – важкі метали; *ПС* – пестициди; *МД* – мінеральні добрива; *НФ* – нафтопродукти; *РР* – радіоактивні речовини та ін.

Пропонується автоматизувати процес побудови комплексних, сумарних, синтетичних, інтегральних карт сучасної екологічної ситуації як результату екологічного аудиту шляхом прозорого комп'ютерного накладання покомпонентних карт, які є результатом накладання поелементних техногеохімічних карт. (рис.3.28).

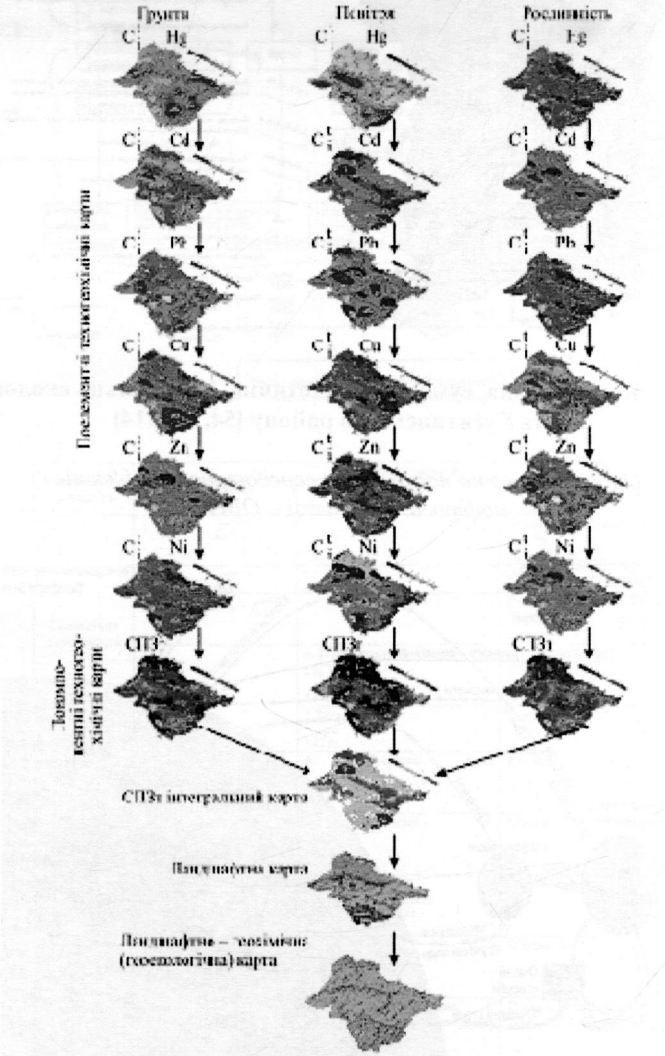


Рис. 3.28. Прозоре накладання карт Гусятинського району [54]

Інтегральні екологічні карти є основою екологічної (природно-техногенної) безпеки території.

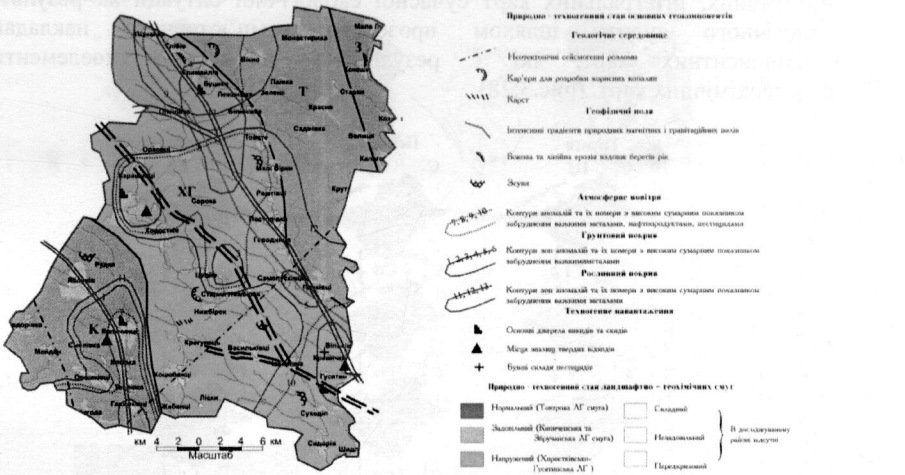


Рис. 3.29. Комп'ютерна, сумарна, синтетична, інтегральна екологічна карта Гусятинського району [54, 88, 114]

Оцінка впливу на навколишнє середовище від об'єктів нафтогазової галузі – ОВНС

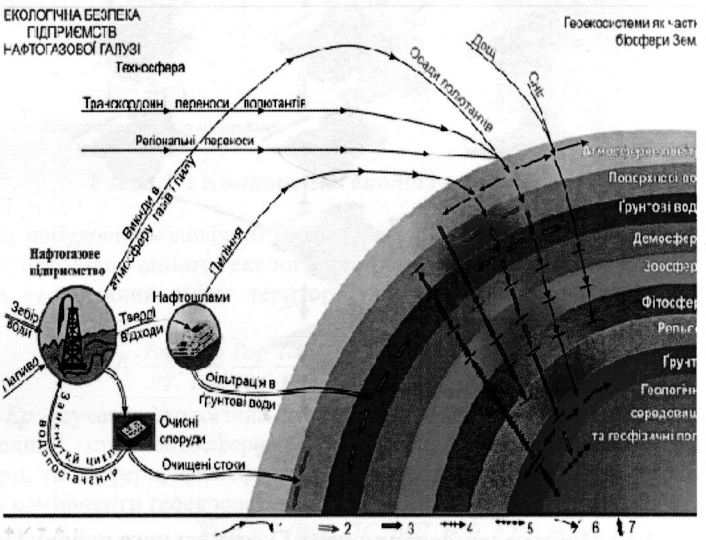
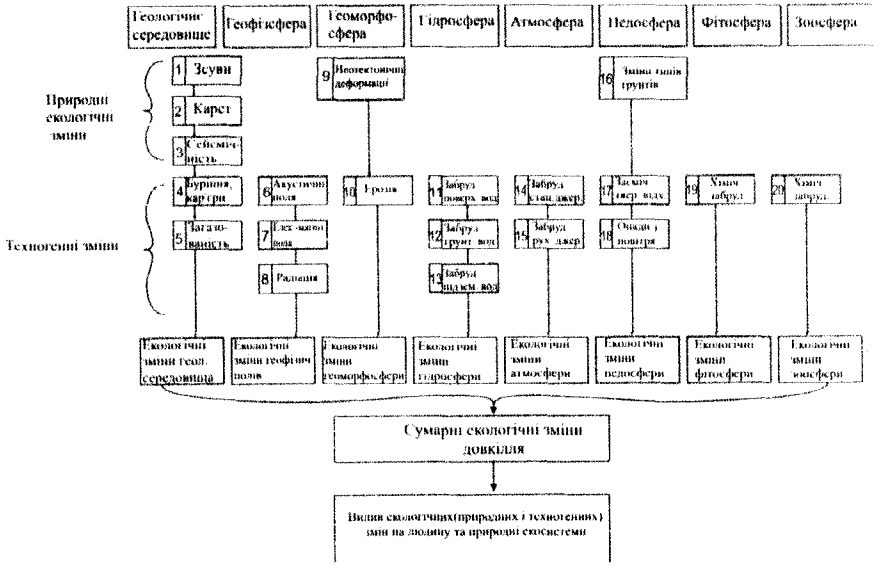


Рис. 3.30. Оцінка впливу нафтогазового об'єкту на компоненти навколишнього середовища [54]



Компоненти довкілля	Екологічні зміни E		
	Природні $E^{ПР}$	**Техногенні** $E^{ТХ}$	**Технічні методи оцінки**
Геологічне середовище	1. Зсуви $_1E_{ГС}^{зсув}$		Площа враження, S, км^2, %, об'єм V, м^3, %
	2 Карст $_2E_{ГС}^{карст}$		Об'єм V, м^3, %
	3 Сейсмічність $_3E_{ГС}^{сейсм}$		Площа, S, км^2 Бальність maxcim. можлива
		4 Порушення бурінням і кар'єрами $_4E_{ГС}^{бур}$	$Kn = \sum_{i=1}^{n} \frac{Viic}{Vr} \cdot 100\%$
		5. Загазованість $_5E_{ГС}^{газ}$	Площа, S, км^2, %
Геофізсфера		6 Акустичні поля $_6E_{ГФ}^{акуст}$	$L_i = L_p - 15lg\frac{\phi}{\alpha} - \frac{\beta}{i} + lg$
		7.Електромагнітні поля $_7E_{ГФ}^{електр}$	Площа, S, км^2, %
		8.Радіоактивне забруднення $E_{ГФ}^{радіац}$	Площа, S, км^2, %
Рельєф-геоморфосфера	9 Неотектонічні деформації $_9E_{ГМ}^{неотект}$		Площа, S, км^2, %
		10. Ерозія яркова, донна та бічна $_{10}E_{ГМ}^{ерозія}$	Площа, S, км^2, % Довжина l, км, %

Рис. 3.31. Послідовність визначення природних і техногенних екологічних змін в геосистемах для моніторингових досліджень локального рівня [54, 89]

Таблиця 3.10

Критерії оцінки екологічного стану основних компонентів довкілля за рівнями їх порушення або забруднення для екологічного менеджменту [4, 88]

Компоненти довкілля	Порушення або забруднення	Геоекологічний стан компонентів довкілля в умовних балах							
		нормальний	задовільний	напружений	складний	незадовільний	передкризовий	критичний	катастрофічний
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геологічне середовище	1. Сейсмогенні розломи	0	0-2	2-5	5-7	7-10	10-15	Ці стани у нас ще не досягнуті, але вони є в Придніпровсько-Донецькому та інших регіонах	
	2. Кар"єри	1	2	3	4	5	6		
	3. Неотектонічні підняття та опускання	1	2	4	6	8	12		
	4. Карст	1	2	3	4	5	6		
Геофізичні поля	5. Інтенсивні градієнти природних магнітних і гравітаційних полів	0	1	3	4	5	6		
	6. Радіація (>60 мкр год)	0	1	3	7	11	15		
Рельєф	7. Бокова та лінійна ерозія (2 км/1км.кв.)	0	1	2	3	4	5		
	8. Зсуви (1 га 1 км.кв.)	0	2	4	6	8	10		
Гідросфера	9. Категорія якості поверхневих вод (1,2-3,4-5,6,7)	0	1	3	6	9	15		
	10. Забруднення донних відкладів	0	1	2	3	4	15		
	11. Забруднення грунтових вод за сумарним показником забруднення	0-5	5-7	7-10	10-12	12-15	>15		
Атмосферне повітря	12. Сумарний показник забруднення	0-5	5-7	7-10	10-12	12-15	>15		
Грунтовий покрив	13. Сумарний показник забруднення	0-5	5-7	7-10	10-12	12-15	>15		
Рослинний покрив	14 Сумарний показник забруднення	0-5	5-7	7-10	10-12	12-15	>15		
Стан здоров"я населення	15. Загальна захворюваність на 100 тис.чол. (200-500,500-1000,1000-2000,>2000)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	>50		
Техносфера	16. Техногенне навантаження	мінімальне 0-10		середнє 10-20		високе >20			
Геоекологічний стан	17. Сумарний показник геоекологічного стану	0-30 нормальний	30-60 задовільний	60-100 напружений	100-150 складний	150-200 незадовільний	>200 передкризовий		

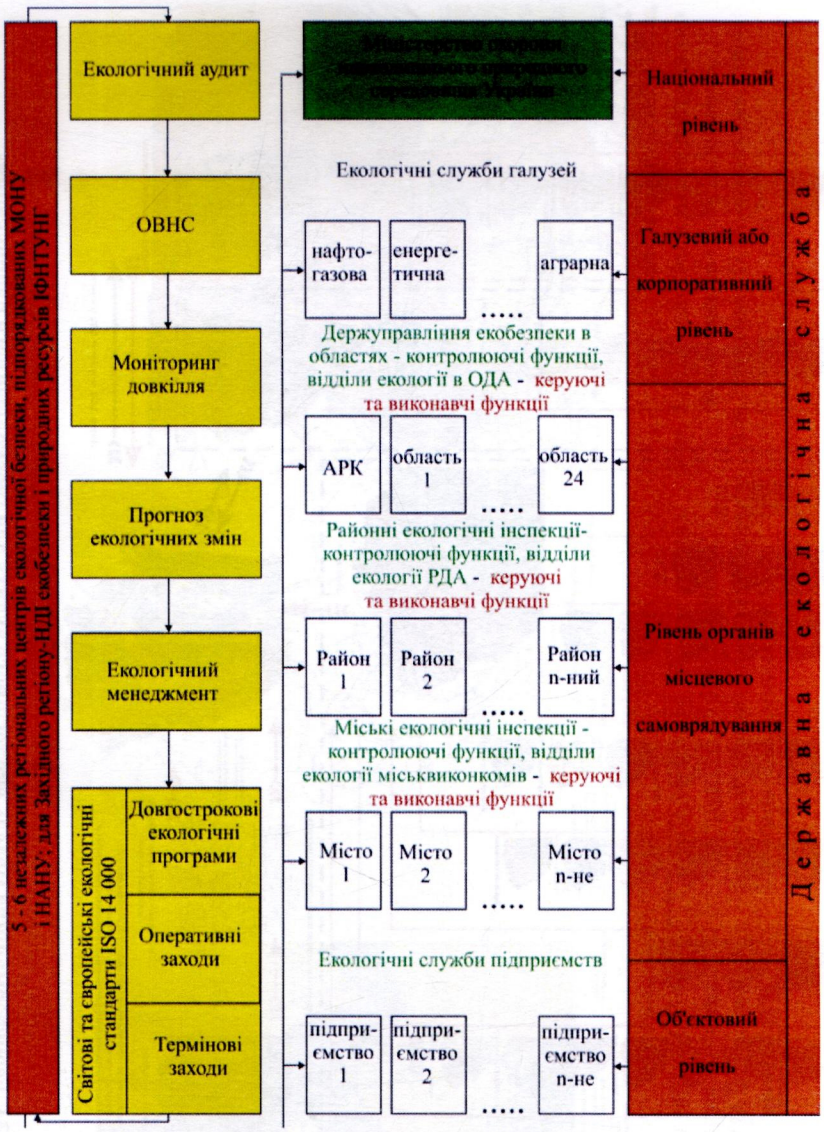


Рис. 3.32. Пропонована система державного, муніципального та галузевого управління станом навколишнього природного середовища (О.М. Адаменко, 2007) [4]

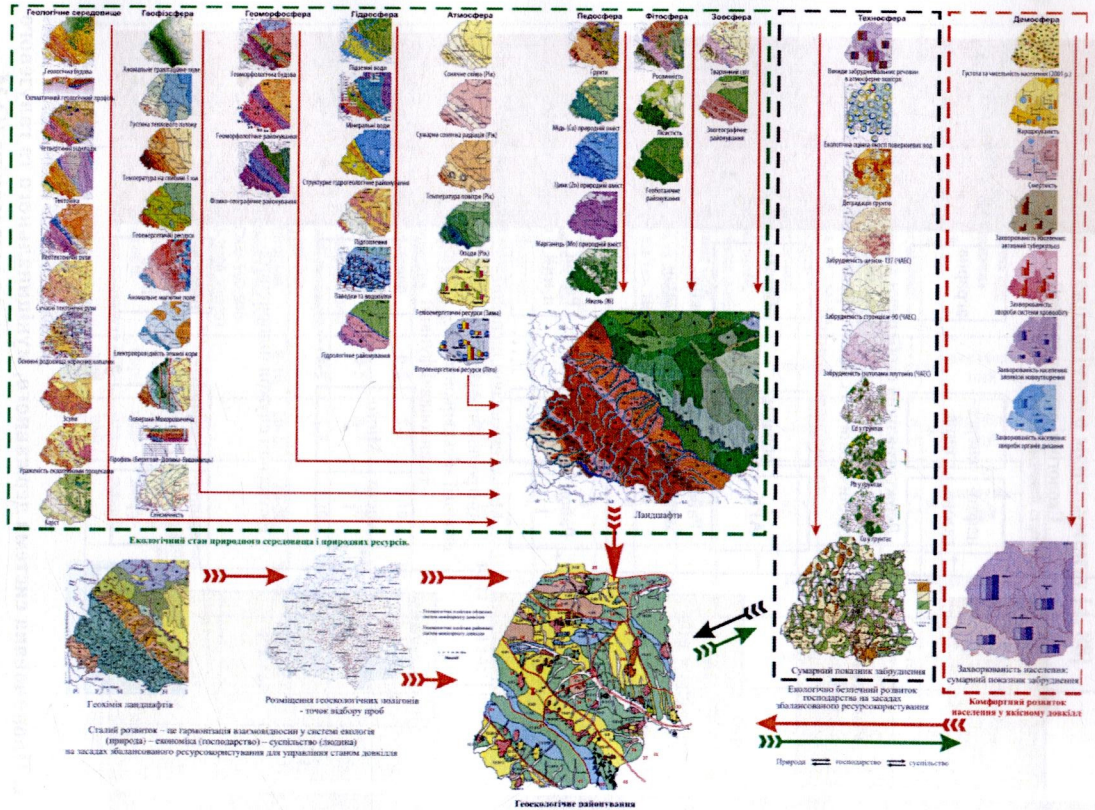


Рис.3.33. Геоінформаційна модель екологічного аудиту для геоекологічного районування, екологічної безпеки та сталого розвитку територій [88]

3.1.3 Геоінформаційні системи екологічної оцінки та геоекологічного районування територій

Об'єктовий рівень

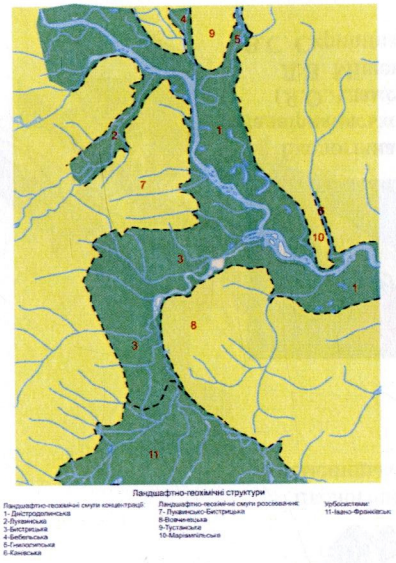


Рис. 3.33. Карта геоекологічних структур 1 порядку на території діяльності ПАТ "Івано-Франківськцемент" [88]

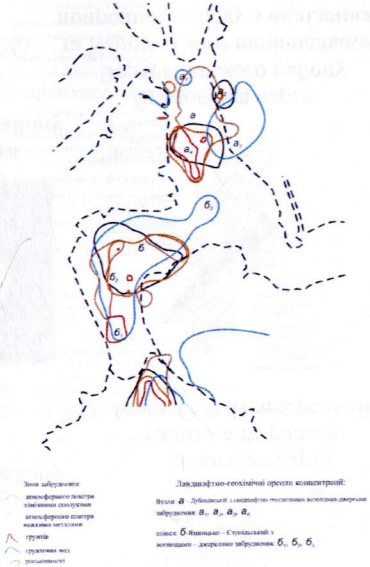
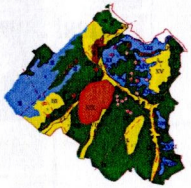


Рис. 3.34. Карта геоекологічних структур 2 і 3 порядків на території діяльності ПАТ "Івано-Франківськцемент" [88]

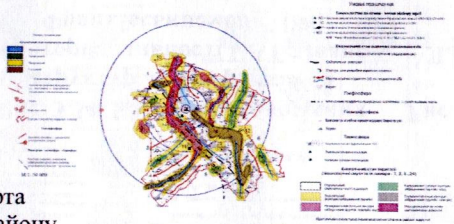


Рис. 3.35. Екологічна карта міста Івано Франківська (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, О.М. Журавель, 2004) [54]

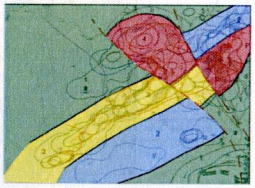
Локальний рівень



Екологічна карта
Тисменицького району



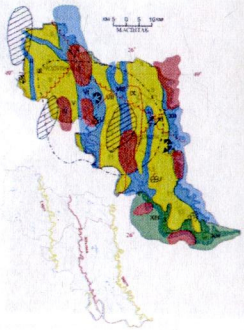
Екологічна карта
Галицького району
(Д.О. Зорін, О.В. Пендерецкий, 2004)



Екологічна карта
Надвірнянського району
(Я.О.Адаменко,
Л.В. Міщенко,
В.С. Скрипник, 2006)



Екологічна карта
Верховинського району
та Карпатського національного
природного парку з виділенням
геоекологічних структур
(О.М. Адаменко,
Л.В. Міщенко, 2004)



Екологічна карта
Чортківського і
Борщівського районів
(Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін,
Л.Я. Вітко, 2009)

Рис. 3.36. Локальний рівень ГІС екологічної оцінки на геоекологічного районування [54]

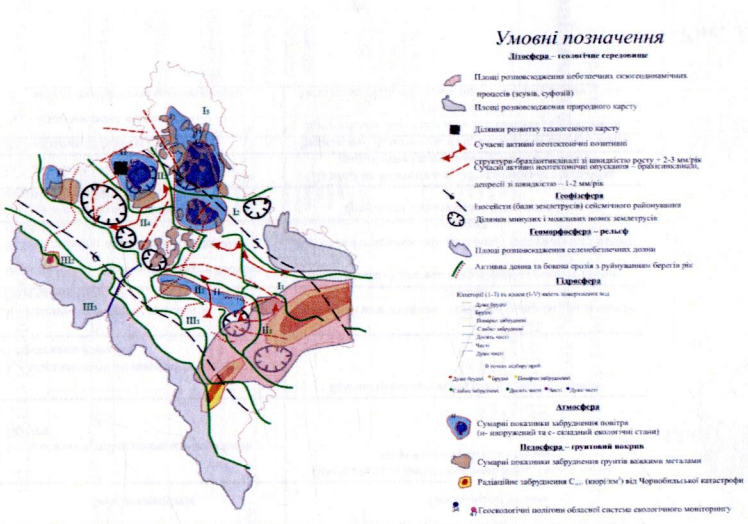


Рис. 3.37. Екологічна карта Івано-Франківської області (О.М. Адаменко, Я.О.Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, М.М. Приходько, 2006) [4, 54]

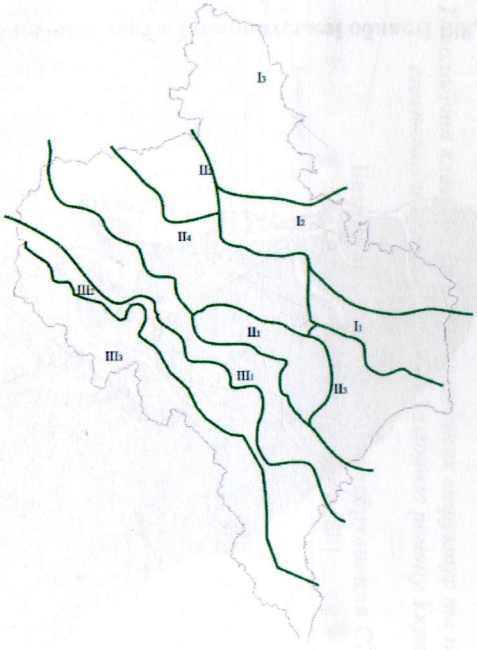


Рис. 3.38. Геоекологічне районування [54]

Таблиця 3.11

Ландшафти та геоекологічні зони

Ландшафтне районування	Ландшафтно–техногеохімічне або геоекологічне районування
Класи ландшафтів	***Геоекологічні зони***
I – рівнинний	Покутсько–Придністровсько–Опільська зона з напруженим, складним і незадовільним сучасним станом
II – передгірський	Передгірська геоекологічна зона з задовільним, напруженим і складним сучасним станом
III – гірський	Гірська геоекологічна зона з сприятливим і задовільним сучасним станами
Види ландшафтів	***Геоекологічні підзони***
I_1 – пластово–ерозійні височинні ландшафти Покуття	Покутська з радіаційним забрудненням, з задовільним і напруженим сучасним станами
I_2 – пластово–ерозійні ландшафти Придністров'я з карстовими формами	Придністровська з задовільним сучасним станом
I_3 – пластово–горбогірні ландшафти Рогатинського Опілля	Опільська з незадовільним, складним і напруженим сучасним станами
II_1 – структурно–пластові ландшафти височин	Коломийсько–Косівська з задовільним сучасним станом
II_2 – денудаційно–акумулятивні ландшафти височин	Калуська з незадовільним, складним і напруженим сучасним станами
II_3 – горбисто–грядові ерозійно–зсувні ландшафти межиріч	Рожнівська з задовільним сучасним станом
II_4 – ландшафти акумулятивних улоговин	Долинсько–Рожнятівсько–Богородчанська з складним, напруженим і задовільним сучасним станами
III_1 – низькогірні флішеві ландшафти	Вишківсько–Делятинська зі сприятливим сучасним станом
III_2 – середньогірські ландшафти	Яремчансько–Ворохтянська з задовільним і сприятливим сучасним станами
III_3 – високогірно–полонинські ландшафти	Горгансько–Чорногірська зі сприятливим сучасним станом

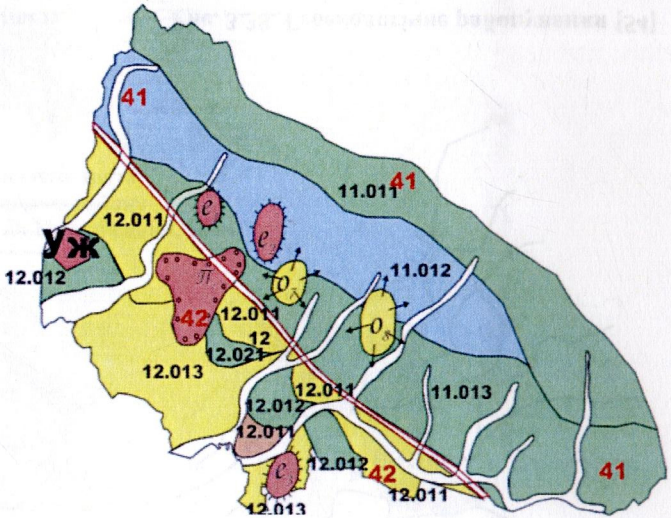


Рис. 3.39. Екологічна карта Закарпатської області [88, 89]

3.1.4 Теоретичне обґрунтування геоекологічного районування для екологічної (природно-техногенної) безпеки території

Типологічна класифікація геоекологічних структур та побудова карти геоекологічного районування Західного регіону України

Таблиця 3.12

База даних з техногенного забруднення C_i^T Західного регіону України [88]

№ п/п	№ проб	Координати		Хімічні елементи C_i						СПЗ*	Географічна прив'язка
		x	y	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni		
		ГДК		2,1	1	30	55	100	4		
1	50	25,5743	49,2040	1,6	0,6	3,6	2,4	1,2	0,01	1,548127944	Гусятинський район
2	51	25,5633	49,2153	1,4	1,1	1,3	1,6	2,3	0,03	1,869590909	Гусятинський район
3	52	25,5432	49,2344	1,7	0,1	1,4	1,9	2,4	1,02	1,041840993	Гусятинський район
4	53	25,5751	49,2411	0	0	73	1,3	2	1,06	2,241969697	Гусятинський район
5	54	26,1290	49,2259	0	0	1,2	1,2	1,6	0	0,077818182	Гусятинський район
6	55	26,4480	49,2352	0	0	0	0	0	0	0	Гусятинський район
7	56	26,2160	49,1833	0,03	1,8	54	9,8	63	1,5	4,797467532	Гусятинський район
8	57	26,4170	49,1748	1,4	0	1,7	1,2	3,4	0	0,742484848	Гусятинський район
9	58	26,1470	49,1610	0,01	1,4	49	7,2	61	1,6	4,179004329	Гусятинський район
10	59	25,7851	49,1946	0	0	1,1	0	0	0	0,016666667	Гусятинський район
11	60	25,8454	49,1640	0	0	1,9	1,3	1,3	1,4	0,449969697	Гусятинський район
12	61	25,4918	49,9160	0	0	4,2	6,1	6,1	0,6	0,461909091	Гусятинський район
13	62	25,2215	49,8390	0	0	3,6	5,4	5,4	0,3	0,347181818	Гусятинський район
14	63	25,5443	49,6570	3,9	0,18	49	35	35	3,2	5,436839827	Гусятинський район
15	64	25,5334	49,9500	0	0	1,9	3,6	3,6	0,1	0,189787879	Гусятинський район
16	65	25,5033	49,1150	0	0	1,6	2,4	2,4	0	0,120969697	Гусятинський район
17	66	25,4735	49,1350	0	0,9	69	2,5	2,5	0	3,270454545	Гусятинський район
18	67	25,4940	49,1010	0	0	74	0,9	0,9	0	2,492040303	Гусятинський район
19	68	25,4910	49,7400	0	0	2,3	0,3	0,3	0	0,085151212	Гусятинський район
20	69	25,4957	49,5270	0	0	3,2	0,9	0,9	0,1	0,135030303	Гусятинський район
21	70	25,5223	49,6510	3,6	0,24	24	39	39	3,9	4,828376623	Гусятинський район
22	71	25,5940	49,6100	0	0,7	64	2,4	2,4	0	2,900969697	Гусятинський район
23	72	26,2170	49,5470	3,2	0,9	51	2,5	2,5	0	3,191241069	Гусятинський район
24	73	25,5917	49,4150	1,1	0,6	61	3,6	3,6	0,7	2,436978355	Гусятинський район
25	74	25,5540	49,3700	0,01	0,85	10,2	54	54	8,6	4,866580087	Гусятинський район
26	75	25,5340	49,4190	0	0,7	79	4,5	4,5	0	3,460151515	Гусятинський район

*Всього 1 444 точок відбору проб

Таблиця 3.13

Класифікація та типологічні ознаки геоекологічних структур національного, регіонального, локального та об'єктового ієрархічних рівней [88]

Геоекологічні структури	Розміри, км×км	Відповідність ландшафтно-зонального районування	Площа, тис. км²	Природно-техногенний фонд, %	Техногенне навантаження: Викиди в атмосферу, тис. т/рік	Скиди у водні середовища, тис. т/рік	Гідрографічна мережа	Антропогенні перетвореність ландшафтів, %	Гідрологічний режим	Урядування (адміністративно-територіальний устрій), %	Питома вага орних земель, %	Площа лісових територій, %	Густота населення, чол/км²	Екологічні ризики
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Національний рівень														
Геоекологічна зона (ГЕЗ) Західний ГЕЗ														
Геоекологічна провінція (ГЕП) Українських Карпат														
VII. Прикарпатський Західний ГЕРТ	183 х 60	Область Європейська фізико-географічна країна	78	12	200-300	35-65	3-5	60	Стійкість 2-3 бали	35	33-45	12	12	
29. Лімнівський ГЕРН	30х15	Ландшафтна область Малі Карпати	25	8						28				
28. Галицький ГЕРН	150х55		34	12						32				
27. Рожанський ГЕРН	80х25		28	8						40				
VIII. Подільський ГЕРТ	380х120	Зах.-Укр. Фіз.-географ. край	22	18	350-450	15-30	1-12	60-65	Стійкість 3-4 бали	32	25-30	28	65	Ризик підтоплення і зсувів, ерозія, деградація чорноземів
30. Опільський ГЕРН	150х55	Західно-Подільська лісостепова ландшафтна область	42	16						18				
31. Товтрівський ГЕРН	120х60		15	14						46				
32. Бакотський Подільський ГЕРН	100х40	Пров. Дністерська мезозонна ландшафтна область	18	13						63				
IX. Придністровський ГЕРТ	300х70	Зах.-Укр. фіз.-геогр. край	16	14	250-450	42-85	8-10	85-90	Стійкість 4-6 балів	40	60-75	16	80	
33. Хотинський ГЕРН	120х70	Галицько-Опільська перехідна зона	31	18						42				

Всього у таблиці 172 геоекологічні структури

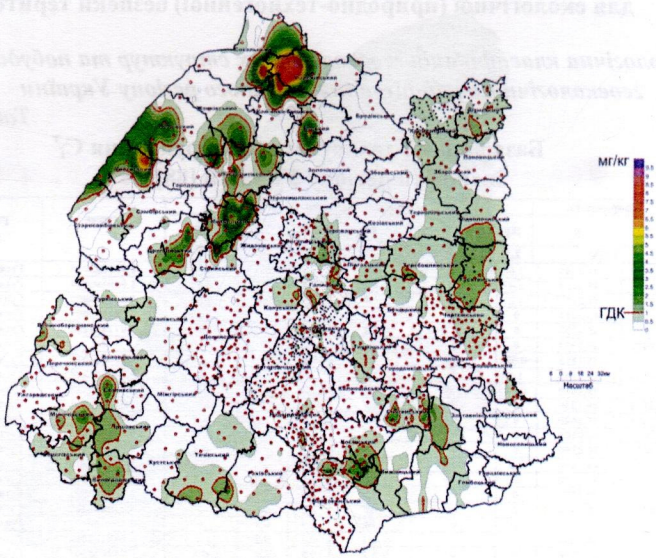


Рис. 3.40. Cd у ґрунтах Західного регіону України [88]

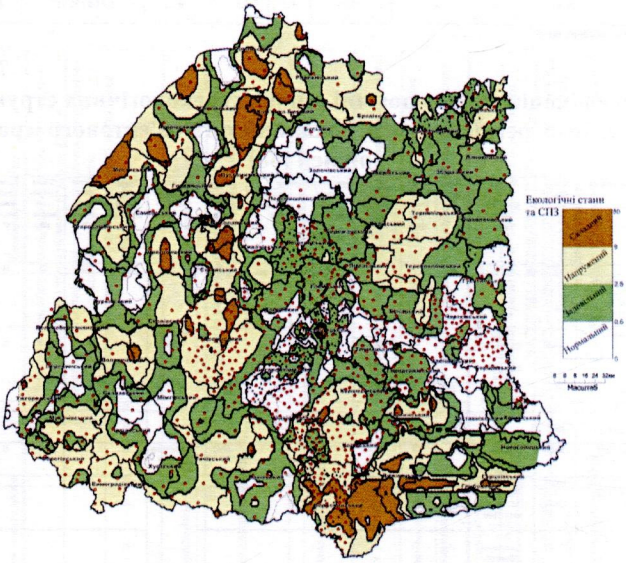


Рис. 3.41. Сумарний показник забруднення ґрунтів Західного регіону України [88]

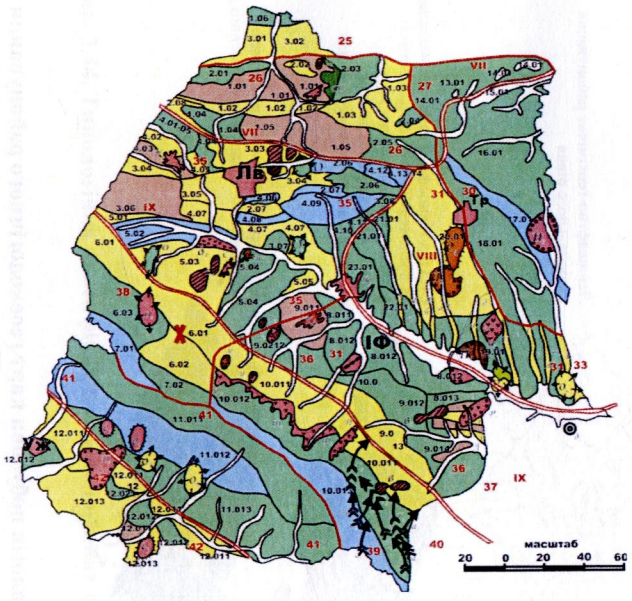


Рис. 3.42. Геоекологічне районування Західного регіону України [88]



Умовні позначення до Геоекологічне районування Західного регіону України

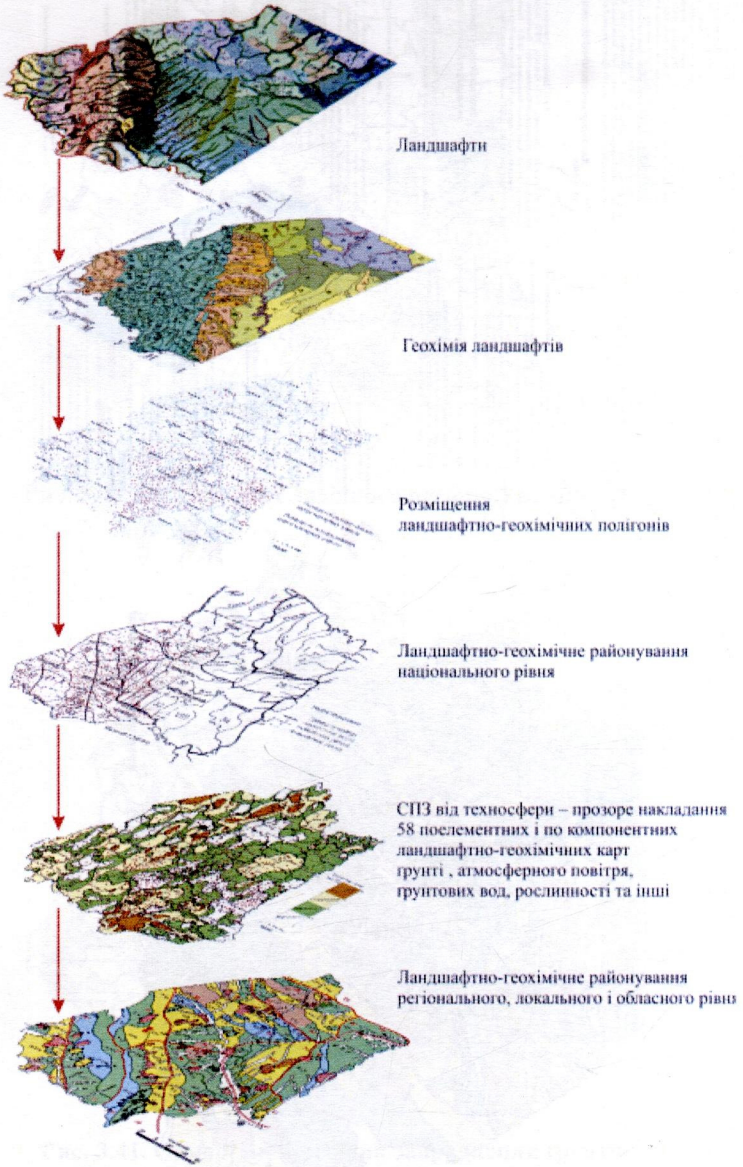


Рис. 3.43.Технологія побудови карт геоекологічного районування [88]

Геоекологічні структури національного, регіонального, локального та об'єктового рівней

TYPOLOGICAL CLASSIFICATION OF ECOLOGICAL STRUCTURES - NATIONAL, REGIONAL, AND LOCAL LEVELS OF HIERARCHICAL OBJECT

НАЦІОНАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

(Л.Л. Малишева, П.Г. Шищенко, В.Г. Потапенко, 1995; Л.Л. Малишева, 1998, 2000)

The national level

(L.Malushevska, P.Shyshenko, V.Potapenko, 1995; L.Malushevska, 1998, 2000)



Західний регіон України

The western part of Ukraine

Геоекологічні округи
Західний
Геоекологічні регіони
VII– Північно- Західний з 3 районами
VIII– Подільський з 3 районами
IX– Прикарпатський з 3 районами
X– Карпатський з 4 районами
XI– Закарпатський з 3 районом
Геоекологічні райони – всього 14

Geoecological sites
Western region
Geoecological regions
VII- through North-West covering 3 areas
VIII- Podolsk covering 3 areas
IX-Carpathian regions covering 3 areas
X-Carpathian covering 4 areas
XI- Transcarpathian area
Geoecological areas - totally 14

Antropogenic impact - according the regional statistics administrative data (annual emissions divided by the area of the administrative region)

Техногенне навантаження – за даними обласних статуправлінь (річна кількість викидів поділена на площу адміністративного району)

РЕГІОНАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

(розробка автора)



Північна частина Львівської області

The northern part of Lviv region

Геоекологічні підзони
1– Центрально-малопольська
2-Окраїнно-малопольська

The regional level
(Malushko L.)
Geological zones
1 – central zone
2 – outskirts
Geoecological zones - total amount - 62
Anthropogenic impact
direct (instrumental) measurement in the environmental components (sample testing)

Геоекологічні зони – всього 62

Техногенне навантаження тут і далі – безпосереднє вимірювання вмісту забруднювачів (відбір та аналіз проб) в компонентах довкілля – ґрунтовому і рослинному покривах, ґрунтових і поверхневих водах, деяких відкладах, атмосферному повітрі, опадах дощу і снігу



Івано-Франківська область

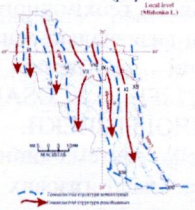
Ivano-Frankivsk region

Геоекологічні відзони – всього 16
Підсилюють ускладнення геоекологічними структурами **об'єктового рівня**
Геоекологічні ландшафтно-геохімічні бар'єри
Механічні – орографічні
– радіаційні
Фізико-хімічні
Біогеохімічні
Атмоміграційні потоки
Гідроміграційні потоки
Геопатогенні зони
Урбогеосистеми
Техногеосистеми

geoecological zoning
all zones are complicated by geoecological structures
geoecological landscape barriers
mechanic, orographic, radiation
physical-chemical
biogeochemical
atmomigration flows
hydromigration flows
geopathogenic zones
urbogeosystems
technogeosystems

ЛОКАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

(розробка автора)



Чортківський і Борщівський райони Тернопільської області

Chortkiv and Borschiv areas within Ternopil region

Local level
(Malushko L.)

Геоекологічні смуги концентрації
II – Стрипська
IV – Джуринська
VI – Тупівська
IIIV – Серетська
X – Нічлавська
XII – Збручанська

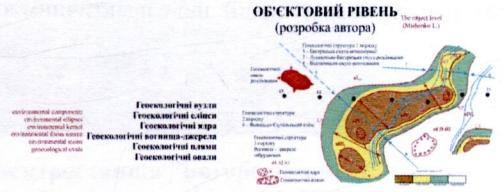
Геоекологічні смуги розсіювання
I – Бучацька
III – Дорогочівська
V – Нирківська
IIV – Кострівецька
IX – Глибівська
II – Германівська

Geoecological concentration bands
II - Stripska
IV - Dzhurynska
VI - Tarivska
IIIV - Seretska
X - Nichlavska
XII - Zbruchanska

Geoecological bands dispersion
I - Buchatska
III - Dorohochivska
V - Nyrkivska
IIV - Kostrivetska
IX - Hlybivska
II - Hermakivska

ОБ'ЄКТОВИЙ РІВЕНЬ

(розробка автора)



Долина р. Бистриці- Тисменицький район Івано-Франківської області

The valley of the river Bystrytsa, Ivano-Frankivsk region

The object level
(Malushenko L.)

Геоекологічні вузли
Геоекологічні еліси
Геоекологічні ядра
Геоекологічні потоки-джерела
Геоекологічні плями
Геоекологічні овали

environmental components
environmental ellipses
environmental kernel
environmental flows source
environmental stains
geoecological ovals

© Мишенко Л.В., 2013

Рис. 3.44. Типологічна класифікація геоекологічних структур [88]

Висновки [89]

1. Вперше теоретично обґрунтована модель екологічної безпеки територій промислових підприємств, населених пунктів, адміністративних районів, областей та районів.

2. Розроблена теорія та практичне втілення геоекологічного районування територій на регіональному, локальному та об'єктовому рівнях.

3. Запропоновані теоретико-методологічні та практичні засади побудови типових техногеохімічних карт з поділом довкілля на природну та техногенну складові з виділенням контурів розповсюдження нормального, задовільного, напруженного, незадовільного, складного, передкризового, критичного та катастрофічного екологічних станів, виявлених не тільки за статистичними даними, а й безпосереднім відмірюванням змін та забруднення геологічного середовища, грунтового і рослинного покривів, поверхневих і грунтових вод, донних відкладів, атмосферного повітря та опадів дощу та снігу, геофізичних полів та впливу їх на геосистеми і стан здоров'я населення.

4. Установлено, що розповсюдження забруднень залежить не тільки від ландшафтної структури території, а й від потужності джерела викидів та атмо-і гідроміграційних потоків.

5. З використанням ГІС, ДЗЗ та ІТ створена перша у Західному регіоні України електронна карта геоекологічних структур на базі 1 441 точки відбору проб із усіх компонентів довкілля. Карту як ГІС – основу можна використовувати для узагальнення іншої просторово розподіленої інформації – економічної, статистичної, аграрної, медичної, туристично-рекреаційної та ін.

6. Запропонована типологічна класифікація геоекологічних структур, яка рекомендується для інших регіонів як України так і зарубіжних держав.

7. Дістали подальшого розвитку технічні розрахунки та графічні засоби визначення регіонального геохімічного фону з поділом його на природний і техногенний, виявлені визначальні ознаки геоекологічних структур та створені 4 нові комп'ютерні програмні продукти ECOPHONE, ECOSTAT, INTERCONCSAFATYLIFE, ECOSAFATYGEOSYSTEMS для побудови СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ.

8. Удосконалена система оцінки впливу на навколишнє середовище розвідки та розробки нафтогазових родовищ (на прикладі 91 родовища Західного регіону України) та прогнозованих покладів сланцевого газу (на прикладі Олеської площі), що є практичним втіленням наукових розробок теми.

4.1 ПРИРОДНО-РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ [54]

4.1.1 Енергетичні ресурси

У загальному балансі електричної енергії виробленої в Україні у 2012 р., традиційні джерела енергії складають:

АЕС – 47 %;
ТЕС – 40 %;
ГЕС (крім малих) – 6 %;
ТЕЦ – 7 %.
Альтернативні та нетрадиційні джерела енергії:
ГЕС (малі) – 0,1 %;
Вітряні електростанції – 0,1%;
Сонячні електростанції – 0,2 %.

Сонячна енергія

Сонячна енергетика – це один із напрямків відновлювальної енергетики, яка використовує сонячне випромінювання для генерації енергії. Сонячна енергетика базується на використанні Сонця, як безкоштовного і відновлюваного джерела енергії. Цей вид енергетики є екологічно чистим. За ресурсом сонячної енергії Івано-Франківська область входить до II зони, що характеризується значенням сумарної річної сонячної радіації від 1100 до 1200 кВт год/м2. Кількість ясних та напів'ясних днів у році для області – 203.

Сонячна (фотовольтаїчна) електростанція «Богородчани-1» – перша на Прикарпатті, має потужність – 2,803 Мвт. Розташована на 6 га біля с. Старі Богородчани. 12 тис. дзеркал генерують 3 млн. кВт/год за рік (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Сонячна електростанція "Богородчани – 1" Перспетива – 2 СЕС у Богородчанському і 1 СЕС – у Тисменицькому районах потужністю 5 мегават кожна

В Івано-Франківську на адмінбудинку ДП «Карпати» (в народі – радіозаводу) інженер Володимир Іванов встановив сонячну електротеплоакумуляційну систему для забезпечення гарячою водою заводську

столову. Така ж установка побудована ним на житловому будинку № 12, по вул. Карпатська, де він проживає (рис. 4.2, 4.3).



Рис. 4.2. Сонячна батарея у м. Івано-Франківську, вул. Карпатська, 12

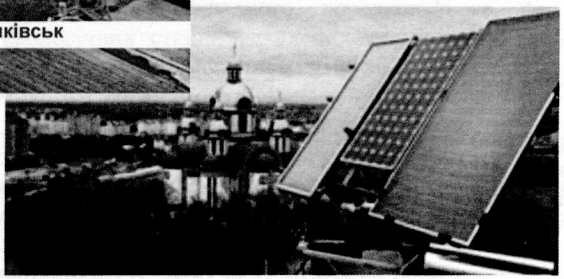


Рис. 4.3. Сонячна батарея у м. Івано-Франківську, на адмінбудинку ДП "Карпати"

Вітрова енергія

Вітрова енергетика – галузь відновлюваної енергетики, яка спеціалізується на використанні кінетичної енергії вітру. Використання енергії вітру є одним із найдавніших відомих способів використання енергії із навколишнього середовища. Івано-Франківська область відноситься до регіону України з високим вітровим потенціалом. Річний енергетичний технічно-досяжний потенціал вітру для області складає від 620 до 1150 кВт·год/м^2 (рис. 4.4)

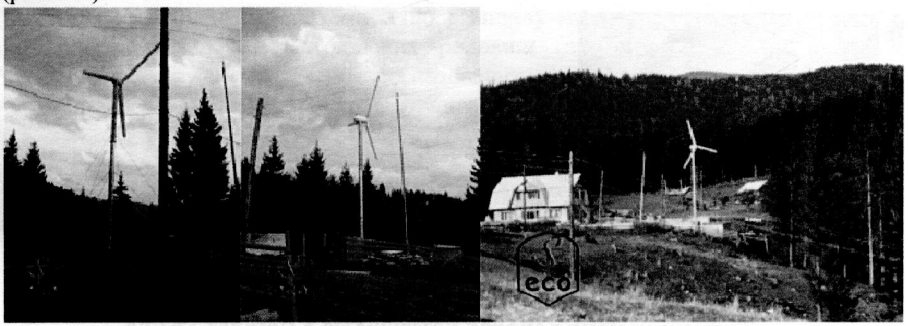


Рис. 4.4. Вітроелектростанція потужністю 10 кВт (с. Поляниця)

Геотермальна енергія

Запаси підземного тепла значні, але глибоке (4-5 км) залягання гідротерм поки що не перспективне для практичного використання.

Малі ГЕС на Карпатських ріках

Загальна гідроенергетична потужність Карпатських рік у межах Прикарпаття – 100-200 тис. кВт. Працюють малі ГЕС на рр. Золота Липа та Прут (Снятин), на р. Пробійна (Верховинський район). Будувалась мала ГЕС на р. Дземброня, але 2 роки тому призупинена протестами місцевого населення та екологами. Науковці радять розмістити не більше 3-5 малих ГЕС у Карпатах лише після всебічної екологічної експертизи та при згоді мешканців (рис. 4.5-4.7).



Рис. 4.5. ГЕС «Пробійнівська №2», Верховинський район, Івано-Франківська область



Рис. 4.6. Явірська МГЕС



Рис. 4.7. Недобудована міні ГЕС у с. Дземброні

Біогазова енергія

Перший на Прикарпатті біогазовий завод у с. Копанки (Калуський район) переробляє щодня 400 т відходів свинокомплексу компанії «Даноша». Вироблятиме 4 млн. куб. м газу, 10 млн. кВт/год теплової енергії та 9,5 млн. кВт електроенергії щороку.

Відходи, що будуть утворюватись після газової установки у вигляді торфу, будуть направлятись на поля у якості добрива. Значною перевагою такої технології є також значне зменшення утворення парникових газів.

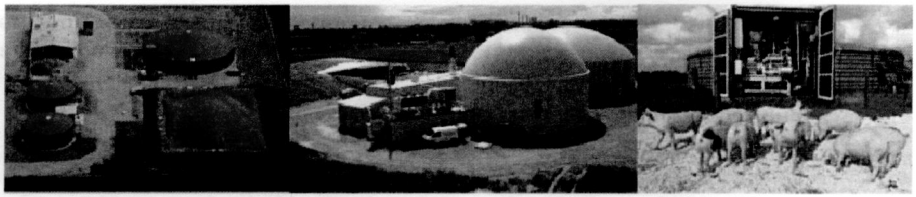


Рис. 4.8. Біогазовий завод у с. Копанки

Перспектива – 3 біогазових заводи на базі свинокомплексів у Калуському (сс. Копанки, Лука, Вилки) і Галицькому (сс. Тустань і Лани) районах. Інвестор – компанія «Даноша».

4.1.2 Водні ресурси

На території Івано-Франківської області є 8 321 річка, із них 152 – довжиною від 10 до 100 км і лише 5 – понад 100 км. Дністер у межах області має довжину – 200 км, а Прут – 150 км. Сумарна довжина річок – 15 636 км. Кількість водосховищ – 3, площею 1 672 тис.га, об'ємом 63,47 млн. куб м. Ставів – 620, площею 2 373 тис.га, об'ємом 30,97 млн.куб м. На території області формується 4,81 км куб. річкового стоку (8,6 % від загальноукраїнського) і 4,5 км куб. приходить із сусідніх областей. За об'ємом води на 1 людину (6,1 тис. куб. м.) область посідає 2 місце в Україні після Чернівецької області. Запаси підземних вод – 271 тис. куб. м. на добу (92,5 млн. куб.м. в рік) – 21 місце в Україні (рис.4.9, 4.10).



Рис. 4.9. Річка Дністер



Рис. 4.10. Річка Прут

4.1.3 Земельні ресурси

Площа території області – 1,39 млн. га, із них сільськогосподарських земель – 0,65 млн.га, сільськогосподарських угідь – 0,63 млн. га, в тому числі: рілля – 0,38, перелоги – 0,018, багаторічні насадження – 0,016, сіножаті – 0,083, пасовища – 0,129 млн.га. Забезпеченість земельними ресурсами – 1 га на одну особу (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Рілля та пшеничні поля

4.1.4 Лісові ресурси

Лісистість України – 15,7 % від її площі, що в 3 рази менше ніж було на початку нової ери, і менше оптимальної (20-22 %).

В області – загальна площа земель лісового фонду – 635,9 тис. га, а вкрита лісами – 576,7 тис. га .

Лісистість області – 41,4 %. Загальний запас деревини – 119,4 млн. куб. м, припадає на 1 особу – 0,41 га, 84 куб м. Заготовлюється деревини – 923 тис. куб м щорічно. В лісах Карпат переважають ялини-смереки (41 %), бук (35 %), дуб (9 %), ялиця (4 %). Інші – сосна, береза, вільха, ясень, клен займають 6 %. В лісах багато грибів, ягід малини, ожини, бруслини, чорниці, журавлини та ін. (рис. 4.12).



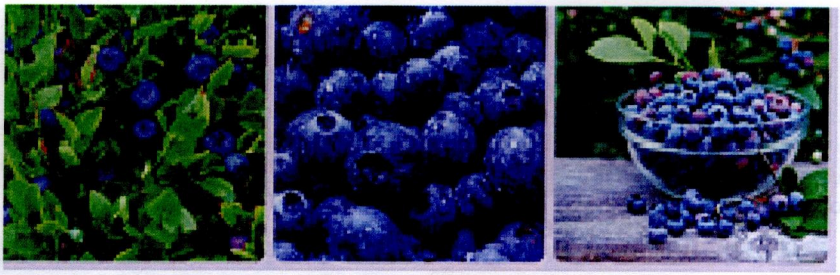


Рис. 4.12. Дари лісів

4.1.5 Рекреаційно-туристичні ресурси

Оздоровчо-відпочинковий комплекс – це санаторне лікування захворювань органів дихання, серцево-судинної та нервової систем, шлункових захворювань, опорно-рухового апарату, туберкульозу, жіночих і дитячих хвороб з використанням мінеральних вод (гідрокарбонатних, сірководневих, вуглекислих, залізистих, борних, йодо-бромних та ін.). Відомі в Україні санаторії розташовані у мм. Яремча та Косів, у смт. Ворохті та Верховині і у сс. Черче, Татарів, Поляниця та ін.

Туризм розвинутий у Придністров'ї (оздоровчий, відпочинковий, водний, особливо славиться Дністровський каньйон); Передкарпатті та у Гірських Карпатах (гірсько-лижний курорт Буковель, Яблуниця, Бистриця, Чорногора, Вишків та ін.). Особливу привабливість в останні роки заслужили приватні сільські оселі. Станом на 1.01.2013 р. в області зареєстровано 800 туристичних садиб для зеленого, сільського туризму, 350 готелів, в тому числі 19 «тризіркових» і 2 «чотиризіркових» (рис. 4.13-4.17).

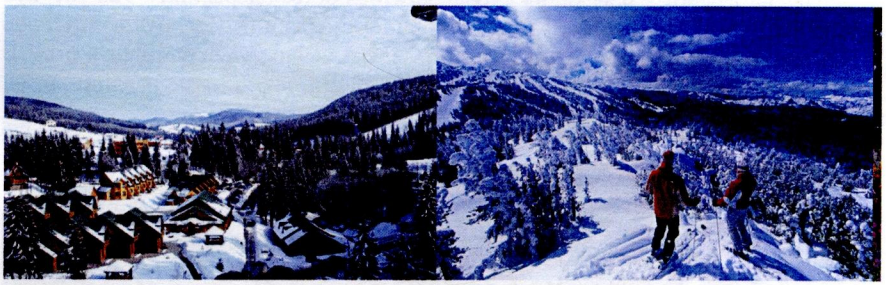


Рис. 4.13. Буковель



Рис. 4.14. Черче

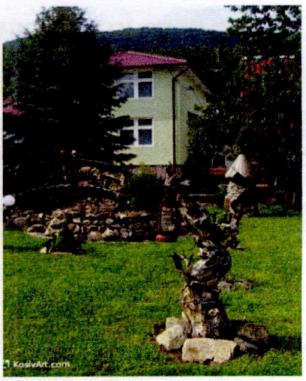


Рис. 4.13. Садиба для зеленого туризму м. Косів

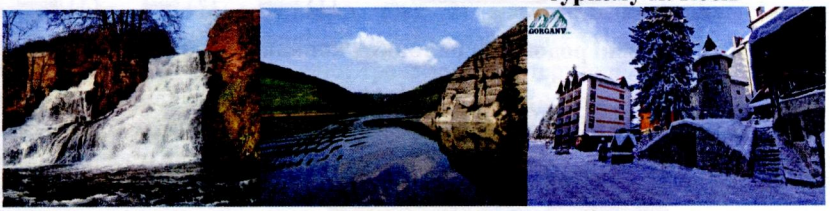


Рис. 4.16. Дністровський каньйон

Рис. 4.17. Горгани

В області – 800 км промаркованих туристичних шляхів, 120 музеїв, 70 творчих майстерень, 13 центрів туристичної інформації, кілька сот щорічних мистецьких фестивалів.

До бюджетів всіх рівнів щорічно поступає 45-50 млн. грн від 1 млн. туристів. Цю цифру можна збільшити до 8 млн. осіб на рік і наблизитись до Альпійського регіону (10 млн. осіб на рік).

4.1.6 Мінерально-сировинні ресурси

На території Івано-Франківської області – 321 родовище і 79 об'єктів обліку, із них 165 родовищ і 17 об'єктів обліку експлуатується. Мінерально-сировинна база області на 22,4 % складається з корисних копалин паливно-енергетичного комплексу (нафта, газ, конденсат, буре вугілля, торф). Є перспективи на «сланцевий газ». 52 % – це сировина для виробництва будівельних матеріалів (мергелі, вапняки, будівельний камінь, пісковики, кварцеві піски та ін.). 7,8% складає група гірничо-хімічної сировини (гіпс, ангідрит, солі, фосфорити та ін.), 17,8% приходиться на питні, технічні та мінеральні води. Ресурси підземних вод – 754,7 тис.куб. м /добу, а видобувні – 271тис.куб.м /добу (рис. 4.18, 4.19).



Рис. 4.18. Головні родовища паливних копалин на заході України

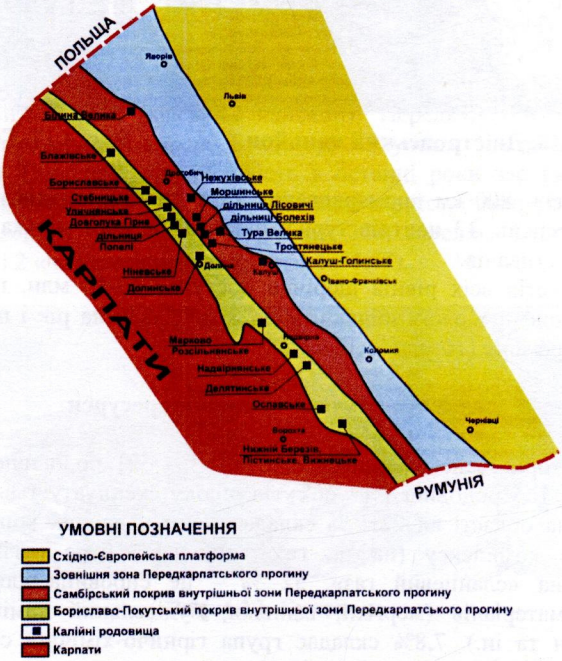


Рис. 4.19. Схема розміщення калійних родовищ Прикарпаття

Природно-ресурсний потенціал Івано-Франківської області створює сприятливі умови для сталого соціально-економічного розвитку Прикарпаття в екологічно безпечних межах.

4.2 КСЕБ ТЕРИТОРІЇ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Система КСЕБ розроблялась під керівництвом О.М. Адаменка на протязі кількох років: ще студенткою О.В. Дубнюк (нині – Побігун) у 1996-1997рр. при курсовому проектуванні, потім студентом-дипломником М.М. Приходьком у 1998-1999рр., потім ним же у 2000-2012рр., при роботі над кандидатською (2005) і докторською (2013) дисертаціями, які він успішно захистив. Основна ідея роботи М.М. Приходька полягала в оцінці антропогенного впливу на природне середовище для обґрунтування геоекологічних засад раціонального природокористування в Івано-Франківській області [103].

Оцінка антропогенного впливу на природне середовище дана на основі аналізу таких показників: 1) структура угідь (в межах ландшафту, водозбору, адміністративного району, області в цілому) – співвідношення площ земель, зайнятих сільськогосподарськими угіддями, ріллею, лісами, сіножатями і пасовищами, водою, забудовою, (%); 2) сільськогосподарська освоєність території – відношення площі сільськогосподарських угідь до загальної площі, (%); 3) коефіцієнт антропогенної трансформації території – відношення площ антропогенно модифікованих територій (сільськогосподарські угіддя, землі під забудовою, землі під дорогами) до загальної площі; 4) коефіцієнт екологічної збалансованості території – відношення площі орних земель до площі лісових, лукопасовищних і водних угідь; 5) показник демографічного навантаження – відношення густоти населення на певній території (адміністративний район, область) до густоти населення в Україні; 6) ступінь еродованості сільськогосподарських угідь – відношення площі сільськогосподарських угідь, підданих процесам водної ерозії до їх загальної площі, (%); 7) сумарний показник викидів забруднюючих речовин в атмосферу (тис. тонн) та скидів зворотних вод у водні об'єкти (млн. м3); 8) коефіцієнти перевищення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) елементів у компонентах ландшафту (вода, грунт) – відношення концентрації елемента у воді (ґрунті) до величини його ГДК.

Дослідження забруднення компонентів ландшафтів проведені шляхом аналізів 126 проб ґрунтів, такої ж кількості проб ґрунтових вод та атмосферного повітря, які відбирались на геоекологічних полігонах, рівномірно розміщених на території області. Проби поверхневих вод (119 проб) відбирались у період літньої межені на гідрохімічних створах відповідно до вимог ДСТУ-2001. Аналіз зразків ґрунту проводився рентгенфлюоресцентним методом. Проби вод аналізувались згідно загальноприйнятих методик в лабораторії Державного управління екології та природних ресурсів в Івано-Франківській області, а атмосферне повітря – в ІФНТУНГ (табл. 4.1-4.4, рис. 4.20 -4.35) [4, 12, 54, 103].

Природні умови, природні ресурси і ландшафти Івано-Франківської області (площа 13,93 тис. км^2, 2,4 % території України) – унікальні у біогеографічному відношенні.

Таблиця 4.1

База даних з відбору проб із різних компонентів навколишнього природного середовища

№ п/п	№ еколо-гічних поліго-нів	Кординати, градуси, хвилини, секунди		Географічна прив'язка	Геоморфологічна прив'язка	Компоненти довкілля та номери проб							
						абіота						біота	
						повіт ря	дощ, сніг	вода		донні відклад и	грунт	рослини	тварини
		довгота	широта					поверх нева	ґрунтов а				
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
1	1	24°28'34"	49°27'10"	Підкамінь	заплава потічка	1		1	1	1	1	1	
2	2	24°36'10"	49°25'6"	Рогатин	заплава р.Гнила Липа	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	24°41'35"	49°25'32"	Добринів	заплава потічка	3		3		3	3	3	
4	4	24°25'53"	49°20'46"	Григорів	берег р.Охава	4		4	4	4	4	4	4
5	5	24°29'38"	49°20'51"	Явче	схил межиріччя	5	5				5	5	
6	6	24°32'6"	49°21'6"	Березівка	вододіл	6	6		6		6	6	
7	7	24°34'25"	49°21'9"	Бабухів	І н.з.т. р.Гнила Липа	7	7	7		7	7	7	7
8	8	24°36'18"	49°20'18"	Лучинці	схил долини	8			8		8	8	
9	9	24°39'1"	49°22'6"	Пуків	заплава р.Студений Потік	9	9	9		9	9	9	9
10	10	24°44'17"	49°20'21"	Верхня Липиця	вододіл	10			10		10	10	
11	11	24°21'43"	49°17'27"	Журавський	ІІІ н.з.т. р.Дністер	11	11	11	11	11	11	11	
12	12	24°28'5"	49°17'51"	Чагрів	вододіл	12					12	12	
13	13	24°34'39"	49°17'37"	Насташино	схил долини р.Гнила Липа	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	24°38'9"	49°17'57"	Куропатники	заплава р.Гнила Липа	14		14	14	14	14	14	14

Таблиця 4.2

База даних з екологічного стану атмосферного повітря, за даними газохроматографічного аналізу

№ п/п	№№ проб та екологчних полігонів	Рік і місяць відбору	Склад атмосферного повітря, % об			Забруднювачі, мг/м^3								
			O_2	N_2	CO_2	CO	SO_2	NO_2	Пил неор-ганіч-ний	Бензин C_4-C_{12}	Толуол C_7H_8	Ацетон	Хлор Cl_2	HCl
		ГДК →	21.87 серед-нє	78,08 серед-нє	0,033-0,0135	3,0	0,05	0,04	0,15	1,5	0,6	0,35	0,03	0,2
1	1	2001-VI	21,92	78,06	0,013	1,2	0,01	0,03	0,11	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0
2	2	2001-VI	20,91	79,01	0,071	1,3	0,01	0,03	0,21	0,09	0,07	0,08	0,003	0,03
3	3	2001-VI	21,79	78,08	0,031	1,0	0,02	0,03	0,15	0,01	0,0	0,03	0,001	0,0
4	4	2001-VI	21,85	78,07	0,017	1,1	0,01	0,04	0,15	0,01	0,04	0,0	0,0	0,01
5	5	2001-VI	21,86	78,06	0,030	1,1	0,0	0,0	0,05	0,01	0,01	0,001	0,0	0,0
6	6	2001-VI	20,92	78,01	0,019	0,03	0,01	0,01	032	1,2	0,03	0,015	0,0	0,31
7	7	2001-VI	20,75	79,11	0,054	0,03	0,05	0,01	0,39	1,2	0,01	0,01	0,0	0,0
8	8	2001-VI	20,73	79,08	0,051	0,03	0,03	0,01	0,11	1,1	0,01	0,0	0,01	0,0
9	9	2001-VI	21,86	78,06	0,031	1,2	0,03	0,01	0,4	0,01	0,02	0,001	0,0	0,0
10	10	2001-VI	21,87	78,05	0,013	1,2	0,01	0,01	0,10	0,02	0,01	0,0	0,0	0,0
11	11	2001-VI	21,85	78,07	0,031	1,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,01
12	12	2001-VI	21,87	78,05	0,015	1,1	0,0	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,0	0,0
13	13	2001-VI	20,81	78,07	0,033	0,03	0,02	0,01	0,32	1,2	0,02	0,02	0,0	0,03
14	14	2001-VI	20,51	79,21	0,035	0,09	0,02	0,01	0,64	1,2	0,02	0,04	0,02	0,03
15	15	2001-VI	20,80	78,08	0,037	0,04	0,04	0,01	0,55	1,3	0,03	0,03	0,04	0,07
16	16	2001-VI	21,87	78,05	0,016	1,2	0,01	0,01	0,09	0,02	0,04	0,02	0,01	0,06
17	17	2001-VI	21,88	78,04	0,018	1,3	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,0	0,0
18	18	2001-VI	21,89	78,03	0,017	1,2	0,1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0
19	19	2001-VI	20,81	78,07	0,034	0,03	0,16	0,01	0,31	0,9	0,01	0,0	0,0	0,0
20	20	2001-VI	20,21	79,61	0,054	0,11	0,26	0,24	0,69	1,4	1,2	0,75	0,11	0,81
21	21	2001-VI	20,25	79,55	0,062	0,12	0,34	0,35	0,85	1,5	1,2	0,79	0,16	0,94
22	22	2001-VI	20,80	78,08	0,036	0,04	0,22	0,07	0,60	1,2	0,09	0,07	0,02	0,03

Таблиця 4.3

№ проб	Блок В – специфічні показники токсичної (мг/дм³) і радіаційної (Ки/дм³) дії																		Блоковий індекс	Екологічні індекси якості і чистоти вод				Чистота (забрудненість)
	Hg	Cd	Cu	Zn	Pb	Cr загальний	Ni	As	Fe	Mn	Фториди	Ціаніди	Нафтопродукти	Феноли (легкі)	СПАР	Сумарна b-активність $n\cdot10^{-11}$	Sr90 $n\cdot10^{-13}$	Cs137 $n\cdot10^{-13}$		Інтегральний екологічний індекс	Клас якості вод	Категорія якості води	Назва класів і категорій	
	категорія якості																							
	Ріка Дністер																							
18	2,2 / 6	4,6 / 6	71 / 7	215 / 7	193 / 7	61 / 7	125 / 7	49 / 7	262 / 1 / 7	1276 / 7	1171 / 7	27 / 5	325 / 7	26 / 7	261 / 7	0,6 / 3	5,13 / 1	1 / 1	5,9	6,1	IV	6	погані	помірно забруднені
30	0,05 / 2	0,4 / 4	6,3 / 4	29 / 4	13 / 4	5 / 3	12 / 4	4 / 3	125 / 4	76 / 4	147 / 3	6 / 3	29 / 3	2 / 4	13 / 3	0,4 / 1	3,2 / 1	0,4 / 1	3,1	3,3	II	3	добрі	досить чисті
44	0,21 / 4	0,3 / 4	7 / 4	38 / 4	12 / 4	9 / 4	28 / 5	6 / 4	125 / 4	49 / 3	141 / 5	9 / 3	21 / 2	0 / 1	0 / 1	0,5 / 2	4,2 / 1	0,2 / 1	2,8	3,3	II	3	добрі	досить чисті
57	0,33 / 4	0,2 / 3	56 / 7	19 / 3	7 / 3	8 / 4	12 / 4	7 / 4	101 / 4	91 / 4	76 / 4	2 / 2	29 / 3	1 / 3	0 / 1	0 / 1	5 / 1	1 / 1	3,1	2,9	II	3	добрі	досить чисті

Таблиця 4.4

№ проб	Блок В – специфічні показники токсичної (мг/дм³) і радіаційної (Ku/дм³) дії																		Екологічні індекси якості і чистоти вод				Чистота (забрудненість)
	Hg	Cd	Cu	Zn	Pb	Cr загальний	Ni	As	Fe	Mn	Фториди	Ціаніди	Нафтопродукти	Феноли (легкі)	СПАР	Сумарна b-активність n·10⁻¹¹	Sr90 n·10⁻¹³	Cs137 n·10⁻¹³	Блоковий індекс	Інтегральний екологічний індекс	Клас якості вод	Категорія якості води	Назва класів і категорій	
	категорія якості																							
Ріка Дністер																								
18	2,2 / 6	4,6 / 6	71 / 7	215 / 7	193 / 7	61 / 7	125 / 7	49 / 7	262 / 1 / 7	1276 / 7	1171 / 7	27 / 5	325 / 7	26 / 7	261 / 7	0,6 / 3	5,13 / 1	1 / 1	5,9	6,1	IV	6	погані	помірно забруднені
30	0,05 / 2	0,4 / 4	6,3 / 4	29 / 4	13 / 4	5 / 3	12 / 4	4 / 3	125 / 4	76 / 4	147 / 3	6 / 3	29 / 3	2 / 4	13 / 3	0,4 / 1	3,2 / 1	0,4 / 1	3,1	3,3	II	3	добрі	досить чисті
44	0,21 / 4	0,3 / 4	7 / 4	38 / 4	12 / 4	9 / 4	28 / 5	6 / 4	125 / 4	49 / 3	141 / 5	9 / 3	21 / 2	0 / 1	0 / 1	0,5 / 2	4,2 / 1	0,2 / 1	2,8	3,3	II	3	добрі	досить чисті
57	0,33 / 4	0,2 / 3	56 / 7	19 / 3	7 / 3	8 / 4	12 / 4	7 / 4	101 / 4	91 / 4	76 / 4	2 / 2	29 / 3	1 / 3	0 / 1	0 / 1	5 / 1	1 / 1	3,1	2,9	II	3	добрі	досить чисті



Рис. 4.20. Оптимальна мережа розміщення полігонів екологічного моніторингу на території Івано-Франківської області



Рис. 4.21. Космо - фото - схема Івано-Франківської області за матеріалами фотографічної та оптико-електронної обробки космічних знімків масштабу 1: 270 000

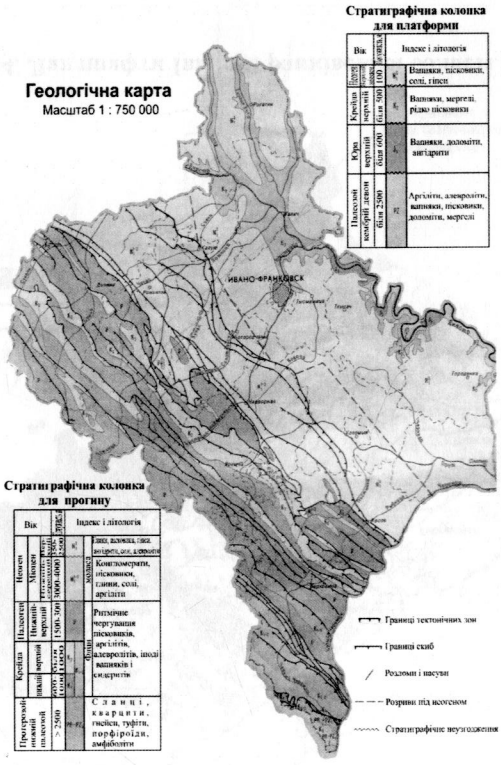


Рис. 4.22. Геологічна карта Івано-Франківської області [25]

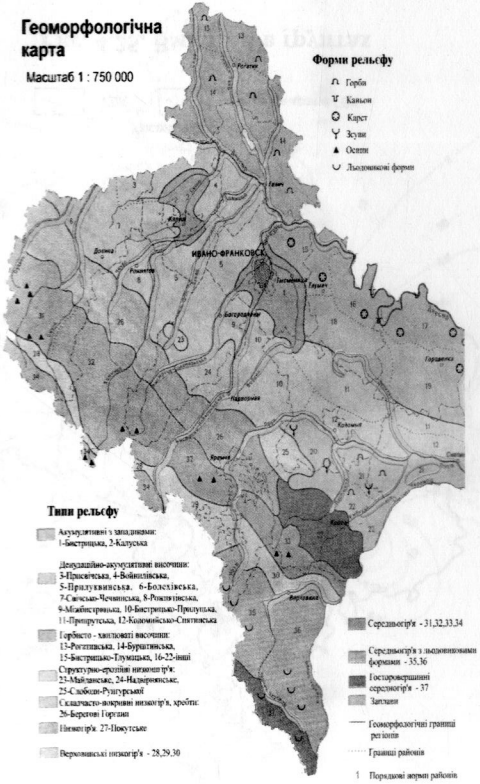


Рис. 4.23. Геоморфологічна карта Івано-Франківської області [25]

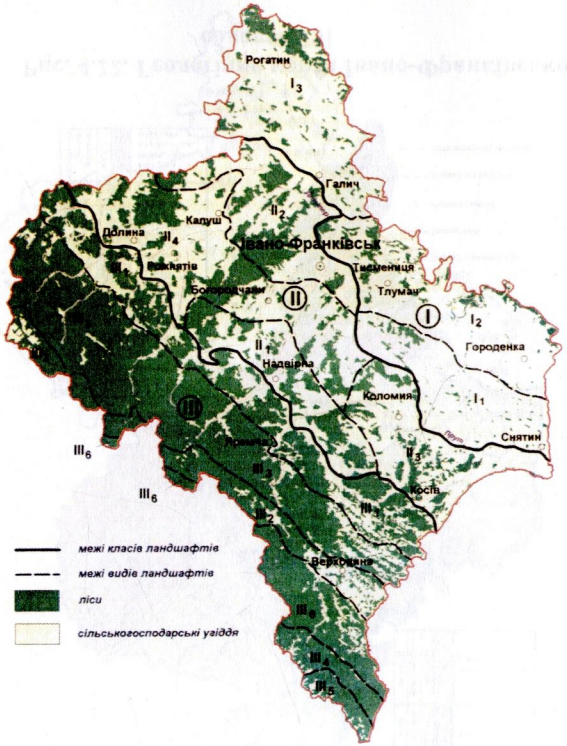


Рис. 4.24. Ландшафти Івано-Франківської області [4]

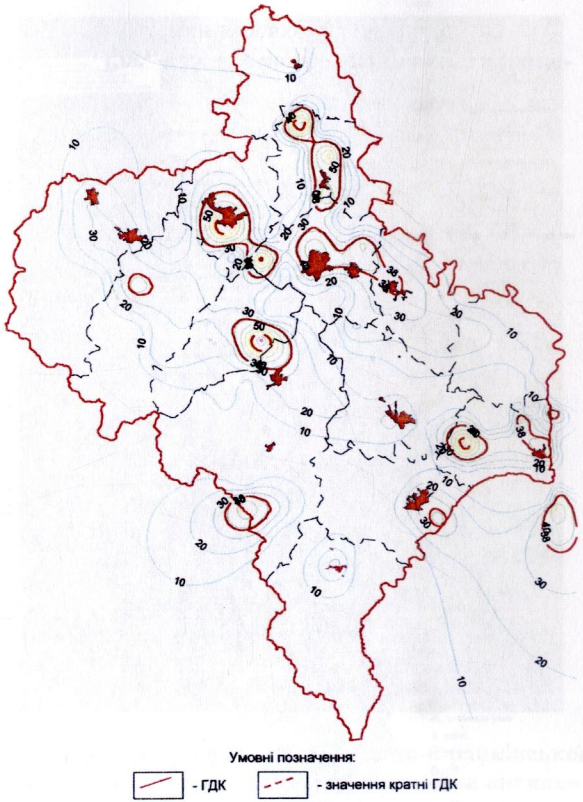


Рис. 4.25. Вміст Zn в ґрунтах

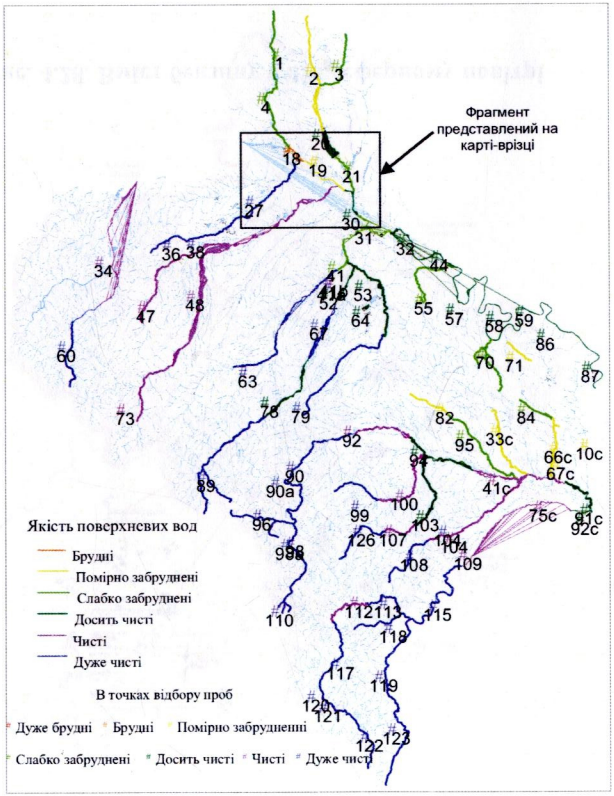


Рис. 4.26. Карта якості поверхневих вод

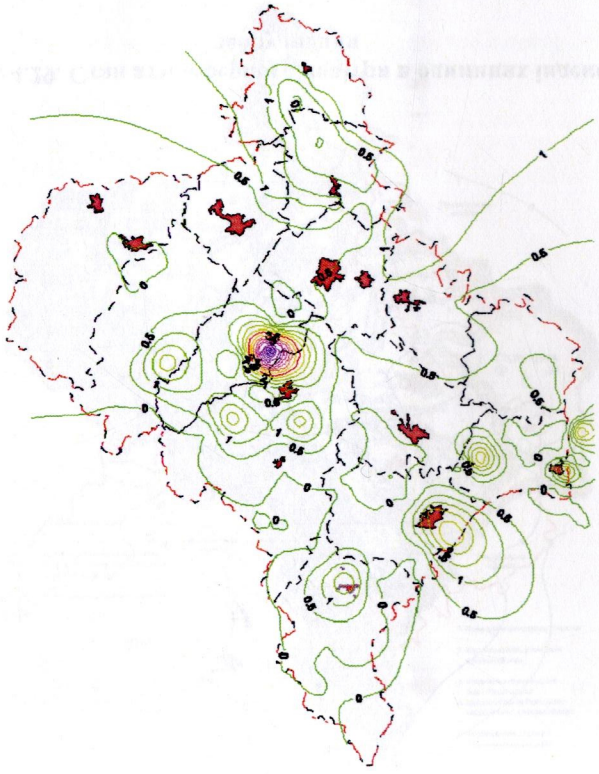


Рис. 4.27. Вміст Pb в ґрунтових водах

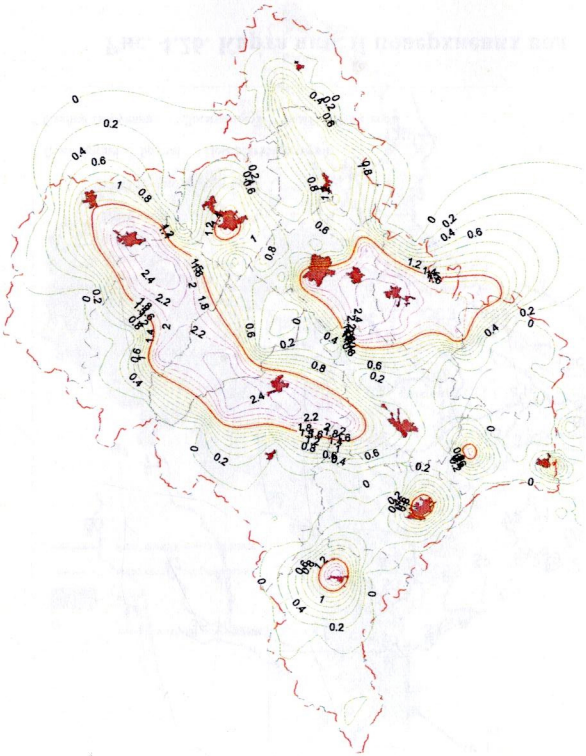


Рис. 4.28. Вміст бензину в атмосферному повітрі

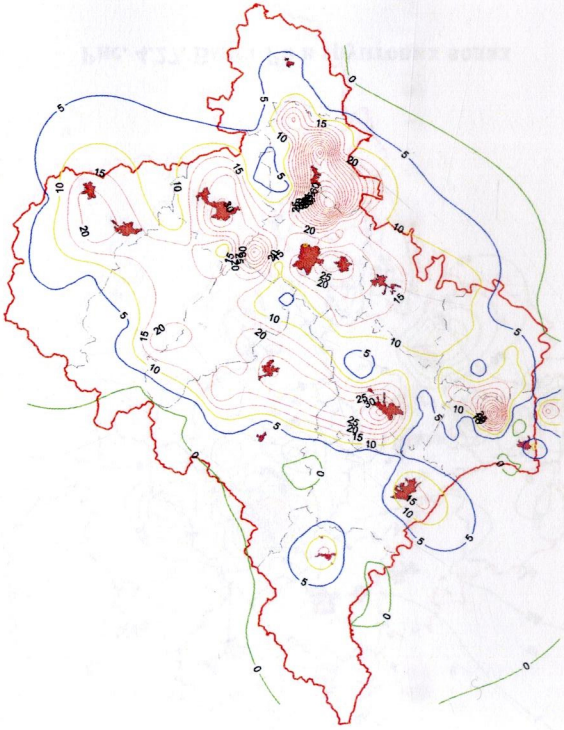


Рис. 4.29. Стан атмосферного повітря в одиницях індексу забруднення

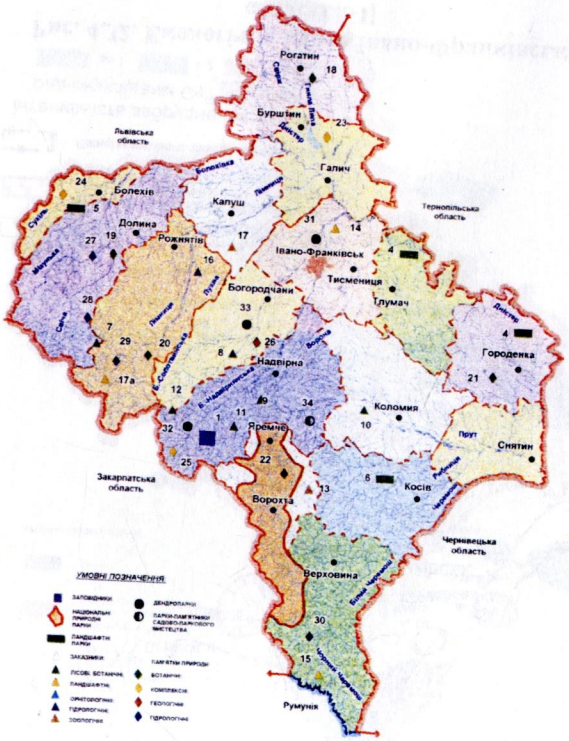


Рис. 4.30. Основні заповідні об'єкти на території області [25]

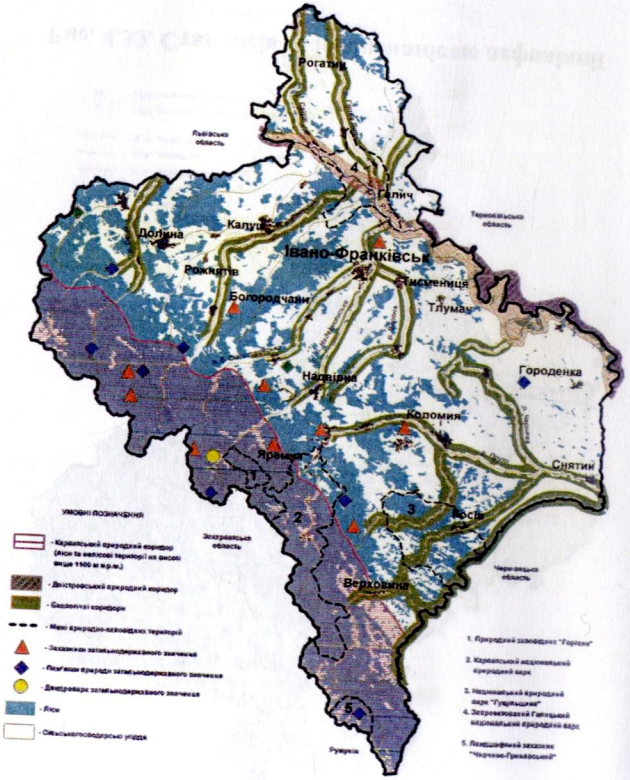


Рис. 4.31. Схема елементів екологічної мережі [102]

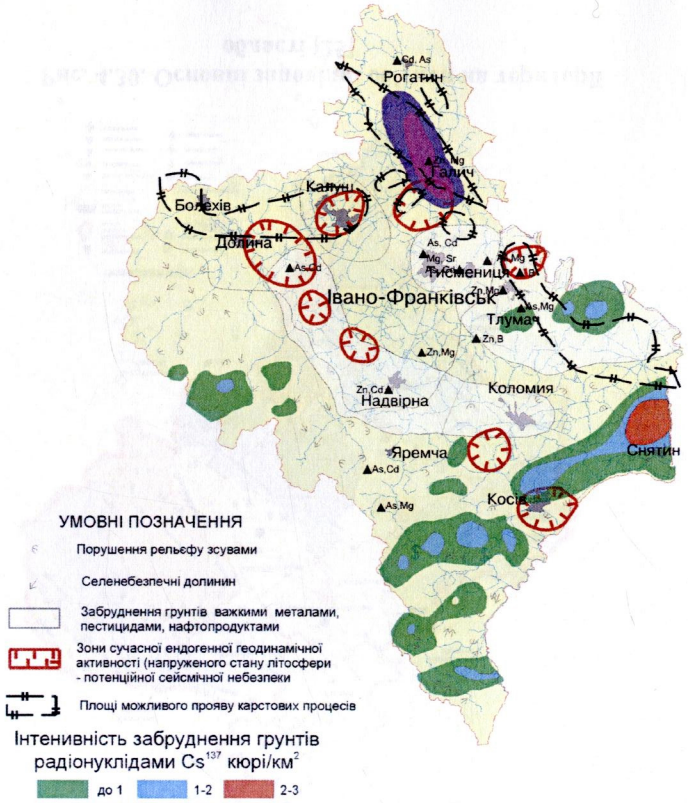


Рис. 4.32. Екологічна карта Івано-Франківської області [54]

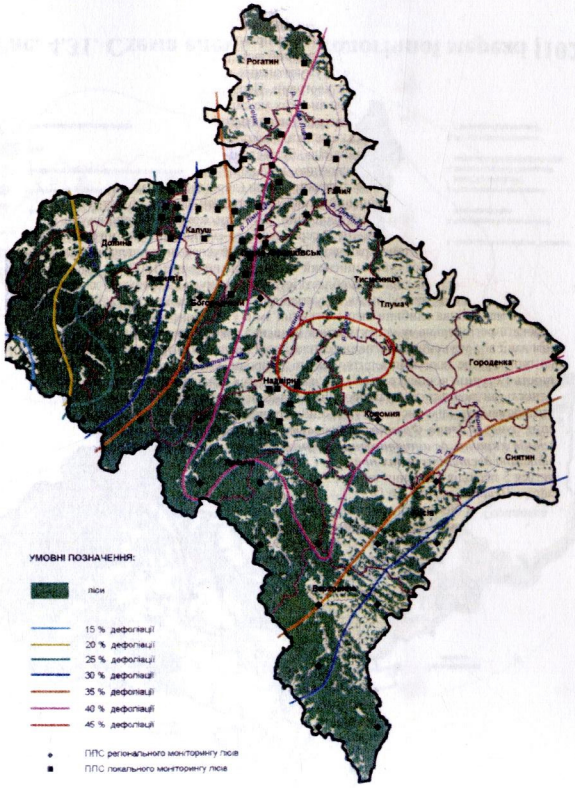


Рис. 4.33. Стан лісів за інтенсивністю дефоліації

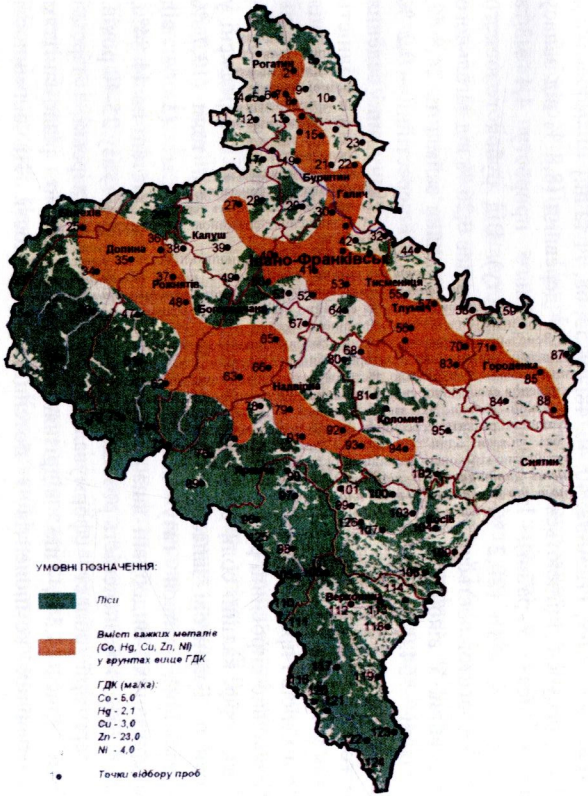


Рис. 4.34. Карта забруднення ґрунтів важкими металами [102]

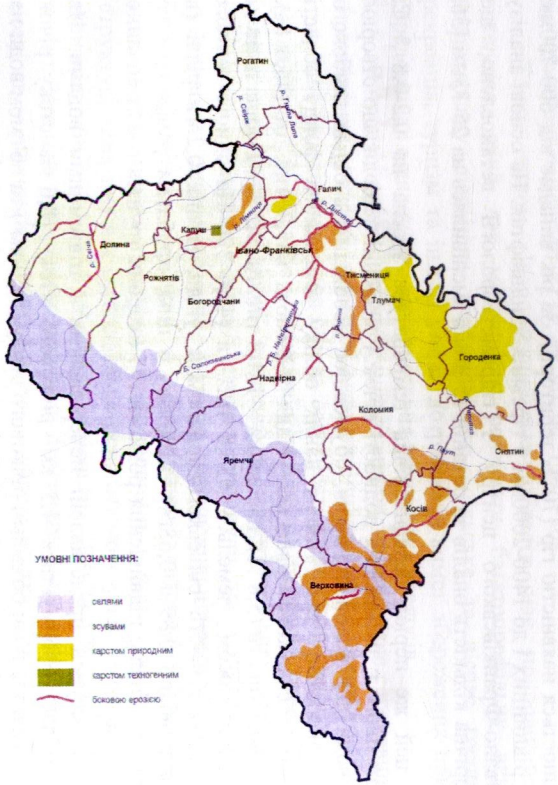


Рис. 4.35. Ураженість території небезпечними екзогенними геодинамічними процессами [102]

Клімат помірно-теплий вологий, з вираженою вертикальною зональністю, що пояснюється наявністю гір (70 % території). За рік випадає від 600-700мм опадів у рівнинних і до 1400-2000мм у гірських ландшафтах. На основі аналізу даних Івано-Франківського центру з гідрометеорології встановлено, що середньорічна кількість опадів за останні 15 років зменшилась на 25-73мм [36, 37].

За цей же період середньорічна температура зросла на 0,2-0,8 ° С. Наслідком цього є зменшення водності річок у меженні періоди, що створює дефіцит води для водопостачання, обумовлює необхідність більш глибокого очищення зворотних вод. Аналіз даних обліку земельного фонду області свідчить, що сільськогосподарські угіддя займають 635,3 тис. га (45,6 %), сіножаті – 80,9 тис. га (5,8 %), пасовища – 131,8 тис. га (9,5 %). Площа лісів та інших вкритих лісом земель – 635,8 тис. га (45,6 %). На одного жителя припадає всього 0,45га сільськогосподарських угідь, із них 0,26га ріллі (в Україні відповідно 0,89 і 0,68га). У зв'язку з цим, проблема раціонального використання земель, підвищення родючості і охорони ґрунтів є надзвичайно актуальною [4].

Водні ресурси представлені поверхневими і підземними водами. На території області формується 4,5 км^3 річкового стоку (8,6 % стоку річок України). За загальними об'ємами річкового стоку (8,69 км^3) та об'ємом води на одну людину (6,1 тис. м3) область посідає друге місце на Україні після Чернівецької області. Використання поверхневих вод для водопостачання ускладнюється паводковим режимом, коливанням стоку річок і зменшенням їх водності у меженні періоди. Запаси підземних вод - 271,0 тис. м^3 на добу (92,5 млн. м^3 в рік). За цим показником область займає 21 місце серед областей України (рис. 4.31) [7-9, 11, 30-32, 40, 46, 48, 49, 53, 68, 71 та ін.]

Лісові ресурси оцінюються у 149,7 млн. м^3 деревини (8,8 % від запасу деревини у лісах України). Із загального річного приросту 4,4 м3/га вирубується 1,24 м^3/га (28,2 % ростучого приросту). Від рубок головного користування заготовлюється 350 380 тис. м^3, що складає 0,26 % від загального запасу деревини. У віковій структурі насаджень молодняки займають 24,8 %, середньовікові – 54,0 %, пристигаючі – 2,0 %, стиглі і перестійні – 9,2 % (оптимальне співвідношення 30 : 30 : 20 : 20). Тому, при плануванні ведення лісового господарства і лісокористування потрібно враховувати необхідність збільшення у 1,5-2,0 раза площ пристигаючих і стиглих насаджень, збереження старовікових лісів і пралісів (рис. 4.33) [4, 35, 54, 62, 67, 73, 79, 116].

Мінерально-сировинні ресурси представлені 25 видами корисних копалин (нафта, газ, торф, калійні солі, будівельні матеріали та ін.), які зосереджені у 321 родовищі. Балансові запаси нафти становлять 18,3 млн. тонн (13,7 % запасів України), запаси газу вільного – 22,7 млрд. м^3 (3 % від загальнодержавних). Видобувні запаси родовищ нафти використані на 44-84%, газу – на 58-70%. Забезпеченість розвіданими запасами нафти і газу 25-40 років.

На території області сформувались рівнинні, передгірські і гірські ландшафти (рис. 4.34), що відрізняються між собою різноманіттям ландшафтотворчих компонентів і потенціалом стійкості. Ці відмінності

зумовлюють необхідність різного за інтенсивністю і напрямом господарського використання ландшафтів [78, 83, 90, 94, 119, 120].

Таким чином, Івано-Франківська область має природно-ресурсний потенціал, який дає можливість розвивати багатопрофільну виробничо-господарську діяльність (промисловість, сільське та лісове господарство, рекреація, туризм та ін.) за умови дотримання вимог збереження природного середовища і ощадливого використання природних ресурсів.

В процесі оцінки антропогенного впливу на природне середовище Івано-Франківської області проаналізовано чинники антропогенного впливу на природне середовище, дана оцінка освоєності та антропогенної трансформації ландшафтів [50, 52]. Ще у I тисячолітті н. е. на території Івано-Франківської області переважали лісові ландшафти. Надмірне вирубування лісів та інтенсивне освоєння земель істотно вплинули на природні ландшафти, зумовили їх денатуралізацію, а також порушення цілісності (фрагментацію) біогеоценотичного покриву і формування антропогенних ландшафтів. Найбільшою мірою трансформовані рівнинні і передгірські ландшафти, у структурі яких питома вага сільськогосподарських угідь коливається у межах відповідно 68,9-72,5 % і 33,9-43,5 %, у гірських - 9,0-24,4 % (середнє в Україні – 71 %). Загальна розораність території перевищує межі екологічної збалансованості як у рівнинних (50-60 %), так і передгірських (30-40 %) ландшафтах. Лісистість у гірських ландшафтах зменшилась до 61,5-87,6%, передгірських – до 27,7-43,6 %, рівнинних – до 7,1-16,8 %.

Коефіцієнти антропогенної трансформації території [41, 45, 69, 81, 91] найвищі у рівнинних ландшафтах і наближаються до 1, а екологічної збалансованості території – у гірських ландшафтах. Така ж закономірність трансформації території встановлена і для водозборів основних рік у басейнах р. Дністер і р. Прут. Природними і напівприродними угрупованнями (ліси, сіножаті, пасовища, водно-болотні угіддя) зайнято в середньому 63,7 % території області. Однак у рівнинних ландшафтах цей показник значно нижчий – 20-35 %, передгірських – 35-40 %, гірських – 82-90 % (в Україні – 34 %). Структура угідь у рівнинних і передгірських ландшафтах потребує оптимізації в частині зменшення питомої ваги орних земель і збільшення площ екологічно стабілізуючих угідь (лісів, сіножатей, пасовищ).

Негативним наслідком антропогенної трансформації ландшафтів і, зокрема, збільшення площі орних земель є розвиток екзогенних геодинамічних процесів (водна ерозія, зсуви, селі). За останні 30 років площа еродованих сільськогосподарських угідь (рис. 4.35) в Івано-Франківській області зросла у 1,3 раза. Із 635,3 тис. га сільськогосподарських угідь 128,0 тис. га (20,0 %) піддані водній ерозії, із них еродованих орних земель – 90,9 тис. га. Інтенсивність ерозійних процесів найбільш висока на пластово-ерозійних і пластово-горбогірних рівнинних ландшафтах у межах Рогатинського, Галицького, Городенківського і Снятинського адміністративних районів. Тут ерозією пошкоджено відповідно 45, 35, 17 і 28 відсотків сільськогосподарських угідь. Зсувні і селеві процеси розвинуті у передгірських і гірських ландшафтах (Верховинський, Надвірнянський і Косівський адміністративні райони).

Проведені дослідження показали, що до чинників антропогенного впливу, які зумовлюють негативні зміни природного середовища в Івано-Франківській області належать також велика кількість поселень і густота населення, викиди і скиди у навколишнє середовище забруднюючих речовин (рис. 4.25-4.29).

Середня густота населення в області 100 осіб /км^2 (в Україні 80 осіб/км^2). Найбільша густота населення (170-288 осіб / км^2) і демографічне навантаження (1,7-3,6) у передгірських ландшафтах, через наявність тут міст (Івано-Франківськ, Калуш, Коломия, Долина). Гірські ландшафти малозаселені – густота населення від 0 до 35 осіб / км^2; демографічне навантаження – 0,0-1,2. Щільність поселень у рівнинних ландшафтах становить в середньому 0,085, передгірських – 0,066, гірських – 0,025 шт / км^2, що у 2,5-8,5 раза більше, ніж в цілому по Україні (0,010 шт / км^2).

У 2004 році із стаціонарних джерел підприємствами області в атмосферу викинуто 181,1 тис. тонн, пересувними джерелами (240 тис. автомобілів) – 44,2 тис. тонн шкідливих речовин. У структурі викидів на SO_2 припадає 70-80 %, тверді викиди (вугільна зола, пил) – 10-20 %. За період 1981-2004 рр. в атмосферу викинуто понад 8,0 млн. тонн забруднюючих речовин. Щільність викидів на 1 км^2 в середньому по області становить 16,2 тонни (в Україні 6,8 тонн). За цим показником область займає 5 місце у державі. На одного жителя в середньому припадає 161,2 кг забруднюючих речовин. Основними забруднювачами атмосферного повітря є Бурштинська ТЕС, викиди якої у 2014 році склали 153,4 тис. тонн, що становить 84,3 % від загальної кількості викидів стаціонарних джерел області, а також «Прикарпаттрансгаз» (12,5 тис. тонн), ПАТ «Івано-Франківськцемент» (1,7 тис. тонн), ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (0,8 тис. тонн) (рис. 4.28, 4.29).

В результаті проведених досліджень М.М.Приходьком виявлені антропогенні аномалії з підвищеним вмістом (більше ГДК) у ґрунтах Co, Hg, Cu, Zn, Ni. «Плями» забруднення ґрунтів простягаються з північного заходу на південний схід і знаходяться в зоні впливу Бурштинської ТЕС, Калуської ТЕЦ, ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття», ПАТ «Івано-Франківськцемент» (рис. 4.25, 4.27, 4.34).

У водні об'єкти в 2004 р. скинуто 85,5 млн. м3 зворотних вод, з якими надійшло 1,1 тис. т органічних речовин, 46,9 тис. т солей, 0,23 тис. т азоту амонійного, 3,6 т нафтопродуктів (рис. 4.26, 4.27).

Найбільше антропогенне навантаження за обсягами викидів і скидів у навколишнє середовище формується у рівнинних і передгірських ландшафтах (водозбори рік Гнила Липа, Ворона, Бистриця, Сівка, Саджавка). Складна екологічна ситуація у Галицькому, Калуському, Надвірнянському і Тисменицькому районах, на території яких знаходяться Бурштинська ТЕС, Калуська ТЕЦ, ЗАТ «Лукор», ЗАТ «Магнієвий завод», ПАТ «Івано-Франківськцемент», ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття».

Немаловагоме для екологічної ситуації мають природні та антропогенні зміни літосфери геоекологічного середовища під впливом не тільки екзогенних процесів, про що вже йшла мова вище, а й під впливом ендогеодинамічних-сейсмологічних процесів та повільних тектонічних рухів, що спричиняють розвиток на території області [25, 29, 33, 42, 43, 72, 74] брахіантиклинальних та

брахісинклінальних структур, неотектонічних уступів, депресій, зон сейсмічної активності та ін. (рис 4.36) [110].

Усі наведені вище матеріали дозволили нам побудувати Екологічну карту Івано-Франківської області – перший її варіант у 1992р. (вона була опублікована у газеті «Галичина») (рис. 4.32) і другий, основний варіант – у 2006р. (рис. 4.36, табл. 4.5). На основі цієї карти виконано геоекологічне та еколого-туристичне районування. Останнє увійшло до «Маркетингової стратегії розвитку туризму в Івано-Франківської області», над якою протягом 2006р. працювала робоча група обласної ради під керівництвом І.В.Підлєтейчука, О.В.Соколової та М.І.Ковалів, до складу якої входив і О.М. Адаменко. На карті еколого-туристичного районування виділено 5 зон туристичного використання території у залежності від їх екологічного стану (рис. 4.36-4.38):

1. Зони сприятливі для розвитку туризму та будівництва туристичних і готельних комплексів зі сприятливим екологічним станом;

2. Зони перспективного розвитку туристичної інфраструктури з нормальним екологічним станом;

3. Зони задовільних перспектив розвитку туризму;

4. Зони обмежених перспектив розвитку туризму, що вимагають додаткових екологічних досліджень;

5. Зони несприятливі для розбудови туристичної індустрії із-за екологічних обмежень.

Крім того в процесі екологічних досліджень з'ясувалось, що в Івано-Франківській області є умови для розвитку екологічного туризму.

Екологічний туризм – це специфічний вид туризму, що визначає ознайомлення з окремими екологічними, як природними так і техногенними, об'єктами, процесами і явищами, які представляють певний інтерес для фахівців-екологів, геологів, географів, краєзнавців, а також для пересічних громадян, що цікавляться природою та специфікою екологічних явищ на тій чи іншій території. Найбільш активно екологічний туризм розвинутий у Польщі, де навіть у вищій школі є окрема спеціальність «екотуризм». Об'єктами такого туризму там є соляна шахта «Вєлічко», старі кар'єрі і копальні з видобутку бурого вугілля у Сілезії, рекультивовані сірчані кар'єри (Махув та ін.), малі ГЕС та штучні водосховища.

Спеціальні тури на ці об'єкти ціняться дуже дорого і дають високі прибутки, тому що їх відвідують науковці, промисловці, громадські і державні діячі (VIP-туристи). Польські колеги із Краківської гірничо-металургійної академії, Гданського інституту туризму, наукового товариства «Геосфера» неодноразово пропонували нам продовжити такі маршрути на територію України відвідуванням Яворівського сірчаного, Домбровського соляного, Дубівецького мергельного кар'єрів, стратотипових розрізів у Карпатах, Червоногородського (Джуринського) водоспаду у Дністровському каньйоні та ін.

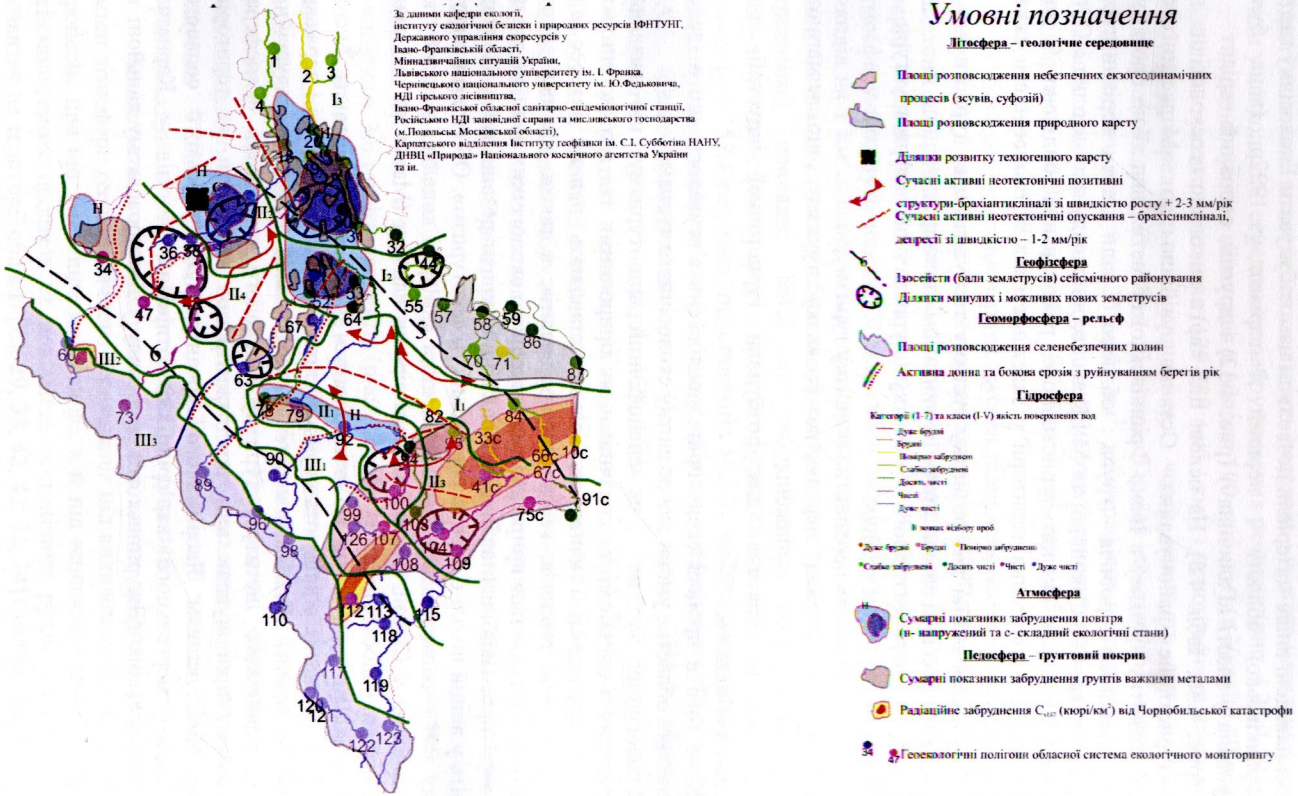


Рис. 4.36. Екологічна карта Івано-Франківської області (2006)
Автори О.М. Адаменко, Д.О. Зорін

Таблиця 4.5

Ландшафтне та геоекологічне районування Івано-Франківської області

Ландшафтне районування	Геоекологічне районування
Класи ландшафтів	*Геоекологічні зони*
I – рівнинний	Покутсько-Придністровсько-Опільська геологічна зона з напруженим, складним і незадовільним екологічними станами
II – передгірський	Передгірська геоекологічна зона з задовільним, напруженим і складним екологічними станами
III – гірський	Гірська геоекологічна зона з сприятливим і задовільним екологічними станами
Види ландшафтів	*Геоекологічні підзони*
I_1 – пластово-ерозійні височинні ландшафти Покуття	Покутська з радіаційним забрудненням, з задовільним і напруженим екологічними станами
I_2 – пластово-ерозійні ландшафти Придністров'я з карстовими формами	Придністровська з задовільним екологічним станом
I_3 – пластово-горбогірні ландшафти Рогатинського Опілля	Опільська з незадовільним, складним і напруженим екологічними станами
II_1 – структурно-пластові ландшафти височин	Коломийсько-Косівська з задовільним екологічним станом
II_2 – денудаційно-акумулятивні ландшафти височин	Калуська з незадовільним, складним і напруженим екологічними станами
II_3 – горбисто-грядові ерозійно-зсувні ландшафти межиріч	Рожнівська з задовільним екологічним станом
II_4 – ландшафти акумулятивних улоговин	Долинсько-Рожнятівсько-Богородчанська з складним, напруженим і задовільним екологічними станами
III_1 – низькогірні флішеві ландшафти	Вишківсько-Делятинська зі сприятливим екологічним станом
III_2 – середньогірські ландшафти	Яремчансько-Ворохтянська з задовільним і сприятливим екологічними станами
III_3 – високогірно-полонинські ландшафти	Горгансько-Чорногірська зі сприятливим екологічним станом

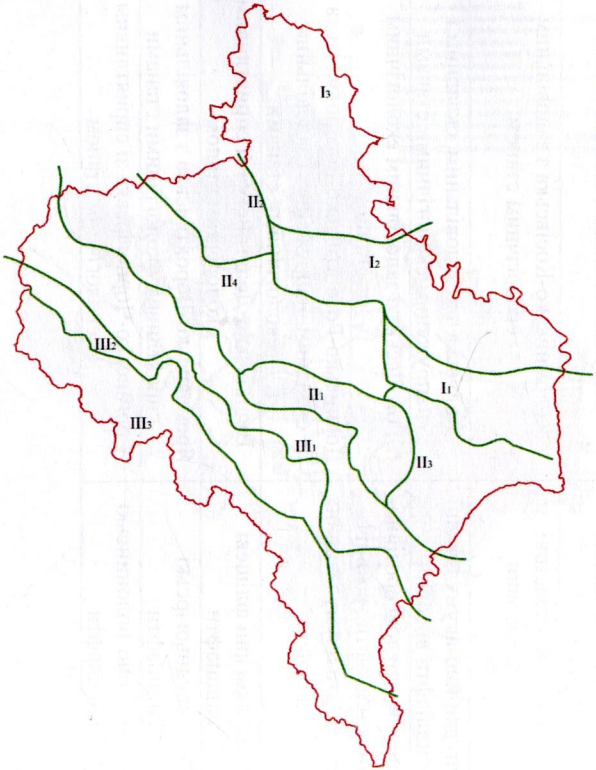


Рис. 4.37. Геоекологічні зони та підзони



Рис. 4.38. Карта еколого-туристичного районування

Вважаємо, що цей новий для нашої області науково-пізнавальний екологічний вид туризму має велику перспективу. Основними об'єктами можуть бути: 1) Домбровський кар'єр у м. Калуші, 2) Старуня – майбутній «Парк Льодовикового періоду», 3) Дністровський каньйон зі всесвітньо відомими геологічними пам'ятниками, 4) Загадкові кулі Карпат у Ворохті, Микуличині, Яблуниці, Ясині, Вороненкові, 5) Верх-Ясенівський гірський обвал-зсув з кам'яним хаосом, «церквою Диявола» і древнім Верховинським озером, 6) Геоекологічний полігон «Обсерваторія на горі Піп Іван», 7) Унікальні поселення древніх людей епохи середнього і пізнього палеоліту (від 120 до 10 тисяч років тому) біля м. Галича та сіл Сзупіль і Дубівці.

У «Маркетинговій стратегії розвитку туризму в Івано-Франківській області» необхідно передбачити написання та видання спеціальних науково-популярних брошур з кольоровими картами, макетами, фотографіями на кожний такий об'єкт. Особливої уваги заслуговує Дністерський каньйон [56-58, 115], де водний туризм, дельтапланеризм та ін. розвиваються поки що стихійно. Регуляція цих видів туризму вимагає змінити неоднаковий статус дністровських берегів: на лівому (тернопільському) затверджений указом президента знаходиться національний природний парк «Дністерський каньйон», а на правому (івано-франківському) березі продовжує існувати Дністровський регіональний ландшафтний парк.

Долина Дністра є ареною катастрофічних паводків, що повторюються через 6-14 років і наносять значні збитки як природним ландшафтам, так і населенню. Останній такий паводок відбувся у 2008 р. [5, 7-9, 18, 70], коли долина була затоплена на висоту 10-12 м від рівня меженного русла, а серед населення були навіть жертви. Усе це вимагає постійного вдосконалення систем екологічної безпеки території Івано-Франківської області.

Розділ 5. ТЕРИТОРІЇ АДМІНІСТРАТИВНОГО РАЙОНУ ТА МІСЦЕВИХ ГРОМАД

5.1 КСЕБ ТЕРИТОРІЇ БОГОРОДЧАНСЬКОГО І РОГАТИНСЬКОГО РАЙОНІВ

На прикладі Богородчанського і Рогатинського районів (рис. 5.1) були розроблені КСЕБ для територій адміністративних районів [104] та створюваних на їх територіях місцевих (територіальних) громад, взагалі в Україні планують, згідно стратегічної реформи, зменшити кількість районів до 150 замість 490 нинішніх, а кількість громад (міських, селищних та сільських) із майже 11,5 тисячі – до 1500.

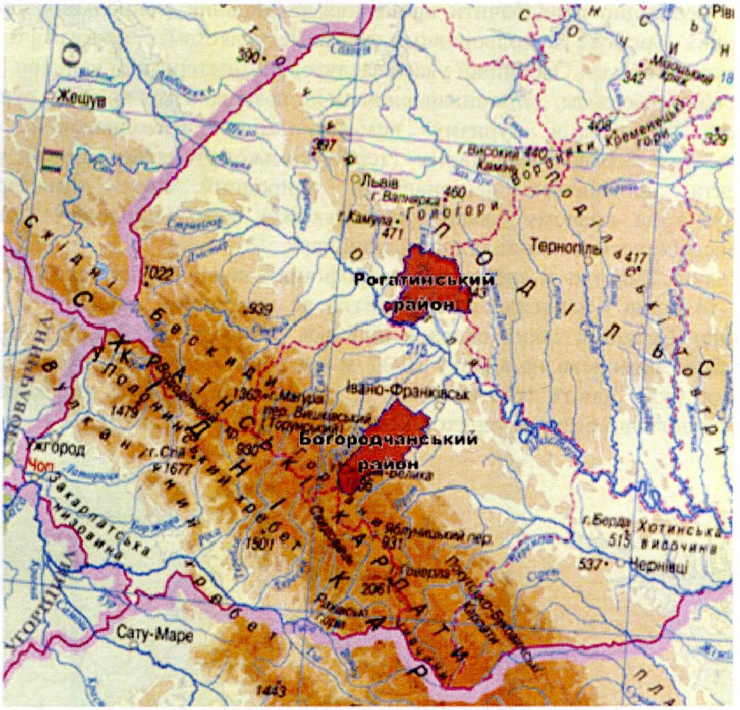


Рис. 5.1. Оглядова карта, М 1: 200 000

Богородчанський район Івано-Франківської області є унікальною територією, де природні та техногенні зміни геосистем значної інтенсивності знаходяться поряд з незайманими ландшафтами гірської частини Карпат. Цей район – своєрідна «транссекта», що пересікає з північного сходу на південний захід Передкарпатську височинну рівнину, передгір'я та низькогір'я і нарешті середньо – та високогір'я. На Передкарпатті розташований потужний «збуджувач» техносфери – Богородчанський газотранспортний вузол (рис. 5.2), де сходяться трансконтинентальні (Північ Сибіру – Західна Європа)

магістральні газопроводи «Союз» і «Прогрес», тут же розташована Богородчанська газокомпресорна станція і Богородчанське підземне сховище газу. Трохи південніше, безпосередньо у передгір'ях знаходиться Старунський геодинамічний феномен, де на 60 га геологічної пам'ятки є техногенно змінені ландшафти з єдиним у Карпатському регіоні грязьовим вулканом, виходами нафти і газу на денну поверхню та унікальними захороненнями забальзамованої мамонтової фауни пізнього плейстоцену. Це джерело активних природних змін ландшафтів підсилено техногенними їх змінами – нафторозвідувальними свердловинами та озокеритовими копальнями. А далі, на південний захід, в тому ж Богородчанському районі ми спостерігаємо найбільш екологічно чисті ландшафти Карпатських гір, де знайшлось місце кільком санаторіям («Синьогора», «Гута» та ін.) і резиденції Президента України. Тому екологічна оцінка Богородчанщини має важливе як науково-теоретичне, так і практичне значення.



Рис. 5.2. Богородчанський газотранспортний вузел

Якщо геологічні, геологорозвідувальні та гірничо-видобувні роботи проводяться на досліджуваній території Богородчанського району з XIXст., то екологічна оцінка розпочалась тут зовсім недавно. На розвідку та розробку нафтогазових родовищ з $90^{х}$ років XXст. складались і виконувались проекти ОВНС – оцінка впливів на навколишнє середовище. Саме тому вплив нафтогазових родовищ мінімальний, якщо буровики і розробники дотримуються технологій, заходів з ОВНС та не допускають аварій.

У 2003-2004рр. кафедрою екології ІФНТУНГ виконувались науково-дослідні роботи для створення геоінформаційної системи Богородчанського району. В результаті по моніторинговій мережі на 111 геоекологічних полігонах були відібрані проби ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря та рослинності, які були проаналізовані на вміст важких металів (рис. 5.3, табл.

5.1), нафтопродуктів, радіонуклідів та пестицидів (всього на 12 забруднювачів). Комп'ютерна обробка аналітичних даних дозволила побудувати комплект еколого-техногеохімічних карт стану вказаних вище компонентів довкілля.

У 2005-2006рр. аналогічні дослідження повторила аспірант тої же кафедри Л.Д.Потравич [99], але з незалежних від неї причин робота над дисертацією не була завершена.

У 2009-2014рр. на території Богородчанщини К.О.Радловська [104] провела ще одне опробування ґрунтів, проаналізувавши проби на вміст важких металів електрохімічним методом на приладі «Екотест». Результати аналізів опробування наведені у таблиці 5.2.

Ґрунтуючись на отриманих результатах (табл. 5.1) аналізів, були створені комп'ютерні (електронні) бази даних, які необхідні для побудови техногеохімічних карт. Перш за все необхідно було виконати розрахунки фонових і аномальних вмістів різних хімічних елементів і речовин у ґрунтах та інших компонентах довкілля, щоб можна було оцінити ступінь їх концентрації по відношенню до регіонального фону [52].

Для цього вмісти елементів групуються за характерними інтервалами і для кожного інтервалу розраховується середній вміст $\bar{x}$. Потім визначається фон і аномальний вміст кожного елементу у відповідних компонентах довкілля. На основі еколого-геохімічних досліджень різних авторів [12] приймається, що регіональним геохімічним фоном є характерний вміст елементів у більшості (тобто у 2/3 або 66,6%) проб, за винятком проб з мінімальним (випадковим) і максимальним («ураганним») вмістами.

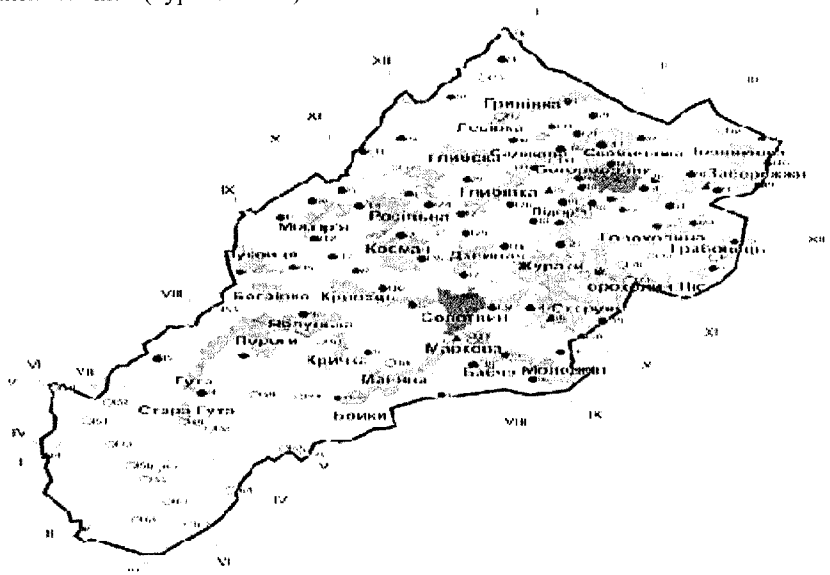


Рис. 5.3. Карта фактичного матеріалу Богородчанського району, М 1:50 000, К.О. Радловська, 2012; Л.Д. Потравич, 2003-2010

Таблиця 5.1

Реєстр відбору проб на території Богородчанського району

№ч/ч	№ проб	Географічна прив'язка
1	2	3
1	74	г. Ігровець (1804м)
2	151	г. Полоцька – 1
3	152	г. Полоцька – 2
4	15	Гута-1
5	153	Пороги
6	17	Луквиця -1
7	115	Луквиця – 2
8	90	Міжгір'я – 1
9	18	Росільна
10	19	Глибока – 1
11	20	Висота 491 біля с Лесівка
12	21	Висота 458 біля с. Нивочин
13	75	г. Сивуля (1818 м)
14	155	Бистриця Солотвинська-верхів'я
15	157	Західний схил г. Буц (1291м)
16	158	Північний схил г. Буц (1291м)
17	159	Північний схил г. Шиворис (1076м)
18	160	Кричка – 1
19	26	Яблунька
20	136	Кривсць – 1
21	135	Космач – 1
22	92	Глибівка – 1
23	126	Глибівка – 2
24	65	Підгір'я – 1
25	191	Саджавка – 1

Закінчення таблиці 5.1

1	2	3
26	110	Саджавка – 2
27	121	Скобичівка – 1
28	161	Східний схил г. Сивулі (1818м)
29	162	Витоки Бистриці-Солотвинської – 1
30	163	Нижче витоків Б. Солотвинської
31	164	Вододіл правих витоків Б.Солотвинської
32	165	Хр. Чортка – 1
33	34	Манява – 1
34	166	Манява – 2
35	138	Солотвин – 1
36	63	Солотвин – 2
37	137	Монастирчани
38	127	Діброва – 1
39	93	Підгір'я – 2
40	39	Підгір'я – 3
41	128	Підгір'я – 4
42	78	Похівка – 1
43	77	Похівка – 2
44	67	Похівка – 3
45	94	Богородчни – 1
46	95	Богородчни – 2
47	70	Богородчни – 3

Всього 111 проб.

Таблиця 5.2

База даних результатів аналізів ґрунтів атомноадсорбційним методом, мг/кг

№ ч/ч	№ проб	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Cs137 мкр/год	ДДТ	Нафтопродукти
1	45	-	-	-	-	-	-	0,12	-	-
2	47	0	0	9,75	0,1	1,47	3,67	-	-	-
3	48	0,7	0,9	14,3	3,1	24,3	-	-	0,01	0,01
4	151	0	0	0,03	0,02	0,04	0,01	-	0,001	-
5	152	0,001	0	0,01	0,01	0,01	0	-	-	-
6	153	0	0,003	0,01	0,01	0,02	0	0,16	0,001	0,003
7	155	0	0	0,95	0,27	6,93	1,4	-	-	-
8	156	0	0	5,7	0,5	3,2	0,63	-	-	-
9	157	0	0,02	2,4	0,1	14,1	1,9	-	-	-
10	158	0	0,01	0,01	0,03	0	-	-	-	-
11	159	0	0,03	0,03	0,01	0,01	-	-	-	-
12	160	0	0	0,02	0	0,01	-	-	-	-
13	161	0	0	0	0,01	0,02	-	-	-	-
14	162	0	0	0,03	0,01	0	-	-	-	-
15	163	0	0	0	0	0	-	-	-	-
16	164	0	0,01	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-
17	165	0,003	0,001	0,01	0,01	0	-	-	-	-
18	166	0,3	0,2	0,9	0,6	1,4	-	-	-	-
19	167	0	0	6,4	-	-	-	-	-	-
20	168	0	0	0	0	0	-	-	-	-
21	169	0	0,003	8,1	0,23	3,4	1	1,22	-	-
22	170	0,001	0,001	0,02	0,04	0,05	-	-	-	-
23	171	0	0	0,01	0,3	0,2	0,1	-	-	-
24	172	0	0	0,03	0,02	0,02	0	-	-	-
25	173	0,001	0,003	0,041	0,03	0,31	-	-	0,001	0,004

Всього 111 проб.

Таким чином були вирахувані фонові вмісти елементів, а їх аномальні значення приймались у 3 рази вище фонових. Після цього були розраховані сумарні показники забруднення (СПЗ або Z_c) за формулою [52]:

$$Z_c = \sum_{n=1}^{n} \frac{Ci}{C\phi}, \qquad (5.1)$$

де Z_c – сумарний показник забруднення,

C_i – вміст і-того елементу в конкретній пробі,

C_ϕ – регіональний геохімічний фон елементу.

Це дало змогу побудувати комплект поелементних техногеохімічних карт ґрунтів (рис. 5.4-5.8), прозоре комп'ютерне накладання яких виявило контури спільних аномальних вмістів усіх елементів – забруднювачів та картосхему сумарного показника забруднення ґрунтів (рис.5.9). Такі ж покомпонентні картосхеми побудовані для ґрунтових вод (рис 5.10) та атмосферного повітря (рис. 5.11), а комп'ютерне накладання попередніх покомпонентних техногеохімічних картосхем СПЗ (рис. 5.12) «надало» інтегровану картосхему усіх попередніх поелементних та покомпонентних техногеохімічних картосхем,

що характеризують просторовий розподіл забруднень по території Богородчанського району.

Екологічна картосхема побудована нами на ландшафтній основі (рис. 5.13) і враховує усі порушення та забруднення як окремих компонентів довкілля, так і в цілому характеризує сучасну екологічну ситуацію на дослідженій території (рис. 5.14, 5.15). Геоекологічне районування Богородчанського району (рис. 5.16) виконане з врахуванням усіх показників стану довкілля.

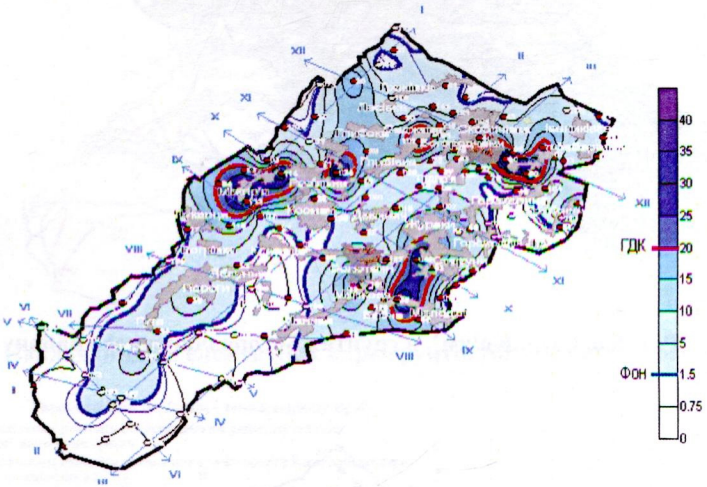


Рис. 5.4. Pb, мг/кг, в грунтах Богородчанського району

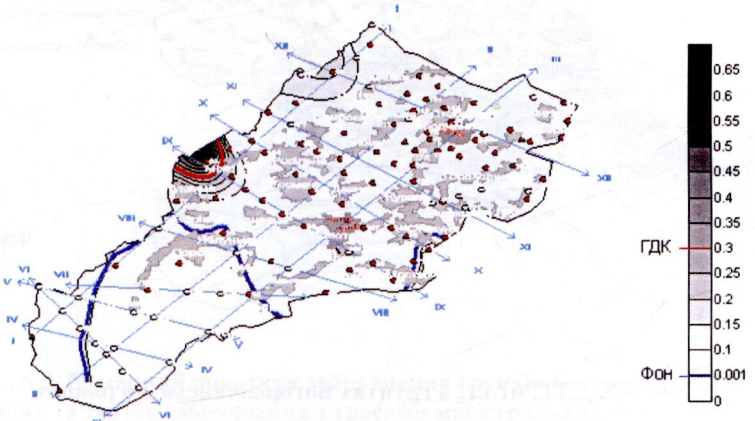


Рис. 5.5. Нафтопродукти, мг/кг, в грунтах Богородчанського району

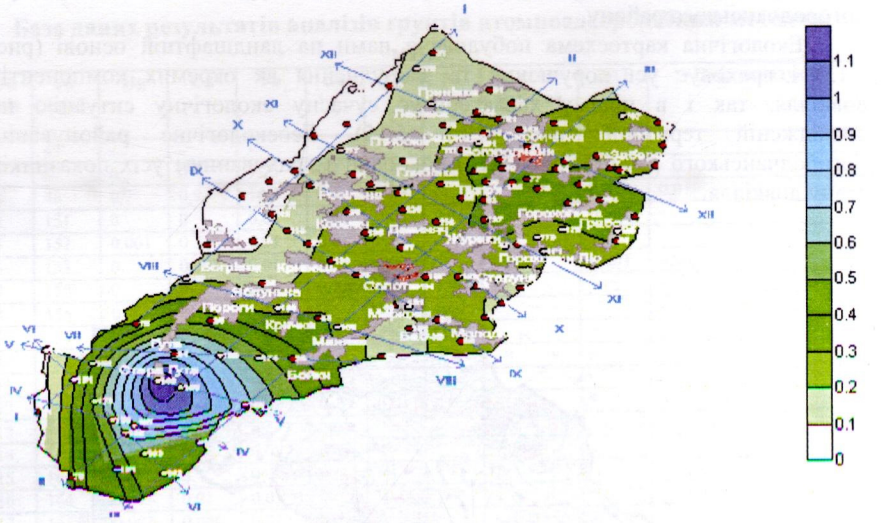


Рис. 5.6. Cs_{137}, Ku/км^2, в грунтах Богородчанського району

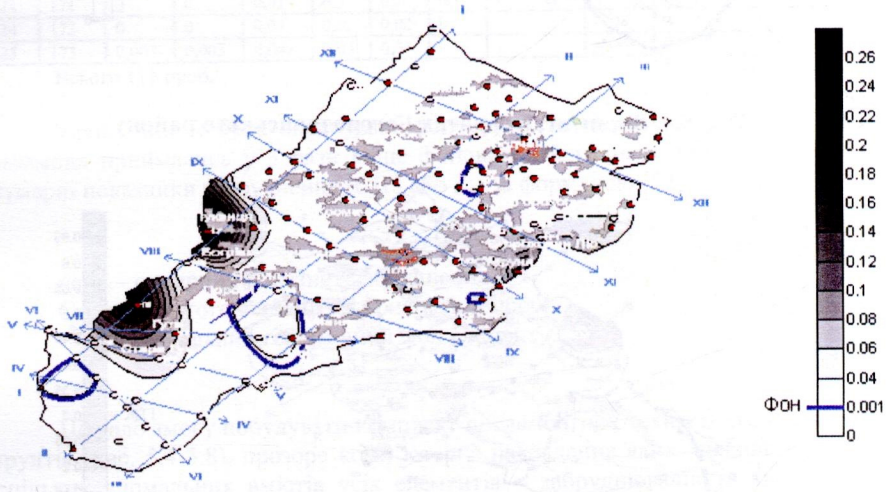


Рис. 5.7. ДДТ, мг/кг, в грунтах Богородчанського району

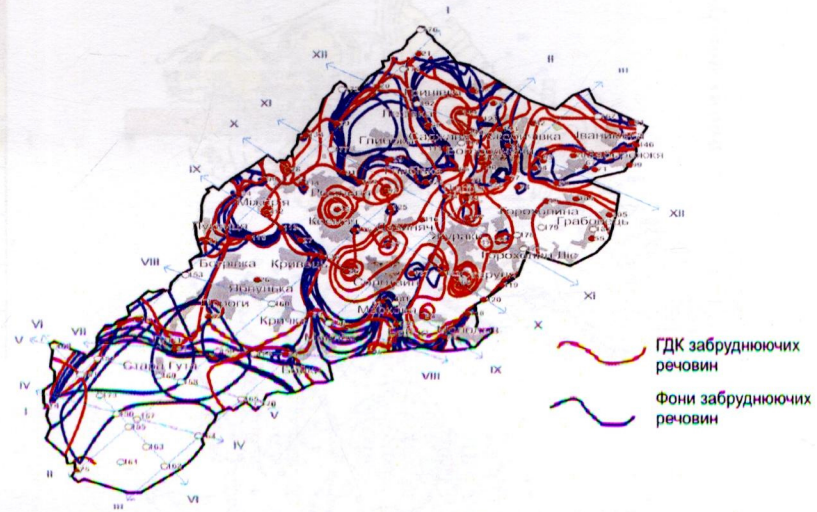


Рис. 5.8. Накладання по елементних карт ґрунтів Богородчанського району

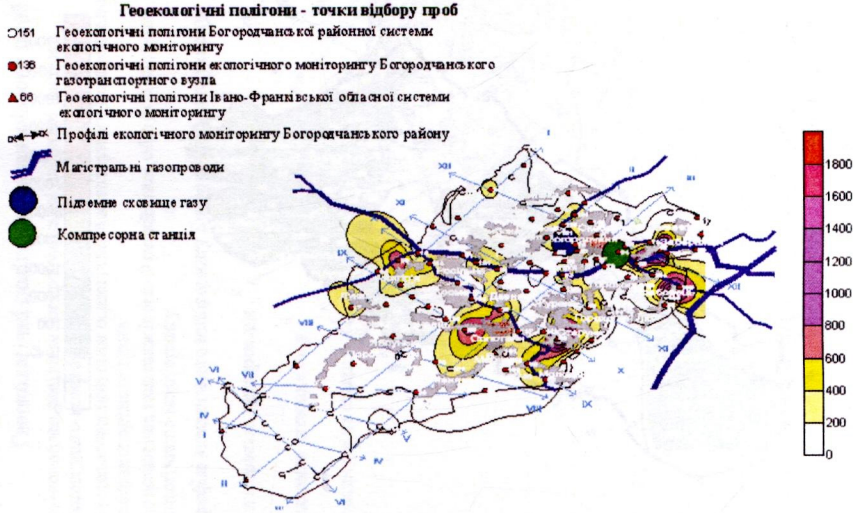


Рис. 5.9. Сумарний показник забруднення ґрунтів Богородчанського району та звязок забруднення з трасами магістральних газопроводів, компрессорною станцією та підземним сховищем газу Богородчанського газотранспортного вузла

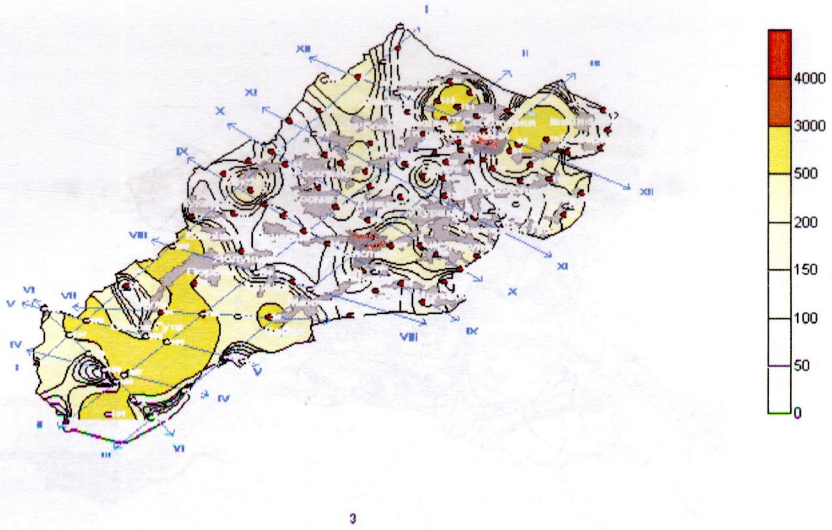


Рис. 5.10. Сумарний показник забруднення грунтових вод Богородчанського району

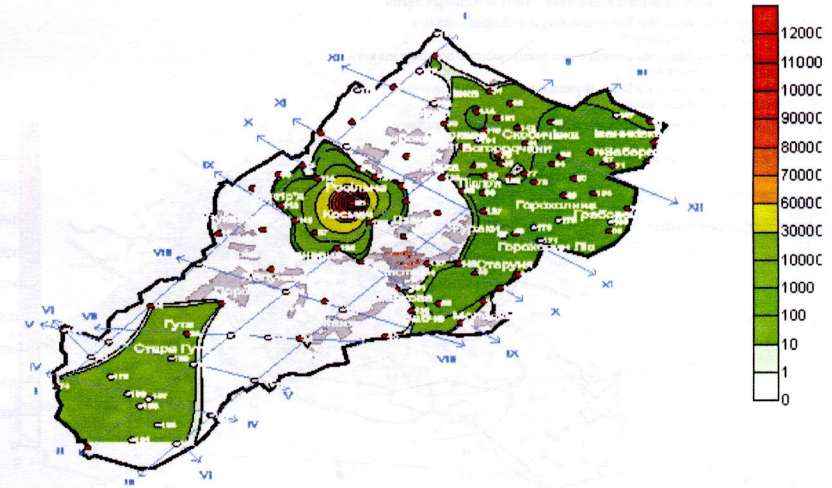


Рисунок 5.11. Сумарний показник забруднення в атмосферне повітря Богородчанського району

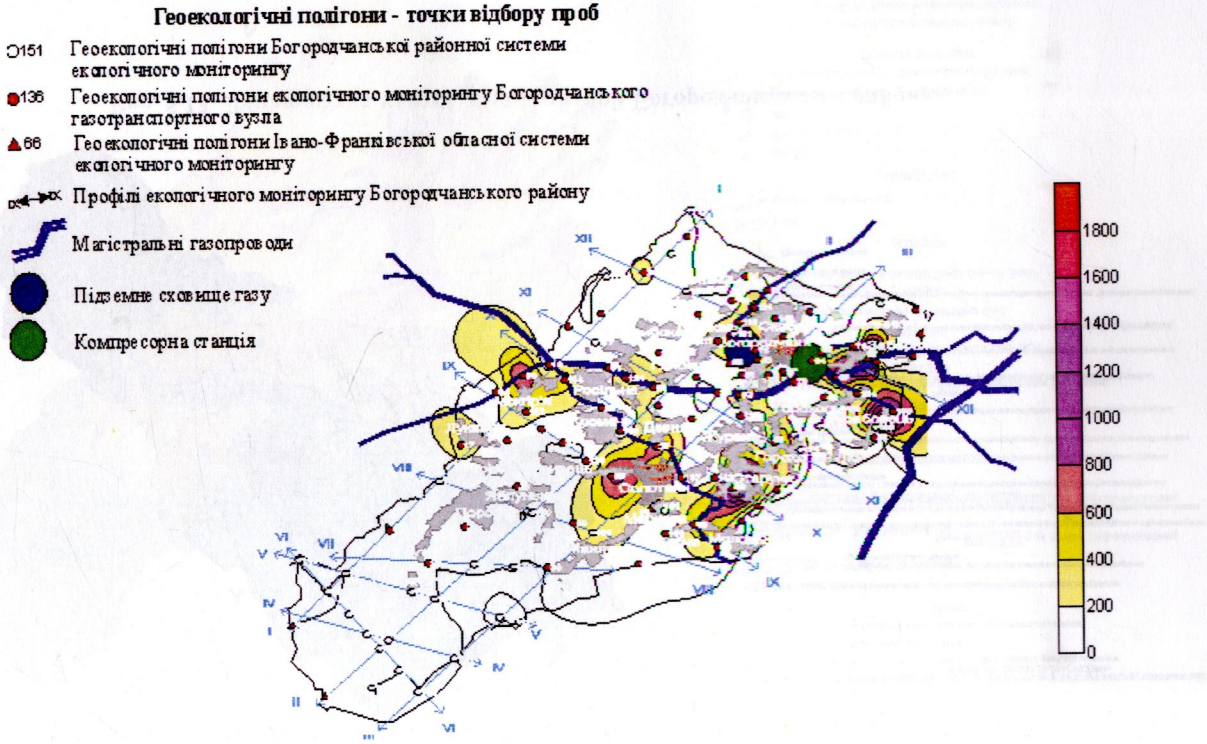


Рис. 5.12. Накладання сумарних показників забруднення в грунтах, грунтових водах і атмосферному повітрі Богородчанського району

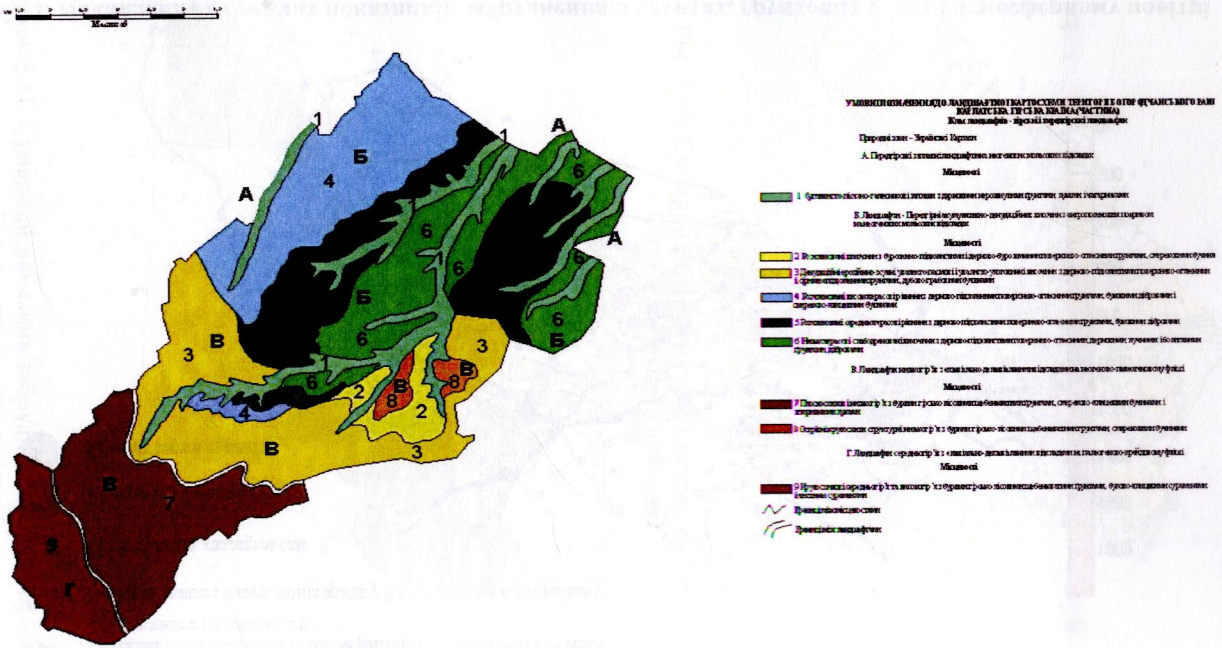


Рис. 5.13. Ландшафтна картосхема території Богородчанського району

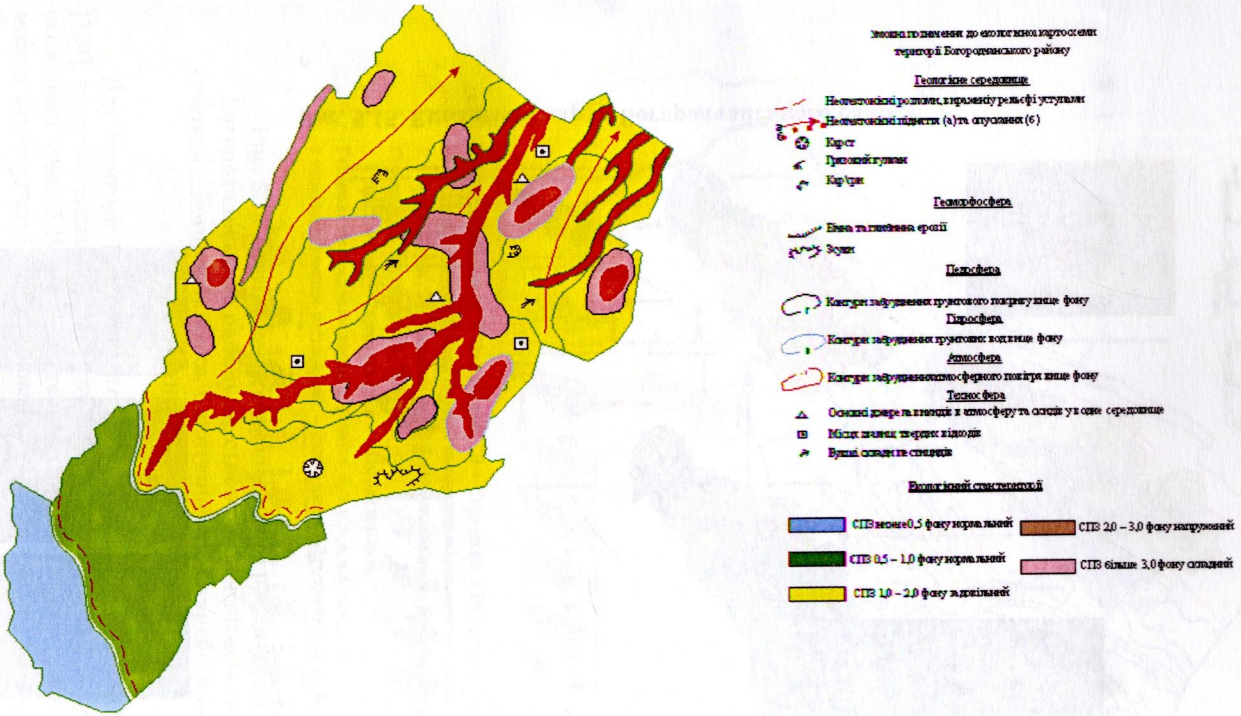


Рис. 5.14. Екологічна картосхема території Богородчанського району

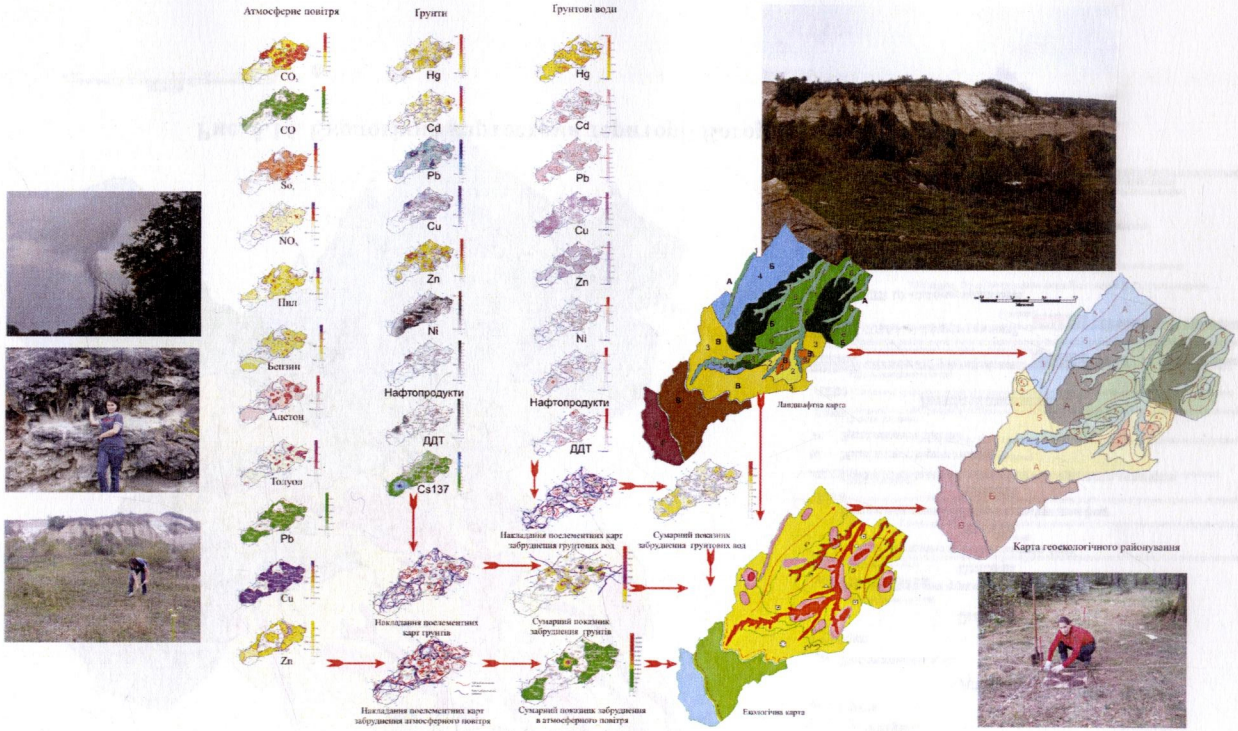
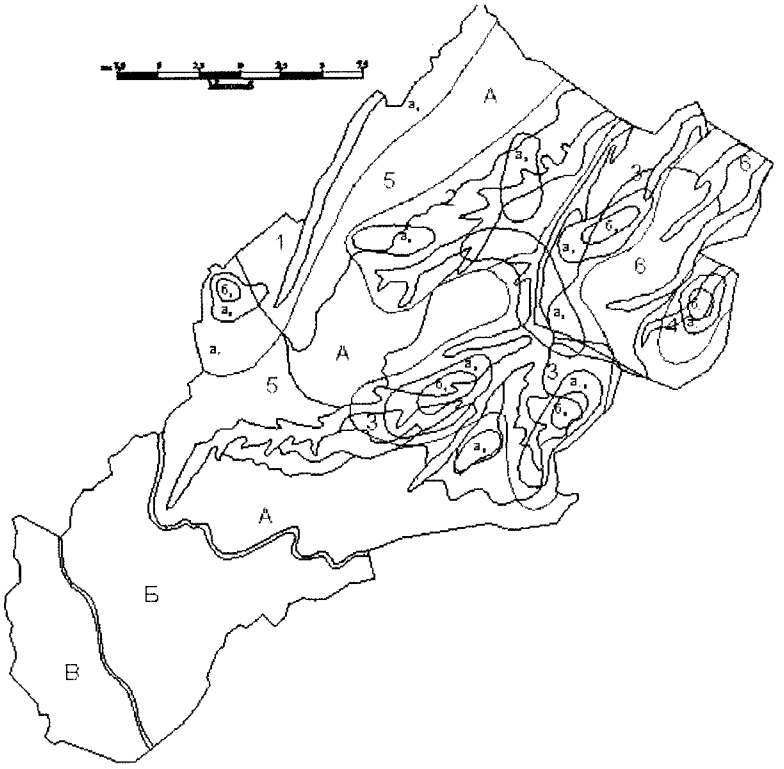


Рис. 5.15. Екологічні карти Богородчанського району



Геоекологічні зони:
А - Передгірська, Б – Низькогірна, В – Середньо- і Високогірна та границі між ними
Геоекологічні смути концентрації та границі між ними:
1 – Лукинисика, 2 – Саджавська, 3 – Солотвинисько – Бистрицька, 4 – Заберезька.
Геоекологічні смути розсіювання:
5 – Лукинисько - Саджавська, 6 – Міжбистрицька.
Геоекологічні ареали концентрації: $а_1, а_2, а_3, а_4, а_5, а_6, а_7, а_8, а_9, а_{10}$,
з геоекологічними вогнищами – джерелами забруднення: $б_1, б_2, б_3, б_4, б_5, б_6$.

Рис. 5.16. Картосхема геоекологічного районування території Богородчанського району, де створюються місцеві (територіальні) громади – Богородчанська, Солотвинська, Старобогородчанська, Старунська, Яблунська

Для території Рогатинського району (рис. 5.1, 5.17) К.О Радловською [104] виконані аналогічні процедури та побудовані ландшафтна (рис. 5.18), екологічна (рис. 5.19 та карта геоекологічного районування (рис. 5.20), які можна використати і для створюваних територіальних громад – Рогатинської, Верхньолипецької та Букачівської.

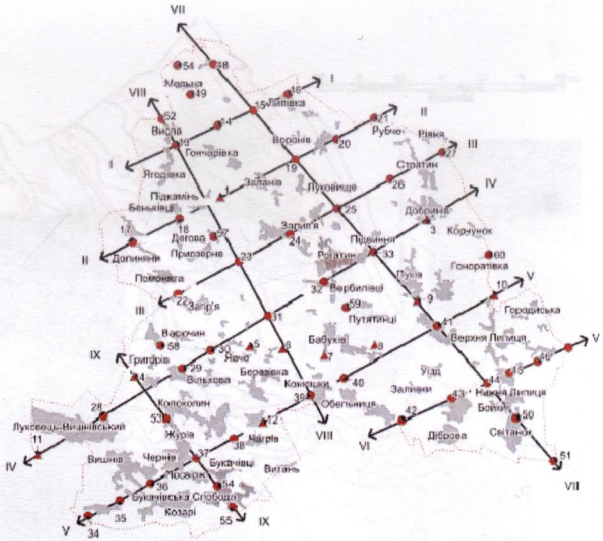


Рис. 5.17. Карта фактичного матеріалу Рогатинського району, М 1: 50 000, К.О. Радловська, 2011-2013

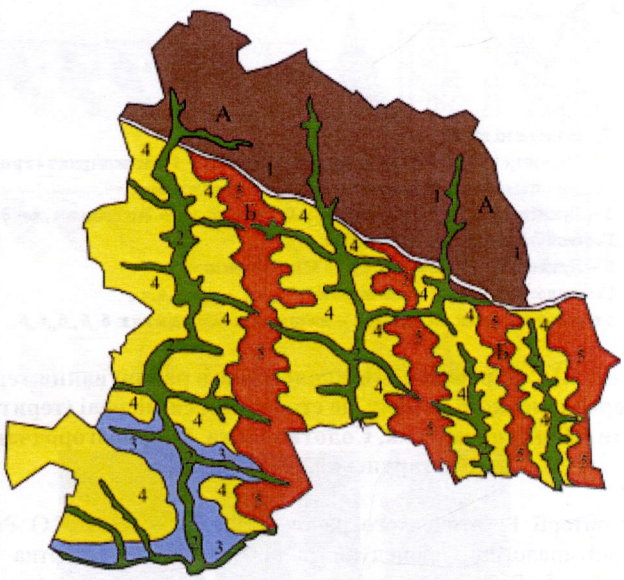


Рис. 5.18. Ландшафтна карта Рогатинського району М 1 : 50 000

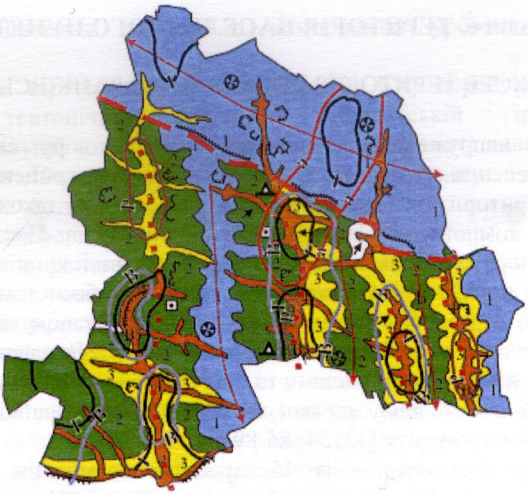


Рис. 5.19. Екологічна карта Рогатинського району М 1 : 50 000

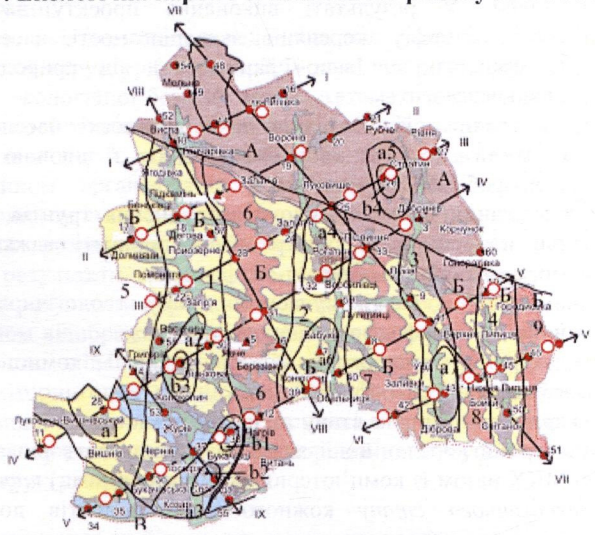


Рис. 5.20. Карта геоекологічного районування Рогатинського району М 1 : 50 000

Висновки

Для кожної територіальної громади Богородчанського і Рогатинського районів розроблені індивідуальні заходи з екологічної безпеки.

Аналіз всього викладеного вище матеріалу свідчить, що Богородчанський газонафтотранспортний вузел істотно не впливає на екологічну ситуацію. Лише на окремих ділянках лінійної частини магістральних газопроводів зафіксовані аномалії, що існують з часів будівництва газопроводів.

Розділ 6. ТЕРИТОРІЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТУ

6.1 КСЕБ ТЕРИТОРІЇ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА

Найбільш напруженими ділянками з точки зору екології і умов проживання населення є міста. Це пов'язано з високою концентрацією джерел забруднення території, їх високою інтенсивністю, а також комплексним впливом на всі компоненти навколишнього середовища. Постійне зростання кількості транспорту, розвиток промисловості та інші чинники є причиною швидких темпів погіршення екологічного стану в урбосистемах. В зв'язку з цим, актуальною є розробка методики контролю за станом забруднення всіх компонентів навколишнього середовища, швидкого і ефективного визначення сучасного стану урбосистеми в цілому та прогнозу ситуації на майбутнє [55].

Оцінка сучасного стану міської території Івано-Франківська виконана методом екологічного аудиту [12, 54, 86-89].

Ця робота була одним із 15 проектів-переможців, відібраних та фінансованих Світовим банком із поданих на конкурс 2001 року в Україні 462 інноваційних ідей. У результаті виконання проекту автори створили комп'ютеризовану систему кореляції захворюваності населення міських територій (на прикладі м. Івано-Франківська) від природно-техногенних чинників, яка включає:

1) бази даних різних рівнів захворюваності населення у різних мікрорайонах міста по 28 хворобах згідно з діючою міжнародною класифікацією хвороб (МКХ);

2) бази даних щодо хімічного забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря й рослинності важкими металами, радіонуклідами, нафтопродуктами;

3) комп'ютерні карти сучасного стану геологічного середовища, геофізичних полів, геоморфосфери, ландшафтів;

4) електронні карти хімічного забруднення 12 компонентами ґрунтів, гідросфери, атмосфери й фітосфери;

5) карти екологічного стану техносфери міста.

Комп'ютерний кореляційний аналіз баз даних захворюваності кожної з груп хвороб МКХ разом із комп'ютерними (електронними) *картами сучасного природно-техногенного стану* кожного з компонентів довкілля міської території дало змогу визначити пряму кореляційну залежність між різними захворюваннями та ступенем трансформації довкілля, кожен контур підвищеної захворюваності й напруженого стану конкретної території міста [54].

Для вирішення поставлених задач було обрано полігон на території, що повністю включає місто Івано-Франківськ у його адміністративних кордонах разом із прилеглими землями сільськогосподарського використання. На площі близько 100 км^2 була розбита мережа із 248 точок спостережень, які більш-менш рівномірно охоплювали весь полігон. Робочий масштаб польових досліджень 1:10000. Географічні координати й абсолютні висоти (альтитуди) точок спостережень визначені з допомогою ГІС MAP INFO з топографічної карти масштабу 1 : 10 000 (рис. 6.1). Нижче наведемо результати ландшафтно-

геохімічного вивчення кожного з компонентів урбосистеми м. Івано-Франківська.

Геологічне середовище міста (рис. 6.3, 6.4) перебуває під впливом резонансних тектонічних рухів у Карпатській гірськоскладчастій постгеосинклінальній зоні. Більша частина території міста належить до Більче-Волицької зони Передкарпатського крайового прогину, і лише невелика північно-східна частина – до південно-західної окраїни Руської (Східно-європейської) платформи, її Волино-Подільської плити.

Літосфера в районі міста роздроблена системою взаємопересікаючих розломів, уздовж яких у неотектонічний етап сформувалося декілька четвертинних морфоструктур – піднять і депресій, які різною мірою є активними й тепер. Розломи можуть бути провідниками сейсмотектонічних рухів і служити лініями розрядки сейсмічних поштовхів силою до 5-6 балів, що досягають міської території з південного заходу, з району гір Вранча (Румунія), де містяться гіпоцентри головних карпатських землетрусів. Ураженість території міста небезпечними геодинамічними процесами (зсувами, ерозією, суфозією) незначна, але її теж треба враховувати при оцінці загальної екологічної ситуації.

Починаючи з геологічного середовища, яке є фундаментом для розвитку всієї ландшафтної структури території, і далі всі решта інших компонентів входять до ГІС екологічної безпеки міста. Автоматизована обробка даних для ГІС КСЕБ Івано-Франківська реалізовувалась із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій, які включають, по-перше, систематизацію даних у відповідним чином організованій комп'ютерній базі даних, комплексну обробку бази даних та створення моделі екологічного стану території; по-друге, автоматизований розрахунок комплексних та сумарних показників, які узагальнюють результати ландшафтно-геохімічних досліджень; і, по-третє, отримані дані та результати обробки баз даних у вигляді діаграм, карт, схем, які найкращим чином відображають сучасний стан довкілля на міській території і дають можливість здійснювати постійний контроль за його змінами при проведенні моніторингових досліджень. Тим більше, що проблема вивчення міст як середовища нашого існування насичена інфраструктурою урбосистеми промисловими підприємствами, транспортними комунікаціями, житлово-комунальною структурою та ін.

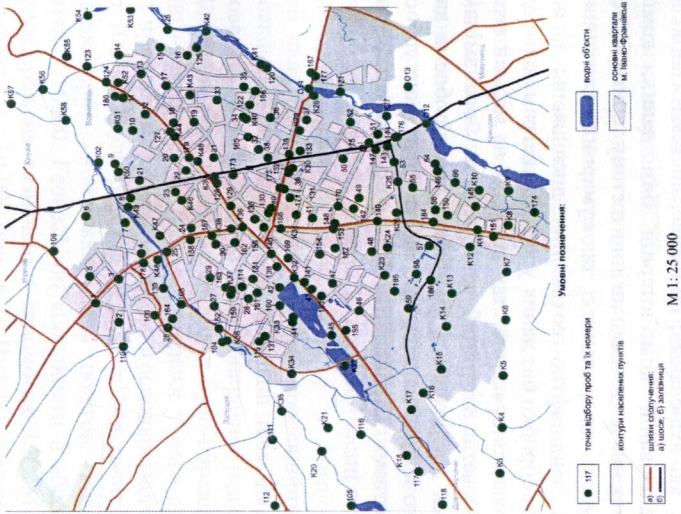


Рис. 6.1. Карта фактичного матеріалу



M 1 : 25 000

Умовні позначення:

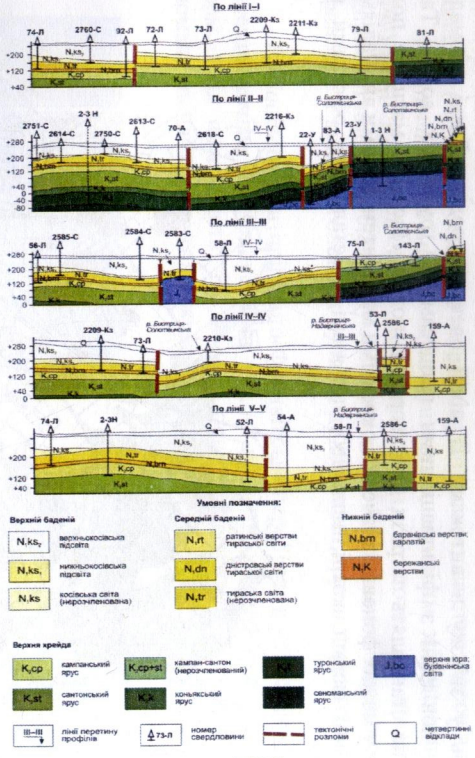
- підприємства міста

Рис. 6.2. Карта розташування підприємств на території міста Івано-Франківська (техносфера)



M 1: 25 000

Рис. 6.3. Геологічна карта міста Івано-Франківська



(закінчення)

Рис. 6.4. Геологічні розрізи

Для оцінки загальної ситуації в місті певне значення мають і особливості *геофізичних полів* (рис. 6.5), що впливають на геоекосистеми і стан здоров'я населення. Вимірювання природного електричного поля показали, що воно має спокійний характер, на фоні якого розвинуті окремі аномалії різних знаків, що виникають у зв'язку з витоками із ліній електропередач. Деякі аномалії, можливо, пов'язані з фільтраційними процесами у ґрунтових водах. Такі аномалії не становлять загрози для здоров'я людей. Постійне магнітне поле перебуває у межах фонових значень з окремими мало інтенсивними аномаліями неправильної форми, котрі, можливо, пов'язані з металевими об'єктами на невеликій

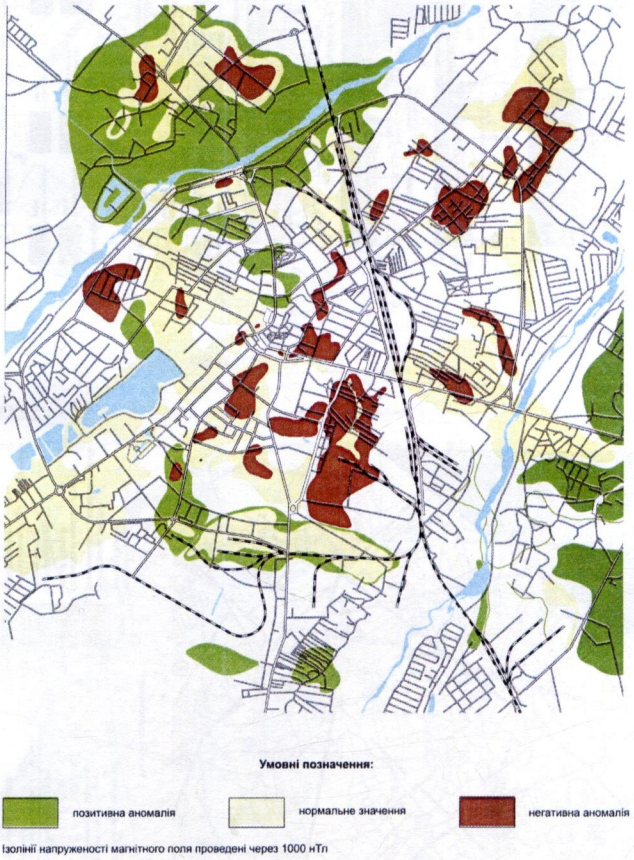


Рис. 6.5. Карта напруженості магнітного поля

глибині. Є також і ряд високо інтенсивних аномалій, природа яких поки що незрозуміла. У зонах високих градієнтів можливий негативний вплив на живі організми й людину.

Вимірювання сумарного змінного електромагнітного поля показали, що його аномальні значення з перевищенням допустимих санітарних норм є тільки біля телевежі. Дослідження природних електричних потенціалів у ґрунтах, воді й повітрі дали змогу скласти відповідну карту, на якій виділено нормальні й аномальні (збуджені) зони, що по-різному впливають на стан здоров'я людей.

Акустичне поле міста характеризується шумовим забрудненням, що в першу чергу створюється автотранспортом, а потім – промисловими підприємствами. Найбільш шумовими зонами є райони залізничного вокзалу, аеропорту й кількох головних вулиць, де санітарні норми перевищені на 10-15 %.

Радіація на території Івано-Франківська перебуває в межах фону й лише в окремих точках перевищує його в 1,5-2 рази, що значно нижче допустимих норм. Слід підкреслити, що в 1990 році на території міста були виявлені аномалії (понад 60 мкр/год), які зараз відсутні (рис. 6.6).

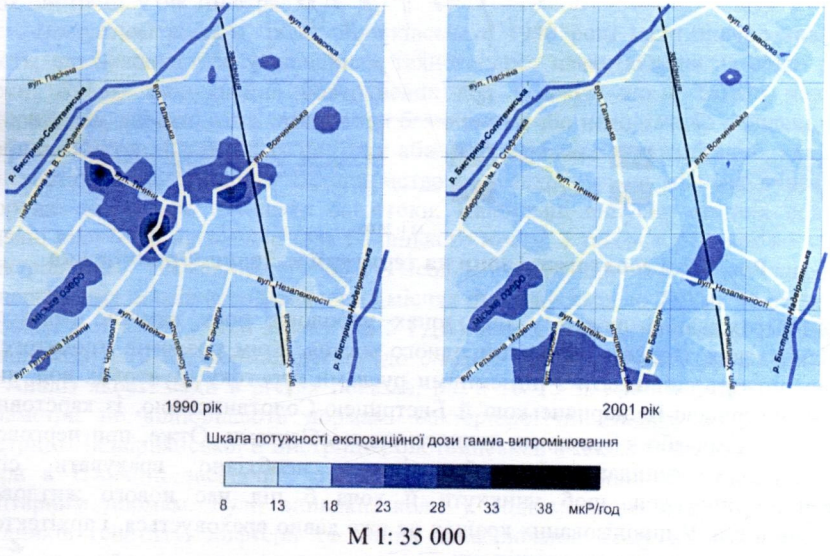


Рис. 6.6. Радіологічна карта

На території міста методами біолокації виявлено *систему геопатогенних зон* (рис. 6.7), які співпадають із розломною тектонікою геологічного середовища.

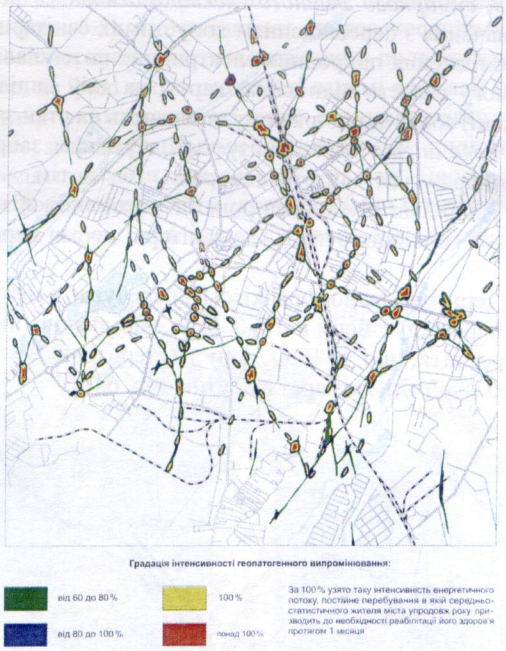


Рис. 6.7. Геопатогенні зони на території м. Івано-Франківська

Проживання людей у цих зонах упродовж року вимагає релаксації (відновлення здоров'я) протягом одного місяця. Крім розломів, геопатогенні зони можуть співпадати з підземними руслами перетоку ґрунтових вод, які є між Бистрицею-Надвірнянською й Бистрицею-Солотвинською, із карстовими порожнинами або з великими техногенними об'єктами. Отже, при черговому коригуванні генплану Івано-Франківська необхідно врахувати сітку геопатогенних зон, щоб уникнути її хоча б під час нового житлового будівництва. У цивілізованих країнах це вже давно враховується, і архітектори добре знають про геопатогенні зони.

Геоморфосфера (рельєф) відіграє дуже важливу роль у формуванні геосистем, визначаючи їх екзогеодинамічну активність, впливаючи на потенціальну енергію ландшафтів, на геохімічну активність природних і техногенних потоків забруднюючих речовин. Територія м. Івано-Франківська належить до Бистрицької улоговини з акумулятивно-рівнинним (улоговинно-терасовим) рельєфом із найнижчими в Пригорганському (Центральному) Передкарпатті гіпсометричними висотами (250-300 м). У структурному плані даній улоговині відповідає частина Зовнішньої зони прогину. В геологічному розрізі тут розвинуті глинисті відклади косівської світи (прутські та коломийські шари). Корінні породи прикриті потужною товщею алювіальних відкладів II й I надзаплавних терас і заплави (до 10-15 м). Формування

Бистрицької улоговини пов'язане із плейстоценовими опусканнями цієї ділянки та одночасними підняттями Лімниць-Бистрицького межиріччя і прилягаючої частини Подільської плити. Геофлексура, що замикає Бистрицьку улоговину з півночі (Вовчинецькі гори), підтверджує її неотектонічне походження. Опускання відбувалися протягом усього плейстоцену, про що свідчить поступове зміщення ріки Бистриці-Надвірнянської в західному напрямі, а також накладена III тераса на південний захід від Отині. Внаслідок неотектонічних опускань у пізньому плейстоцені річки Бистриця-Надвірнянська, Бистриця-Солотвинська та Ворона сформували другу терасу, поверхня якої займає близько 95% усієї площі улоговини [69].

Загальні тектонічні підняття в голоцені охопили й Бистрицьку улоговину, про що свідчать врізання рік в акумулятивні відклади, а також пов'язана з цими підняттями інтенсифікація сучасних екзогенних процесів. Таким чином, геоморфосфера досліджуваної території сприяє накопиченню тут забруднюючих речовин в улоговинах та їх фільтрації й міграції через алювій обох Бистриць у бік Дністра.

Поверхневі води м. Івано-Франківська в 1990 році мали значно кращу якість, що пояснюється зменшенням техногенного навантаження на водні ресурси. Аналіз забруднення поверхневих вод показує, що є багато малих підприємств, які скидають стічні води без очистки або недостатньо очищені, як у обидві Бистриці, так і в їх притоки або безпосередньо в каналізацію, яка не має достатньої потужності. Підприємство «Екотехпром» на міських очисних спорудах не встигає очищати всі стоки. Найбільші випуски стічних вод у названі ріки були відзначені біля Галицького мосту, а також у районах міської електростанції, Тисменицького мосту, меблевої фабрики й арматурного заводу. Мінералізація поверхневих вод у цих місцях підвищується до 750 мг/л і більше, збільшується вміст у воді аміаку (до 5 ГДК), цинку (2-3 ГДК), міді (2–5 ГДК), фенолів (до 1 ГДК), формальдегіду (до 2 ГДК), нафтопродуктів (до 3 ГДК) та ін. Аналіз якості води в річках показав, що в 10–15 % проб її фізико-хімічні параметри не відповідають нормам. Бактеріологічні аналізи проб води з Бистриці-Надвірнянської й Бистриці-Солотвинської, а також із міського озера й озера в Пасічній засвідчив, що в 1-2 % випадків вони не відповідають санітарним нормам. Були випадки, коли у воді міського озера знаходили збудників гепатиту, дифтерії та інших захворювань. Тому в літній період купатися в обох річках, міському озері та озері в Пасічній можна лише після контролю води з боку санітарно-епідеміологічної служби.

Значний забруднюючий вплив на природні поверхневі води здійснює поверхневий стік із водозбірної площі рік Бистриці-Надвірнянської й Бистриці-Солотвинської, особливо останньої, лівий берег долини якої досить швидко піднімається із 245 до 350 м. Із розораних схилів долини надходить значна кількість розчинених та завислих речовин органічного й мінерального походження: сполук сірки й азоту, важких металів, нафтопродуктів. Дослідження поверхневого стоку від злив у районі с. Загвіздя показало, що вміст забруднюючих речовин у них іноді у 5-10 разів більший, ніж у неочищених промислових та побутових стоках. У цілому поверхневі води в межах Івано-Франківська мають задовільний стан, крім річок Рудка і Млинівка.

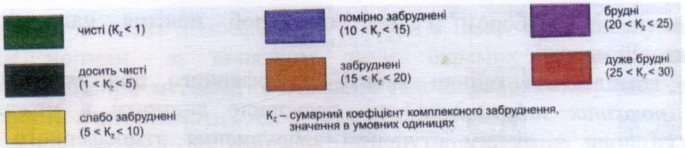
Якість води по більшості показників відповідає вимогам до вод рибогосподарського використання, а вище міста – і для питного водопостачання.

Ґрунтові води в межах міської території Івано-Франківська залягають в алювіальних відкладах заплави, I та II надзаплавних терас. Це руслові піщано-гравійно-галькові утворення, іноді з валунами й лінзами щебеня та неокатаних уламків. Тераси є спільними для обох Бистриць, а русловий алювій залягає на гіпсометрично близьких відмітках, і тому при бурінні свердловин складається враження, що ми маємо справу з одним горизонтом руслового алювію та єдиним горизонтом ґрунтових вод. Із поверхні русловий алювій перекривається заплавною фацією - намулами, супісками і суглинками. Потужність руслового алювію змінюється від 2-5 до 10-15 м, а заплавного – від 1 до 3-5 м. Ґрунтові води безнапірні, з дебітами 0,2-1 л/сек. Вони широко використовуються жителями приватного сектора міста шляхом буріння й облаштування колонок та колодязів. Рівень ґрунтових вод коливається від 2-3 до 5-7 м.

Оцінка сучасного стану ґрунтових вод у межах Івано-Франківська виконана на основі відбору проб у 2001 році, а також узагальнення даних попередніх досліджень. Результати аналізів проб води зіставлялися з величинами гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин. Результати картографічного комп'ютерного моделювання якісного стану ґрунтових вод показали, що забруднені зони розповсюджені у вигляді двох смуг, які перетинають місто з південного заходу на північний схід (рис. 6.8).



Умовні позначення:



М 1 : 25 000

Рис. 6.8. Карта сумарного показника забруднення важкими металами ґрунтових вод

Перша смуга прослідковується на лівобережжі Бистриці-Солотвинської, тобто в мікрорайоні Пасічної, і складається з 3-х окремих овалів. *Друга смуга* починається між с. Крихівцями та вул. Гетьмана Мазепи і простягається до с. Вовчинця. Вона утворена 5-ма овалами, які перетинають центральну частину міста з епіцентрами північніше Крихівців, вулиць Національної гвардії – Сахарова, Незалежності – Івана Франка – Привокзальної, Гната Хоткевича – Василя Стуса та біля с. Вовчинця. Розповсюдження окремих хімічних елементів-забруднювачів у межах вказаних контурів ґрунтових вод зображується на поелементних картах. Особливістю їх просторового розподілу є присутність майже у всіх контурах елементів I класу небезпеки – Hg і Be . Елементи II класу небезпеки Co, As розповсюджені в межах усіх контурів, Cd встановлений у ґрунтових водах у центрі міста, Be - тільки в районі Софіївки, а Pb розповсюджений майже по всій території міста, що пов'язано з викидами автотранспорту. Елементи III і IV класів небезпеки Zn і Al теж характерні для всіх овалів забруднення, в той час як Cu і Fe розповсюджені майже по всій досліджуваній території, а Cr виявлений тільки в районі парку Інтернаціоналістів та поблизу хімзаводу. Широке розповсюдження Cu у ґрунтових водах, можливо, пояснюється використанням мідного купоросу для захисту садів від шкідників. Слід відзначити, що вміст вищеназваних елементів – забруднювачів I, II і III класів небезпеки лише в окремих випадках перевищує ҐДК у 2-3 рази, а в основному всі вони поки що не є небезпечними для використання ґрунтових вод у приватному секторі. При цьому слід пам'ятати, що карти відбивають певну тенденцію: де, в яких ділянках міста відбувається накопичення шкідливих речовин у ґрунтових водах, де необхідно обладнати пункти моніторингу, щоб завчасно попередити місцевих жителів про непридатність ґрунтових вод для споживання та поливу городніх культур.

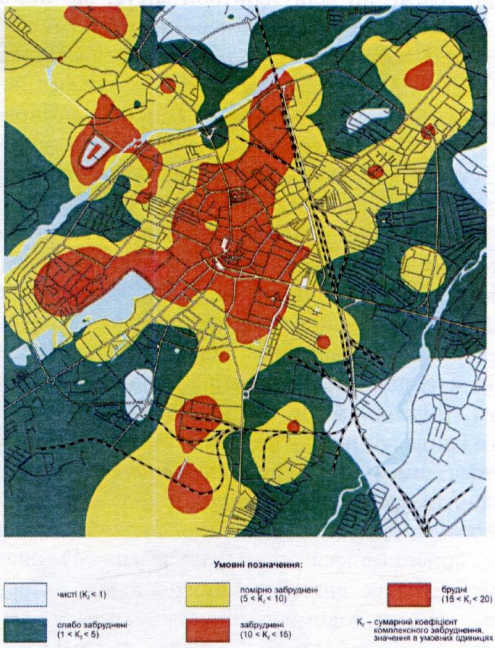
Таким чином, ґрунтові води на території Івано-Франківська поки що відповідають необхідним умовам для питного водоспоживання, за винятком тих контурів, які показані на *карті сучасного стану довкілля у місті* й окремих техногеохімічних картах стану ґрунтових вод.

Оцінка техногеохімічного стану атмосферного повітря (рис. 6.9) над територією міста здійснювалася двома шляхами: 1) аналізом показників валових та покомпонентних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними промисловими підприємствами; 2) безпосереднім вимірюванням складу атмосферного повітря та вмісту в ньому різних

забруднювачів із відбором і аналізом проб повітря над містом по моніторинговій мережі.

Для комплексної оцінки якості атмосферного повітря використано *сумарний показник забруднення*, що дозволило виділити в межах Івано-Франківська зони з різним ступенем забруднення атмосферного повітря: сприятливу, задовільну, напружену і складну. Площа розповсюдження задовільної зони, включаючи напружену і складну, має амебоподібний контур, який охоплює центральні мікрорайони міста, а також витягується на південь до Хриплинського промислового вузла. Окремі острови забрудненого повітря виділяються над мікрорайонами Пасічна й Позитрон. Розповсюдження важких металів у атмосферному повітрі міста має дуже строкатий характер із локалізацією окремих островів поблизу шкірфірми, на Пасічній і Позитроні, біля залізничного вокзалу, в центральній частині міста та ін. Вміст важких металів в окремих випадках перевищує ГДК у 2-3 рази, але площа таких аномалій дуже мала. Тому можна зробити висновок, що ці забруднювачі поки що не впливають істотно на якість міського повітря, але в окремих мікрорайонах їх уже є достатньо, щоб погіршувати здоров'я людей.

Якщо порівняти карту розповсюдження захворюваності населення з картами забруднення атмосферного повітря важкими металами, нафтопродуктами, органічними сполуками – то можна побачити пряму залежність розповсюдження захворюваностей із тими чи іншими забруднювачами.



М 1: 25 000

Рис. 6.9. Карта сумарного показника забруднення атмосферного повітря

Таким чином, ґрунтовий покрив на території м. Івано-Франківська поки що слабо забруднений хімічними елементами всіх 4-х класів. У сумі він має допустимий ступінь небезпеки. Вміст окремих важких металів у локальних овалах забруднення перевищує ГДК у 2-3 рази, але такі ділянки мають точковий характер і не створюють поки що небезпеки для населення. У той же час виявлені багаточисельні локальні овали забруднення можуть розростатись як за площею, так і за кількісним та якісним вмістом забруднювачів. Окремі локальні забруднення ґрунтів Hg, Be, As, Pb та іншими хімічними елементами можуть бути збудниками багатьох хвороб, тому медикам необхідно звернути особливу увагу на такі локальні джерела як можливі причини площадної локалізації в місті тих чи інших захворювань.

Техногеохімічний стан рослинності (рис. 6.10) Івано-Франківську оцінено за трьома категоріями: добрий, задовільний і незадовільний.



Умовні позначення:

чистий ($K_z < 21$)

досить чистий ($2 < K_z < 5$)

слабо забруднений ($5 < K_z < 10$)

забруднений ($10 < K_z < 15$)

брудний ($15 < K_z < 20$)

дуже брудний ($20 < K_z$)

K_z – сумарний коефіцієнт комплексного забруднення, значення в умовних одиницях М 1 : 25 000

Рис. 6.10. Карта сумарного показника забруднення рослинного покриву

Більше половини (53 %) з обстежених 14 828 дерев певною мірою пошкоджені й не відповідають ландшафтно-естетичним вимогам. Серед пошкоджень деревних порід переважають фітозахворювання. Основні з них – ракові виразки, чорна й коричнева плямистість на листках, хлороз листя, некроз гілок та ін. За даними фізіологічно-біохімічних досліджень, які проводилися на

листю та хвої деревно-чагарникових порід, найпошкодженіші зелені насадження виявлено в районі фірми «Барва», а також біля заводів «Індуктор», «Полімер», шкірфірми, ПАТ «Івано-Франківськцемент» та ін. Дослідження розповсюдження лишайників на деревах виявило кілька ліхеноіндикаційних зон, які є індикаторами чистоти атмосфери. Найзабрудненіші зони, де повітря не сприяє розвитку лишайників, виявлені біля локомотиворемонтного заводу, Хриплинського промвузла, ПАТ «Івано-Франківськцемент» та фірми «Барва».

На території міста в тих самих точках, де відбиралися проби ґрунтів, води й повітря, було проведено опробування листя тополі, липи й каштана для визначення їх забруднення важкими металами. За допомогою аналітичних досліджень атомноадсорбційним методом у листю було виявлено Hg, Be, Cd, Co, Pb, As, Se, Cu, Cr, Zn, Fe, Al у кількостях, що дали змогу побудувати цілий комплект *комп'ютерних техногеохімічних карт сучасного стану рослинності* (рис. 6.10).

Розподіл *сумарного забруднення міської флори* має складний характер. Найзабрудненіші зони виявлені у центральних мікрорайонах міста, на Пасічній, Позитроні й Каскаді, на вул. Незалежності за мостом через Бистрицю-Надвірнянську. Окремі плями забруднення є біля Хриплинського промвузла, у дачних садах біля міського озера, між вулицями В. Чорновола і Є. Коновальця та в інших місцях. Забруднювачі I класу небезпеки (Hg, Be) найбільше поширені в центральних мікрорайонах міста, в Пасічній і на Каскаді. Важкі метали II класу небезпеки (Cd, Co, As і Se) утворюють складні амебоподібні плями забруднення, в основному в центральних мікрорайонах міста, охоплюючи іноді Пасічну й Каскад. Лише Pb розповсюджений по всій території Івано-Франківська. Забруднювачі III класу небезпеки (Cu, Cr, Zn) також утворюють широкі аномалії в центрі міста з окремими плямами на Пасічній, біля Тисменицького моста через Бистрицю-Надвірнянську та на Хриплинському промвузлі. Fe і Al (IV клас небезпеки) поширені по всій території міста і мають підвищений вміст лише у локальних пунктах. *Зони комплексного забруднення фітосфери* важкими металами винесені на *карту сучасного стану довкілля м. Івано-Франківська* (рис. 6.11), де вони разом із зонами забруднення інших середовищ урбосистеми дозволяють *районувати міську територію за різним ступенем трансформованості довкілля*, на основі ландшафтної карти.

Техносфера міста Івано-Франківська впливає як на урбосистему, так і на здоров'я населення. 80 діючих підприємств створюють антропогенне (техногенне) навантаження на ґрунти, водне середовище, атмосферне повітря та інші компоненти урбосистеми. Площа міської території – 3 648 га, забудована на 75 %. Населення – 252,6 тис. осіб. Житловий фонд становить 2,9 млн. $м^2$. Середньодобова потужність водопроводу – 108,8 тис. $м^3$, каналізації – 250 тис. $м^3$, очисних споруд – 145 тис. $м^3$. За останні 10 років у місті спостерігалося значне щорічне зменшення споживання води, і в 2007 році цей показник складав 30,7 млн. $м^3$. Обсяги забруднення водних об'єктів теж зменшувалися. Так, у 2000 році в поверхневі водотоки скинуто 53,9 млн. $м^3$ стічних вод, а це 28,69 тис. тонн різноманітних забруднюючих речовин, у тому числі хлориди, сульфати, азот, амонійний. У двох Бистрицях спостерігається перевищення

ГДК деяких речовин. 2006 року в атмосферне повітря міста стаціонарні джерела 80 підприємств та пересувні засоби (близько 40 тис. автомобілів) викинули 15,9 тис. тонн шкідливих речовин, що на 11,5 % більше, ніж у 1998 році. 95 % забруднень міського повітря надходить від автотранспорту.

Перевищення ГДК характерне для центральних вулиць міста й основних автомагістралей. Отже, промисловим і автотранспортним підприємствам Івано-Франківська є над чим працювати, щоб зробити міське повітря сприятливим для життєдіяльності населення.

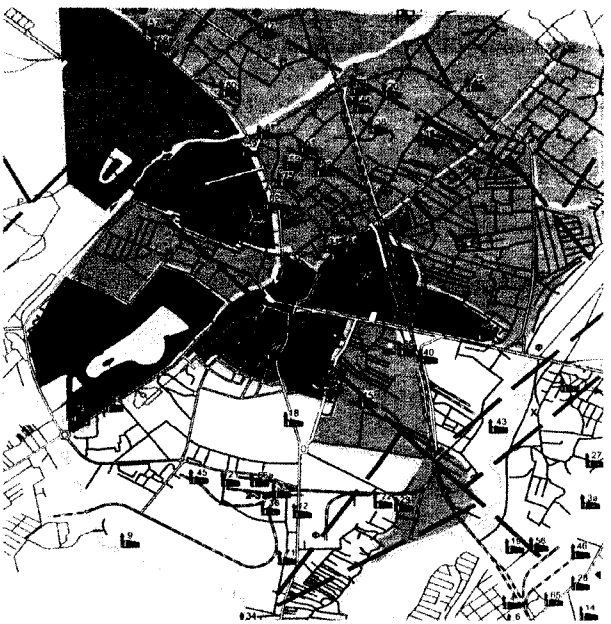


Рис. 6.11. Екологічна карта міста Івано-Франківська

Медико-екологічні дослідження демосфери були проведені під керівництвом С.М. Нейка і Н.І. Кольцової (Івано-Франківський національний медичний університет) і виявили на території міста 12 окремих мікрорайонів (екологічних дільниць ЕД) з різними рівнями захворювань.

Порівняно з 1991 роком, показники 2004 року характеризуються меншою варіабельністю: від 687,5±9,9 до 853+8,0 на 1000 населення. Загалом же рівень поширеності захворювань у 2004 році значно збільшився.

Порівняно з 1991 роком темп росту цих показників у 2004 році склав 168,2 %, що забезпечило 4,8 % щорічного приросту на одну ЕД. Найвищі показники загальної захворюваності реєструвалися в жителів територій, які належать до ЕД № 2 (кінець вул. Коновальця, виїзд на с. Цуцилів та навколишні вулиці – 853,0+8,0 %), ЕД № 11 (вулиці Хриплинська, Микитинецька, Нова – 837,1 ± 8,9 %), ЕД№ 5 (мікрорайон „Позитрон" – 813,5±7,1 %), ЕД № 6 (мікрорайон Пасічна – 813,1±7,1 %), ЕД № 9 (старий центр міста – вул. І. Франка, район залізничного вокзалу – 812,1+7,15 %). Найменші рівні поширеності захворювань (але це у 2,5-2,8 раза більше, ніж у 1991 році) відзначені на дільниці № 10 (687,5±9,9 % – вулиці Київська, Товарна, частина вул. С. Бандери тощо) та № 3 (693,9±9,9 % – район с. Крихівці, вул. Об'їзна та ін.). Негативні зміни ситуації полягають у тому, що на фоні загального збільшення показників відмічається формування нових ЕД, значущих з точки зору захворюваності. Зокрема виявляються такі території, які потребують підвищеної уваги медичних працівників, фахівців з екології: мікрорайон „Позитрон", територія Хриплинського комплексу і аеропорту, при збереженні значущості колишніх домінуючих зон (старий центр міста, мікрорайон Пасічна).

На *Екологічній карті сучасного стану довкілля міста визначені сучасні стани*. Якісно вони змінюються від сприятливого через задовільний, напружений до складного. Змін більшого ступеня (незадовільного, передкризового, критичного і катастрофічного), які є, наприклад, у містах Придніпровсько-Донецького регіону, в Івано-Франківську поки що не виявлено. *Контури ландшафтно-техногеохімічних зон* показані на карті різними кольорами. По суті, ця карта Івано-Франківська є сумою *сучасних станів* окремих компонентів. Така сумація виконувалася з допомогою комп'ютерних програм як по спільних контурах забруднення, так і по сумарному показнику забруднення. При *районуванні міста на зони* сучасного стану перевага віддавалася показникам із найвищими рівнями забруднення. Просторово вони співпали з медико-екологічними зонами міста, що свідчить про прямий зв'язок захворюваності з відповідними рівнями забрудненості та трансформованості урбоекосистеми. В результаті було встановлено, що екологічний стан урбосистеми Івано-Франківська залежить від трансформованості всіх її компонентів.

Бальна оцінка сучасного стану компонентів міського середовища хоч і є досить умовною, але все ж таки відображає відносні рівні трансформованості кожного показника. Спираючись на них, ми виконали прогноз можливих змін компонентів урбосистеми залежно від різних сценаріїв соціально-економічного розвитку міста. Ми прийняли такий варіант розвитку, коли техногенне

навантаження буде підсилюватися, тобто збсрігатиметься та тенденція, яка склалася зараз у розвитку міської інфраструктури. Це дає змогу міській владі розробити відповідні стабілізаційні заходи.

Із аналізу *карти загальної захворюваності* жителів Івано-Франківська (рис. 6.12) випливає дуже важливий висновок: на прикладі 12 мікрорайонів (медичних дільниць) міста доказано прямий зв'язок між рівнями захворюваності та сучасним станом довкілля. При цьому і в 1991-му, і у 2000 роках характер кривих коливань захворюваності від одної медичної дільниці до іншої зберігається, вони подібні одна до одної, піки й депресії повторюються. Відмінним є те, що у 2000 році рівні захворюваності значно зросли порівняно з аналогічними показниками 1991 року і розкид між піками й депресіями зменшився. Це може свідчити про те, що є залежності між рівнями захворюваності та сучасним станом довкілля відповідних зон забруднення.

Висновки

1. В результаті оцінки сучасного стану та сучасної ситуації ландшафтно-геохімічних структур об'єктового рівня створена система територіальної безпеки, яка включає:

- базу ландшафтно-геохімічних даних з результатами аналізів проб атмосферного повітря, ґрунту, ґрунтових вод та рослинності;
- кореляційний аналіз вмісту забруднювачів з відповідною характеристикою джерел надходження;
- електронні карти сучасного стану для кожного досліджуваного компонента довкілля на вміст найбільш розповсюджуваних елементів-забруднювачів;
- карти сучасного стану атмосферного повітря, рослинності, ґрунтів і ґрунтових вод у відповідності до обчисленого сумарного показника забруднення;
- карту сумарного забруднення, яка є заключним етапом дослідження і являє собою інтеграцію забруднювачів у чотирьох компонентах довкілля;
- аналіз сучасного стану техногенно зміненого та урбанізованого середовища дає можливість обґрунтування постійно діючої системи природно-техногенної безпеки.

2. Визначена сучасна ситуація, яка районована за ступенем техногенного забруднення. Для цього побудовано ряд комп'ютерних (електронних) карт, на яких відображений сучасний стан чотирьох важливих компонентів навколишнього середовища – атмосферного повітря, рослинності, ґрунтів і ґрунтових вод. Кореляційна залежність між забрудненнями кожного окремо взятого компоненту середовища, а також між ними дозволяє виокремити спільні джерела надходження цих речовин у довкілля. Це дозволило виробити ряд рекомендацій і комплекс профілактичних заходів з покращення стану навколишнього середовища. Користуючись розробленими кореляційними залежностями, можна задавати необхідний для безпеки життєдіяльності режим роботи підприємств-забруднювачів, так, щоб вони не наносили шкоди довкіллю і людині.

Таку систему можна використовувати не тільки для покращення сучасного стану і сучасної ситуації на промисловому підприємстві або в місті Івано-Франківську, а й у будь-якому іншому місті в Україні, чи за її межами. Сам принцип побудови карт, структура бази ландшафтно-геохімічних даних будуть ефективними на будь-яких об'єктах дослідження.

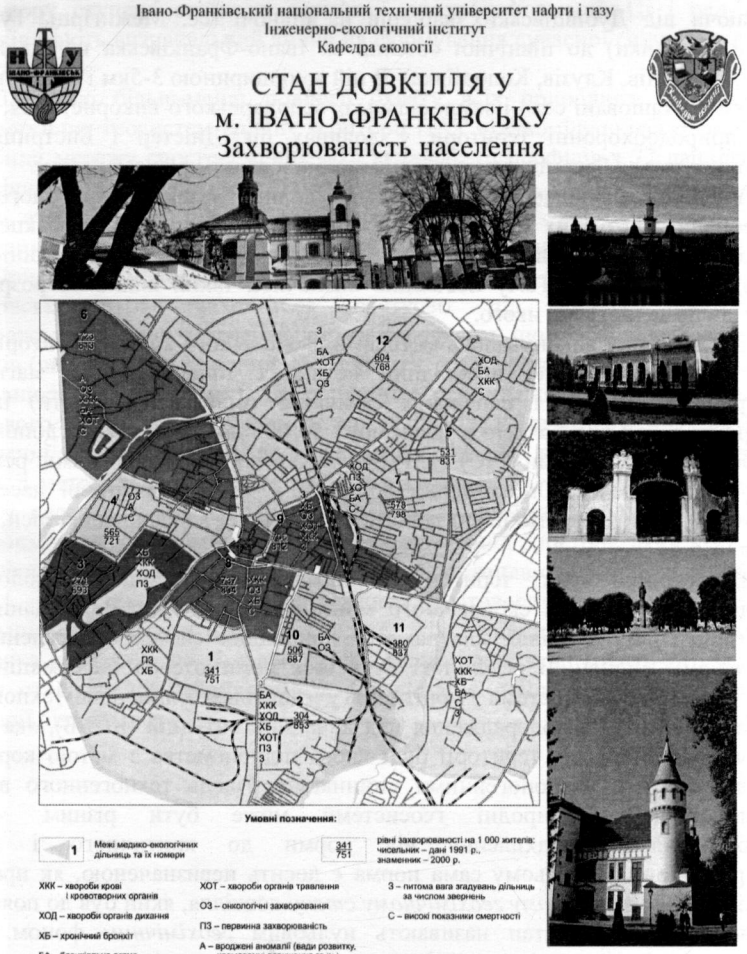


Рис. 6.12. Стан довкілля у м. Івано-Франківську.

Розділ 7. ТЕРИТОРІЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

7.1 КСЕБ ТЕРИТОРІЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПАТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКЦЕМЕНТ»

Промислові підприємства ПАТ «Івано-Франківськцемент» діють на території Галицького і Тисменицького районів Івано-Франківської області, починаючи від Дубівцівських кар'єрів на півночі (сс. Межигірці, Тустань, Дубівці, Водники) до північної околиці м. Івано-Франківська на півдні (сс. Ямниця, Угринів, Клузів, Колодіївка). В цій зоні шириною 3-5км і довжиною до 10-12 км розташовані села і землі сільськогосподарського використання, ліси і луки, природоохоронні території у долинах рік Дністер і Бистриця, що характеризуються багатим ландшафтним та біологічним різноманіттям.

Унікальні ландшафти Дністровської долини зазнають антропогенного перетворення від різних техногенних джерел. ПАТ «Івано-Франківськцемент» впливає на ґрунти, поверхневі води, атмосферне повітря і рослинність, а можливо і населення. Тому необхідно визначити такий вплив та розробити заходи щодо захисту від нього.

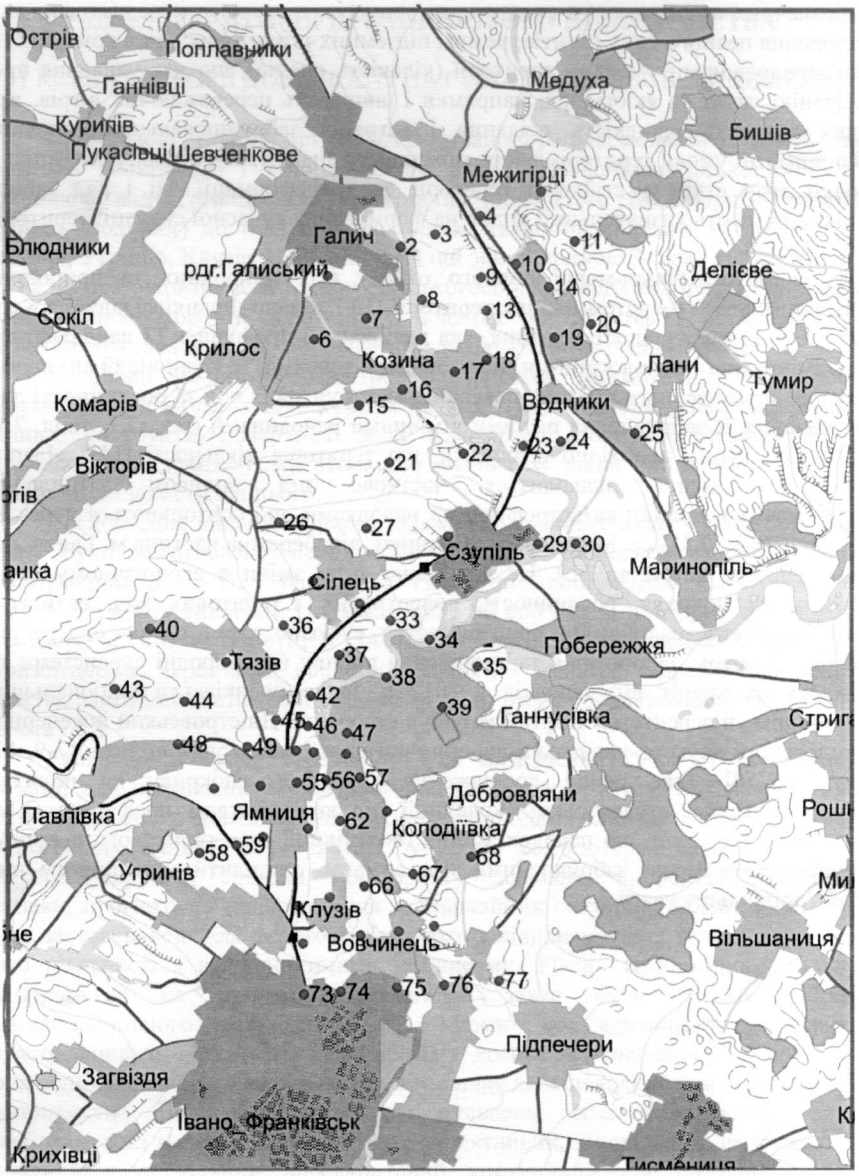
Дослідження виконувались методами екологічного аудиту території. Для цього було виготовлено необхідний комплект топооснови на магнітних (електронний варіант) і паперових (звичайні топографічні карти) носіях. Електронні карти виготовлені в масштабі 1:50 000 на комп'ютері з допомогою геоінформаційної системи (ГІС) MAP-INFO. Карти є багатошаровими: рельєф з горизонталями через 20м, кордони областей і районів, квартали населених пунктів, залізниці і автомобільні дороги, ріки, озера і водосховища, ліси, луки, болота і т.д.

Екологічний аудит територій – це визначення сучасної екологічної ситуації для організації екологічного моніторингу з метою покращання або оптимізації стану довкілля для захисту природних систем і населення від техногенного впливу. В результаті будується комп'ютерна інформаційна та прогнозно-керуюча система моніторингу довкілля, природно-техногенної безпеки, прогнозу та попередження надзвичайних ситуацій (КСЕБ), яка може бути застосованою для території будь-якого підприємства з метою кореляції його діяльності з антропогенними чинниками. Рівень техногенного впливу підприємства на природні геосистеми може бути різним – від найнебезпечнішого відхилення від норми до критичного і навіть катастрофічного. При цьому сама норма є досить невизначеною, як правило, вона відповідає *первинному геохімічному стану* довкілля, який був до появи тут підприємства. Такий стан називають нульовим *геохімічним* фоном. Стан довкілля в зоні впливу підприємства – сприятливий, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний – був притаманний природним системам і до появи підприємства і людини взагалі.

Сучасний стан та сучасна ситуація будь-якої території визначається не лише привнесенням забруднювальних речовин з джерел антропогенного походження, але залежить від природних факторів. Тому важливим аспектом вивчення і аналізу сучасної ситуації стає комплекс досліджень, який вивчає геологічні умови території, її будову, рельєф, що зумовлює розвиток

небезпечних екзогенних та ендогенних процесів, а також є передумовою для утворення певного типу ґрунтів; режим підземних і ґрунтових вод в комплексі з метеорологічними умовами території (кількість опадів), що дає уявлення про міграцію, дебіт та якість вод; напрямки і швидкість переважаючих вітрів, від яких залежать швидкість осідання і міграція забруднювальних речовин. Ландшафтні умови території дають можливість аналізувати сучасну ситуацію з точки зору ступеня стійкості території до трансформації. Ці і ряд інших чинників мають визначальний вплив на формування сучасної ситуації території досліджень.

З метою більш-менш повного охвату всіх природних та природно-антропогенних геосистем впливу території ПАТ «Івано-Франківськцемент» ми розробили мережу спостереження, яка включає 16 профілів з 77 ландшафтно-геохімічними (геоекологічними) полігонами – точками, де були відібрані проби ґрунтів, атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод та рослинності для визначення їх забруднення різними хімічними речовинами (рис. 7.1, табл. 7.1, 7.2). При цьому необхідно врахувати, що територія діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент» знаходиться частково під впливом затоплення Дністровської долини катастрофічними паводками, що повторюються через 6-14 років (рис. 7.1 – сс. Маринопіль, Водники, лівобережна частина м. Галич, сс. Поплавники, Острів та ін.). Це спричиняє різкі зміни в екологічному стані ґрунтового покриву, рослинності, поверхневих і ґрунтових вод, активізує небезпечні екзогеодинамічні процеси (зсуви, суфозію, карст, ерозію берегів рік та ін.). З метою запобігання та зменшення впливу на природні екосистеми та захисту населення від паводків у 2012 р. Івано-Франківськи національним технічним університетом нафти і газу був створений Дністровський інженерно-екологічний науково-навчально-виробничий протипаводковий полігон [7-9, 11, 18, 54, 70]. Вже перші дослідження ґрунтового покриву на полігоні Маріямпільської студентської експедиції під керівництвом професора О.М. Адаменка показали, що паводок змінив геохімічний стан ґрунтового покриву: ґрунти стали менш забрудненими. Це вимагає приділити моніторингу цієї території більшу увагу.



М 1: 25 000

Рис 7.1. Карта фактичного матеріалу

Таблиця 7.1

База даних екологічної інформації – місця відбору проб із різних компонентів навколишнього природного середовища на території діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент»

№№ екологічних полігонів	Географічна прив'язка	Геоморфологічне положення	Компоненти навколишнього середовища			
			грунт	атмосферне повітря	грунтові води	рослинність
1	Південно-західна околиця м. Галича	V надзаплавна тераса р. Дністер	1	1	1	1
2	Східна околиця м. Галича	II надзаплавна тераса	2	2	2	2
3	Між м. Галичем і с. Межигірцями	Висока заплава	3	3	3	3
4	Південно-західна околиця с. Межигірці	I надзаплавна тераса	4	4	4	4
5	Південно-східна околиця с. Межигірці	Схил вододілу	5	5	5	5
6	Ліс на захід від с. Крилос	Дністровсько–Луквинське межиріччя	6	6		6
7	Проти с. Козина	V надзаплавна тераса	7	7	7	7
8	Проти м. Галича	Низька заплава	8	8	8	8
9	На південь від с. Межигірці	Висока заплава	9	9	9	9
10	На південь від с. Межигірці	III надзаплавна тераса	10	10	10	10
11	Вододіл	Вершина	11	11	11	11
12	Проти с. Козина	Низька заплава	12	12	12	12
13	На північ від с.Козина	Висока заплава	13	13	13	13
14	Дубівцівський кар'єр	III надзаплавна тераса	14	14	14	14
15	На південний захід від с. Козина	Схил вододілу	15	15		15
16	с. Козина	II надзаплавна тераса	16	16	16	16
17	с. Дубівці	I надзаплавна тераса	17	17	17	17
18	Північно-східна околиця с. Дубівці	I надзаплавна тераса	18	18	18	18
19	Дубівцівський кар'єр	II надзаплавна тераса	19	19	19	19
20	Вододіл	Вершина	20	20		20
21	Святий ключ	Балка	21	21		21
22	На південний схід від с. Козина	II надзаплавна тераса	22	22	22	22
23	Південна околиця с. Козина	Висока заплава	23	23		23
24	На південь від с. Водники	Стариця	24	24		24

Всього у базі даних 77 полігонів

Таблиця 7.1

База даних екологічної інформації – місця відбору проб із різних компонентів навколишнього природного середовища на території діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент»

№№ екологічних полігонів	Географічна прив'язка	Геоморфологічне положення	Компоненти навколишнього середовища			
			грунт	атмосферне повітря	грунтові води	рослинність
1	Південно-західна околиця м. Галича	V надзаплавна тераса р. Дністер	1	1	1	1
2	Східна околиця м. Галича	II надзаплавна тераса	2	2	2	2
3	Між м. Галичем і с. Межигірцями	Висока заплава	3	3	3	3
4	Південно-західна околиця с. Межигірці	I надзаплавна тераса	4	4	4	4
5	Південно-східна околиця с. Межигірці	Схил вододілу	5	5	5	5
6	Ліс на захід від с. Крилос	Дністровсько–Луквинське межиріччя	6	6		6
7	Проти с. Козина	V надзаплавна тераса	7	7	7	7
8	Проти м. Галича	Низька заплава	8	8	8	8
9	На південь від с. Межигірці	Висока заплава	9	9	9	9
10	На південь від с. Межигірці	III надзаплавна тераса	10	10	10	10
11	Вододіл	Вершина	11	11	11	11
12	Проти с. Козина	Низька заплава	12	12	12	12
13	На північ від с.Козина	Висока заплава	13	13	13	13
14	Дубівцівський кар'єр	III надзаплавна тераса	14	14	14	14
15	На південний захід від с. Козина	Схил вододілу	15	15		15
16	с. Козина	II надзаплавна тераса	16	16	16	16
17	с. Дубівці	I надзаплавна тераса	17	17	17	17
18	Північно-східна околиця с. Дубівці	I надзаплавна тераса	18	18	18	18
19	Дубівцівський кар'єр	II надзаплавна тераса	19	19	19	19
20	Вододіл	Вершина	20	20		20
21	Святий ключ	Балка	21	21		21
22	На південний схід від с. Козина	II надзаплавна тераса	22	22	22	22
23	Південна околиця с. Козина	Висока заплава	23	23		23
24	На південь від с. Водники	Стариця	24	24		24

Всього у базі даних 77 полігонів

Таблиця 7.2

Координати точок спостережень

Номер точки	Координати, в градусах		Координати, м	
	X	Y	X	Y
1	24,726865000	49,104830000	5334023,41	5443871,02
2	24,752404000	49,111364000	5335909,56	5444541,93
3	24,764493000	49,114235000	5336801,52	5444835,04
4	24,780209000	49,118392000	5337962,29	5445263,66
5	24,801516000	49,123936000	5339535,43	5445834,76
6	24,722335000	49,090376000	5333644,32	5442273,67
7	24,740469000	49,095128000	5334984,43	5442762,41
8	24,759963000	49,099385000	5336421,99	5443193,48
9	24,780514000	49,104532000	5337939,43	5443721,75
10	24,792755000	49,107502000	5338842,75	5444025,88
11	24,813306000	49,112650000	5340359,7	5444554,79
12	24,759360000	49,090376000	5336348,38	5442192,97
13	24,782481000	49,096909000	5338058,19	5442869,84
14	24,804241000	49,102255000	5339664,45	5443418,01
15	24,737904000	49,075427000	5334731,76	5440577,23
16	24,753167000	49,078991000	5335858,52	5440940,35
17	24,771452000	49,083049000	5337207,5	5441352,24
18	24,782483000	49,085722000	5338021,97	5441625,83
19	24,806208000	49,090771000	5339771,11	5442136,8
20	24,819053000	49,093840000	5340719,02	5442450,97
21	24,748486000	49,062359000	5335461,64	5439101,02
22	24,774479000	49,064437000	5337367,81	5439276,07
23	24,795333000	49,066120000	5338897,13	5439418,65
24	24,808481000	49,067110000	5339860,99	5439500,85
25	24,834323000	49,068990000	5341755,15	5439655,71
26	24,709952000	49,048698000	5332599,97	5437666,22
27	24,740480000	49,047410000	5334827,06	5437456,11
28	24,769043000	49,045529000	5336908,73	5437185,06
29	24,800477000	49,043746000	5339200,77	5436919,7
30	24,813624000	49,043845000	5340162,21	5436902,89
31	24,721894000	49,035332000	5333428,2	5436153,72
32	24,738217000	49,030085000	5334604,2	5435534,5
33	24,748947000	49,026323000	5335376,41	5435092,79
34	24,762550000	49,021967000	5336356,81	5434578,95
35	24,779326000	49,015927000	5337564,04	5433871,32
36	24,711620000	49,025235000	5332643,15	5435053,45
37	24,730966000	49,018502000	5334035,44	5434262,32
38	24,747439000	49,013453000	5335223,63	5433664,93
39	24,766936000	49,006622000	5336627,35	5432863,13
40	24,665074000	49,024443000	5329236,64	5435069,22
41	24,691523000	49,016919000	5331145,32	5434173,3
42	24,721145000	49,009196000	5333286,08	5433249,05
43	24,652836000	49,010782000	5328294,69	5433577,67
44	24,677168000	49,007910000	5330064,74	5433203,59
45	24,709056000	49,003752000	5332383,49	5432670,22
46	24,720088000	49,002365000	5333185,98	5432491,77

Всього 77 точок

Запропонована мережа досліджень (рис. 7.1.) є достатньою для проведення екологічного аудиту, а потім і моніторингу довкілля в зоні впливу господарської діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент».

Робочий масштаб польових досліджень 1:10 000. Географічні координати точок спостережень визначені з допомогою ГІС MAP INFO з топографічної карти. Польові екологічні маршрути проводились способом паралельних маршрутів. Точки спостережень та відбору проб на різні аналізи були розташовані на лініях маршрутів через 100-500м. Розглянемо результати досліджень ландшафтно-геохімічного стану ґрунтового покриву, ґрунтових вод, атмосферного повітря та рослинності.

Результати аналітичних досліджень проб ґрунтів наведені в таблицях 7.3 і 7.4. При оцінці стану забруднення ґрунтів враховувався сумарний показник техногенного забруднення ($СПЗ^т$). Побудовані карти забруднення ґрунтів дають уявлення про розподіл забруднювальних елементів по площі території (рис. 7.2-7.5), яку можна умовно поділити на чотири зони: 1) сприятлива зона ($СПЗ^т$ менше 10); 2) помірна зона (від 10 до 20); 3) задовільна (від 20-30); 4) напружена (більше 30).

Більша частина досліджуваної території належить до сприятливої зони. Напружена зона включає кілька ділянок невеликої площі, що розміщені у північно-східній частині території (сс. Дубівці, Козина); в центрі – між селами Сілець і Тязів; в с. Ямниця, а також на півдні території – на околицях м. Івано-Франківська. Концентрації важких металів в межах напруженої зони коливаються від 2 до 3 ГДК.

Основні джерела забруднення атмосфери. На майданчику цементного (основного) виробництва розташовано 17 джерел викидів, 16 з яких обладнані пилоочисним устаткуванням, одне джерело (склад клінкеру) є неорганізованим. Для очистки відхідних газів і аспіраційного повітря від джерел цементного виробництва встановлено: електрофільтри ДГПН - 35 х 3, ПГД - 3 х 38, МФУ-32, ФВК - 60, ФРК - 90, циклони ЦН - 15. Середня експлуатаційна ступінь очистки пилоочисного обладнання складає 98,2 – 99,9%. Валові викиди шкідливих речовин від джерел цементного виробництва складають: тверді – 655,972 т/рік, газоподібні – 558,234 т/рік, всього – 1214,206 т/рік. Характеристика джерел викидів цементного виробництва (проммайданчик с. Ямниця) наведена в таблиці 3.5.

Таблиця 7.3

База даних з хімічного забруднення ґрунтів на території діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент» важкими металами, за даними рентгенофлюоресцентного та атомно-адсорбційного аналізів*

№№ проб ГДК	ВМІСТ ЕЛЕМЕНТІВ, МГ/КГ												Сумарний показник забруднення СПЗ/
	Hg	Be	**Cd**	Co	**Pb**	**Ni**	Se	**Cu**	Cr	**Zn**	Fe	Al	
	2,1 валовий	0,61 середнє	0,6 валовий	5,0 рухомий	32,0 валовий	4,0 валовий	0,26 середнє	3,0 рухомий	0,05 валовий	23,0 рухомий	6,0 середнє	2,5 середнє	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0	0	0	1,2	0	0,03	0,3	0	1,2	3,4	1,4	1,42
2	3,6	3,1	1,6	6,4	64,5	3,6	1,2	5,4	0,12	36,4	12,4	5,6	28,65
3	0	0	0,03	0,01	1,6	0	0,01	0,1	0	1,4	6,1	2,9	2,41
4	0	0	0,01	0,02	2,3	0	0	0,2	0	0,9	6,3	2,8	2,37
5	0	0	0,02	0	1,9	0	0	0,5	0	0,7	5,9	2,3	2,19
6	0,01	0	0,03	0	1,7	0	0	0,4	0	1,4	5,8	2,7	2,35
7	0,02	0	0,01	0	0,9	0,03	0,01	0,1	0	1,3	3,6	2,8	1,91
8	0,04	0	0,02	0	0,6	0,02	0,01	0,2	0	1,2	3,9	3,1	2,12
9	0,03	0	0,03	0	1,3	0,01	0,03	0,2	0	0,9	4,3	3,2	2,31
10	0	0	0,01	0	1,4	0	0	0,1	0	0,6	4,5	2,4	1,83
11	0	0	0,02	0	1,6	0	0	0,1	0	1,5	5,6	2,5	2,12
12	3,9	2,6	1,8	5,9	70,1	3,9	1,3	6,2	0,18	45,8	16,3	6,3	31,67
13	0	0	0	0	1,2	0	0	0,3	0	1,4	6,1	3,5	2,62
14	0	0	0	0	1,9	0	0	0,1	0,01	1,2	6,3	3,2	2,67
15	0	0	0,04	0	1,3	0	0	0,2	0	0,9	3,6	2,8	1,93
16	3,4	3,6	1,6	6,4	65,9	3,4	1,4	5,6	0,13	34,2	13,9	5,4	30,32
17	3,9	2,9	1,8	6,7	54,3	3,2	1,2	4,8	0,16	29,6	14,3	5,6	28,96
18	4,8	2,5	1,2	7,2	72,1	4,1	1,6	6,2	0,18	36,6	10,8	6,3	31,04

*Всього у базі даних 77 проб.

Таблиця 7.4

Характеристика джерел викидів шкідливих речовин цементного виробництва

Виробництво	Джерела викидів		Кількість години роботи на рік	Найменування джерел викиду шкідливих речовин	Висота джерела викиду, м	Діаметр гирла труби, м	Параметри газоповітряної суміші на виході із джерела		
	Найменування	Кількість, шт.					Швидкість, м/с	Обсяг на одну трубу, $м^3/с$	Температура, ^0C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цементне	Молоткова дробарка СМ-170 А	1	1842	труба	20	0,5	7,51	1,502	20
	Обертова піч № 1	1	8139,3	труба	82	2,3	22,722	95,952	160
	Обертова піч № 2	1	8138,6	труба	82	2,3	22,722	95,952	160
	Цементний млин № 1	1	6472,8	труба	19	0,3	11,9	2,833	70
	Цементний млин № 2	1	6523,2	труба	19	0,3	11,8	2,812	70
	Цементний млин № 3	1	6400	труба	19,7	1,4	5,7	8,75	125
	Цементний млин № 4	1	6400	труба	19,7	1,4	5,7	8,75	121
	Цемсилоси	2	6523,2	труба	30	0,21	7,82	1,626	32
	Цемсилоси 3, 4, 5	3	64129,2	труба	30	0,21	7,8	1,617	32
	Цемсилоси 6, 7, 8	3	6419,7	труба	30	0,21	7,81	1,624	32
Цементне	Клінкери транспортери	2	8139,3	труба	25	0,3	5,08	0,508	100
	Бункер цементу	2	1820	труба	30	0,21	8,1	1,62	32
	Бункер цементних насосів	2	5895	труба	14	0,3	7,8	1,553	32
	Обертова піч № 3	1	7813	труба	90	3,6	3,3	33,3	160
	Клінкери транспортери	1	7813	труба	25	0,3	7,2	0,51	115
	Бункер цементу	1	2027	труба	20	0,5	4	1,11	37
	Цементні силоси	2	6124	труба	20	0,5	8,5	1,667	37
	Склад клінкеру	1	8760	труба	10	0,5	-	0,59	30

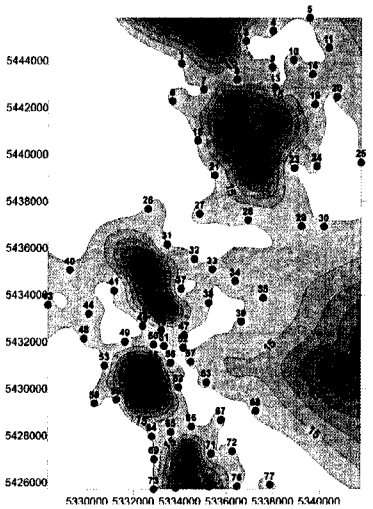


Рис. 7.2. Карта розповсюдження свинцю в грунтах

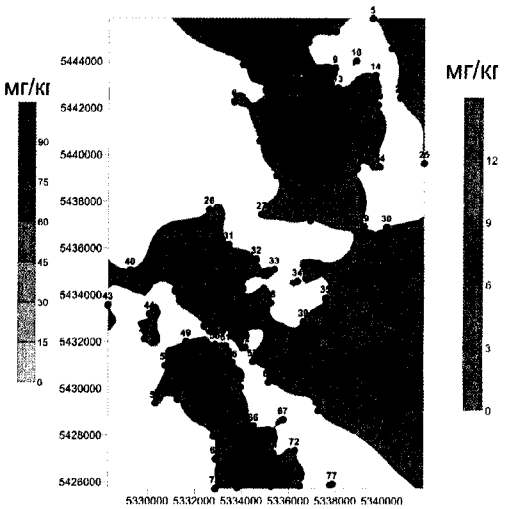


Рис. 7.3. Карта розповсюдження кобальту в грунтах

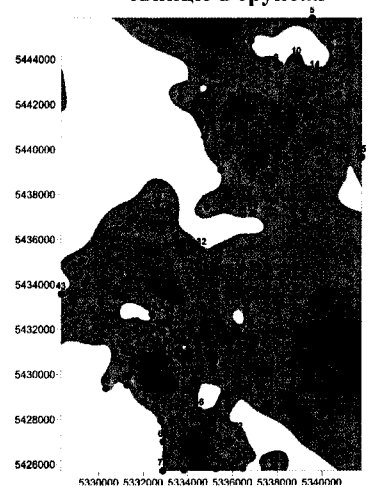


Рис. 7.4. Карта розповсюдження міді в грунтах

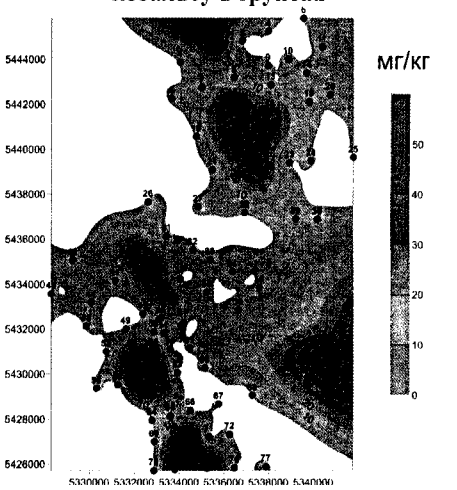


Рис. 7.5. Карта розповсюдження цинку в грунтах

Масштаб 1: 100 000

Таблиця 7.5

Характеристика шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу

Найменування шкідливої речовини	ГДКм.р., мг/м^3	ГДК, мг/м^3	ОБРД, мг/м^3	Клас небезпеки
Діоксид азоту	0,085	-	-	2
Сірчаний ангідрид	0,5	-	-	3
Оксид вуглецю	5,0	-	-	4
Спирт етиловий	5,0	-	-	4
Неорганічний пил, який містить SiO2 < 20%	0,5	-	-	3
Пил (неорганічний) із фосфогіпсу з цементом	0,15	-	0,5	3
Пил цементного виробництва	-	0,02	-	-
Сажа	-	-	-	3
Зола сланцева	0,15	-	-	3
Пил деревини	0,3	-	-	3
Бензин (нафтовий, мало сірчистий в перерахунку на вуглець)	-	-	-	-
Марганець та його сполуки (в перерахунку на діоксид марганцю)	5	-	-	4
Пил, який містить азбест	0,01	0,06 волокон в 1 мл повітря	-	2

Характеристика шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу з підприємства, наведена у таблиці 7.5. В результаті аналізу відібраних на ландшафтно-геохімічних полігонах проб атмосферного повітря (рис. 7.1) були побудовані відповідні бази даних (таблиці 7.6, 7.7), комп'ютерна обробка яких з використанням ГІС-технологій дозволила скласти поелементні комп'ютерні (електронні) техногеохімічні карти (рис. 7.6-7.8), що характеризують розповсюдження забруднювальних речовин на території діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент».

На картах виділені зони забруднення:

1 – в районі с. Дубівці (північна частина території), до якої входять наступні точки спостережень №№ 2, 10, 12, 16, 17, 18;

2 – між селами Сілець і Тязів (центральна частина) – точки спостережень №№ 32, 33, 34, 36, 37, 38, 42;

3 – біля с. Ямниця: точки спостережень №№ 42, 50, 51, 55.

Таблиця 7.6

База даних з хімічного забруднення атмосферного повітря важкими металами

№№ Проб	Вміст елементів, мг/м³												Сумарний показник забруднення
	Hg	Be	Cd	Co	Pb	As	Se	Cu	Cr	Zn	Fe	Al	
ГДК	$2 * 10^{-6}$	$1 * 10^{-5}$	$7 * 10^{-4}$	$2 * 10^{-5}$	$1\ 10^{-4}$	$2 * 10^{-5}$	$1 * 10^{-5}$	$15 * 10^{-5}$	$2 * 10^{-4}$	$3 * 10^{-5}$	$7 * 10^{-4}$	$3 * 10^{-3}$	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
1	0,03	0	0,5	0	0	0	0	1,3	0,01	0,1	1,2	0,4	0,22
2	3,2	2,1	8,4	3,4	2,1	3,4	2,3	16,4	3,1	4,3	8,4	4,2	10,66
3	0,09	0	0,4	0	0	0	0	1,2	0,04	0,2	0,9	0,5	0,26
4	0,07	0,04	0,1	0	0	0	0	1,6	0,01	0,1	0,8	0,1	0,19
5	0	0,06	0,1	0	0,01	0	0,01	1,9	0,03	0,02	0,6	0,2	0,19
6	0	0,01	0	0	0,02	0	0,02	1,4	0,01	0,03	0,4	0,6	0,19
7	0	0,02	0	0,03	0,01	0,01	0,02	0,9	0,03	0	1,1	0,3	0,17
8	0,01	0,03	0,1	0,01	0,02	0,01	0,03	0,7	0,01	0	0,2	0,2	0,13
9	0,02	0	0	0,01	0	0	0,07	0,4	0,01	0,1	0,6	0,3	0,15
10	3,6	1,4	9,6	2,9	1,9	3,6	1,6	18,2	3,6	4,2	8,9	5,6	10,09

Всього у базі даних 77

Таблиця 7.7

База даних з хімічного забруднення атмосферного повітря шкідливими газами

№№ проб	Склад атмосферного повітря			Забруднювачі, мг/м³												Сумарний показник забруднення, Zc або СІЗ
	O_2	N_2	CO_2	CO	SO_2	NO_2	пил неорганічний	бензин	синтетичні жирні кислоти	толуол	ксилол	ацетон	формальдегід	хлор	соляна кислота	
	21,87	78,08	0,0135-0,0330	3,0	0,05	0,04	0,15	1,5	0,1	0,6	0,2	0,35	0,012	0,03	0,2	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**
1	20,42	79,36	0,0139	1,5	0,03	0,02	0,6	0,03	0,02	0,3	0,1	0,17	0,007	0,02	0,1	3,50
2	20,55	79,43	0,0143	1,6	0,03	0,002	0,8	0,02	0,04	0,2	0,1	0,17	0,005	0,02	0,1	3,60
3	21,87	78,08	0,0135	0,1	0,01	0,01	0,03	0	0	0,001	0,003	0	0	0	0	0,27
4	21,88	78,07	0,0134	0,1	0,02	0,01	0,02	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0,31
5	20,56	79,42	0,0144	1,5	0,03	0,02	0,7	0,02	0,04	0,2	0,1	0,18	0,006	0,02	0,1	3,65
6	21,89	78,06	0,0133	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02
7	20,53	79,45	0,0141	1,5	0,03	0,02	0,7	0,03	0,03	0,2	0,1	0,19	0,006	0,02	0,1	3,67
8	20,51	79,47	0,0146	1,4	0,02	0,03	0,08	0,02	0,04	0,3	0,1	0,17	0,005	0,03	0,1	2,49
9	21,87	78,08	0,0131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
10	20,38	79,61	0,074	6,1	0,12	0,09	0,36	0,07	0,1	0,7	0,3	75	0,016	0,06	0,3	7,94
11	21,87	78,08	0,0131	0,01	0,01	0,02	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,38
12	20,44	79,34	0,0141	1,4	0,02	0,03	0,7	0,03	0,02	0,3	0,1	0,16	0,006	0,02	0,1	3,72
13	21,89	78,06	0,0131	0,01	0,01	0,02	0,01	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0,41
14	20,42	79,36	0,0139	1,5	0,03	0,02	0,6	0,03	0,02	0,3	0,1	0,17	0,007	0,02	0,1	3,50
15	21,88	78,07	0,0129	0	0	0	0,01	0,01	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0,07
31	20,51	79,47	0,0142	1,6	0,02	0,03	0,7	0,04	0,02	0,2	0,1	0,15	0,008	0,03	0,1	3,97
32	20,52	79,46	0,0144	1,5	0,03	0,03	0,6	0,04	0,02	0,2	0,1	0,16	0,007	0,03	0,1	3,77

Таблиця 7.8

База даних з хімічного забруднення грунтових вод

№№ точок	Вміст елементів, мг/дм^3												Сумарний показник забруднення Zc або СПЗ
	Hg	**Be**	**Cd**	**Co**	**Pb**	**As**	**Sc**	**Cu**	**Cr**	**Zn**	**Fe**	**Al**	
	ГДК 0,0005	0,0001	0,001	0,01	0,03	0,03	0,001	0,01	0,001	0,01	0,3	0,1	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
1	0	0	0,0001	0	0,003	0	0	0,003	0	0,001	0,003	0,007	0,68
2	0,0009	0,0002	0,003	0,06	0,06	0,05	0,002	0,021	0,002	0,03	0,41	0,2	28,93
3	0	0	0,0003	0	0,001	0	0	0,004	0	0,003	0,07	0,003	1,30
4	0	0	0,0005	0	0,003	0	0	0,005	0	0,007	0,04	0	1,93
5	0	0	0,0007	0	0,001	0	0	0,003	0	0,005	0,005	0	1,55
7	0	0	0,0003	0	0,002	0	0	0,007	0	0,003	0,006	0	1,39
8	0	0	0,0001	0	0,003	0	0	0,003	0	0,005	0,007	0,005	1,07
9	0	0	0,0001	0	0,004	0	0	0,005	0	0	0,003	0,001	0,75
10	0,0012	0,0003	0,002	0,03	0,04	0,04	0,002	0,03	0,003	0,02	0,35	0,3	27,23
11	0	0	0,0004	0	0,001	0	0	0,001	0	0	0,004	0	0,55
12	0	0	0,0003	0	0,001	0	0	0,002	0	0	0,005	0	055
13	0,0011	0,0002	0,003	0,02	0,07	0,06	0,003	0,02	0,003	0,02	0,51	0,2	27,23

Всього у базі даних 77 проб

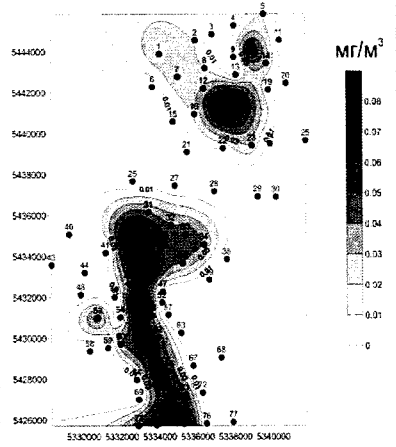


Рис. 7.6. Карта розповсюдження бензину в атмосферному повітрі

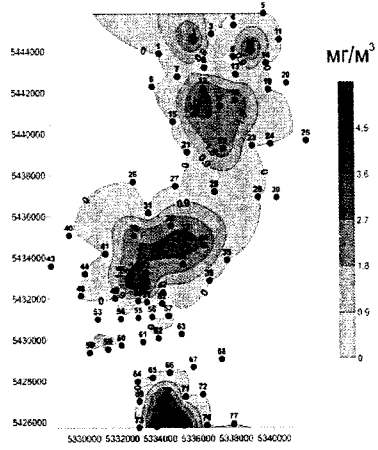


Рис. 7.7. Карта розповсюдження арсену в атмосферному повітрі

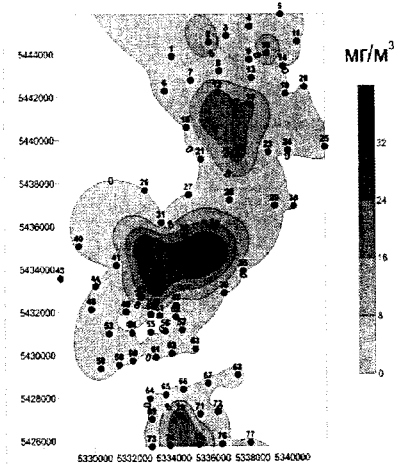


Рис. 7.8. Карта розповсюдження міді в атмосферному повітрі

Масштаб 1: 100 000

Всього у базі даних 77

Концентрації важких металів на цих ділянках перевищують ГДК від 2,1 до 3,6 разів (ртуть – 2 ГДК, берилій – 2,1, мідь – 2,6, хром –2,45, цинк – 2,4, залізо – 2,2, алюміній – 2,8, кадмій – 2, свинець – 3,6, селен – 2,9, арсен – 2,3 ГДК). Окремі сполуки, такі як оксиди азоту, формальдегід перевищують ГДК в 4,75 і 5,9 разів. В зонах забруднення спостерігається понижений вміст кисню у повітрі від 20,31% до 20, 54%, порівняно з середнім 21, 87%; підвищений вміст диоксиду вуглецю від 0,0141% до 0,074%, порівняно з середнім 0,0135%; підвищений вміст азоту в 79, 64%, середній вміст азоту в повітрі 78, 08%. За величиною розрахованого сумарного показника забруднення можна виділити в межах досліджуваної території зони з різним ступенем забруднення атмосферного повітря: безпечна (коефіцієнт сумарного забруднення менше 1,5); слабо небезпечна (від 1,51 до 3,0); помірно небезпечна (від 3,1 до 5,0); 4) небезпечна (більше 5,0).

Небезпечна ситуація спостерігається біля с. Дубівці (Дубівцівський кар'єр), на східній околиці м. Галича, в районі с. Козина, на західній околиці с. Сілець та південній околиці с.Тязів. Такі зони характеризуються значним перевищенням допустимих рівнів забруднювальних речовин у повітрі, що може значно погіршувати здоров'я населення.

Еколого-геохімічний стан ґрунтових вод. На підприємстві ПАТ «Івано-Франківськцемент» існує замкнута система водопостачання. Водозабір – організований, проводиться з р. Бистриця з врахуванням всіх вимог. Комунальні і фекальні води передаються на очистку підприємству «Екотехпром». Підприємство ПАТ «Івано–Франківськцемент» не здійснює шкідливих скидів у водні об'єкти (табл. 7.8).

Для *техногеохімічної оцінки* стану ґрунтових вод було розбито мережу з 77 точок спостереження (рис. 7.1), в яких були відібрані проби ґрунтових вод, що аналізувались на вміст важких металів. Результати аналітичних досліджень зведені в базі даних.

Ступінь забруднення ґрунтових вод оцінюється величиною *сумарного показника техногенного забруднення* – $СПЗ^{т}$. За допомогою програмного забезпечення SURFER, було побудовано карти розповсюдження важких металів в ґрунтових водах (рис. 7.9-7.12), які свідчать про підвищені концентрації елементів, що перевищують ГДК в кілька разів.

Так, для заліза зафіксоване перевищення, що сягає 1,6 ГДК; для берилію, кадмію, арсену – 2,6; для свинцю, селену, хрому – 3; для міді – 3,4; для алюмінію – 4; найбільше перевищення спостерігається для цинку – 4,5 ГДК. Залежно від його значення – сумарного показника техногенного забруднення – ґрунтові води відносять до різних класів (табл. 7.9).

Сильно забруднені ґрунтові води зустрічаються в районі с. Дубівці (північно-східна частина досліджуваної території), с. Сілець (центральна частина), а також на околиці м.Івано-Франківська.

Техногеохімічний стан рослинності. Приблизно в тих же точках (рис. 7.1) відбирались проби лучного різнотрав'я, які аналізувались на вміст важких металів (табл. 7.10). Підвищені концентрації ртуті (0,03 мг/кг) зустрічаються біля сіл Козина, Межигірці, Сзупіль, Тязів, біля фірми «Барва», на заході

с.Колодіївка. Найвища концентрація цього елементу – 0,004 мг/кг зафіксована між с.Сілець і с.Тязів. Приблизно в тих же точках спостерігаються і підвищені концентрації берилію – 0,003 мг/кг. Найвищі концентрації кадмію і кобальту – 0,04 мг/кг зустрічаються біля фірми «Барва», на околиці с.Ямниця, біля с.Межигірці, на околиці сіл Дубівці, Єзупіль, Тязів (рис. 7.13). Для свинцю найвища концентрація (0,42 мг/кг) зафіксована на околиці с.Ямниця; для арсену – 0,005 мг/кг – біля фірми «Барва»; для селену – 0,006 мг/кг – південна околиця с.Вовчинець; для міді – 0,53 мг/кг – біля с.Козина; для хрому – 0,006 мг/кг – біля с.Межигірці; для цинку – 4,2 мг/кг – в Дубівцівському кар'єрі; для заліза – 0,07 мг/кг – біля с.Єзупіль; для алюмінію – 0,07 мг/кг – біля між селами Сілець і Тязів.

Отже, при узагальненні всіх даних, можна виділити чотири зони забруднення рослинного покриву: 1 – сприятлива (сумарний показник забруднення менше 25); 2 – помірна (від 25 до 50);3 – задовільна (від 50 до 75); 4 – напружена (більше 75).

Таблиця 7.9

Класи забруднення ґрунтових вод

Значення показника СІЗ^{m}	***Клас забруднення ґрунтових вод***
менше 10	умовно чисті
від 10 до 20	середньо забруднені
від 20 до 30	сильно забруднені
більше 30	надзвичайно забруднені

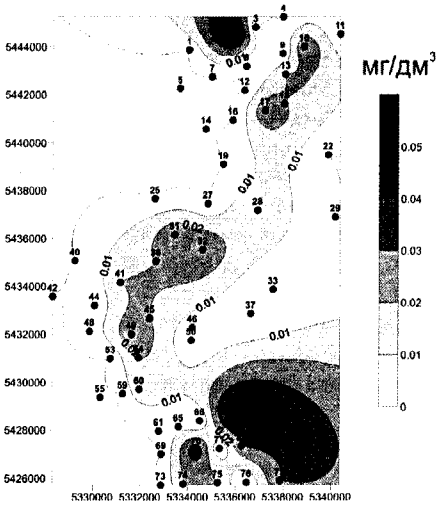


Рис. 7.9. Вміст Co в ґрунтових водах

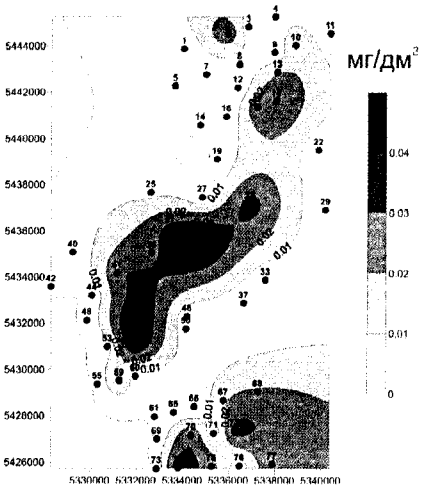


Рис. 7.10. Вміст Zn в ґрунтових водах

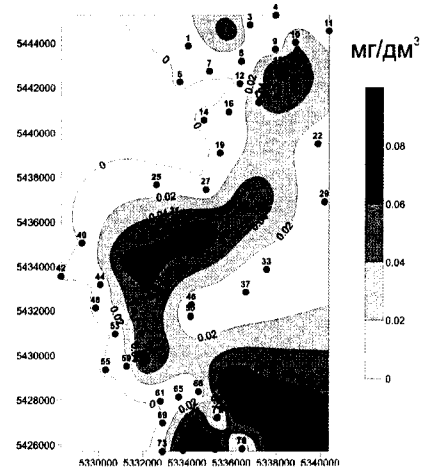


Рис. 7.11 Вміст Pb в ґрунтових водах

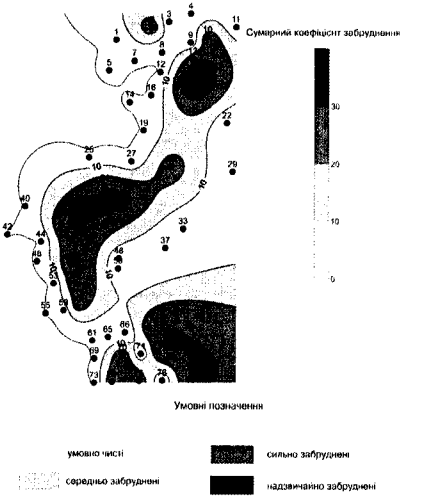


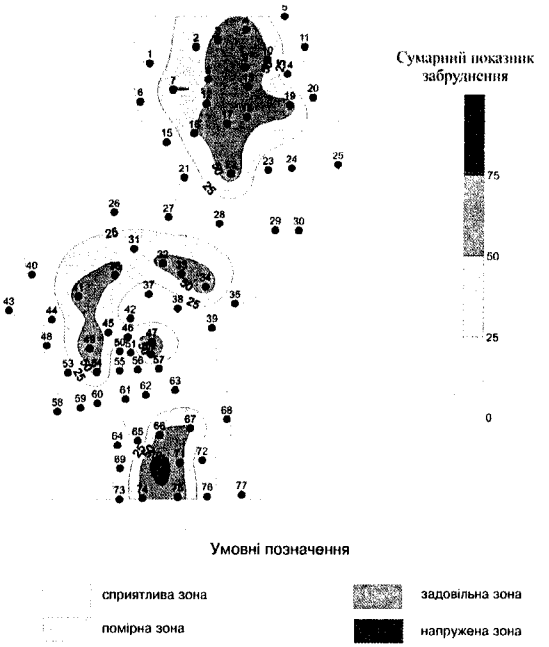
Рис. 7.12. Зони забруднення ґрунтових вод

Таблиця 7.10

База даних з хімічного забруднення рослин (лучного різнотрав'я)

№№ проб	Вміст елементів, мг/кг³												Сумарний показник забруднення Zc або СПЗ
	Hg ГДК або середнє 0,001	Be 0,001	Cd 0,01	Co 0,01	Pb 0,01	As 0,002	Se 0,002	Cu 0,21	Cr 0,002	Zn 1,0	Fe 0,03	Al 0,01	
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**
1	0	0	0,0001	0	0,003	0	0	0,009	0	0,1	0,009	0,008	301,26
2	0,002	0,002	0,02	0,03	0,24	0,003	0,004	0,21	0,003	1.2	0,06	0,02	44,25
3	0,002	0,002	0,02	0,03	0,31	0,003	0,004	0,35	0,003	2,3	0,03	0,03	53,05
4	0,002	0,002	0,02	0,02	0,39	0,002	0,005	0,44	0,005	2,9	0,04	0,04	63,43
5	0	0	0,0003	0	0,006	0	0	0,008	0	0,2	0,002	0,006	1,54
6	0	0	0,0002	0	0,007	0	0	0,001	0	0,3	0,006	0,007	1,93
7	0,002	0,002	0,02	0,02	0,29	0,003	0,003	0,39	0,004	2,5	0,04	0,03	50,78
8	0,003	0,003	0,03	0,02	0,24	0,004	0,004	0,31	0,004	2,3	0,05	0,03	49,52
9	0,003	0,003	0,02	0,03	0,35	0,003	0,005	0,41	0,004	2,6	0,06	0,02	60,65
10	0,003	0,003	0,02	0,03	0,31	0,004	0,004	0,52	0,006	2,2	0,04	0,02	57,13
11	0	0	0,004	0	0,005	0	0	0,002	0	0,2	0,007	0,004	1,74,

Всього у базі даних 77 проб



Масштаб 1: 75 000

Рис. 7.13. Сумарне забруднення рослинності

Більша частина досліджуваної території належить до сприятливої зони. Напружена зона включає кілька ділянок невеликої площі, що розміщені у північно-східній частині території (сс. Дубівці, Козина); в центрі – між селами Сілець і Тязів; в с.Ямниця, а також на півдні території – на околицях м. Івано-Франківська. Концентрації важких металів в межах напруженої зони коливаються від 2 до 3 ГДК.

Висновки. Для побудови карти сучасної ситуації поелементні та покомпонентні ландшафтно-техногеохімічні карти були інтегровані шляхом комп'ютерного накладання (рис. 7.14) і була отримана *Карта сучасної ситуації* (рис. 7.14), а також *карти ландшафтно-геохімічного районування* (рис. 7.15, 7.16).

При цьому для побудови карт території діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент» використані техногеохімічні карти усіх хімічних елементів, на які виконувались аналізи і які є у наведених вище базах даних. Побудовані карти характеризують взаємодію двох складових – природних ландшафтів з техногенним забрудненням, при цьому утворюються нові структури – *ландшафтно-геохімічні* (геоекологічні) *смуги концентрації* та *ландшафтно-геохімічні* (геоекологічні) *смуги розсіювання*, які є *геоекотипами структур 1 порядку* (рис. 7.16 а, 7.16 б).

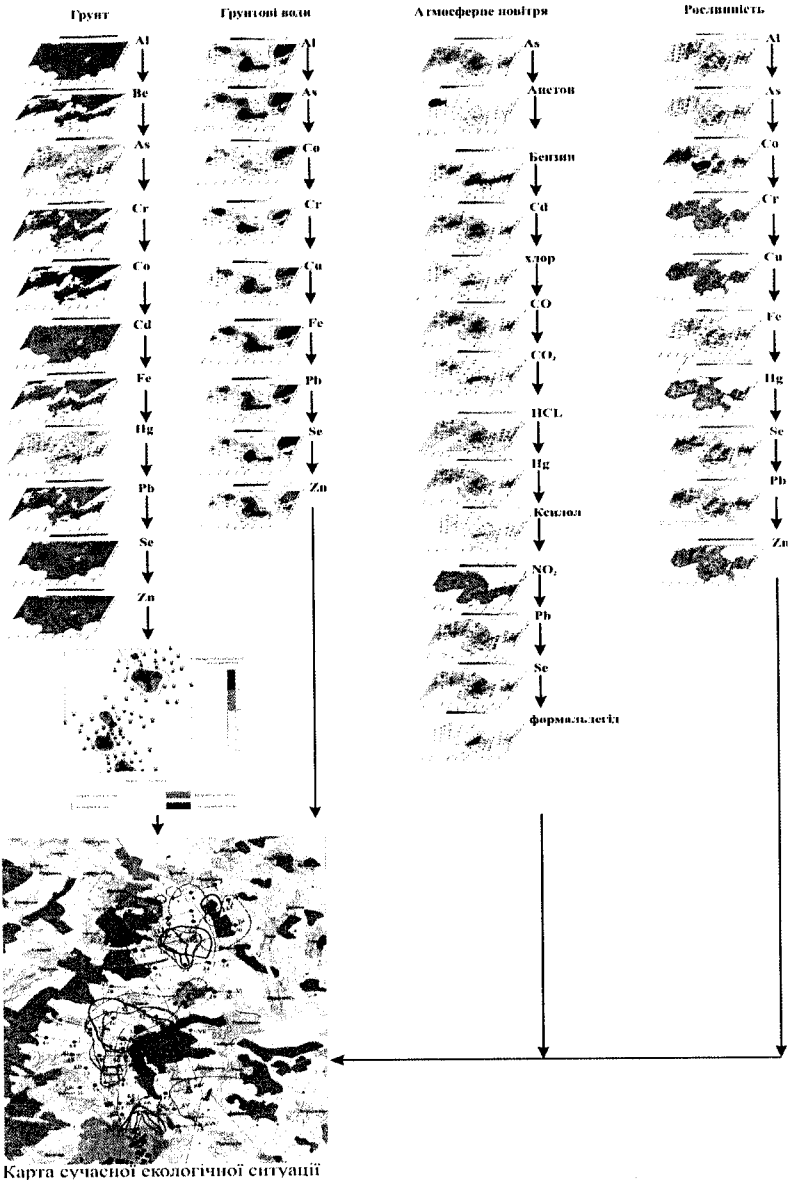


Рис. 7.14. Інтеграція поелементних карт та побудова карти сучасної екологічної ситуації на території діяльності ПАТ "Івано-Франківськцемент"



Ландшафтно-геохімічні структури

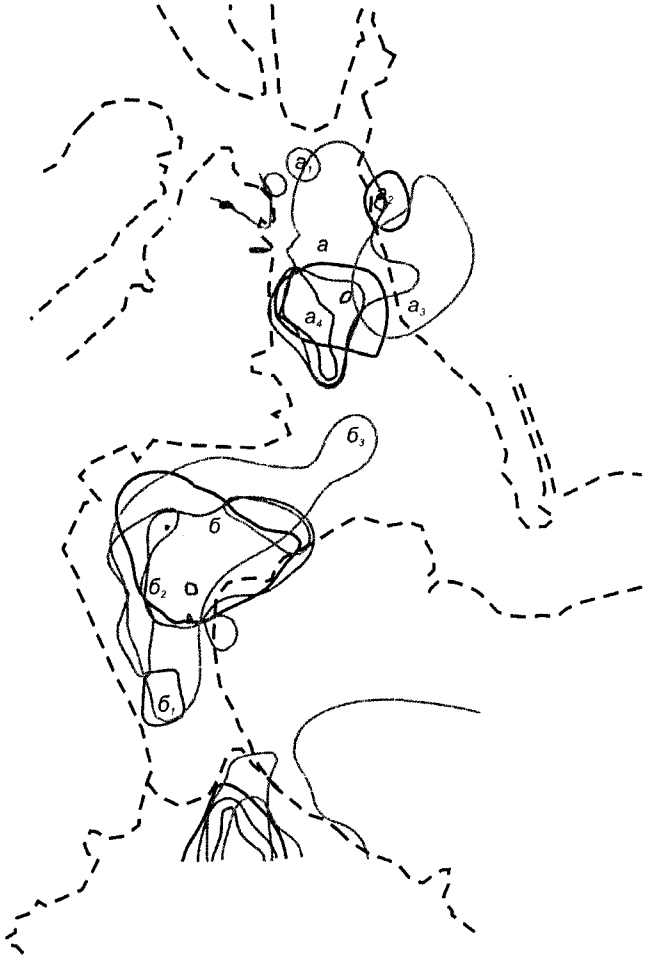
Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації:
1- Дністродолинська
2-Луквинська
3-Бистрицька
4-Бебельська
5-Гнилолипська
6-Канівська

Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання:
7- Луквинсько-Бистрицька
8-Вовчинецька
9-Тустанська
10-Маріампільська

Урбосистеми:
11-Івано-Франківська

Масштаб 1: 50 000

Рис. 7.15. Карта ландшафтно-геохімічних структур 1 порядку на території діяльності ПАТ "Івано-Франківськцемент"



Зони забруднення:

атмосферного повітря хімічними сполуками

атмосферного повітря важкими металами

ґрунтів

ґрунтових вод

рослинності

Ландшафтно-геохімічні ореоли концентрації:

Вузли: *а* - Дубівцівський з ландшафтно-геохімічними вогнищами-джерелами забруднення: $а_1$, $а_2$, $а_3$, $а_4$

еліпси: *б*-Ямницько – Сушільський з вогнищами – джерелами забруднення: $б_1$, $б_2$, $б_3$

Масштаб 1: 50 000

Рис. 7.16. Карта ландшафтно-геохімічних структур 2 і 3 порядків на території діяльності ПАТ "Івано-Франківськцемент"

Перші відповідають ландшафтним місцевостям річкових долин. В даному випадку – це заплави і низькі та середні надзаплавні тераси. В ці понижені форми рельєфу мігрують з сусідніх підвищених межиріч забруднювальні речовини, що осідають з атмосферного повітря і переносяться ґрунтовими водами та депонуються ґрунтами і рослинністю. *Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації* – Дністродолинська, Луквинська, Бистрицька і Гнило-Липська розділені *ландшафтно-геохімічними* (геоекологічними) *смугами розсіювання* – Луквинсько-Бистрицькою, Вовчинецькою, Тустанською і Маріямпільською. З них відбувається виніс забруднювальних речовин, тобто вони більш екологічно чисті (рис. 3.15).

Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації – це структури 1 порядку, геоекотип яких вперше виділений і описаний Л.В. Міщенко [86-89] ще у 2000р. Взаємодія двох складових – природних ландшафтів, в нашому прикладі, це ландшафтні місцевості заплави і низьких (I та II) надзаплавних терас рр. Дністер і Бистриці (рис. 7.16 а, 7.16 б) – з техногенним забрудненням. Ландшафтні місцевості 4, 7, 8 відносяться до аквальних і неалювіальних родів еколого-геохімічних ландшафтів (ЕГЛ), Н – Са лугово-степового класу ЕГЛ та катенарної (Б) системи ЕГЛ, за В.М. Гуцуляком [51, 52]. Ф.Н. Мильков [88] у 1974 р. запропонував приблизно таку ж мікрозональність ландшафтів.

Схилова мікрозональність ландшафтів, за Ф.Н. Мильковим [88], – це природні комплекси схилів – парагенетичні системи, які тісно пов'язані за походженням і розвитком з односпрямованими схиловими процесами. Ф.Н. Мільковим виділено чотири основних схилових ландшафтних мікрозон: *A, B, C, D*.

Мікрозона A – похилі привододільні схили, де зональні риси ландшафту слабо порушені схиловими процесами.

Мікрозона B – привододільна частина схилу, найчастіше випукла, значної крутизни, з проявом процесів енергійного змиву ґрунтів, найчастіше більш посушлива.

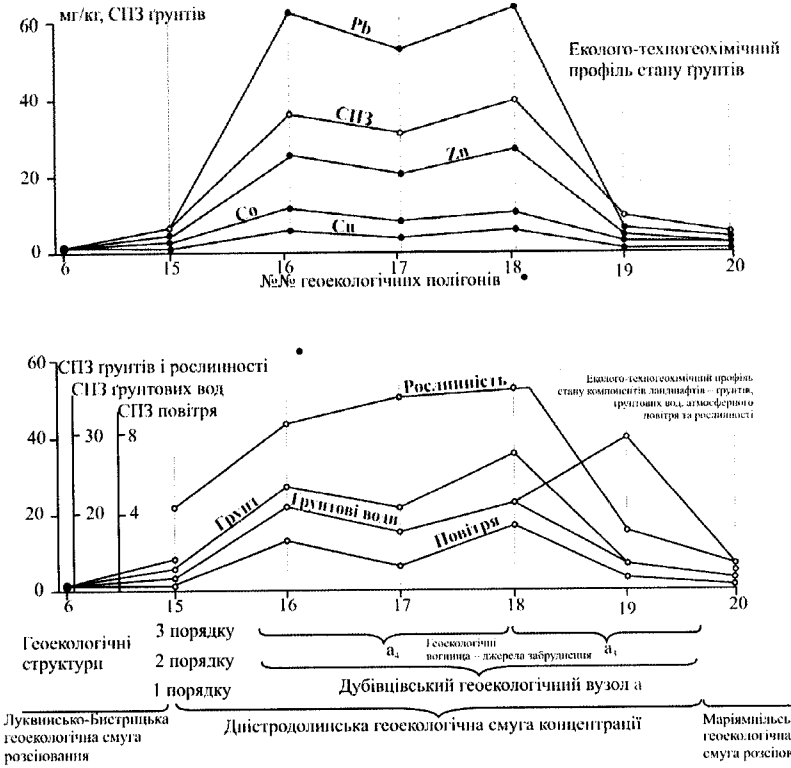
Мікрозона C – середня частина схилу, де процеси площинного змиву послаблюються, і починається акумуляція матеріалу.

Мікрозона D розташована на посднанні схилу з рівниною. Тут утворюються делювіальні шлейфи.

На долинні ландшафтні місцевості 4, 7, 8 (рис. 7.16а, 7.16б) впливають техногенні забруднення від діяльності промислових об'єктів ПАТ «Івано-Франківськцемент» (ландшафтно-геохімічни полігони 16 –19 на профілі через долину р. Дністер – рис. 7.16а і ландшафтно-геохімічні полігони 46, 47 – рис. 7.16б). Ця сумісна дія природних ландшафтних місцевостей і техногенного навантаження і створюють структуру – ландшафтно-геохімічну *смугу концентрації*, де відбуваються акумуляція (накопичення) забруднювальних речовин.

Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання – це структури 1 порядку, геоекотипи яких вперше виділені і описані Л.В. Міщенко [86-89] у 2000 р. Вони, на відміну від ландшафтно-геохімічних смуг концентрації, приурочені до міждолинних, вододільних слабо хвилястих підвищених рівнин,

Продовження рисунку 3.16



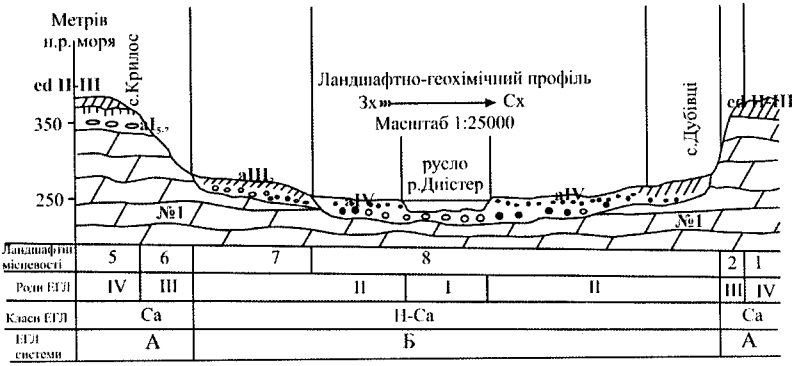


Рис.7.16а. Співвідношення ландшафтно-геохімічних структур 1, 2 і 3 порядків з ландшафтно-геохімічними системами у долині р. Дністер по профілю сс.Крилос–Дубівці

Продовження рисунку 3.16

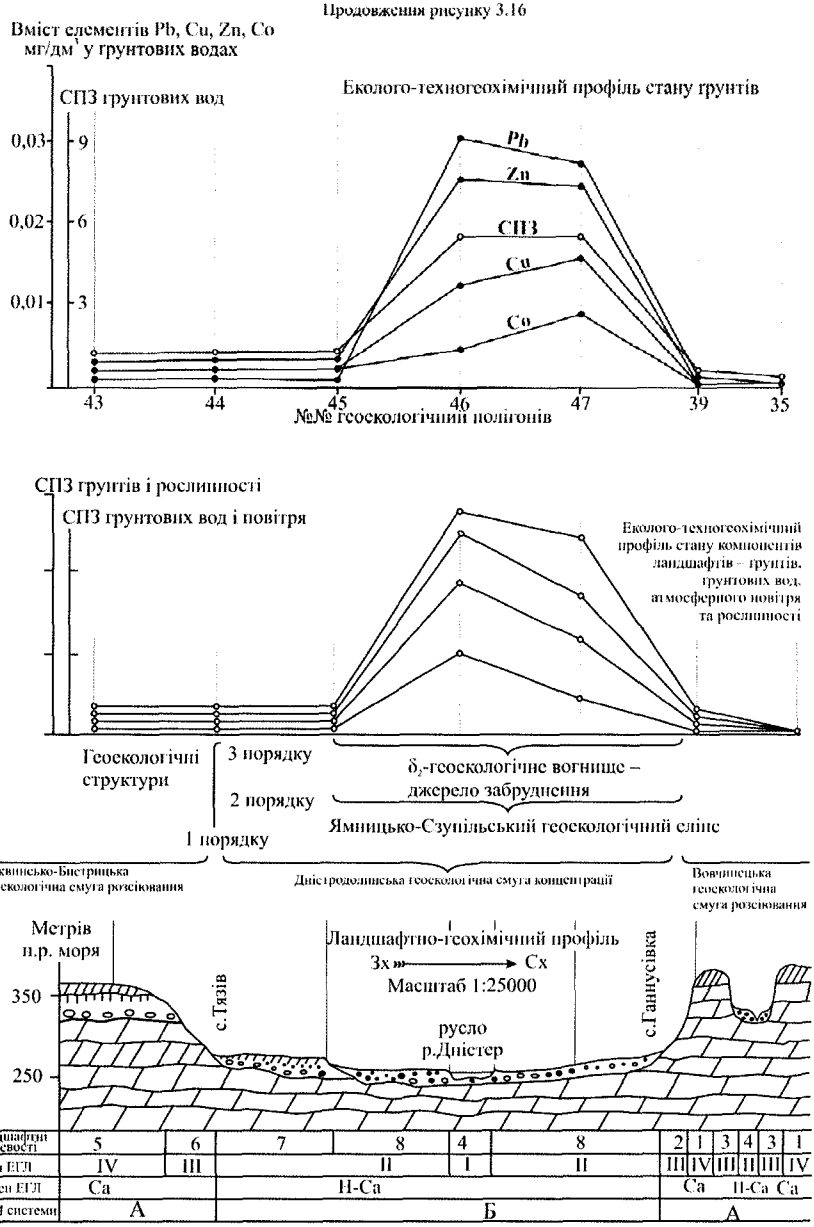


Рис. 7.16б. Співвідношення ландшафтно-геохімічних структур 1, 2 і 3 порядків з ландшафтно-геохімічними системами у долині р. Дністер по профілю сс. Тязів–Ганнусівка

Умовні позначення до рис. 7.16 а і 7.16 б

Ландшафтні місцевості

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 – ландшафтні місцевості на території Тисменицького району

Ряди еколого-геохімічних ландшафтів (ЕГЛ): I акваль, II – неоелювіально-акумулятивні, III – транселювіальні, IV – неоелювіальні.

Класи еколого-геохімічних ландшафтів (ЕГЛ): Са-лугово-степовий (Придністровський, за В.М. Гуцуляком, 2002) на чорноземах потужних, вилугованих і опідзолених

$$Ca^{2} \frac{P, N, K, B, Cu, Ni, Mn}{Mo, W...};$$

II-Са – лісостеповий (Прут-Дністровський, за В.М.Гуцуляком, 2002) на сірих лісових ґрунтах і чорноземах опідзолених (слабо кислий, близький до нейтрального)

$$II - Ca^{2} \frac{N, P, K, B, Ni, Cu, Mn, Co}{Mn, Fe, Al}$$

Еколого-геохімічні ландшафтні системи (ЕГЛ): А – каскадна, Б – катенарна.

Літологія порід

- Галечники
- Гравій
- Піски
- Суглинки
- Глини
- Мергелі, вапняки, піски

Геологічний вік

- a^{IV}_{2} – руслю, острови, низька заплава пізнього голоцену
- a^{IV}_{1} – висока заплава раннього голоцену
- a^{III}_{2} – алювій 2 надзаплавної тераси пізнього плейстоцену
- ed^{II-III} – елювіально-делювіальні суглинки середнього-пізнього плейстоцену
- a^{I}_{2-3} – алювій 5-7 надзаплавних терас раннього плейстоцену
- N_1 – нижній міоцен

де відбувається розчинення і винос забруднювальних речовин в бік ландшафтно-геохімічних смуг концентрації. Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання відповідають ландшафтним місцевостям 1 – 3 та 5 – 6 (рис. 7.16а, 3.16б) і відносяться до транселювіальних (III) і неалювіальних (IV) родів еколого-геохімічних ландшафтів (ЕГЛ) Са лісостепового класу ЕГЛ та каскадної (А) системи ЕГЛ, за В.М. Гуцуляком [51, 52].

На фоні цих *ландшафтно-геохімічних структур 1 порядку* – смуг концентрації і смуг розсіювання утворились менші за розмірами *структури 2 порядку – ландшафтно-геохімічі (геоекологічні) вузли* (Дубівцівський) і *ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) еліпси* (Ямницько-Єзупільський), що ускладнюють смуги і є *геоекотипами ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) структур 2 порядку*. Вузли і еліпси об'єднують кілька *ландшафтно-*

геохімічних (геоекологічних) вогнищ-джерел забруднення ($а_1$, $а_2$, $а_3$, $а_4$, $б_1$ і $б_2$ на рис. 7.16). Вузли і еліпси не завжди приурочені до конкретних ландшафтних структур, як це має місце у смуг – місцевостей. Ще менший зв'язок з ландшафтними одиницями мають ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) вогнища або джерела забруднення, які є *геоекотипами ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) структур 3 порядку*. Вони відповідають зонам забруднення ґрунтів, атмосферного повітря, ґрунтових вод і рослинності, які не завжди співпадають між собою (рис. 7.16). Тому при дослідженні територій впливу промислових підприємств на природні ландшафти необхідно проводити детальну їх *ландшафтно-геохімічну оцінку*. Для кожної структури – смуги (1 порядок), ореолу чи еліпсу (2 порядок) і вогнища або джерела забруднення (3 порядок) необхідно розробляти свій комплекс природоохоронних заходів.

Розділ 8. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ РОРЗОБКИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЙ НАФТОГАЗОВИДОБУВАННЯ ТА МОЖЛИВОГО ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ

На сучасному рівні розвитку екологічної науки і природоохоронної практики (В.С. Лямин, 2012) недостатньо давати загальні оцінки сучасної ситуації тої чи іншої території та відносного сучасного стану компонентів довкілля. Необхідно переходити до їх кількісної оцінки, що дозволить не тільки більш об'єктивно оцінити ступінь трансформації природних ландшафтів, а й розробити конкретні природоохоронні заходи подолання виникнення надзвичайних лих, а також виконувати економічні розрахунки необхідних коштів для їх подолання. Тому, маючи матеріали детальних ландшафтно-геохімічних досліджень з відповідними базами даних і оціночними техногеохімічними картами, ми пропонуємо новий спосіб кількісних оцінок сучасного стану на основі вмісту у компонентах довкілля важких металів, концентрації яких в певних інтервалах безпечні для нормального розвитку природно-антропогенних геосистем, що створює безпеку для життєдіяльності населення [54].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми та на які ми опираємось, виконаний на основі літературних і фондових джерел. Так, перші кількісні оцінки меж нормального існування природних біологічних екосистем ми знаходимо в роботах Ю. Одума [91], Н.Ф. Реймерса [89], Г.О. Білявського [6]. A. Kloke, I. Tornton та ін. [121-129], які на основі геохімічних досліджень різних природних середовищ виявили вплив важких металів Арсену, Кадмію, Хрому, Гідраргіуму, Нікелю та ін. на сучасний стан ґрунтового покриву і поверхневих вод. Пізніше О.Ф. Рильський [111] побудував ряди токсичності важких металів (Sn, Cu, Co, Zn, Ag, Cd, Pb, Ni, Al, Mn, Mo, Hg, V) у залежності від їх впливу на екосистеми, а також виявив закономірності пігментації бактерій – протокаріотид, які можна використовувати в якості біоіндикаторів забруднення довкілля важкими металами. О.Ф. Рильський розрахував кількісні інтервали забруднень, межі яких фіксуються пігментацією тих чи інших видів бактерій [89].

Нормальний розвиток природного середовища В.А. Барановський і П.Г. Шищенко [27] оцінювали показниками його стійкості, а Ю.А. Олішевська [92] запропонувала кількісну оцінку стійкості та новий показник – геоекологічний потенціал, який в кількісному вираженні розраховується на основі оцінок природного потенціалу, техногенного навантаження та потенціалу стійкості.

Д.О. Зорін [57, 58], вивчаючи кореляцію між різними елементами – забруднювачами ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод у Дністровському каньйоні, виявив, що найбільш тісні природні парагенетичні зв'язки між Pb, Cu і Zn характерні до фонових їх вмістів. Вище фону різко зростає дисперсія, що вказує на техногенну природу геохімічних аномалій. До такого ж висновку прийшла і Л.В. Міщенко на прикладі досліджень у Карпатському регіоні [89].

Отже, не зважаючи на ряд досягнень у кількісних оцінках тих чи інших показників сучасного стану геосистем, поки що не має розрахунків екологічно безпечних меж їх існування, а оцінку верхньої межі безпеки життєдіяльності людини прирівнюють до гранично допустимих концентрацій (ГДК) тої чи іншої небезпечної для здоров'я людини токсичної речовини. Тому ми поставили перед собою мету: розробити новий спосіб розрахунків концентраційних інтервалів вмісту важких металів, безпечних для існування геосистем, та концентраційних інтервалів безпеки життєдіяльності населення, використавши 1441 точку відбору проб (рис. 8.1) за результатами екологічного аудиту території Карпатського регіону і Західного Поділля, де розташоване 91 родовище нафти і газу (рис. 8.2, 8.3, табл. 8.1) та площа проектованого видобутку сланцевого газу (рис. 8.4), та ґрунтуючись на базах даних інформації (табл. 8.2, 8.3), карти нафтогазогеологічного районування Західного регіону України (рис. 8.2) (Атлас родовищ нафти і газу України, 1998), карти районування Карпатського регіону та Західного Поділля (рис. 8.5) та поелементних техногеохімічних картах (рис. 8.6, 8.7) тих же регіонів.

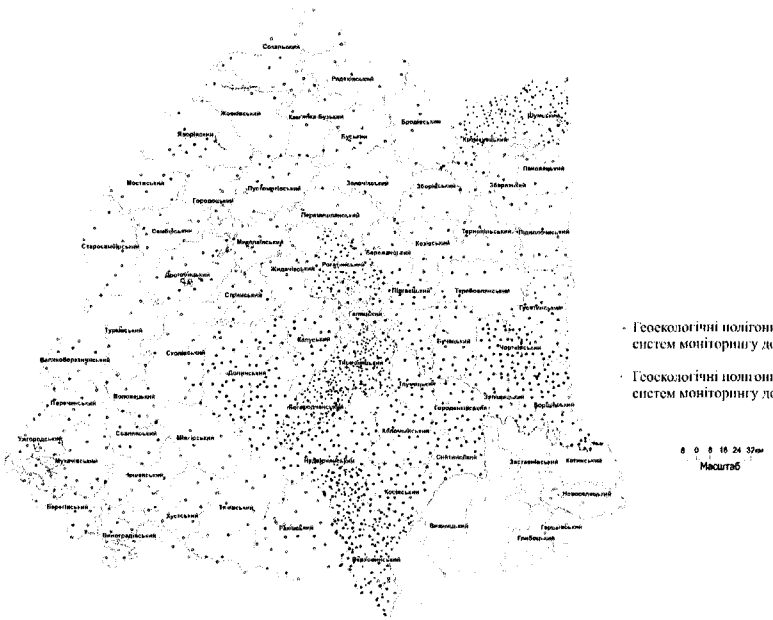


Рис. 8.1. Розміщення геоекологічних полігонів - точок відбору проб

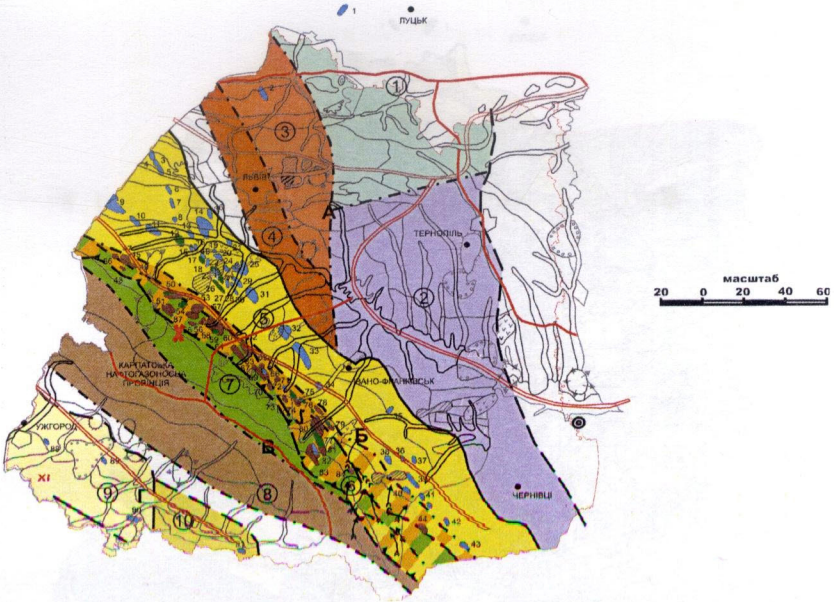


Рис. 8.2. Карта нафто та газогеологічного районування [Атлас родовищ нафти і газу України. За ред. Іванюти та ін. в VIт., Львів. - 1998]

Умовні позначення до нафтогазоносності

Нафтогазоносність

Балтійсько-Переддобрудзька нафтогазоносна провінція:

А. Волино-Подільська нафтогазоносна область (НГО):

1. Волинський нафтогазоносний район (НГР).

2. Бузький газоносний район (ГР).

3. Нестеровський перспективний район (ПР).

Карпатська нафтогазоносна провінція:

Б. Передкарпатська нафтогазоносна область (НГО):

5. Більче-Волицький нафтогазоносний район (НГР).

6. Бориславсько-Покутський нафтогазоносний район (НГР).

В. Карпатська нафтогазоносна область (НГО):

7. Скибовий нафтогазоносний район (НГР).

8. Кросненський перспективний район (ПР).

Г. Закарпатська газоносна область (ГО).

9. Мукачівський газоносний район (ГР).

10. Солотвинський газоносний район (ГР).

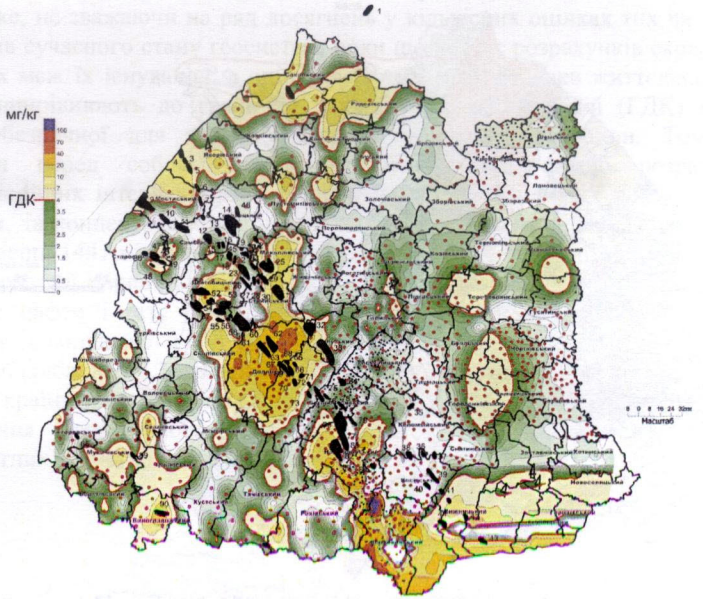


Рис. 8.3. Місцезнаходження нафтогазових родовищ на фоні розповсюдження Ni у ґрунтах Карпатського регіону і Західного Поділля

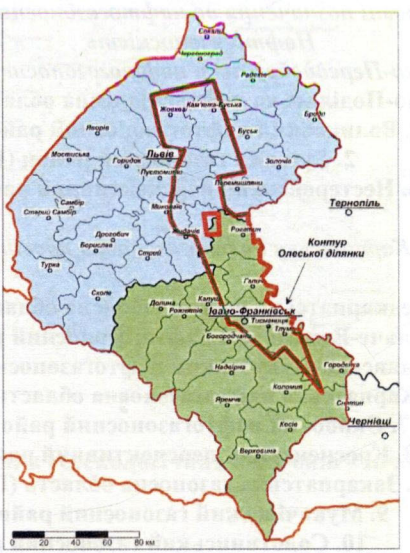


Рис. 8.4. Контур Олеської площі проектованого видобутку сланцевого газу Карпатського регіону та Західного Поділля [89]

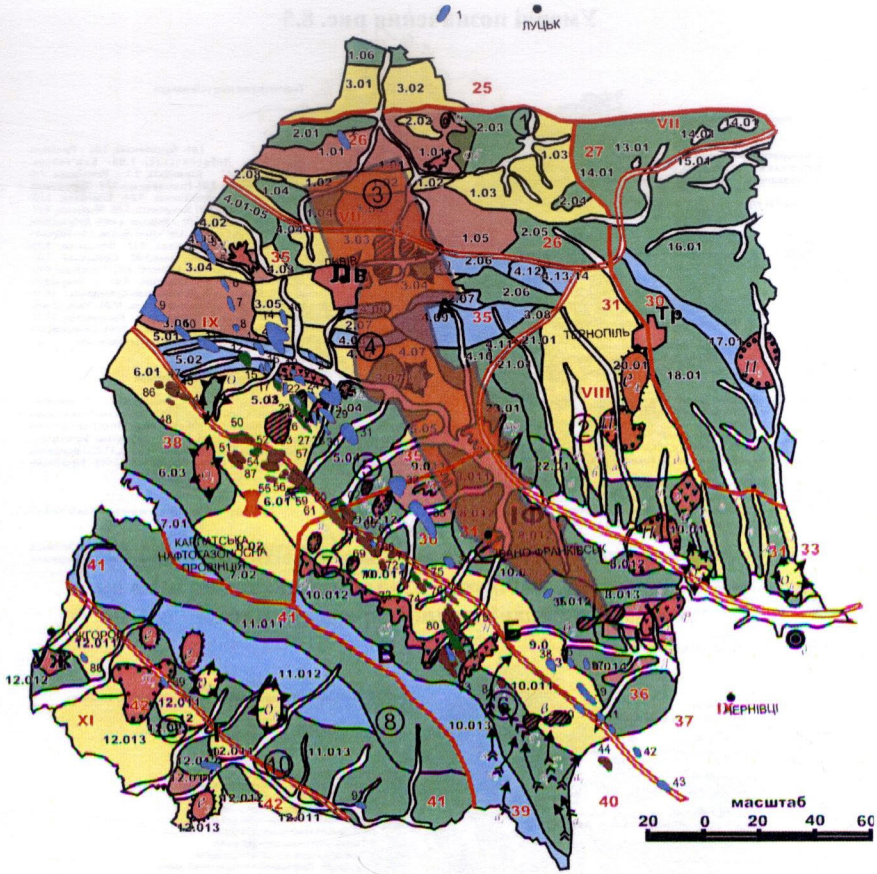


Рис. 8.5. Геоекологічне районування Карпатського регіону і Західного Поділля [88] з контурами нафтогазових родовищ та Олеської площі проектованого видобутку сланцевого газу

Умовні позначення рис. 8.5

Геоекологічні смуги розсіювання та їх номери (а-л)

а- Гончарівська, б- Онорянська, в – Бучацька, г- Дорогичівська, д- Цирківська, е – Каспершівська, є- Глибоцька, ж- Германівська, з – Йосипівська, і – Спецівська, к – Снятинська, л- Троїцька.

Геоекологічні структури ізометричної та неправильної форми

Геоекологічні ореоли концентрації

Геоекологічні вузли
$в_1$- Буковельський, $в_2$- Снятинський, $в_3$- Дрогобицький, $в_4$- Пустомитівський

Геоекологічні еліпси
$е_1$- Перегінський, $е_2$- Свалявський, $е_3$- Виноградівський, $е_4$- Тернопільсько-Теребовлянський

Геоекологічні ядра
$я_1$- Північно-Долинське, $я_2$- Мізуньске, $я_3$- Свічинське, $я_4$- Східно-Деснянське

Геоекологічні вогнища – джерела
$д_1$- Хотинське, $д_2$- Радехівське

Геоекологічні плями
$п_1$- Мукачівська, $п_2$- Теребовлянська, $п_3$- Підволочиська, $п_4$- Городенківська

Геоекологічні вали розсіювання
$о_1$- Самбірський, $о_2$- Турківський, $о_3$- Пустомитівський, $о_4$- Жидачівський, $о_5$- Дністровський, $о_6$- Борщівський, $о_7$- Іршавський, $о_8$- Хустський

Геоекологічні ландшафтно-геохімічні бар'єри

Механічні
Орографічні
$н_1$- Надвірнянський

Радіаційні
$р_1$- Снятинський, $р_2$- Чортківський

Фізико-хімічні
$ф_1$- Долинсько-Богородчанський

Біогеохімічні
$б_1$- Миколаївський

Атмосферогенні потоки
$а_1$- Прутські, $а_2$- Черемиські

Гідросферогенні потоки
$г_1$- Верховинські, $г_2$- Ворохтянські, $г_3$- Яремчанські

Гіпергенні зони
$з_1$- Івано-Франківські

Техногеоекологічні структури
Багатокутні та неправильної форми структури

Урбогеосистеми
Лв- Львівська, ІФ- Івано-Франківська, Уж- Ужгородська, Тр- Тернопільська

Техногенні геоекологічні структури
Бр- Бурштинська, Кл- Калуська, Мк- Миколаївська, Нв- новояворівська, Дб- Добротвірська, Ст.- Стебницька

Річкові долини (заплави і І-ІІ надзаплавні тераси) зі строкатим розподілом контурів різного екологічного стану (від нормального до незадовільного)

Екологічний стан геоекологічних структур

Нормальний
Задовільний
Напружений
Складний
Незадовільний

Геоекологічні полігони

Системи екологічної безпеки регіонального рівня для територій адміністративних областей

Системи екологічної безпеки локального та об'єктового рівня для територій адміністративних районів, населених пунктів та промислових підприємств

Геоекологічні зони та їх номери

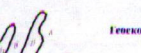


1.01- Болотнянська, 1.02 - Ратенська, 1.03- Верхньоствірська, 1.04 – Добросинська, 1.05 - Кам'янська, 1.06 – Іванницька, 2.01 – Сосницька, 2.02 – Карчинська, 2.3 – Радехівська, 2.4- Ілляшівська, 2.5 – Підворонищька, 2.6 – Буська, 2.07- Підготовогірська, 2.08- Підротопська, 3.01- Варязька, 3.02- Тартаківська, 3.03- Кузьківська, 3.04- Білківська, 3.05- Пустомитівська, 3.06 – Городецько- Ширенька, 3.07 Холорівська, 3.08- Зборівська, 4.01- Равська, 4.02 – Верхньовереницько- Метерівська, 4.03 – Янівська, 4.to04- Дубровицька, 4.05- Домажирська, 4.06- Давидівська, 4.07- Сільська, 4.08 – Голо гірська, 4.9 – Бібрсько-Перемишлянська, 4.10- Рогатинська, 4.11- Товарянська, 4.12- Воронцівська, 4.13- Підкамінська, 4.14- Почаївська, 5.01- Добромильська,5.02- Самбірська, 5.03- Дрогобицька, 5.04- Стрийська, 5.05- Присівіцька, 6.01- Борівська, 6.02- Скалівська, 6.03- Верхньодністровська, 7.01-Турківська, 7.02- Славська, 8.01 – Покутсько-Придністровсько- Опільська, 9.01- Передгірська (Рожнятівсько-Коломийська), 10.01- Гірська (Полонинсько-Вехівинська), 11.01-Воловецько-Рахівська, 12.01- Ужгородсько-Виноградівська, 13.01- Тасівська, 14.01- Білокриницька, 15.01- Кременецька, 16.01- Лапіївецька, 17.01- Товарова, 18.01- Гутинська, 19.01- Заліщицька, 20.01- Тернопільська, 21.01- Бережанська, 22.01- Монастирська, 23.01- Золотолинська (Городоцька).

Геоекологічні підзони та їх номери



8.011- Дімницько-Лукавицька, 8.012 – Тисменицько-Городенківська, 8.013- Покутська, 9.011- Калуська, 9.012- Долинсько-Рожнятівсько-Богородчанська, 9.013- Коломийсько-Косівська, 9.014 – Рожнятівська, 10.011- Вишківсько-Делятинська, 10.012- Яремчансько- Ворохтянська, 10.013 – Горгансько-Чорногірська, 11.011- Міжгірська, 11.012- Свалявська, 11.013- Іршавсько-Тячівська, 12.011- Вулканічна (Виторлат-Гутівська), 12.012- Шардинська (Велико-Копанська), 12.013- Берегівсько-Тисенська.



Геоекологічні смуги концентрацій та їх номери (А-Л)

А- Золотолипська, Б- Коропецька, В- Баринівська, Г- Стрипська, Д- Джуринська, Е – Тупівська, Є- Серетська, Ж- Нічлавська, З- Збручанська, І- Борівська, К- Ставищенська, Л- Прутівська.

Умовні позначення
до «Геоекологічного районування Карпатського регіону і Поділля»

Національний рівень
(Л.Л. Малишева, П.Г. Тищенко, В.Г. Потапенко, 1995; Л.Л. Малишева, 1998, 2000)

Західний геоекологічний округ

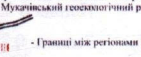
VII. Північно- Західний геоекологічний регіон
25. Луцький геоекологічний район
26. Галицький геоекологічний район
27. Рівненський геоекологічний район

VIII. Подільський геоекологічний регіон
30. Опольський геоекологічний район
31. Тернопільський геоекологічний район
33. Кам'янець- Подільський геоекологічний район

IX. Прикарпатський геоекологічний регіон
35. Львівський геоекологічний район
36. Івано-Франківський геоекологічний район
37. Буковинський геоекологічний район

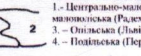
X. Карпатський геоекологічний регіон
38. Бескидський геоекологічний район
39. Горганський геоекологічний район
40. Полонинський геоекологічний район
41. Чернянський геоекологічний район

XI. Закарпатський геоекологічний регіон
42. Мукачівський геоекологічний район



- Границі між регіонами
- Границі між районами

Регіональний, локальний та об'єктовий рівні геоекологічного районування
(розробка автора)



Геоекологічні надзони та їх номери
1.- Центрально-малополіська (Сокальська), 2. Окрайінно-малополіська (Радехівсько - Червоноградська),
3. – Опільська (Львівсько - Пустомитівська),
4. – Подільська (Перемишлянсько-Городоцька).

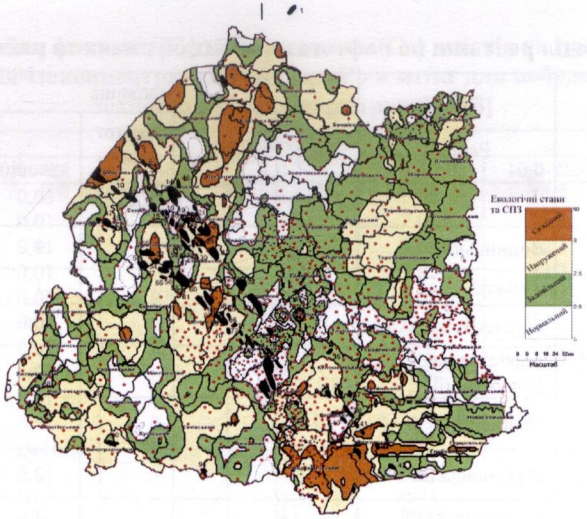


Рис. 8.6. Місцезнаходження нафтогазових родовищ на фоні розподілу сумарного показника забруднення ґрунтів Карпатського регіону та Західного Поділля

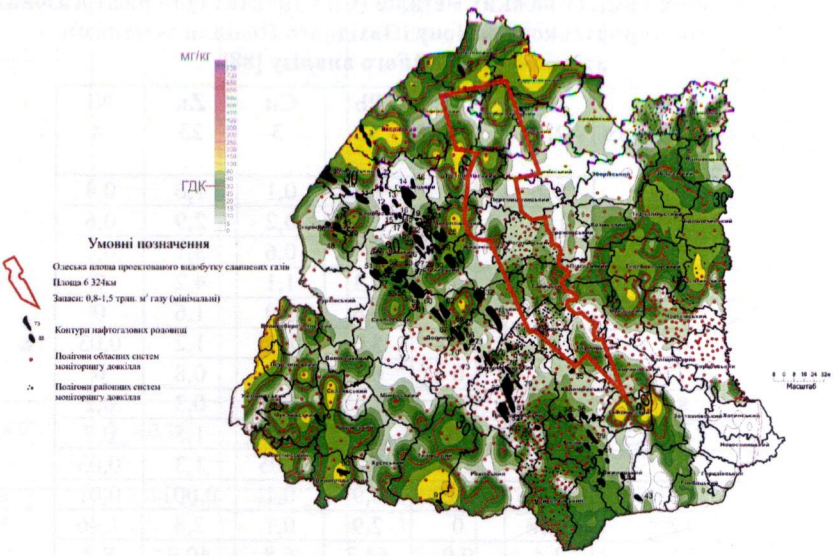


Рис. 8.7. Місцезнаходження нафтогазових родовищ та Олеської площі проектованого видобутку сланцевого газу на фоні розповсюдження Ni у ґрунтах Карпатського регіону та Західного Поділля [10, 88]

Таблиця 8.1

Розподіл родовищ по нафтогазоносних областях та районах

Області	Райони	Родовища					Всього
		нафтові	нафто-газові	нафтогазо-конденсатні	газові	газо-конденсатні	
Волино-Подільська	Волинський				1		1
	Бузький				1		1
Передкарпатська	Більче-Волицький	2			38	4	44
	Бориславсько-Покутський	27	4	6		2	39
Карпатська	Скибовий	2					2
Закарпатська	Мукачівський				3		3
	Солотвинський				1		1
Всього		31	4	6	44	6	91

Таблиця 8.2

База даних з вмісту важких металів (C_i) у ґрунтах біля нафтогазових об'єктів Карпатського регіону і Західного Поділля за даними атомноадсорбційного аналізу [88]

№ № нафтогазових об'єктів	**Hg 2,1**	**Cd 0,6**	**Pb 32**	**Cu 3**	**Zn 23**	**Ni 4**
1	0,1	0	1,2	0,1	1,6	0,4
2	0,02	0	1,6	0,2	2,9	0,6
3	0,81	0	6,9	0,6	3,1	0,1
4	0,54	0	4,3	1,1	4,2	0
5	0,48	0	0,6	0,9	1,6	0
6	1,8	0,03	5,6	0,05	1,2	0,03
7	1,8	0	6,1	0,1	0,8	0
8	1,9	0,4	2,1	0,2	0,3	0,2
9	1,55	0,1	0,9	0,5	1,5	0,7
10	1,45	0,03	6,2	0,05	1,3	0,03
11	1,98	0,003	0,9	0,1	0,001	0,01
12	1,88	0	2,9	0,1	2,8	1,46
13	3,4	0,9	64,3	6,8	40,9	8,2
14	5,8	1,2	78,4	7,2	54,3	9,6

Всього у базі даних 1441 точка (геоекологічний полігон) відбору проб з результатами атомноадсорбційних аналізів на вміст важких металів

Таблиця 8.3

Розрахунки фонових (Сф) і аномальних (Са) вмістів та ізоліній рівних концентрацій-ізоконцентрат (ік) свинцю Pb в мг/кг для побудови еколого-техногеохімічних карт ґрунтів [88]

Інтервали вмісту						
0	0,01-0,1	0,1-1,0	1,0-5,0	5,0-10,0	10,0-25,0	>25,0
0	0,03	0,8	1,1	9,65	14,3	41,2
0	0,01	0,6	1,4	7,04	16,4	35,4
0	0,01	0,95	2,3	9,55	12,3	26,6
0	0,01	0,8	2,4	9,85	22,3	48,9
0	0,03	0,9	1,9	7,05	21,4	38,7
0	0,02	0,3	1,9	5,7	24,3	36,6
	0,03	0,6	1,6	8,1	20,6	38,5
	0,03	0,41	2,3	9,8	21,9	41,2
	0,01	0,4	3,4	5,9	21,7	40,1
	0,02	0,3	2,1	5,3	21,85	36,5
	0,041	0,9	2,85	5,4		32,9
	0,01		4,8	6,35		
	0,03		4,3	9,75		
	0,03		2,9			
			1,6			
			1,6			
			4,6			
			3,5			
			1,4			
			1,55			
			2,4			
			1,32			
			2,9			
			3,6			
			2,4			
			3,15			
			1,4			
			1,6			
			2,4			
			3,15			
			3,85			
			1,6			
			2,9			
			3,9			
$\sum_{n=1}^{6} = 0$	$\sum_{n=1}^{14} = 0{,}311$	$\sum_{n=1}^{11} = 6{,}96$	$\sum_{n=1}^{34} = 86{,}35$	$\sum_{n=1}^{13} = 99{,}70$	$\sum_{n=1}^{10} = 197{,}05$	$\sum_{n=1}^{11} = 416{,}7$
$\bar{x} = \frac{0}{6} = 0$	$\bar{x} = \frac{0{,}311}{14} = 0{,}022$	$\bar{x} = \frac{6{,}96}{11} = 0{,}63$	$\bar{x} = \frac{86{,}35}{34} = 2{,}54$	$\bar{x} = \frac{99{,}7}{13} = 7{,}7$	$\bar{x} = \frac{197{,}05}{10} = 19{,}7$	$\bar{x} = \frac{416{,}7}{11} = 37{,}9$
ік = 0	ік = 0,022	ік = 0,63	ік = 2,54	ік = 7,7	ік = 19,7	ік = 37,9

Фон (Сф) (66 проб із 99, тобто 2/3 або 66/6%) $= \frac{0 + 0{,}311 + 6{,}96 + 86{,}35 + 5{,}3}{6 + 14 + 11 + 34 + 1} = 1{,}5$

Аномальний вміст (Са) = 3 · ф= 3 · 1,5 = 4,5
Ізоконцентрати (ік) для карти: 0 – 0,022 – 0,63- 1,5 – 2,54 – 4,5 – 7,7– 20 – 37,9
Сф Са ГДК

На таких картах показані фонові ($C^i_ф$), та аномальні ($C^i_а$) концентрації забруднювальних елементів, їх гранично допустимі концентрації ($C^i_{ГДК}$) та ізоконцентрати (ік) інших вмістів. Розрахунки $C^i_ф$, $C^i_а$, ік ми виконуємо за існуючими методиками (див. розд. 3). Але в зв'язку з тим, що такі розрахунки досить складні і рутинні, автори пропонують автоматизувати цей процес, розробивши 2 нові комп'ютерні програмні продукти ECOPHONE і ECOSTAT (рис. 8.8, 8.9).

Для кількісної оцінки концентраційних інтервалів безпеки життєдіяльності ($КІ_{бж}$) авторами розроблена нова комп'ютерна програма INTERCONCSAFATYLIFE, а для кількісної оцінки безпеки природно-антропогенних геосистем (ЕБІК) – нова комп'ютерна програма ECOSAFATYGEOSYSTEM (табл. 8.4, 8.5).

$КІ_{бж}$ – це інтервал між сумарною концентрацію техногенно- небезпечних для життєдіяльності людини забруднювачів та фоновою концентрацією, яка не загрожує життю (рис. 8.10). КІбж складається з концентраційних інтервалів кожного і-того забруднювача $КІ^i_{бж}$ (табл. 8.7).

Якщо в певній точці концентрації елементу, наприклад Плюмбуму C^i_{Pb}, знаходяться між рівнями гранично допустимих концентрацій $C^i_{ГДК}$ і регіональним фоном $C^i_ф$, тобто $C^i_{ГДК} > C^i_{Pb} > C^i_ф$, то формула для розрахунків $KI^i_{бж}$ буде мати наступний вигляд:

$$KI^i_{бж} = \frac{C^i_{ГДК} - C^i_{Pb}}{C^i_ф} \qquad (8.1)$$

і результат буде позитивним.

Якщо ж аномальні концентрації C^i_{Pb} знаходяться вище ГДК, тобто $C^i_{Pb} > C^i_{ГДК} > C^i_ф$, то формула залишається такою ж, а результат буде зі знаком (-), тобто $KI^{Pb}_{бж}$ буде небезпечним для здоров'я людини. Загальний $KI_{бж}$ буде дорівнювати:

$$KI_{бж} = \sum_1^n \frac{C^i_{ГДК} - C^i_ф}{C^i_ф}, \qquad (8.2)$$

тобто сумарний показник $KI_{бж}$ буде враховувати всі забруднюючі елементи (речовини), яких у нашому прикладі 6 (табл. 8.6);

n – кількість врахованих небезпечних елементів (речовин), що впливають на здоров'я населення;

$C^i_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація і-того елементу;

$C^i_ф$ – фоновий вміст і-того елементу.

ЕБІК – екологічно безпечний для існування геосистем інтервал концентрації забруднювачів (рис. 8.11) розташований між фоновим сумарним

показником забруднення ($СПЗ_ф$) і екологічно небезпечним для існування геосистем рівнем концентрації забруднювачів (ЕНРК), який, згідно одного із екологічних законів Н.Ф. Реймерса, відповідає 10% (десятивідсотковому) перевищенню фонових концентрацій, коли відбуваються незворотні зміни компонентів довкілля.

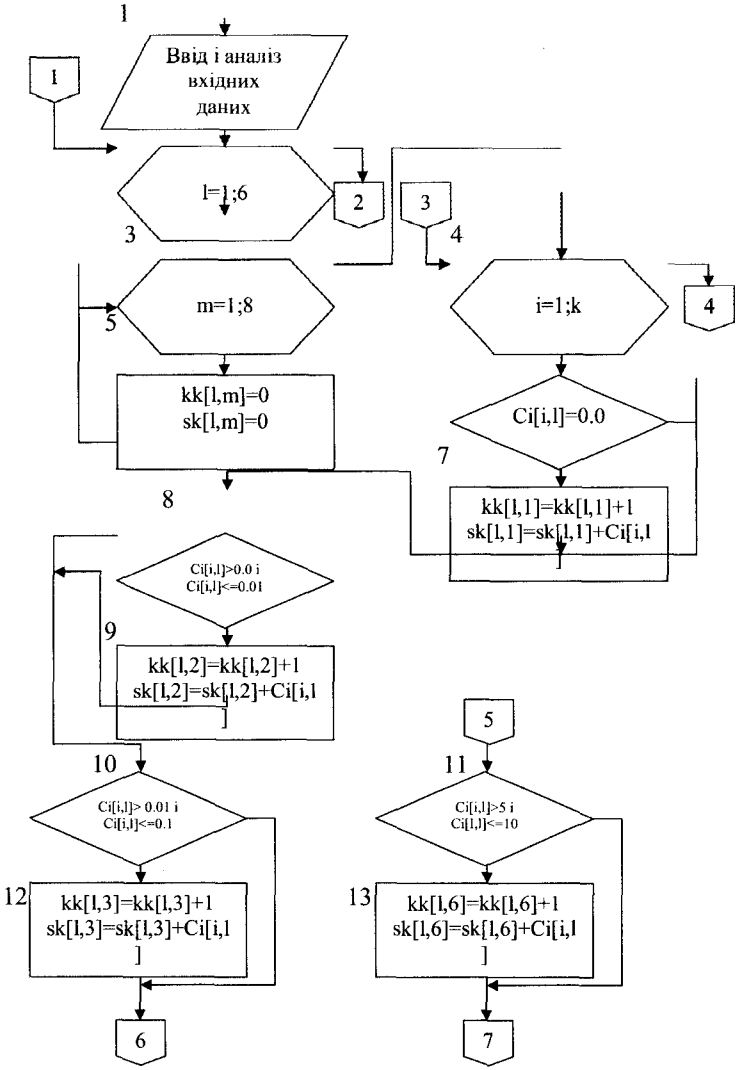
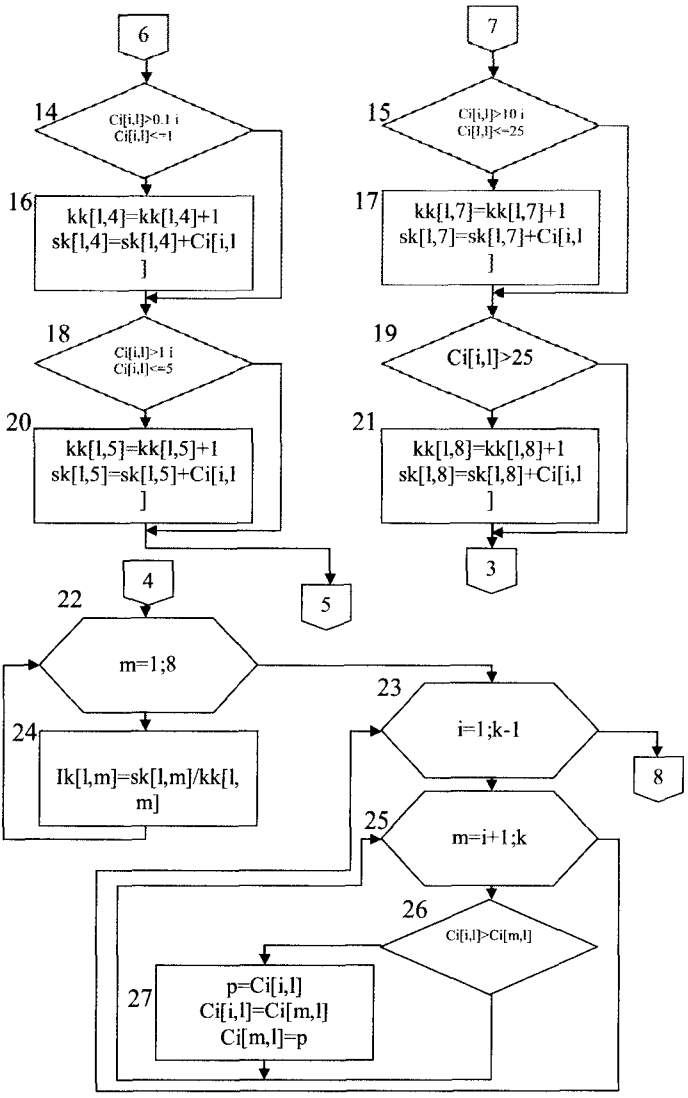
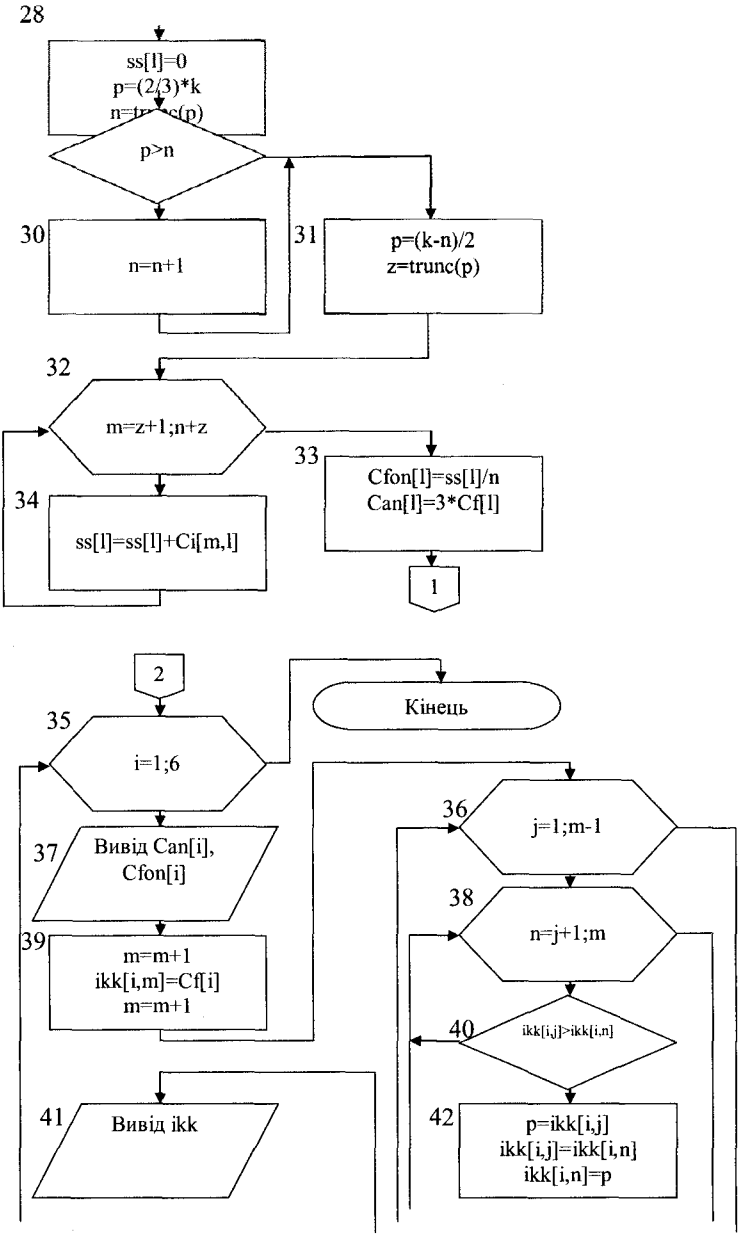


Рис. 8.8. Графічний алгоритм програми ECOPHONE розрахунків регіонального еколого-геохімічного фону, аномалій та ізоконцентрат



Продовження рис. 8.8



Закінчення рис. 8.8

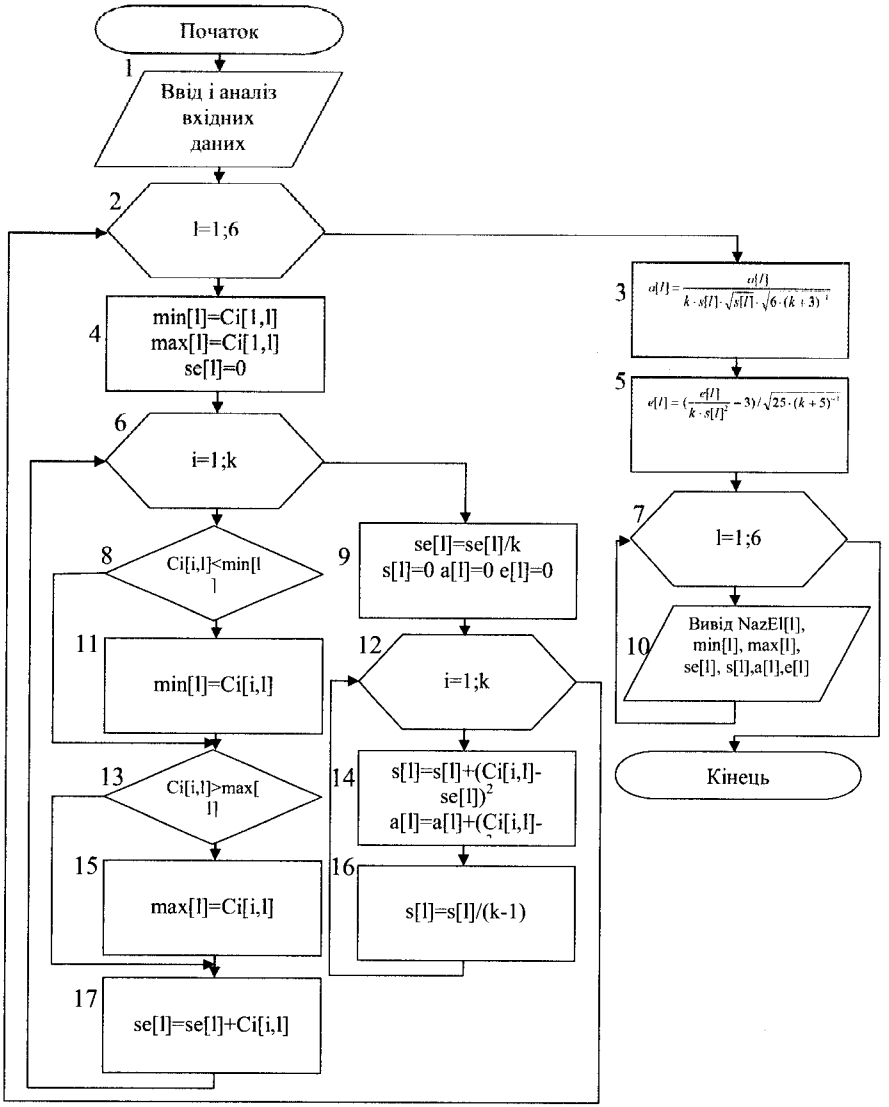
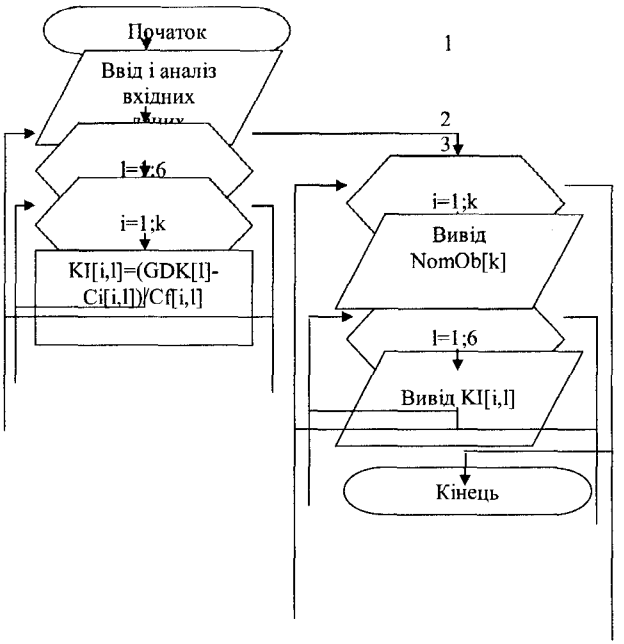


Рис. 8.9 Графічний алгоритм програми ECOSTAT розрахунку статистичних параметрів

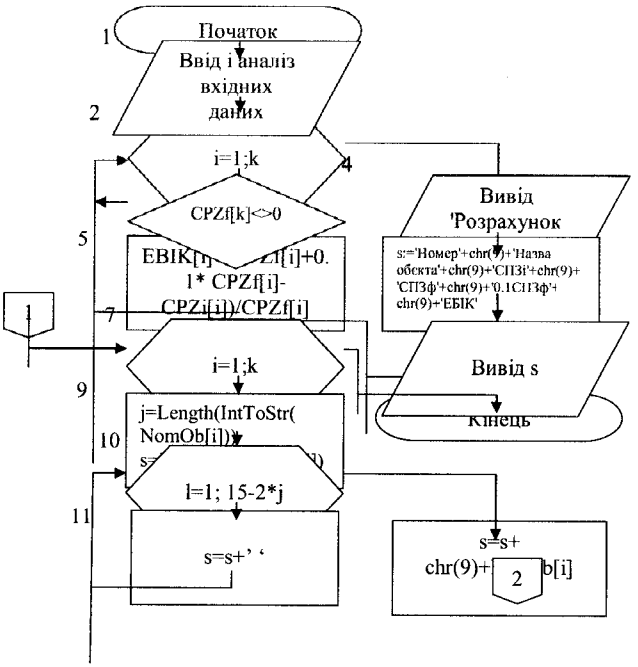
Таблиця 8.4

Графічний алгоритм програми INTERCONCSAFATYLIFE розрахунку концентраційних інтервалів безпеки життєдіяльності



Таблиця 8.5

Графічний алгоритм програми ECOSAFATYGEOSYSTEMS розрахунку безпечних для існування геосистем інтервалів концентрації забруднювачів



Таблиця 8.6

База даних для розрахунків фонових вмістів ($C_ф$) та сумарних показників забруднення ($СПЗ_i$ та $СПЗ_ф$) за даних конкретних вмістів (C_i) того чи іншого елемента в ґрунтах нафтогазових об'єктів Карпатського регіону та Західного Поділля

№№ нафто-газових об'єктів	Назви об'єктів	Координати		Вміст елементів, ГДК, C_i, $C_ф$, мг/кг												$СПЗ_i$	$СПЗ_ф$
		довгота X	широта Y	Hg - 2,1		Cd - 0,6		Pb - 32		Cu - 3		Zn - 23		Ni - 4			
				C_i	$C_ф$	C_i	$C_ф$	C_i	$C_ф$	C_i	$C_ф$	C_i	$C_ф$	C_i	$C_ф$		
1	Локачинське газове	24, 62992	50, 74875	0,1	0,03	0	0,5	1,2	1,5	0,1	5,0	1,6	10,0	0,4	0,5	2,4	4,98
2	Великомостівське газове	24, 03917	50, 32166	0,02	0,03	0	0,5	1,6	1,5	0,2	5,0	2,9	10,0	0,6	0,5	0,9	3,09
3	Свидницьке газове	23, 21933	50, 01305	0,81	0,03	0	0,5	6,9	1,5	0,6	5,0	3,1	10,0	0,1	0,5	10,8	33,23
4	Коханівське нафтове	23, 24804	49,97130	0,54	0,03	0	0,5	4,3	1,5	1,1	5,0	4,2	10,0	0	0,5	1,7	21,62
5	Вижомлянське газове	23, 28335	49,92667	0,48	0,03	0	0,5	0,6	1,5	0,9	5,0	1,6	10,0	0	0,5	0,59	16,74
6	Вишнянське газове	23, 34299	49,83021	1,8	0,03	0,03	0,5	5,6	1,5	0,05	5,0	1,2	10,0	0,03	0,5	1,45	63,95
7	Никловицьке газове	23, 36077	49,75826	1,8	0,03	0	0,5	6,1	1,5	0,1	5,0	0,8	10,0	0	0,5	0,46	64,10
8	Макунівське газове	23, 38737	49,67622	1,9	0,03	0,4	0,5	2,1	1,5	0,2	5,0	0,3	10,0	0,2	0,5	0,85	65,31
9	Хідновицьке газове	22, 94722	49,73704	1,55	0,03	0,1	0,5	0,9	1,5	0,5	5,0	1,5	10,0	0,7	0,5	0,86	57,28
10	Садковицьке газове	23, 09700	49,66497	1,45	0,03	0,03	0,5	6,2	1,5	1,3	5,0	1,3	10,0	0,03	0,5	1,71	52,61
11	Пинявське газове	23, 22911	49,61737	1,98	0,03	0,03	0,5	0,9	1,5	0,001	5,0	0,001	10,0	0,001	0,5	1,09	66,66
12	Залужанське газоконденсатне	23, 43164	49,56540	1,88	0,03	0	0,5	2,9	1,5	0,1	5,0	2,8	10,0	1,5	0,5	1,56	63,61
13	Новосілківське газове	23, 51076	49,59842	3,4	0,03	0,9	0,5	64,3	1,5	6,8	5,0	87,9	10,0	,2	0,5	27,4	128,9
14	Рудківське газове	23, 60747	49,63574	5,8	0,03	1,2	0,5	78,4	1,5	7,2	5,0	54,3	10,0	9,6	0,5	26,1	172,23

Всього у базі даних 91 нафтогазовий об'єкт, 2 об'єкти – Бурштинська і Добротвірська ТЕС, 2 об'єкти – ТОВ «Івано-Франківськцемент» і Миколаївський цементний комбінат

Таблиця 8.7

Концентраційні інтервали безпеки життєдіяльності ($КІ_{бж}$) та еколого-безпечні для існування геосистем інтервали концентрації 7забруднювачів (ЕБІК) у зоні впливу нафтогазових об'єктів Карпатського регіону та Західного Поділля

Нафтогазові об'єкти	$КІ_{бж}^{i} = (C_{ГДК}^{i} - C_i) / C_ф^{i}$							$ЕБІК = (СПЗ_ф + 0{,}1СПЗ_ф - СПЗ_i)/СПЗ_ф$			
	$КІ_{Hg}$	$КІ_{Cd}$	$КІ_{Pb}$	$КІ_{Cu}$	$КІ_{Zn}$	$КІ_{Ni}$	$КІ_{бж}$	$СПЗ_i$	$СПЗ_ф$	$0{,}1СПЗ$	ЕБІК
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
Волино-Подільської нафтогазоносної області											
1. Локачинське газове			16				16	2,4	4,98	0,498	0,6
2. Великомостівське газове			20				20	0,9	3,09	0,309	0,8
Родовища Передкарпатської нафтогазоносної області											
Родовища Більче-Волицького нафтогазоносного району											
3. Свидницьке газове	3	2	17	8	6	6	7	10,8	33,23	3,32	0,77
4. Коханівське нафтове	2	2	18	12	21	11	8	1,7	21,62	2,16	1,02
5. Вижомлянське газове	1	3	211	9	8	6	8	0,59	16,74	1,67	1,09
6. Вишнянське газове	3	4	17	8	7	21	10	1,45	63,95	6,39	1,75
7. Никловицьке газове	1	16	17	10	10	6	10	0,46	64,10	6,41	1,08
8. Макунівське газове	2	14	19	12	12	3	10	0,85	65,31	6,53	0,89
9. Хідновицьке газове	1	1	20	2	3	3	5	0,86	57,28	5,72	1,08
10. Садковицьке газове	1	1	17	6	2	3	5	1,71	52,61	5,26	0,98
11. Пинянське газове	1	1	18	2	1	1	4	0,48	66,66	6,66	1,09
12. Залужанське газоконденсатне	1	1	19	1	1	1	4	1,56	63,61	6,36	0,97
13. Новосілківське газове	–3	–5	–21	–14	–21	–8	–12	27,4	128,9	12,89	1,01
14. Рудківське газове	–2	–4	–31	–12	–17	–6	–12	26,1	172,23	17,22	0,94

Продовж. табл. 8.7

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
15. Майницьке газове	–5	–8	–12	–20	–15	–12	–12	1,71	51,47	5,15	0,97
16. Сусолівське газове	–3	–5	–8	–12	–12	–8	–8	0,16	30,14	3,01	0,62
17. Грушівське газоконденсатне	–2	–4	–7	–7	–10	–12	–7	0,44	24,23	2,42	0,63
18. Східно-Довгівське газове	–1	–5	–8	–15	–6	–13	–8	0,36	22,18	2,21	0,61
19. Південно-Грабинське газове	–5	–7	–11	–17	–12	–14	–11	0,31	21,16	2,11	0,64
20. Меденицьке газове	–5	–8	–11	–16	–11	–15	–11	0,28	24,13	2,41	0,65
21. Малогорожанське газове	–3	–5	–15	–12	–12	–13	–15	0,19	16,26	1,62	0,52
22. Опарське газове	–7	–12	–16	–31	–19	–11	–16	0,18	13,14	1,31	0,54
23. Летнянське газоконденсатне	–8	–11	–16	–32	–18	–11	–16	0,22	12,15	1,21	0,53
24. Грудівське газове	–2	–3	–15	–10	–16	–14	–15	0,24	14,13	1,41	0,55
25. Більче-Волицьке газове	–1	–6	–7	–6	–10	–12	–7	0,35	12,24	1,22	0,58
26. Гайське газоконденсатне	–2	–5	–8	–18	–7	–8	–8	0,34	13,39	1,33	0,57
27. Кавське газове	–1	–7	–7	–2	–11	–14	–7	0,42	16,12	1,61	0,53
28. Глинківське газове	–1	–6	–8	–14	–8	–11	–8	0,38	12,13	1,21	0,55
29. Угерське газове	–2	–3	–9	–18	–12	–10	–9	0,26	14,83	1,48	0,48
30. Південно-Угерське газове	–3	–2	–9	–17	–13	–10	–9	0,24	19,34	1,93	0,49
31. Дашавське газове	–2	–5	–9	–18	–12	–10	–9	0,34	28,13	1,81	0,47
32. Кадобнянське газове	1	1	5	1	1	1	5	0,39	36,31	3,63	0,28
33. Гринівське газове	1	1	5	1	1	1	5	0,34	34,86	3,48	0,27
34. Богородчанське газове	3	5	4	6	4	2	4	0,46	41,12	4,11	0,34
35. Черемхівсько-Струпківське газове	4	7	7	10	8	6	7	0,38	36,14	3,61	0,33
36. Пилипівське газове	6	8	12	21	13	12	12	0,24	18,25	1,82	0,25
37. Дебеславицьке газове	4	6	10	17	12	11	10	0,28	16,44	1,64	0,27

Продовж .табл. 8.7

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
38. Яблунівське газове	5	10	13	20	18	12	13	0,35	19,95	1,99	0,26
39. Косівське газове	3	7	9	5	12	18	9	0,64	16,85	1,68	0,24
40. Ковалівське газове	2	9	9	4	11	19	9	0,39	24,29	1,42	0,26
41. Чорногузьке газове	5	10	12	15	13	17	12	0,44	29,16	2,91	0,32
42. Шереметівське газове	4	16	13	15	12	18	13	0,36	41,49	4,14	0,33
43. Красноїльське газове	5	9	12	16	15	15	12	0,41	51,86	5,18	0,31
44. Лопушнянське газове	4	10	12	18	13	15	12	0,31	36,21	3,62	0,33
45. Тинівське газове	–3	–7	–12	–20	–16	–14	–12	0,43	34,95	3,49	0,63
46. Городоцьке газове	–2	–8	–11	–15	–14	–16	–11	0,26	29,18	2,92	0,65
Родовища Бориславо-Покутського нафтогазоносного району											
47. Старосамбірське нафтове	12	18	17	22	25	15	17	0,36	34,16	3,42	0,31
48. Південно-Монастирецьке нафтове	5	15	15	25	24	16	15	0,42	43,19	4,32	0,36
49. Блажівське нафтове	10	17	16	13	25	14	16	0,34	48,16	4,82	0,26
50. Бориславське нафтогазоконденсатне	–5	–15	–18	–10	–35	–25	–18	0,29	41,26	4,13	1,31
51. Новосхідницьке нафтове	–25	–29	–42	–91	–45	–35	–42	0,36	36,85	3,68	1,32
52. Іваниківське нафтогазоконденсатне	–35	–45	–45	–55	–35	–55	–45	0,24	39,75	3,97	1,82
53. Орів-Уличнянське нафтове	–15	–25	–32	–20	–44	–56	–32	0,43	26,29	2,63	1,05
54. Соколовецьке нафтове	–20	–30	–34	–40	–45	–35	–34	0,46	63,10	6,31	1,05
55. Заводівсье нафтове	–25	–45	–45	–35	–55	–65	–45	0,59	16,74	1,67	1,12
56. Південно-Стинавське нафтове	–1	–14	–25	–30	–34	–46	–25	0,48	61,73	6,17	1,11
57. Мельничанське нафтове	–5	–15	–26	–46	–35	–29	–26	0,39	58,35	5,83	1,13

Продовж .табл. 8.7

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
58. Стинавське нафтове	–5	–20	–29	–55	–35	–40	–29	0,47	54,13	5,41	1,10
59. Семигинівське нафтове	–2	–3	–15	–5	–25	–5	–15	0,85	63,19	6,32	0,95
60. Танявське нафтогазоконденсатне	–3	–2	–6	–10	–8	–7	–6	0,64	59,71	5,97	0,92
61. Янківське нафтове	–2	–3	–5	–3	–5	–12	–5	0,55	48,64	4,86	0,91
62. Південо-Долинське нафтогазоконденсатне	–5	–17	–12	–16	–4	–18	–12	0,49	44,85	4,48	0,98
63. Долинське нафтове	–5	–20	–13	–20	–5	–15	–13	0,44	51,68	5,17	0,97
64. Вигодсько-Витвицьке нафтове	–10	–12	–17	–23	–24	–16	–17	0,39	57,38	5,74	1,06
65. Чечвинське нафтове	–12	–17	–24	–51	–25	–36	–24	0,84	64,13	6,41	0,91
66. Струтинське газонафтове	–13	–13	–25	–45	–25	–39	–25	0,48	59,11	5,91	0,92
67. Спаське нафтове	–12	–17	–24	–36	–27	–29	–24	0,55	64,68	6,47	0,91
68. Рожнятівське нафтове	–5	–15	–14	–20	–16	–24	–14	0,85	56,74	5,67	0,94
69. Спасько-Глибинне нафтове	–10	–12	–16	–18	–14	–26	–16	0,68	50,91	5,09	0,97
70. Ріпнянське нафтове	–5	–17	–15	–15	–6	–12	–15	0,64	53,65	5,36	0,98
71. Підлісівське нафтове	–12	–18	–14	–10	–16	–14	–14	0,58	46,85	4,68	0,96
72. Луквинське газонафтове	–4	–7	–16	–27	–24	–18	–16	0,61	44,13	4,41	0,97
73. Рудавецьке нафтове	–5	–6	–9	–12	–12	–10	–9	0,34	49,24	4,92	0,90
74. Росільнянське нафтогазоконденсатне	1	6	7	8	8	12	7	0,39	44,81	4,48	0,48
75. Космацьке газоконденсатне	2	3	7	14	4	12	7	0,21	66,12	6,61	0,47
76. Монастирчанське газоконденсатне	3	5	8	13	6	13	8	0,34	58,71	5,87	0,46
77. Пнівське нафтове	5	15	12	20	8	12	12	0,46	59,78	5,98	0,55

Закінченн . табл. 8.7

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
78. Гвіздецьке нафтове	5	20	13	15	9	16	13	0,44	50,81	5,08	0,56
79. Південно-Гвіздецьке нафтогазоконденсатне	3	7	12	24	14	12	12	0,46	53,16	5,32	0,55
80. Пасічнянське нафтове	2	3	6	7	8	10	6	0,34	48,84	4,88	0,57
81. Битків-Бабчинське нафтогазоконденсатне	4	8	13	24	12	16	13	0,26	49,71	4,97	0,52
82. Довбушанське нафтове	5	5	12	17	15	18	12	0,29	48,74	4,87	0,53
83. Бистрицьке нафтове	2	4	8	18	8	8	8	0,36	51,16	5,12	0,51
84. Микуличинське нафтове	5	3	9	13	10	14	9	0,24	48,91	4,89	0,45
85. Страшевицьке нафтове	3	7	13	17	14	24	13	0,34	51,26	5,13	0,35
Родовища Карпатської нафтогазоносної області											
86. Стрільбицьке нафтове	5	6	8	3	12	14	8	0,26	59,35	5,93	0,28
87. Східницьке нафтове	2	7	6	3	10	8	6	0,34	50,86	5,07	0,29
Родовища Закарпатської газоносної області											
88. Русько-Комарівське газове	2	3	7	14	4	12	7	0,29	19,29	1,93	0,18
89. Станівське газове	5	2	5	8	3	7	5	0,24	26,18	2,62	0,17
90. Королівське газове	2	7	8	9	14	8	8	0,46	24,29	2,43	0,16
91. Солотвинське газове	15	–26	–26	–29	–24	–36	–26	0,85	61,39	6,14	0,95
92. Бурштинська ТЕС	–25	–31	–45	–29	–16	–24	–45	0,74	58,13	5,81	0,97
93. Добротвірська ТЕС	–29	–36	–38	–72	–15	–38	–38	0,86	69,75	6,97	1,15
94. Івано-Франківськцемент	15	21	17	19	14	16	17	0,74	64,84	6,48	0,82
95. Миколаївцемент	19	26	24	47	12	16	24	0,64	60,81	6,08	1,25

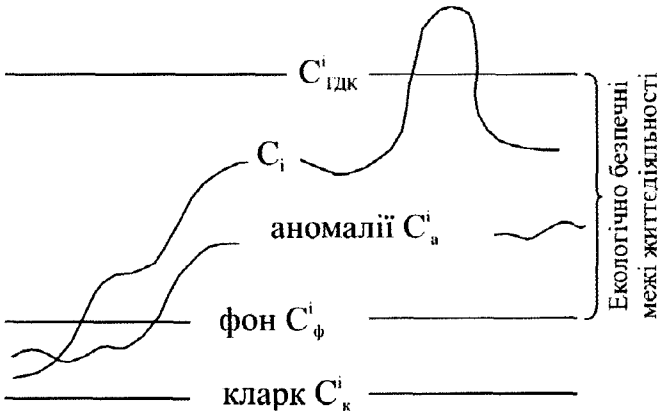


Рис. 8.10. Екологічно безпечні межі життєдіяльності людини

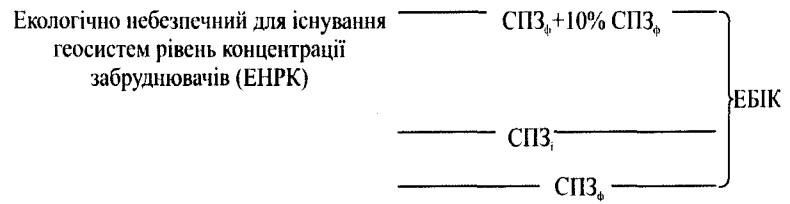


Рис. 8.11. Екологічно безпечний інтервал концентрації забруднювальних речовин для нормального розвитку геосистем (ЕБІК)

Звідси

$$ЕБІК = \sum_1^n \frac{(СПЗ_ф + 0.1СПЗ_ф) - СПЗ_i}{СПЗ^i_ф}, \qquad (8.3)$$

де *ЕБІК* – екологічно безпечний для існування геосистем інтервал концентрації забруднювачів;

n – кількість врахованих забруднювачів;

$0.1СПЗ_ф$ – десятивідсоткове перевищення фонового сумарного показника забруднення і-того елемента (речовини);

$СПЗ_i$ – сумарний показник забруднення і-того елемента (речовини);

$СПЗ^i_ф$ – фоновий сумарний показник забруднення і-того елемента (речовини);

$СПЗ_ф$ розраховується за формулою:

$$СПЗ_ф = \sum_1^n \frac{C_i}{C_ф}; \qquad (8.4)$$

а $СПЗ_i$ – за формулою:

$$СПЗ_i = \sum_1^n \frac{C_i}{n} \quad . \tag{8.5}$$

Користуючись базами даних (табл. 8.2-8.6), та запропонованими новими комп'ютерними програмами, розраховуємо показники $КІ_{бж}$ та $ЕБІК$ для територій розміщення нафтогазових родовищ (табл. 8.7) та зображаємо отримані результати графічно (рис. 8.12, 8.13).

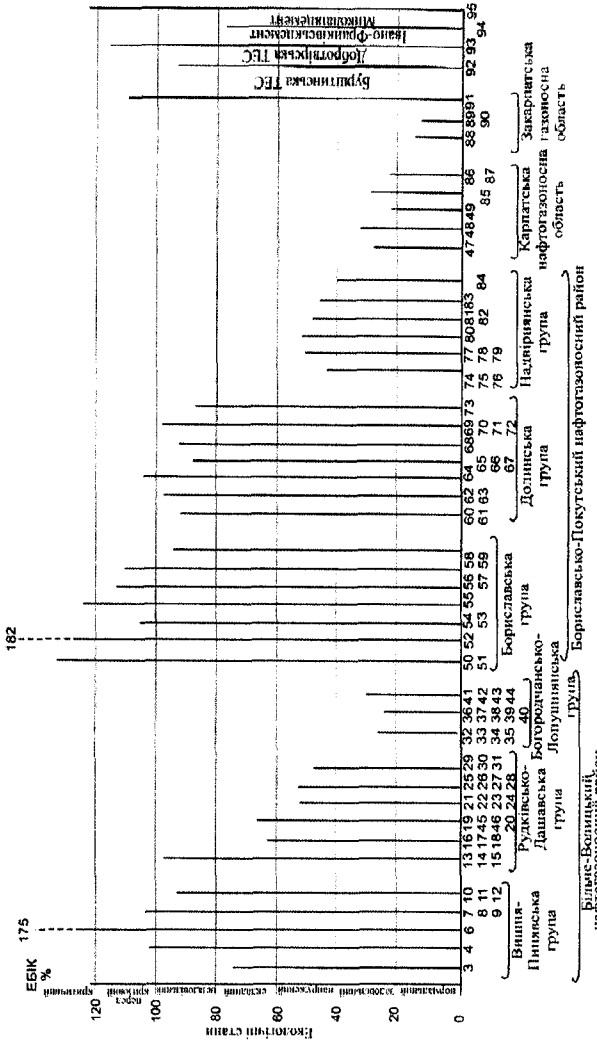


Рис. 8.12. Концентраційні інтервали безпеки життєдіяльності в зоні впливу нафтогазових об'єктів та їх порівняння з енергетичними об'єктами та виробництвами цементу

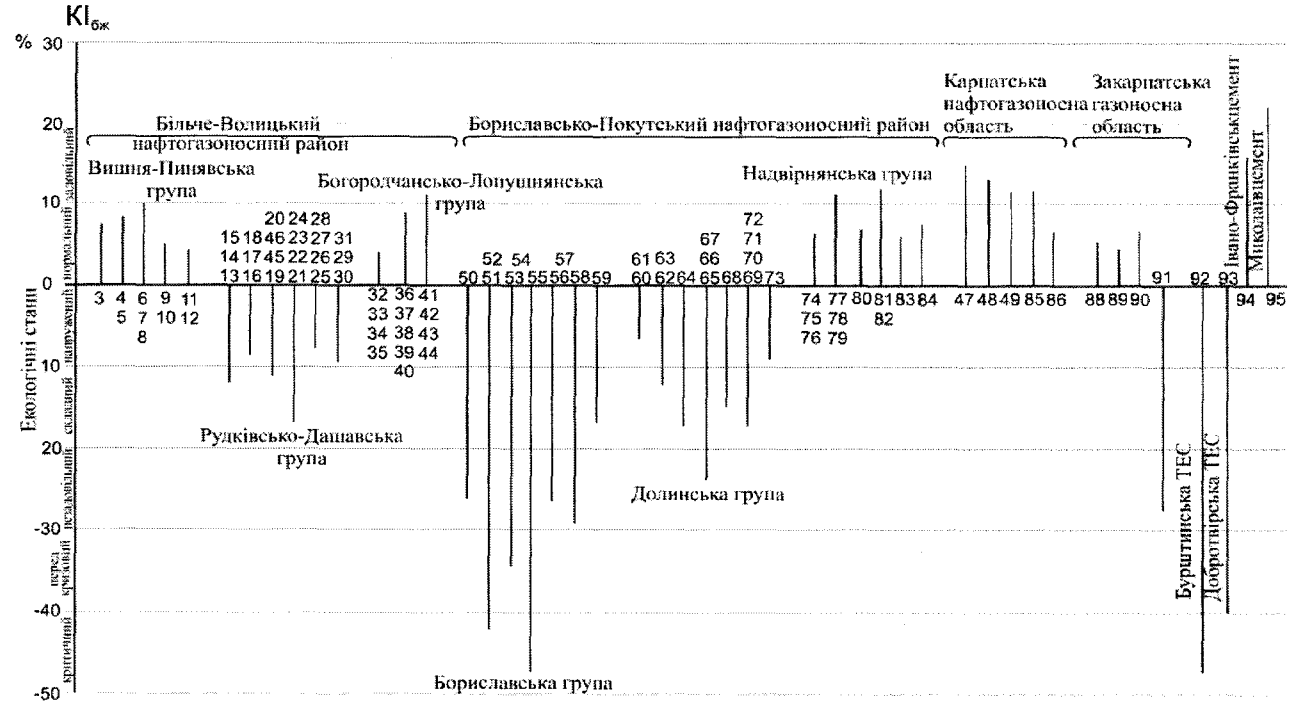


Рис.8.13. Екологічно безпечні для існування геосистем інтервали концентрації забруднювачів у зоні впливу нафтогазових об'єктів та їх порівняння з енергетичними об'єктами та виробництвами цементу

Отримані показники дозволяють ранжувати техногенні об'єкти за ступенем їх впливу на довкілля на відповідні екологічні стани за розрахованою шкалою (в % впливу):

- - нормальний (втручання у природні ландшафти від 0 до 20%; небезпека життєдіяльності людини 10%);
- - задовільний (20-30; - 10-15);
- - напружений (30-50; - 15-20);
- - складний (50-60; - 20-25);
- - незадовільний (60-80; - 25-30);
- - передкризовий (80-90; - 30-40);
- - критичний (90-100; - 40-50);

У залежності від сучасного стану пропонуються відповідні природоохоронні заходи – негайні, оперативні, довгострокові та ін.

Із проведених досліджень видно, що різні групи нафтогазових родовищ по-різному впливають на безпеку життєдіяльності населення (рис. 8.12, 8.13).

1. Вишня-Пинявська, Богородчанська та Надвірнянська групи, а також нафтогазові об'єкти Карпатської нафтогазоносної і Закарпатської газоносної областей створюють нормальний та задовільний екологічний стани довкілля у зоні їх впливу.

2. Рудківсько-Дашавська та Долинська групи більш небезпечні до стану довкілля, тому що у зоні їх впливу екологічний стан напружений і складний, що негативно впливає на стан здоров'я населення.

3. Найбільші зміни у довкіллі відбулись і продовжують зростати під впливом Бориславської групи нафтогазових об'єктів, де сучасний стан довкілля вже досяг незадовільного рівня, а деякі ділянки родовищ перебувають у передкризовому і критичному станах. Це вимагає негайних оперативних заходів для призупинення процесів руйнування природних ландшафтів і зростаючої реальної небезпеки здоров'ю населення.

4. Порівнюючи отримані результати з впливом енергетичних об'єктів та виробництвами цементу, констатуємо, що найбільш небезпечними для здоров'я населення є енергетичні об'єкти, на другому місті – нафтогазові родовища, а далі – виробники цементу та інші промислові підприємства (рис. 8.12, 8.13).

5. Із аналізу рівней екологічно безпечних для існування геосистем інтервалів концентрації забруднювачів видно, що запаси стійкості до руйнування природних ландшафтів є тільки на територіях впливу Богородчанської групи, Карпатської нафтогазоносної і Закарпатської газоносної областей. Тут – нормальний і задовільний сучасні стани. Порушених ландшафтів лише 10 – 15 %, тобто запас стійкості поки що високий – 85 – 90 %.

6. Рудківсько-Дашавська та Надвірнянська групи нафтогазових родовищ поки що призвели до напруженого сучасного стану природних геосистем. Порушених ландшафтів – 20 – 60 % і вони ще в змозі повернутись до свого природного стану, якщо будуть розроблені і втілені відповідні природоохоронні заходи.

7. Найбільші екологічні зміни до рівней складного (60 – 80 % трансформованих ландшафтів), незадовільного (80 %) і передкризового (більше 100 %) екологічних станів досягнуті в межах впливу Вишня-Пинявської, Бориславської та Долинської груп нафтогазових об'єктів, де без допомоги людей повернутись до природного стану геосистем вже неможливо. Тут необхідні термінові оперативні заходи по збереженню існуючих незмінених островків природи і відновленню майже повністю зруйнованих геосистем до їх нормального стану.

8. Порівняння впливу на довкілля нафтогазових об'єктів з енергетичними і виробниками цементу свідчать про те, що всі вони призвели до незадовільного (80 – 100 %) і передкризового (більше 100 %) сучасних станів геосистем, що потребує також негайних оперативних заходів для відновлення геосистем. При цьому Бурштинська ТЕС і ПАТ „Івано-Франківськцемент" менше впливають на стан довкілля, ніж їх аналоги – Добротвірська ТЕС та Миколаївський цементний комбінат.

Виконані нами дослідження та відповідні розрахунки за запропонованими формулами і новими комп'ютерними програмами показали, що існує можливість кількісної оцінки тих екологічних загроз існуванню геосистем і безпеці життєдіяльності людини, які склались на територіях впливу небезпечних техногенних об'єктів, таких, наприклад, як нафтогазові родовища. Але для цього необхідні обгрунтовані мережі екологічного аудиту та менеджменту територій і моніторингу довкілля з відбором проб із усіх компонентів довкілля та аналізом на відповідний (характерний для того чи іншого району) комплекс забруднювачів.

Проблема пошуків, розвітки, а потім і видобутку сланцевих газів поки що знаходиться на початковій стадії.

Пошуки альтернативних джерел газопостачання України замість дорогого природного газу з Російської Федерації заставило уряд України звернутись до відомих фірм «Шелл» і «Шеврон» з пропозицією організувати пошуки, розвідку та розробку сланцевого газу на Сході (Юзівська площа) і на Заході (Олеська площа) нашої держави. Такий газ може бути знайдений у силурійських відкладах Олеської площі на глибинах до 3-6 км. Видобуток його можливий з використанням гідророзривів пластів.

Відомо [89], що видобуток сланцевого газу викликає серйозні суперечки у Європі та США, зокрема щодо екологічних наслідків та прав місцевого населення. За висновками, підготовленими експертами для Європарламенту, «неминучий вплив видобутку сланцевого газу та нафти проявляється у використанні великих площ землі під бурильні майданчики, паркувальні і маневрувальні зони для вантажних автомобілів, обладнання, об'єкти переробки і транспортування газу, а також і під'їзними коліями. Основними можливими негативними впливами є викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, забруднення підземних вод неконтрольованими газовими та рідинними потоками, що спричинюються їх викидами чи розливами, витік бурильних рідин та неконтрольоване скидання відпрацьованої води. Видобувні рідини містять небезпечні речовини, а відпрацьовані води, на додаток, містять важкі

метали та радіоактивні матеріали із родовищ. Досвід США показує, що стається багато аварій, які спричиняють шкоду навколишньому середовищу та здоров'ю людини. Задокументовані порушення правових вимог коливаються у межах 1-2 % від всіх об'єктів, які отримали дозволи на проведення бурильних робіт. Велика кількість таких аварій стається через неправильне поводження із обладнанням та протікаюче устаткування. Більше того, на околицях газових свердловин фіксується забруднення підземних вод метаном, яке в крайніх випадках призводить до вибухів житлових будівель, а також забруднення хлоридом калію, яке призводить до засолення питної води. Ступінь впливу підвищується, оскільки поклади сланцевого газу розробляються із високою щільністю, аж до 6 свердловин на квадратний кілометр» [89].

Експерти також дійшли висновків, що на законодавчому рівні Європа не готова видобувати у себе сланцевий газ, численність законодавчих прогалин підвищує ризики видобутку сланцевого газу. Експерти зазначають, що «... в час, коли стабільність є ключем до майбутнього, постає питання чи введення хімічних токсичних речовин під землею повинно бути дозволено, чи навпаки, заборонено, оскільки така практика обмежить або виключить будь-яке пізніше використання забрудненого шару (наприклад, для геотермічних цілей), тому що довготермінові ефекти впливу такої діяльності не досліджені. У діючих ділянках видобутку сланцевого газу на кожен 1 квадратний метр породи закачується приблизно 0.1 – 0.5 літрів хімікатів. Сьогоднішні пріоритети розробки і видобутку нафти і газу повинні бути переоцінені з огляду на той факт, що ризики і тягар негативного впливу на навколишнє середовище не компенсуються відповідними потенційними перевагами що і оскільки показники виробництва такого газу є дуже низькими» [89].

Виникає питання, кому в Україні потрібен такий поспіх і нехтування інтересами охорони довкілля та правами місцевих громад? Чи не станеться так, що хтось здалеку отримуватиме та розподілятиме прибутки, а прості люди залишаться без води на спустошених землях. У статті 13 Конституції України сказано: «Земля, її надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси, які знаходяться в межах території України, природні ресурси її континентального шельфу виключної (морської) економічної зони є об'єктами права власності Українського народу».

Олеська площа розташована в межах Львівської та Івано-Франківської областей (рис. 8.4). Загальна площа ділянки становить 6 324 кв. км. Мінімальний обсяг інвестицій, які повинні бути здійснені інвестором протягом періоду геологорозвідувальних робіт на Юзівській площі, повинен становити не менш як 1,6 млрд. грн (на Одеській площі – 1,3 млрд. грн). У разі прийняття інвестором рішення щодо переходу до етапу промислової розробки Юзівської площі, обсяг загальних інвестицій, у тому числі тих, що необхідні для забезпечення промислової розробки, визначається за результатами конкурсу, але повинен становити не менш як 30 млрд. грн (на Одеській площі – 25 млрд. грн) [89].

Площі включають всі осадові поклади, що залягають в межах її периметру та обмежені за глибиною користування надрами відміткою 10 тис.

метрів від поверхні або геологічним фундаментом (залежно від того, що буде досягнуто раніше).

Перш ніж починати будь-яку господарську діяльність на Олеській площі, необхідно визначитись з 4 питань.

1. Чи є тут сланцевий газ у надрах і скільки його? Цю задачу вирішуватимуть геологорозвідники шляхом буріння вертикальних, а при досягненні газоносного пласта - горизонтальних свердловин. Ми можемо лише рекомендувати вивчити фізико-хімічні властивості газоносних сланців – бітумінозних чорних і темно-коричневих алевролітів, аргілітів та пісковиків силура у природних відслоненнях Дністровського каньйону (сс. Трубчин, Дністровське, Окопи) та в долинах приток Дністра – річок Збруч, Серет (біля м. Чортків) та в інших місцях на півдні Тернопільської області [89]. Там не потрібно бурити дорогі свердловини, тому що необхідні нам породи виходять на денну поверхню.

2. Для видобутку сланцевих газів потрібна велика кількість води для гідророзривів пластів через перфоровані бурильні труби. Чи достатньо буде поверхневих вод на Олеській площі? Цю задачу може вирішувати кафедра екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ). Л.М.Архипова [22] розробила методику визначення гідроекологічного потенціалу, який дозволяє оцінити ресурси поверхневих вод, що можуть бути використані без ущербу для гідроекоситем. Є відповідні патенти і акти впровадження у Держводгоспі України та в Держуправлінні охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області. Оцінку екологічно безпечного використання поверхневих водних ресурсів для видобутку сланцевих газів кафедра екології може представити, якщо отримає відповідне завдання.

3. Екологічну безпеку території та населених пунктів Олеської площі кафедра екології ІФНТУНГ може оцінити за існуючими в Україні державними нормативами. Такий досвід кафедра отримала при вирішенні вказаної задачі в процесі виконання міжнародних проектів TACIS, FARE CREDO, Світового банку, ЮНЕСКО, Агенції охорони середовища США, Міністерства освіти, науки, досліджень і технологій ФРН та ін. Крім того, на кафедрі екології ІФНТУНГ доцент Л.В.Міщенко розробила геоекологічне районування Карпатського регіону і Західного Поділля [88], куди входить і Олеська площа. В результаті аналізу ландшафтно-геохімічного стану 1441 геоекологічного полігону (рис. 8.1, 8.14) виявлені геоекологічні структури – ландшафтно-геохімічні зони, підзони, смуги, ядра, овали та ін., в межах яких при взаємодії техногенного навантаження з природними ландшафтами склались різного ступеня екологічні стани – від нормального і задовільного до напруженого і складного (рис. 8.5, 8.15). Таких станів, як незадовільний, передкризовий, критичний і катастрофічний, що характерно для Придніпров'я і Донбасу, на Олеській площі поки що немає [88].

Отже цю задачу може вирішити кафедра екології ІФНТУНГ. Наші пропозиції сформульовані у таблиці 8.8.

4. Взаємодія з громадськістю (Public relation – в кращому розумінні цього терміну) – це напевне одна із найважливіших проблем видобутку сланцевого газу. У 2011р. на спільному засіданні Івано-Франківської, Львівської і Тернопільської обласних рад у Городенківському районі було прийняте одноголосне рішення не давати погодження на використання Олеської площі для видобутку сланцевого газу. Основний аргумент – протести місцевого населення. Спеціальних екологічних досліджень тут поки що не проводилось.

Кафедра екології має певний досвід у роботі з громадськістю при вирішенні екологічних проблем. Під керівництвом завідувача кафедри, доктора технічних наук, професора Я.О.Адаменка разом з Агенцією охорони середовища США за рахунок федерального бюджету США, в рамках програми Кучма – Гор, виконаний демонстраційний для України проект ОВНС (оцінки впливів на навколишнє середовище) розробки нафтогазових родовищ у Карпатах. Були проведені громадські слухання у багатьох населених пунктах на територіях нафтогазовидобування, як це передбачено у вимогах до ОВНС західних країн [19].

Населення схвалило результати цього проекту, що було використано для нових Державних будівельних норм ДБН-А.2.2.-1.-2003, а також для доповнення і змін до 30 статей 5 Законів України ("Про інформацію", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про екологічну експертизу", "Про інвестиційну діяльність", "Про місцеве самоврядування") і тексту Постанови Кабінету Міністрів України "Порядок проведення громадських слухань з питань об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку".

Крім цього Демонстраційного проекту, під керівництвом Я.О.Адаменка виконані ОВНС для проектів розробки 16 нафтогазових родовищ Бориславського і Надвірнянського нафтогазопромислових районів, гірськолижного туристично-курортного комплексу «Буковель", рекреаційно-туристичного використання гори Говерли, траси і трампліну для фрістайлу біля спортбази "Зарослак", малої ГЕС на р.Прут вище смт. Ворохти, повітряної лінії електропередач для електропостачання курорту "Буковель", нової автодороги Яблуниця – Буковель, нового золошлаковідвалу для Бурштинської ТЕС та ін. [19].

Співставлення площі розповсюдження 91 нафтогафтогазового родовища Карпатського регіону з геоекологічним районуванням (рис. 8.15) показали відсутність істотного техногенного впливу нафтогазовидобування на природні геосистеми, що пояснюється обов'язковим виконанням ОВНС не тільки для родовища, а й для кожної розвідувальної чи видобувної свердловини. Це дає можливість розвивати подальший екологічно безпечний нафтогазовий видобуток у Карпатському регіоні [10, 19, 88].

Спираючись на цей досвід, рекомендуємо при розвідці та видобутку сланцевих газів на Олеській площі дотримуватись аналогічних вимог: 1) виконання екологічного аудиту території, 2) ОВНС у проектах на кожну свердловину, 3) об'єктивних оцінок екологічно безпечного вилучення водних ресурсів з кожного джерела водокористування, 4) організація постійно діючого регіонального, локального та об'єктового екологічного моніторингу,5)

громадські слухання у кожному населеному пункті та постійна роз'яснювальна робота для місцевого населення. Тільки тоді буде забезпечений екологічно безпечний сталий розвиток території та безпека життідіяльності населення.

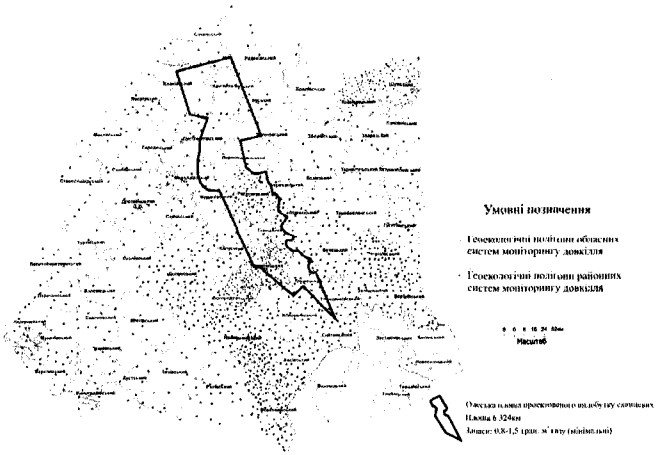


Рис. 8.14. Олеська площа на фоні розміщення геоекологічних полігонів обласних та районних систем моніторингу довкілля на території Карпатського регіону і Західного Поділля (Закарпатська, Львівська, Вано-Франківська і Тернопільська області)

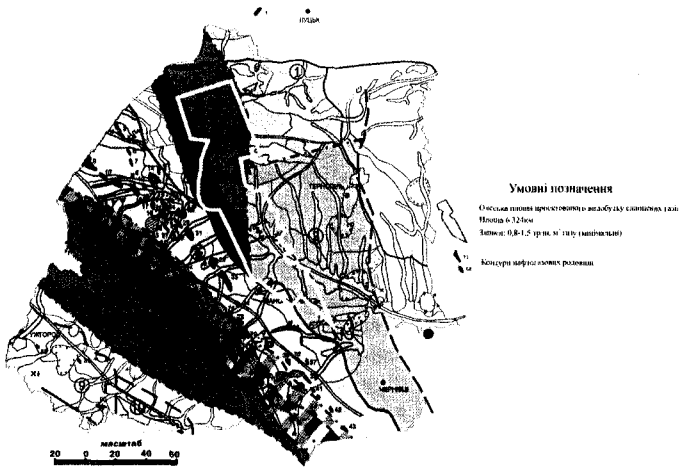


Рис. 8.15. Розміщення нафтогазових родовищ та Олеської площі проектованого видобутку сланцевого газу на фоні геоекологічного районування Карпатського регіону та Західного Поділля [10, 89]

Таблиця 8.8

Пропозиції кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Науково-технічна розробка: Наукова експертно-екологічна оцінка можливих змін у навколишньому середовищі при розвідці і розробці сланцевого газу на Олеській площі

№№ етапів	Найменування етапів	Очікувані результати
1	2	3
1	1.1 Геоекологічне районування території 1.2 Оцінка гідроекологічного потенціалу поверхневих вод на Олеській площі для буріння і гідророзривів пластів	Картографічна модель масштабу 1:200 000 в електронному виді та на паперових носіях геоекологічних структур (ландшафти + площі забруднення) з нормальним, задовільним, напруженим і складним екологічними станами. Розрахунки кількості поверхневих водних ресурсів для розвідки і видобутку сланцевих газів.
2	Визначення впливу нафтогазових родовищ Прикарпаття і Західного Поділля на геосистеми	Програмні продукти визначення залежності екологічного стану геосистем та безпеки життєдіяльності населення в зоні впливу 91 існуючого нафтогазового родовища
3	Екологічний аудит території Олеської площі	Оцінка сучасної екологічної ситуації (картографічна електронна модель) території Олеської площі масштабу 1:200 000 з базами даних екологічної інформації та техногеохімічними картами забруднення нафтопродуктами та важкими металами на основі ландшафтно-геохімічної зйомки з відбором та аналізом проб ґрунтів і поверхневих вод відповідно до вимог масштабу 1:200 000.
4	Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС) розвідки та розробки покладів сланцевого газу на Олеській площі	ОВНС території і окремих свердловин з рекомендаціями мінімізації порушень ландшафтів та їх компонентів (геологічного середовища, ґрунтового та рослинного покривів, водних екосистем, атмосферного повітря та соціального середовища з заходами оптимізації взаємовідносин між місцевим населенням та геологорозвідниками і розробниками)

ВИСНОВКИ

В умовах все зростаючого антропогенного навантаження на природний стан територій основними причинами виникнення екологічних проблем є:

- відсутність системи інтегрованого управління природно-техногенною (екологічною) безпекою територій;
- безсистемне (нерегульоване), екологічно необґрунтоване, наднормативне використання природних ресурсів;
- нераціональне освоєння (зниження лісистості, висока розораність, необґрунтоване осушення) і планування розвитку територій; а також необґрунтована система розселення;
- недостатня захищеність з позиції екологічних вимог виробничо-господарської інфраструктури;
- неадекватність обсягів природоохоронних заходів проти інтенсивності виробництва;
- відсутність ефективної системи моніторингу стану компонентів геосистем.

Тому завданнями подальшого підвищення рівня екологічної безпеки є:

- збалансоване ресурсокористування з дотриманням екологічної безпеки усіх компонентів природного середовища;
- забезпечення невиснажливого використання природних ресурсів і розширеного їх відновлення;
- збереження природних умов і ресурсів, необхідних для постачання сировини та енергії народному господарству, виробництва продуктів харчування;
- поліпшення умов проживання та відпочину людей;
- збереження унікальних природних комплексів.

Для цього слід не тільки охороняти природні екосистеми від впливу людини, а й використовувати природні ресурси шляхом планування землекористування, водокористування, лісокористування, надрокористування тощо відповідно до екологічних умов території. Збереження природи (природного середовища) слід розглядати як складову частину ресурсокористування. При цьому важливим є збереження не окремих геокомпонентів, а геосистем як єдиного цілого, а також визначення (обґрунтування) екологічно безпечних норм (обсягів) використання ресурсів, які сприятимуть безперервному задоволенню потреб суспільства в різноманітних ресурсах.

Основні висновки виконаного нами дослідження полягають у наступному.

1. Концептуальною основою екологічно безпечного ресурсокристування є концепція системи інтегрованого управління природними ресурсами. Вона базується на системному аналізі даних про природно-ресурсний потенціал, кількісний і якісний стан природних ресурсів, наявність загроз їх вичерпання, співвідношення природних і техногенних факторів екологічної безпеки, які визначають стійкість і відновлювальну здатність природних геосистем при

існуючому антропогенному навантаженні з урахуванням прогнозних його змін у майбутньому.

2. У виконаному авторами дослідженні екологічної безпеки територій запропонована нова методологія та методика складання карт сучасної екологічної ситуації, яка дає можливість отримувати необхідну інвентаризаційну, оцінювальну, прогнозну і рекомендаційну інформацію, тобто пропоновані екологічні карти є комплексними, синтетичними. Отже, 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.

Екологічний стан – це ступінь перетвореності (трансформації) первинного природного ландшафту (нульового екологічного 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 до 6-8: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний.

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

3. В зв'язку з тим, що Західний регіон України все ще залишається важливою нафтогазовидобувною територією, а більша частина родовищ нафти і газу перебуває в завершальній стадії розробки та характеризується ускладненими геологічними і технологічними умовами експлуатації, авторам довелось оцінити вплив розробки нафти і газу, в тому числі і сланцевого газу та запропонувати ряд рекомендацій з екологічної безпеки відповідних територій.

Видобувні підприємства нафтогазового комплексу при сучасному рівні видобутку забезпечені розвіданими запасами ще на 20-40 років, тому їх екологічна безпека є важливою складовою сталого розвитку.

4. Із запропонованих авторами геоінформаційних моделей екологічної безпеки можна зробити висновок, що забезпечення сталого розвитку у регіонах України повинно базуватись на конкретному змісті тріади природа – господарство – людина для гармонізації їх відносин. Розроблені також ГІС, ДЗЗ, ІТ технології побудови карт геоекологічного районування для управління станом довкілля на прикладі Карпатського регіону і Західного Поділля, а також територій адміністративних областей і районів, територіальних громад, населених пунктів і підприємств. Цю технологію геоекологічного моделювання автори запропонували також для геоекологічної оцінки інших регіонів України та зарубіжжя. Науково-обґрунтоване управління станом довкілля (екологічний менеджмент) можливо лише при гармонізації взаємовідносин у складній природно-господарсько-суспільній системі на основі розумного обмеження своїх потреб, щоб стан довкілля відновлювався, економіка розвивалась, а

людина почувала себе комфортно і забезпечувала такий же розвиток для майбутніх поколінь.

5. Дістали подальшого розвитку технічні розрахунки та графічні засоби визначення регіонального геохімічного фону з поділом його на природну і техногенну складові, виявлені визначальні ознаки геоекологічних (ландшафтно-геохімічних) структур та створені чотири нові комп'ютерні програмні продукти ECOPHONE, ECOSTAT, INTERCONCSAFATYLIFE, ECOSAFATYECOSYSTEMS для побудови ГІС, ДЗЗ, ІТ систем екологічної безпеки територій. На базі цього вдосконалена система оцінки впливу на навколишнє середовище розвідки та розробки нафтогазових родовищ та прогнозованих покладів сланцевого газу, що є практичним втіленням наукових розробок авторів.

6. Практична цінність та соціально-економічна значимість отриманої і викладеної вище наукової продукції полягає у принципово нових результатах оцінки екологічної ситуації та екологічного стану, яка враховує не тільки статистичну звітність з забруднення ґрунтів, води і повітря, а базується на безпосередньому вимірюванні вмісту забруднюючих речовин у всіх компонентах геосистем – геологічному середовищі, ґрунтовому і рослинному покривах, поверхневих, ґрунтових і підземних водах ,донних відкладах, атмосферному повітрі та опадах дощу і снігу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Адаменко О. Природничі основи екологічного моніторингу Карпатського регіону / О. Адаменко, Я. Адаменко, В. Булмасов та ін. – К. : Манускрипт, 1996. – 208 с.

2. Адаменко О. М. Екологічна геологія / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько. – К.: Манускрипт, 1998. – 349 с.

3. Адаменко О. М. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. В. Міщенко та ін. // Український географічний журнал. – 2004. – №2. – С. 22 – 32.

4. Адаменко О. М. Наш майбутній дім – Екоєвропа. Роман життя, науки і кохання, том 4 / О. М. Адаменко – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2004. – 428 с.

5. Адаменко О.М. Розвток Землі та історія біосфери / О.М. Адаменко // Мій дім – Україна. Роман життя, науки і кохання, том 2. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2006. – С. 125-177.

6. Адаменко О.М. Конструктивна екологія: Наш майбутній дім – Екоєвропа. Роман життя, науки і кохання, том 4 / О.М. Адаменко – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2007. – Том 4. – 2007. – С. 189-282.

7. Адаменко О.М. Про можливості передбачення та запобігання катастрофічних наслідків паводків на річках Карпатського регіону / О.М. Адаменко, Є.І. Крижанівський // В кн.: Матеріали 5 наук.-прак. конф. – Київ: НПЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2009. – С. 17-20.

8. Адаменко О.М. Програма комплексного протипаводкового захисту долини р. Дністра в межах Прикарпаття / О.М. Адаменко, Я.О Адаменко, Е.Е. Абдурагімова та ін.// В кн.: Матеріали 5 наук.-прак. конф. – Київ: НПЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2009. – С.20-23.

9. Адаменко О.М. Причини катастрофічних повеней та захист від них у Прикарпатському регіоні / О.М. Адаменко, М.В. Палійчук // Мат-ли міжнар. конференції «Сталий розвиток Карпат та інших гірських регіонів України», Ужгород, 2010. – С. 151-157

10. Адаменко О.М. Комп'ютерні програми оцінки екологічного стану екосистем та безпеки життєдіяльності населення у зоні впливу нафтогазових родовищ / О.М. Адаменко, Д.О. Зорін, Л.В. Міщенко, М.В. Крихівский // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012, № 2(6). – С.32-53.

11. Адаменко О.М. Початок реставраційних робіт на полігоні / О.М. Адаменко, О.М. Мандрик, І.М. Гаврилович // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012. - № 2 (6). – С. 122-126.

12. Адаменко О.М. Конструктивная экология / О.М. Адаменко. – Saarbrücken, Deutschland: Lambert, 2014. – 122с.

13. Адаменко О.М. Вступ до екологічної дендрохронології / О.М. Адаменко, Я.Д. Гладун, В.В. Куліш. – Івано-Франківськ: Голіней, 2014. – 24 с.

14. Адаменко О.М. Комп'ютеризована система екологічної безпеки Центральної та Східної Європи // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012. – № 2(4). – С. 25-29.

15. Адаменко В.Н.Индикация изменений климата /В.Н.Адаменко, М.Д.Маслова, А.Ф. Четвериков. – Л., 1982. – 84с.

16. Адаменко Я. О. Структура будови баз даних екологічної інформації / Я. О. Адаменко. У кн.: Нетрадиційні енергоресурси та екологія України. – К.: Манускрипт, 1996. – С. 111 – 123.

17. Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичі основи, практична реалізація : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. доктора технічних наук. – Івано-Франківськ, 2006. – 39 с.

18. Адаменко Я.О. Галицький протипаводковий полігон / Я.О. Адаменко, О.М. Мандрик, Л.М. Архипова, Н.О. Зоріна // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2011. – № 1(3). – С. 76-80.

19. Адаменко Я.О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: навчальний посібник / Я.О.Адаменко. – Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2014. – 284с.

20. Алоян Арташ Еремович. Динамика и кинетика газовых и аэрозольных примисей в атмосфере. Курс лекций. Москва, ИВМ РАН, 2002. – 200 с.

21. Архипова Л.М. Методичні основи оцінки гідроекологічної небезпеки та управління ризиками/ Л.М. Архипова // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Спеціальний випуск до VI науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». – 2011. – С. 63-66.

22. Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем: Монографія / Л.М. Архипова. – Івано-Франківськ: Видавництво ІФНТУНГ, 2011. – 366 с.

23. Архипова Л.М. Застосування теорії і методів оцінки гідроекологічної безпеки на передпроектних стадіях будівництва/ Л.М.Архипова // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012. – №1(5). – С. 25-29.

24. Архипова Л.М. Концепція екологічної безпеки басейнових систем районів нафтогазовидобування / Л.М. Архипова, Я.О. Адаменко, О.М. Мандрик // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012. – № 2(6). – С.67-71.

25. Атлас Івано-Франківської області (за ред. О. С. Шаблія) / Атлас… – М.: ГУГК, 1990. – 32 с.

26. Барановський В. А. Україна. Забруднення природного середовища / В.А. Барановський. – К.: Укргеодезкартографія, 1996. – 137 с.

27. Барановський В. А. Екологічний стан агроландшафтів на шляхи його оптимізації / В. А. Барановський, П. Г. Шищенко // Фізична геогрфія та геоморфологія. – К.: Обрії, 2005. – С. 24-29

28. Берг Л.С. Климат и жизнь/ Л.С. Берг. – М.,1947. – 148с.

29. Білик С.С. Інженерно-геологічний аналіз та моніторинг процесонебезпечних територій в межах Тернопільської області / С.С. Білик, В.М. Степчук: матеріали регіональної наради 13-14 червня 2007. – Тернопіль, 2007. – С. 82-94.

30. Боголепов М.А. О колебаниях климата Европейской России в историческую эпоху /М.А.Боголепов //Землеведение, 1907. – Кн.3,4. – С. 14-31

31. Борисенков Е.П. Экстремальные природные явления в русских летописях XI-XVII веков/ Е.П. Борисенков, В.М. Пасецкий. – Л., 1983. – 284с.

32. Борисенков Е.П. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы/ Е.П.Борисенков, В.М. Пасецкий. – Москва: Мысль, 1988. – 524с.

33. Борисов Б.А. Выделение сейсмоопасных зон в альпийской складчатой области / Б.А. Борисов, Г.И. Рейснер, В.Н. Шолпо – М.: Наука, 1975. – 140с.

34. Буравльов Є.П. Управління техногенною безпекою України / Є.П. Буравльов, В.В. Гетьман [за редакцією В.П.Горбуліна]. – К.: Інститут проблем національної безпеки, 2006. – С. 34-41.

35. Ванин А.И. Дендрохронология / А.И. Ванин. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1960. – 248с.

36. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии / М.Ф. Веклич. К: Наукова думка, 1987. – 190с.

37. Веселовський К.С. О климате России/К.С. Веселовський. – СПБ, 1857. – 108с.

38. Вишневський П.В. Зливи і зливовий стік на Україні / П.В. Вишневський. – К.: Наукова думка, 1964. – 144с.

39. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – Київ. 2006. – 240 с.

40. Воейков А.И. Колебание и изменение климата / А.И.Воейков // Избр. сочинения, т.3. – М., 1958. – С. 387-411.

41. Волошин І. М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / І. М. Волошин. – Львів : Простір, 1998. – 356 с.

42. Волчанская И.К. Анализ рельефа при поисках месторождений полезных ископаемых / И.К. Волчанская, Е.Н. Сапожникова. – М.: Недра, 1989. – 114с.

43. Волчанская И.К. Морфоструктурный анализ при геологических исследованиях / И.К. Волчанская, Е.Н. Сапожникова, Н.Т. Кочнева. – М.: Наука, 1975. – 150с.

44. Гамор Ф. Д. Антропогенні фактори і стихійні явища у Карпатах / Ф. Д. Гамор // Тези Міжнар.наук. – практ. конф. – Рахів, 1999. – С. 70 – 75

45. Герасименко Н.П. Разнообразие зональных ландшафтив Украины в познем плейстоцене / Н.П. Герасименко // Проблеми ландшафтного різноманіття України. – К.: Наукова думка, 2000. – С. 118-122.

46. Гладун Я.Д. Погода планети Земля та України / Я.Д. Гдадун. – Івано-Франківськ: Місто НВ, 2012. – 116 с.

47. Голояд Б. Я. Екологічні основи захисту гірсько-лісових басейнових екосистем від шкідливих екзогенних процесів в Українських Карпатах / Б. Я. Голояд, І. І. Бойчук. – Івано-Франківськ, 2001. – 389 с.

48. Голубець М. А. Антропогенні зміни біогеоценотичного покриву в Карпатському регіоні / М. А. Голубець, І. І. Козак, М. П. Козловський та ін. – К.: Наукова думка, 1994. – 166 с.

49. Голубець М. А. Екосистемологія / М. А. Голубець. – Львів: Поллі, 2005. – 199 с.

50. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень / М. Д. Гродзинський. – К., 1995. – 233 с.

51. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія / В. М. Гуцуляк. – Чернівці: Наші книги, 2010. – 312с.

52. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект / В.М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2001. – 272с.

53. Дячук В.А. Паводки в Закарпатті та причини їх виникнення / В.А. Дячук, М.М. Сусідко // Український географічний журнал, 1999. – № 1. – С. 33-42.

54. Екологічна безпека територій. Кол. монографія (автори О.М. Адаменко та ін.). – Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2014. – 444с.

55. Закон України «Про екологічну експертизу» N 46/95-ВР від 09.02.95// Відомості Верховної Ради України від 21.02.1995. – К: 1995. – № 8. – С. 54.

56. Зорін Д.О. Дністровський каньйон – один із головних коридорів екологічної мережі природоохоронних територій України / Зорін Д.О. // Науковий вісник Волинського держ. ун-ту ім. Л.Українки, 2007, частина 2. І міжнар. наук.-практич. конф. «Шацький національний природний парк: регіональні аспекти, шляхи та напрямки розвитку», 3-6 жовтня 2007 р., Луцьк, 2007. – С. 307-312.

57. Зорін Д.О. Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної мережі України / Д.О. Зорін. – автореф. дис. на здоб. наук. ступ. кандидата геологічних наук. – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.

58. Зорін Д.О. Екологічна безпека Дністровського каньйону як регіонального коридора національної екологічної мережі України / Д.О. Зорін // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2011. – №2 (4). – С. 44-55.

59. Карта природокористування та проблем навколишнього середовища Центральної та Східної Європи. – Відень, 1992.

60. Киндюк Б. В. Коливання водності малих річок Українських Карпат / Б. В. Киндюк // Український географічний журнал. – 2004. – №2. – С. 33 – 37.

61. Кирилюк М.І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат / М.І. Кирилюк. – Чернівці : Рута, 2001. – 246 с.

62. Коваль Г.М. Динаміка радіального приросту і санітарного стану соснових деревостанів в умовах агротехногенного забруднення в Поліссі та Степу / Г.М. Коваль. – автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. с.-г. Наук: – Харків, 2002. – 18 с.

63. Ковальчук И.П Тенденции и причины изменения речних систем западной Украины в XIX – XX вв. / И.П. Ковальчук, С.Н. Волос, Л.П. Холодько // География и природные ресурсы. – 1992. – № 2. – С. 102 – 110.

64. Ковальчук І. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І. Ковальчук. – Львів : Інститут українознавства, 1997. – 440 с.

65. Ковальчук І. Багаторічна динаміка стану річок верхньої частини басейну Дністра / І. Ковальчук, А. Михнович // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – Вип. 29, ч. І. – 2003. – С. 136 – 147.

66. Ковальчук І. Геоекологія Розточчя/ І. Ковальчук, М. Петровська. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2003. – 192с.

67. Колищук В.Г. Динамика прироста горной сосны в связи с солнечной активностью / В.Г. Колищук // Доклады АН СССР, 3. – 1967. – С.236-242.

68. Консевич Л.М. Прогноз екологічних наслідків побудови МГЕС на р. Прут / Л.М. Консевич, Я.О. Адаменко // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: географія. – Тернопіль, 2004. – № 2. – Ч.2. – С. 104-110.

69. Кравчук Я. С. Геоморфологія Передкарпаття / Я. С. Кравчук. – Львів: Меркатор, 1994. – 347 с.

70. Крижанівський Є.І., Мандрик О.М., Адаменко Я.О., Зорін Д.О., Зоріна Н.О., Міщенко Л.В., Ногач М.М., Антонюк В.М. Організаційні, навчальні та науково-дослідницькі роботи на Дністровському протипаводковому полігоні у 2012-2013 рр. // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2014, № 1 (9). – С. 53-70.

71. Купфер А.Я. Выводы из метеорологических наблюдений, деланных в Российском государстве и хранящиеся в метеорологическом архиве Академии наук / А.Я. Купфер. – СПБ, 1846. – 36с.

72. Курскеев А.К. Проблемы прогнозирования землетрясений / А.К. Курскеев. – Алма-Ата: Наука, 1990. – 264 с.

73. Лахов В.П. Учет осадков, задержанных лесом, методом дождевания / В.П. Лахов // Метеорология и гидрология, 1938. – № 6. – С. 13-17.

74. Мазур И.И. Инженерная экология. Общий курс: в 2 т. Теоретические основы инженерной экологии / И.И. Мазур, О.И. Молдованов, В.Н. Шишов [под ред. И.И. Мазура]. – М.: Высш.шк., 1996. – Т.1. – 637 с.

75. Манюк О.Р. Дослідження особливостей геологічної будови та гідрогеологічних умов Калуш-Голинського родовища калійних солей з метою проектування полігону захоронення високомінералізованих розсолів / О.Р. Манюк, Я.М. Семчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – №1. – С. 52-55.

76. Манюк О.Р. Оцінка гідрогеологічних параметрів крейдового водоносного комплексу – горизонту захоронення високомінералізованих розсолів Калуш-Голинського родовища калійних солей / Манюк О.Р. // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – №2(16). – С. 155-158.

77. Манюк О.Р. Підземне захоронення високомінералізованих розсолів Калуш-Голинського родовища калійних солей у виснажені розробкою поклади вуглеводнів як ефективний захід захисту довкілля / О.Р. Манюк, О.Д. Мельник, Я.М. Семчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2008. – №1. – С. 49-57

78. Матвіїшина Ж.М. Просторово-часова кореляція палеогеографічних умов четвертинного періоду на території України / Ж.М. Матвіїшина, Н.П.Герасименко, В.І.Передерій та ін. – К.: Наукова думка, 2010. – 192 с.

79. Майергакова О. Значение перехвата осадков при решении осадкостоковых отношений и отношений баланса / О. Майергакова. – В кн.: Конференция по гидрологии Карпат. – Братислава, 1981. – С. 38-41.

80. Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К.: Знання, 2003. – 479 с.

81. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. – 319 с.

82. Мельник А. В. Українські Карпати. Еколого-ландшафтознавче дослідження / А. В. Мельник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 1999. – 286 с.

83. Мельничук І.В. Палеоландшафти України в антропогені / І.В.Мельничук. – К.: Обрій, 2004. – 2008 с.

84. Міллер Г. П. Ландшафтознавство. Теорія і практика: Навч. посібник/ Г. П. Міллер, В. М. Петлін, А. В. Мельник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2002. – 172 с.

85. Міщенко Л.В. Зміни клімату в зв'язку з проблемою охорони навколишнього середовища / Л.В. Міщенко // Геоекологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпатського регіону. – Івано-Франківськ: Екор, 1998. – С.97-109.

86. Міщенко Л. В. Геоекологічний аудит впливу техногенного забруднення на довкілля і здоров'я населення: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. кандидата географ. наук / Л. В. Міщенко. – Чернівці, 2003. – 19 с.

87. Міщенко Л.В. Екологічний аудит території / Л.В. Міщенко, М.Г. Грицюк. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2008. – 212с.

88. Міщенко Л. В. Геоекологічне районування / Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 408 с.

89. Міщенко Л.В. Природно-техногенна безпека територій Західного регіону України / Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2014. – 452с.

90. Національний атлас України. – Київ: ДНВЦ Картографія, 2007. – 440 с., 875 іл.

91. Одум Ю. Экология: В 2 т. / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т.1. – 328 с.

92. Олішевська Ю.А. Геоекологічне районування / Ю.А. Олішевська. – К.: Сталь, 2009. – 244с.

93. Оппоков Е.В. Колебание водности рек в историческое время/ Е.В. Оппоков // Исследования рек СССР. Вып.14.-Л., 1971.

94. Осадчий В.І. Екологічний атлас України / В.І. Осадчий, В.М. Бабіченко, І.В. Будак. – Київ: Укргеодезкартографія, 2009.

95. Палієнко В.П. Геоморфологічне районування / В.П. Палієнко // Географ. енциклопедія України, т. І, 1989. – С. 256-257

96. Патент на корисну модель № 64027 від 25.10.2011. Спосіб оцінки якості поверхневих вод./ Архипова Л.М.; заявник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу; опубл. 25.10.2011, Бюл. № 20.

97. Побігун О. В. Геоекологічний моніторинг Карпатського регіону України як основа раціонального природокористування / О. В. Побігун: дис. на здоб. наук. ступ. кандидата географічних наук. – Львів, 2005. – 20 с.

98. Поп С. С. Природні ресурси Закарпаття / С. С. Поп. – Ужгород: Карпати, 2009. – 310 с.

99. Потравич Л.Д. Проблема відновлення біотосфери на територіях з техногенним впливом (на прикладі Богородчанського газотранспортного вузла) / Л.Д. Потравич // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування – №1. – С. 14-20

100. Приходько М.М. / Лікарські рослини Івано-Франківської області. / М.М. Приходько, Я.Д. Гладун та ін. – Івано-Франківськ, 2002. – 216с.

101. Приходько М. М. Управління природними ресурсами і природоохоронною діяльністю / М. М. Приходько, М. М. Приходько (молодший). – Івано-Франківськ: Фоліант, 2004. – 820 с.

102. Приходько М. М. Регіональні геоекологічні дослідження і раціональне природокористування (на прикладі Івано-Франківської області) / М. М. Приходько. – Івано-Франківськ, 2006. – 245 с.

103. Приходько М.М. Екологічна безпека природних і антропогенно-модифікованих геосистем / М.М. Приходько. – К., 2013. – 201 с.

104. Радловська К.О. Сучасний моніторинг довкілля локального рівня для територій адміністративних районів / К.О. Радловська. – автор дис. на здоб. наук. ступ. Кандидата техн. наук. – Київ, 2015. – 20с.

105. Руденко Л. Г. Концептуальні основи еколого-географічних досліджень та еколого-географічного картографування / Л. Г. Руденко, А. І. Бочавська // Український географічний журнал. – 1995. – №3. – С. 56 – 62.

106. Руденко В. П. Географія природно-ресурсного потенціалу України. Підручник у 3-х частинах / В. П. Руденко. – К., 1999. – 568 с.

107. Рудько Г.І. Конструктивна геоекологія: наукові основи та практичне втілення / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Чернівці: Маклаут, 2008. – 320 с.

108. Рудько Г. І. Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – К.: Академпрес, 2009. – 512 с.

109. Рудько Г. І. Вступ до медичної геології / за ред. Г. І. Рудька та О.М. Адаменка. – К.: Акадампрес, 2010. – Том І – 736 с., Том ІІ – 448 с.

110. Рундквист И.К. Геодинамическое картирование Ивано-Франковской области для выделения сейсмоопасных участков / И.К.Рундквист, Ф.И. Захаров, Ф.А. Питкенен // Геоекологія України. – Київ: Манускрипт, 1993. – С. 50-55.

111. Рильський О.Ф. Біоіндикація забруднення природного середовища / О.Ф. Рильський // Агроекологічний журнал, 2010. – №4. – С. 185-187

112. Стойко С. М. Система охорони природи у верхів'ях басейну Дністра / С. М. Стойко. – Львів: Меркатор, 2004. – 56 с.

113. Тепловой и водный режим Украинських Карпат / под ред. Л.И. Сакали. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1985. – 204 с.

114. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району Тернопільської області: монографія / В.М. Триснюк. – Тернопіль: Терно-граф, 2005. – 225 с.

115. Хащак М.З. Із історії геоекологічних досліджень на Дністровському протипаводковому полігоні / М.З. Хащак // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012. – № 2 (6). – С. 119-122.

116. Чубатый О. В. Влияние леса на водность рек Карпат (на примере р. Рика) / О. В. Чубатый, В. С. Олийник // Водные ресурсы. – 1976. – №4. – С. 50 – 57.

117. Шищенко П. Г. Антропогенні зміни ландшафтів / П. Г. Шищенко // Географічна енциклопедія України. В 3-х томах. – К.: УРЕ, 1989. – Т. 1. – С. 44.

118. Швец Г.И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР / Г.И. Швец. – Л. – 1971. – 248с.

119.Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажненности материков северного полушария / А.В. Шнитников // Зап. Географ.о-ва СССР. Т.16 1928. – С. 14-31

120. Шпак И.С. Влияние леса на водный баланс водосборов / И.С. Шпак. – К.: Наукова думка, 1968. – 142 с.

121. Clark D. Thearctic ocean and Past-Jurassic Paleoclimatology // Climate in Earth History. Nat. Acad. Press. Washington DC, 1982, Chap.14. – P. 28-46

122. Dentin H.H., Karlen W. Holocene climate chan get their patten and possible cause // Quart. Res. 1973. Vol.3.P.155-205.

123. Gates W.I. Palaeclimatmedelin: A review with reference to problems for pre-Pleistocene // Climate in Ears History / Chap.2. Nat. Acad.Press.US Washington DC, 1982. – P. 48-62

124. Kukla G.I., Angel I.K., Namins S.L. at al. New data on climatic trends // Nature, 1972. Vol.270. – P. 61-93

125. Mitchel I.M. Receipt secular changes of global temperature // Science. 95(1). 1961. – P. 16-28

126. Sandra S. Shulz, Robert E. Wallace. The San Andreas Fault. – U.S. Department of Interior / Geological Survev, 1990. – P. 17.

127.Theon H. History and intransivity of climate and intransivity of climate: The physical lasis of climate and climate modeling. Yarp. Publication. Ser. 1975. – №16. – P. 14-36

128. Wiliams I., Barrz R.G., Washington W.M. Simylation of the atmospheric circulation model with ice – age boundary conditions // I. Appl. meteorol. 1973. №13. – P. 6-48

129. http: dt. ua / ECONOMICS / nadra_kredit vid pravnukiv – 94 847.html.

Наукове видання

О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко,
Л. В. Міщенко, Д. О. Зорін

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

МОНОГРАФІЯ

Літературний редактор *– О. М. Адаменко*
Коректор *– О. М. Голіней*
Комп'ютерний макет *– Д. О. Зорін*

Підписано до друку 05.06.2015. Формат 60x84/16
Папір офсетний. Друк цифровий.
Гарнітура «Times New Roman». Ум. друк. арк. 12,1.
Наклад 100. Зам. № 132 від 05.06.2015.

Видавець: Супрун В.П.
м. Івано-Франківськ, вул. Витвицького, 24/2
тел./ф.: (0342) 505-686, e-mail: printsv@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовників
і розповсюджувачів видавничої продукції
Серії ІФ № 25 від 17.10.2005 р.

Друк: підприємець Голіней О. М.
76008, м. Івано-Франківськ, вул. Галицька, 128
тел.: (0342) 58-04-32, +38 050 540 30 64