

*Л.В. Міщенко*

**ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА  
ТЕРИТОРІЙ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ  
УКРАЇНИ**

**Івано-Франківськ  
2014**



Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу

**МІЩЕНКО Л. В.**

**ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННА  
БЕЗПЕКА ТЕРИТОРІЙ ЗАХІДНОГО  
РЕГІОНУ УКРАЇНИ**

**Наукова монографія  
за редакцією доктора геолого-мінералогічних наук  
професора О. М. Адаменка**

Івано-Франківськ  
Видавець Супрун В. П.  
2014

УДК 502.064.3  
ББК 20.1 (4 Укр) + 26.8  
М 71

*Друкується за ухвалою Вченої Ради Івано-Франківського  
національного технічного університету нафти і газу ІФНТУНГ,  
протокол № 06/527 від 3 липня 2013 р.*

**Рецензенти:**

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

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

**Ю. М. Лабій** – доктор технічних наук, професор кафедри готельно-ресторанної справи Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника

**Міщенко Л. В.**

М 71 Природно-техногенна безпека територій Західного регіону України : наукова монографія за редакцією О. М. Адаменка / Л. В. Міщенко ; Івано-Франківський націон. технічн. ун-т нафти і газу . – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2014. – 452 с., іл.

**ISBN 978-966-8969-52-2**

Для географів, екологів, геохіміків, геологів, науковців, викладачів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів.

Висвітлюються ландшафтно-геохімічні методи визначення сучасної ситуації з використанням ГІС-технологій для комплексної оцінки 10 компонентів природно-антропогенних геосистем – на об'єктовому, локальному та регіональному рівнях. Запропоновано новий спосіб кількісних оцінок сучасного стану на основі вмісту у компонентах доквілля важких металів, концентрації яких безпечні для нормального розвитку природно-антропогенних геосистем.

УДК 502.064.3  
ББК 20.1 (4 Укр) + 26.8

ISBN 978-966-8969-52-2

© Міщенко Л. В., 2014

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ 1 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ</b> .....	17
1.1. Науково-теоретичні принципи природничо-географічного районування України на національному рівні. ....	17
1.2. Ландшафтно-геохімічні карти – моделі сучасної природно-техногенної ситуації територій. ....	32
1.3. Місце оцінки сучасної ландшафтно-геохімічної ситуації у системі природно-техногенної територіальної безпеки. ....	42
1.4. Історія ландшафтно-геохімічних досліджень та існуючі методи визначення сучасної природно-техногенної ситуації. ....	57
1.5. Впровадження Європейських екологічних стандартів і нормативів в Україні. ....	64
Висновки до розділу 1. ....	71
<b>РОЗДІЛ 2 МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА СУЧАСНОЇ СИТУАЦІЇ ГЕОСИСТЕМ ДЛЯ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ</b> .....	73
2.1. Польові експедиційні ландшафтно-геохімічні дослідження для наповнення баз даних ландшафтно-геохімічного оцінювання та районування. ....	74
2.2. Методи аналітичних досліджень та обробка інформації для наповнення баз даних. ....	84
2.3. Бази даних ландшафтно-геохімічної інформації. ....	86
2.4. Методи визначення геохімічного фону. ....	89
2.4.1. Статистичні методи визначення загального геохімічного фону $C_{\phi}$ за допомогою нового комп'ютерного продукту ECOSTAT. ....	90
2.4.2. Методи роздільного визначення загального $C_{\phi}$ , природного	

$C_{\phi}^n$ та техногенного $C_{\phi}^T$ геохімічних фонів .....	100
2.5. Розрахункові методи визначення природного фону $C_{\phi}^n$ і техногенного забруднення $C_{\phi}^T$ на ландшафтно-геохімічних полігонах Карпатсько-Подільського регіону. ....	106
2.6. Використання ГІС – технологій для ландшафтно-геохімічного оцінювання геосистем та природно-техногенної безпеки територій. ....	116
2.7. Побудова техногеохімічних карт з використанням ГІС технологій. ....	128
2.8. Побудова карти сучасної ландшафтно-геохімічної ситуації та сучасного стану компонентів довкілля з використанням ГІС технологій. ....	130
2.9. Прогноз та моделювання антропогенних змін у геосистемах. ....	137
2.10. Екологічний менеджмент. ....	139
Висновки до розділу 2. ....	143
<b>РОЗДІЛ 3 ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ ТА РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ОБ'ЄКТОВОГО РІВНЯ.....</b>	<b>148</b>
3.1. Природно-технічна структура території діяльності ПАТ „Івано-Франківськцемент”. ....	148
3.2. Природно-техногенна структура урбосистеми міста Івано-Франківська. ....	175
Висновки до розділу 3. ....	199
<b>РОЗДІЛ 4 ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ ТА РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ЛОКАЛЬНОГО РІВНЯ.....</b>	<b>201</b>
4.1. Ландшафтно-геохімічні зони та смуги Тисменицького району. ....	201
4.2. Ландшафтно-геохімічні зони та смуги Галицького району. ....	235
4.3. Ландшафтно-геохімічні структури Надвірнянського нафтогазопромислового району. ....	252
4.4. Ландшафтно-геохімічні структури природоохоронних територій високогірної зони Карпат. ....	266
Висновки до розділу 4. ....	289

<b>РОЗДІЛ 5 ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ ТА РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ.....</b>	<b>291</b>
5.1. Ландшафтно-геохімічні структури Івано-Франківської області. ....	291
5.2. Ландшафтно-геохімічні структури Закарпатської області. ....	309
5.3. Ландшафтно-геохімічні структури Карпатського регіону. ....	331
Висновки до розділу 5. ....	341
<b>РОЗДІЛ 6 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ, ЛОКАЛЬНОМУ І ОБ’ЄКТОВОМУ РІВНЯХ.....</b>	<b>342</b>
6.1. Ландшафтно-геохімічне районування території Карпатського регіону і Західного Поділля. ....	342
6.2. Природно-антропогенні ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) структури регіонального ієрархічного рівня. ....	371
6.3. Природно-антропогенні ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) структури локального та об’єктового ієрархічних рівнів. ....	372
6.4. Техногенні структури. ....	375
6.5. ГІС – моделі ландшафтно-геохімічного районування. ....	379
Висновки до розділу 6. ....	385
<b>РОЗДІЛ 7 ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОГО (ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО) РАЙОНУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ У ЗОНІ ВПЛИВУ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ ТА ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ.....</b>	<b>387</b>
Висновки до розділу 7. ....	407
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>411</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>416</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Сучасний стан довкілля є глобально зміненим. Від природних територіальних комплексів (Сочава, 1978) – ландшафтів (Солнцев, 1962; Міллер та ін., 2002) відбувається перехід до природно-антропогенних геосистем (ПАГС) (Адаменко, 1998) або ландшафтно-антропогенних структур (Гуцуляк, 2002) шляхом геохімічних змін. Тому ландшафтно-геохімічна оцінка територій, як один із сучасних методів фізичної географії та геохімії ландшафтів, є важливим засобом збереження стійкої рівноваги у системі Природа – Господарство – Людина. Кожна ПАГС по-своєму реагує на техногенний вплив, тому є необхідність розробити ландшафтно-геохімічне районування території на усіх ієрархічних рівнях – від національного, тобто держави в цілому, регіонального – адміністративних областей та районів, до локального – населених пунктів та об'єктового – окремих техногенних об'єктів.

Ландшафтно-геохімічне районування на вказаних ієрархічних рівнях можливе лише методами ландшафтно-геохімічної оцінки територій, що ми і пропонуємо на прикладі Карпатського регіону і Західного Поділля.

Тут утворена складна система, яка є результатом багатофакторної взаємодії не менше десяти як природних так і техногенних компонентів: геосфер – 1) літогенної основи ландшафтів (геологічного середовища), 2) природних та техногенних геофізичних полів та їх впливу на геосистеми і здоров'я людини (геофізсфери), 3) екзо- та ендегодинаміки рельєфу (геоморфосфери), 4) поверхневих, ґрунтових і підземних вод (гідросфери), 5) атмосферного повітря та кліматичних чинників (атмосфери), 6) ґрунтів (педосфери); біотосфер – 7) рослинності (фітосфери), 8) тваринного світу (зоосфери); соціосфер – 9) стану здоров'я населення у залежності від екологічних чинників (демосфери) і 10) техногенного навантаження (техносфери).

Дослідивши динаміку змін цих компонентів і розвитку ПАГС, можна моделювати та прогнозувати різні варіанти їх подальшого функціонування в зонах

впливу небезпечних техногенних об'єктів, визначати межі їх параметрів, які і стануть основою для ландшафтно-геохімічного районування територій.

Із названих сфер, перша відноситься до геологічної форми руху матерії (Б.М. Кедров, 1962, 1972; А.А. Григорьев, 1966, 1970; В.С. Лямин, 2012 та ін.), друга – до фізичної, решта – до географічної, при цьому, від геоморфосфери до зоосфери включно – це об'єкти і предмети досліджень класичної фізичної географії, а демосфера і техносфера належать до соціальної форми руху матерії (соціальної, суспільної та економічної географії). Але для вирішення проблем *ландшафтно-геохімічної оцінки територій* ми використовуємо лише фізично-географічні та геохімічні аспекти геологічної, фізичної та соціальної форм руху матерії. Велике значення мають роботи І.А. Авессаломовой [1], Э.Б.Алаева [35], В.А. Барановського [45, 47], Н.Л. Беручашвили [50], В.А. Бокова [43, 57], О.І. Бондара [58], В.И. Вернадского [66], А.П. Виноградова [67], І.М. Волошина [71, 73], Л.И. Воропай [74], В.И. Галицкого [77], С.А Генсірука [81], И.Г. Герасимова [82], К.І. Геренчука [83,85], М.А. Глазовської [88], М.А. Голубця [90-96], В.С. Готиняна [100], В.Т. Гриневецького [77, 103], Г.Е. Гришанкова [105], М.Д.Гродзинського [106-108], В.М. Гуцуляка [110-113], Г.І. Денисика [119], В.В. Докучаева [121], Т.М. Єгорової [127], О.Б. Загультської [129], О.В. Заставецької [131], П.В. Зарицького [132], Т.В. Звонковой [134], Ю.А. Израэля [146, 341], А.Г. Исаченко [147-150], А.П. Ковалёва [156], І.П. Ковальчука [157-162], Л.Л. Малишевої [179-182], О.М. Маринича [184-189], А.В. Мельника [192-195], Г.П. Міллера [198, 199], Ф.Н. Милькова [200], А.И. Перельмана [253], В.М. Петліна [255, 256], Б.Б. Полюнова [259], Ю.Е. Саєта [276], Н.А. Солнцева [290-292], В.Б. Сочави [294], О.Г. Топчієва [303, 304], Ю.Г. Тютюнника [309], О.І. Шаблія [41, 319], Г.И. Швєбса [320, 321], П.Г. Шищенка [47, 323], А.G.Darnley [336], Yu.A. Izrael [341], A. Klope [342], R.F. Mann [346], G.Pedro [349], та ін.

Карпатський регіон і Західне Поділля – це не тільки унікальні природні ландшафти, а й антропогенно змінені геосистеми (Мильков, 1986; Денисик, 1999 та ін.): доля антропогенно модифікованих ландшафтів досягла 70-80%, в тому числі розораність території більше 60%, порушеність природно-територіальних



комплексів гірничими виробками, особливо від видобутку нафти і газу, калійних солей, лінійними техногенними об'єктами магістральних газонафтопроводів, несанкціонованими відборами гравійно-галечникових покладів, безсистемними вирубками лісів, осушенням перезволожених і болотних угідь, підтопленням територій та ін. Тобто в регіоні майже не лишилось природних ландшафтів, за виключенням біосферного та природних заповідників і національних парків, де їх збереглося менше 10%. А це значить, що об'єктом наших фізично-географічних та геохімічних досліджень є антропогенно змінені геосистеми.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Обраний напрям досліджень тісно пов'язаний з тематикою наукових розробок кафедри екології ІФНТУНГ: теми Ф-7, що виконувалась на замовлення Державного фонду фундаментальних досліджень Міністерства освіти і науки України „Визначення ареалів забруднення ґрунтів, поверхневих та ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності у басейні верхнього Дністра та заходи по захисту ландшафтів від забруднення і деградації” (2001-2005рр.) (№ державної реєстрації 0102U004015); темами ГМ-8 „Географічна інформаційна система (ГІС) екологічного моніторингу та екологічної безпеки Галицького району” (2003-2005рр.) (0104U002082); ГМ-10 „Створення геоінформаційної системи Тисменицького району” (2004-2006рр.) (0104U005949); ГМ-15 „Створення геоінформаційної системи Богородчанського району” (2004-2006рр.) (0104U004465); ОБ-2/2008 „Розроблення та запровадження державної системи моніторингу навколишнього природного середовища (створення та забезпечення функціонування центру моніторингу довкілля) в Івано-Франківській області” (2008 р.) (0108U009406), що виконувались на замовлення районних державних адміністрацій за рахунок бюджетних коштів Івано-Франківського обласного фонду охорони навколишнього природного середовища; міжнародних грантів ЮНЕСКО „Трансформаційні процеси в басейні Верхнього Дністра” (1997-2001рр.) і TACIS „Вдосконалення транскордонної системи збереження природи Верховини” (2001-2004рр.), а також держбюджетної НДР Д-14-11-П „Розроблення моделей збалансованого ресурсокористування та екологічної безпеки в регіоні Українських Карпат” (2011-2012рр.) та грантової угоди „Управління забрудненими

нафтопродуктами ділянками” (HUSKROU/1001/110) в рамках програми транскордонного співробітництва Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна (2012-2013рр.); кафедральних тем: „Природнича основа екологічного моніторингу Івано-Франківської області” (2003-2009 рр.), у яких авторка брала участь як відповідальний виконавець або співавтор.

**Мета і завдання дослідження. Мета роботи** – розробити науково-теоретичні (методологічні) засади регіонального, локального та об’єктового ландшафтно-геохімічного районування для оцінки сучасного стану природно-антропогенних геосистем, створення систем природно-техногенної безпеки та розробки заходів з захисту довкілля і здоров’я людей.

**Завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети:**

1. Виконати порівняльний аналіз існуючих методів і технологій визначення ландшафтно-геохімічної оцінки територій та створити її модель на прикладі території Карпатського регіону і Західного Поділля.

2. Провести експериментальні дослідження – польові експедиційні та аналітичні роботи для визначення закономірностей розповсюдження забруднювальних речовин та їх впливу на природні ландшафти і їх компоненти – ґрунти, поверхневі води і донні відклади, атмосферне повітря, опади снігу і дощу, ґрунтові води та рослинність.

3. Виконати комп’ютерне картографічне моделювання і прогноз стану довкілля з виділенням його природної і техногенної складової, з використанням новітніх ГІС - технологій.

4. Скласти карту ландшафтно-геохімічного районування та сучасного стану територій для збереження природно-антропогенних геосистем Карпатського регіону і Західного Поділля.

5. Розробити класифікацію ландшафтно-геохімічних структур на регіональному, локальному та об’єктовому ієрархічних рівнях.

6. Запропонувати організаційні і методологічні засади для покращення сучасного стану довкілля у всіх виділених регіональних, локальних та об’єктових

ландшафтно-геохімічних структурах на прикладах нафтогазовидобувних територій на проєктованій площі видобутку сланцевого газу.

**Об'єктом досліджень** є природний та антропогенно змінений геохімічний стан довкілля на території Карпатського регіону і Західного Поділля.

**Предмет досліджень** – взаємозв'язки та взаємозалежності між ландшафтно-геохімічними особливостями різних компонентів довкілля.

**Теоретико–методологічну основу** дослідження складають фізично-географічні та геохімічні принципи системного аналізу складних природно – антропогенних геосистем. Сучасний стан природничих наук вимагає від фізичної географії та геохімії ландшафтів розвитку своїх „нанотехнологій” – поглибленого аналізу стану геокомпонентів довкілля (геосфер, біосфер і соціосфер), які в останні роки „перехоплені” екологією (В.С. Лямин, 2012; Ю.Д. Шуйський, 2012). Фізична географія здатна самостійно вирішувати усі теоретичні і практичні проблеми сучасного стану довкілля та раціонального ресурсокористування. Для цього є новітні методи аналізу з використанням ГІС-технологій, сучасної потужної комп'ютерної техніки на основі ландшафтно-геохімічних досліджень верхніх шарів літосфери та геоморфосфери для оцінки небезпечних геодинамічних процесів (зсувів, карсту, ерозії, неотектоніки), геохімічних оцінок техногенних змін ландшафтів, зокрема ґрунтового покриву, поверхневих і ґрунтових вод, забруднення атмосферного повітря та рослинності. Природничі параметри усіх названих середовищ довкілля оброблені у вигляді комп'ютерних баз даних з метою картографічного моделювання та прогнозування антропогенних змін навколишнього середовища.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Для території, що зазнає інтенсивного антропогенного впливу від техногенно небезпечних об'єктів, ми вперше пропонуємо відокремлювати техногенну складову антропогенно змінених ландшафтів, від природної, що стало можливим завдяки детальним площинним ландшафтно-геохімічним картуванням територій на різних ієрархічних рівнях. Це дозволило прийти до нових наукових положень:

1. На основі порівняльного аналізу існуючих технологій ландшафтно-геохімічної оцінки стану довкілля теоретично обґрунтована структурна модель геоінформаційної комп'ютеризованої природно-техногенної системи безпеки територій промислових підприємств (техногеосистем), техноприродних комплексів, населених пунктів, адміністративних районів, областей і регіонів.

2. Вперше розроблена теорія та практично втілені результати вирішення нової наукової задачі – ландшафтно-геохімічного районування територій на регіональному, локальному і об'єктовому рівнях з виділенням та класифікацією нових таксономічних одиниць – ландшафтно-геохімічних надзон, зон, підзон, ландшафтно-геохімічних смуг розсіювання та концентрації забруднювальних речовин, ландшафтно-геохімічних ореолів, геохімічних бар'єрів, геохімічних атмо- і гідроміграційних потоків, урбосистем, ландшафтно-геохімічних структур лінійної, ізометричної, амебоподібної, стільникової, мозаїчної, ланцюгової, серповидної та інших техноприродних морфоструктур. Виділені автором ландшафтно-геохімічні структури (геоекотипи) на прикладі Карпатського регіону і Західного Поділля є типологічними і можуть бути використані для інших регіонів держави України та інших держав.

3. Вперше запропоновані теоретико-методологічні та практичні основи побудови типових техногеохімічних карт стану довкілля з поділом на природні і техногенні складові для територій з виділенням ландшафтно-геохімічних контурів розповсюдження нормального, задовільного, напруженого, незадовільного, складного, передкризового, критичного і катастрофічного станів, виявлених безпосереднім вимірюванням вмістів забруднювальних речовин з відбором проб та їх аналізом із геологічного середовища, ґрунтового і рослинного покривів, ґрунтових і поверхневих вод та донних відкладів, атмосферного повітря та опадів дощу і снігу, вимірюванням гравітаційного, магнітного, електромагнітного, радіаційного, геопатогенного та інших природних і техногенних фізичних полів і їх впливу на геосистеми і здоров'я людей.

4. Вперше доказано, що розповсюдження забруднень важкими металами, нафтопродуктами, радіонуклідами, пестицидами та іншими токсикантами залежить

не тільки від їх розподілу згідно ландшафтної структури території, як рахувалось до наших досліджень, а формувалось під впливом атмо- і гідроміграційних потоків поллютантів і тому може виходити за межі ландшафтних таксонів, особливо при наявності потужного техногенного об'єкта.

5. Вперше з використанням ГІС-технологій та ДЗЗ створена перша в Західному регіоні України електронна карта ландшафтно-геохімічних структур Карпатського регіону і Західного Поділля, яку можна використовувати як геоінформаційну систему для узагальнення не тільки природно-техногенної, а й іншої просторово розподіленої інформації – економічної, статистичної, аграрної, медичної, туристично-рекреаційної та ін.

6. Дістали подальшого розвитку технічні розрахунки та графічні засоби визначення регіонального геохімічного фону з поділом його на природний і техногенний, техногенних аномалій, сумарних показників забруднення та ізоконцентрат розповсюдження токсикантів у різних середовищах довкілля, вдосконалена статистична обробка баз даних, міжелементна та міжкомпонентна кореляція вмістів забруднювальних речовин за даними кластерного та регресивного аналізів, розроблені технічні методи відокремлення техногенної компоненти від природного стану, виявлені визначальні ознаки ландшафтно-геохімічних структур методами розпізнавання образів, створені чотири нові комп'ютерні програмні продукти ECHPONE, ECOSTAT, INTERCONCSAFATYLIFE, ECOSAFATYGEOSYSTEMS для побудови комп'ютерних (електронних) ландшафтно-геохімічних та техногеохімічних карт для безпеки життєдіяльності населення та збереження стабільності геосистем.

7. Поглиблено методологію ландшафтно-геохімічної оцінки територій, як одного з головних показників ефективності сучасних фізико-географічних та ландшафтно-геохімічних досліджень.

**Практичне значення одержаних результатів.** Наші дослідження використані для оцінки антропогенного (техногенного) впливу розвідки і розробки 91 нафтогазового родовища Карпатського регіону на довкілля, екологічно безпечного проектного видобутку сланцевих газів на Олеській площі Західного

регіону України, для туристичного районування території Івано-Франківської області, оцінки стану довкілля Карпатського Єврорегіону, Львівської, Закарпатської та Тернопільської областей, Галицького, Тисменицького, Богородчанського, Гусятинського та інших адміністративних районів, м. Івано-Франківська, природного заповідника „Медобори”, обґрунтування нового Верховинського національного природного парку, техногенної безпеки території виробничої діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент» та ін. Наукові розробки реалізовано в навчальному процесі інженерно-екологічного інституту Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу при викладанні вперше розробленого автором навчального курсу «Екологічний аудит територій», керівництві магістерськими роботами та дипломними проектами, а також при підвищенні кваліфікації фахівців-екологів в Інституті післядипломної освіти та доповідей студентів на науково-практичних конференціях.

#### **Особистий внесок автора:**

1. Розроблена технологія ландшафтно-геохімічної оцінки територій [4, 202, 205, 211, 214, 215, 221, 224].

2. Запропоновані принципи, критерії і методи ландшафтно-геохімічного картування [12-14, 206, 212, 225-230].

3. Визначена сучасна ситуація на територіях різних ландшафтно-геохімічних структур та в межах адміністративних областей, районів, населених пунктів та промислових підприємств [3, 6, 7, 11, 17, 20, 177, 207, 209, 213, 217, 219, 220, 223, 231-236].

4. Побудовані геоінформаційні системи безпеки та моніторингу ландшафтно-геохімічного стану різних територіальних об'єктів [16, 28, 32, 204, 208, 210, 216, 222, 331].

5. Виконане наукове обґрунтування нових природно-заповідних територій та туристичних об'єктів [16, 28, 204, 208, 210, 218, 222, 331, 347].

В процесі польових експедиційних досліджень 2003-2011рр. автором особисто враховані результати обстеження 1441 ландшафтно-геохімічного полігону на території Карпатського регіону, Поділля та Полісся, відібрано кілька сот проб

грунтів, поверхневих і ґрунтових вод, донних відкладів, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу та рослинності, результати аналізів яких на вміст хімічних елементів та речовин стали основою ландшафтно-геохімічної оцінки для районування території на регіональному, локальному та об'єктових ієрархічних рівнях.

**Апробація результатів.** Результати дослідження доповідались на II міжнародній конференції «Екологічна географія: історія, теорія, методи, практика» у м. Тернопіль, 27-29 травня 2004 р.; на міжнародній науковій конференції «Геополитические и географические проблемы Крыма в многовековом измерении Украины» у м. Симферополі, 29-31 травня 2004 р.; на міжнародній науковій конференції «Ландшафтознавство: традиції та тенденції» у м. Львові, 8-12 вересня 2004 р.; на II міжнародній науково-практичній конференції «Экология: образование, наука, промышленность и здоровье» у м. Белгород (Росія), 21-24 березня 2004 р.; на міжнародній науково-практичній конференції «Экологические проблемы индустриальных мегаполисов» у м. Донецьку та Авдіївці, 15-17 травня 2004 р.; на XXVIII Пленумі Геоморфологической комиссии РАН «Рельефообразующие процессы: теория, практика, методы исследования» у м. Новосибірську, 20-24 вересня 2004 р.; на науково-практичному семінарі з екологічного аудиту у м. Києві, 12-13 травня 2005 р.; на IV міжнародній науково-практичній конференції «Ресурси природних вод Карпатського регіону» у м. Львові, 26-27 травня 2005 р.; на міжнародній науковій конференції «Ландшафти та геоекологічні проблеми Дністровсько-Прутського регіону» у м. Чернівці, 15-18 грудня 2005 р.; на II міжнародній науковій конференції «Теоретичні, регіональні, прикладні напрямки розвитку антропогенної географії та ландшафтознавства» у м. Кривий Ріг, 5-8 жовтня 2005 р.; на регіональній нараді «Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Прикарпаття» у м. Івано-Франківську, 15-17 листопада 2005р.; на міжнародній науковій конференції з геологічного вивчення палеонтологічних знахідок у Старуні в м. Кракові (Польща), 23-25 листопада 2005 р.; на I Всеукраїнській науково-практичній конференції «Географія та екологія: наука і освіта» у м. Умані, 20-21 квітня 2006 р.; на міжнародній науково-практичній

конференції «I-й Всеукраїнський з'їзд екологів» у м. Вінниці, 4-7 жовтня 2006 р.; на III міжнародній конференції «Екологічні проблеми нафтогазового комплексу» у с. Синяк Закарпатської області, 26 лютого-2 березня 2006 р.; на VI міжнародній науковій конференції «Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки» у м. Чернівці, 11-12 травня 2007 р.; на III міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення» у м. Алушті, 10-14 вересня 2007 р.; на міжнародній науково-практичній конференції «Екологічні проблеми техногенно-навантажених регіонів» у м. Дніпропетровську, 12-14 травня 2008 р.; на міжнародній науковій конференції з екологічного стану природоохоронних територій у смт. Гримаїлів, 21-23 травня 2008 р.; на V науково-практичній конференції «Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності» у м. Яремче, 23-27 лютого 2009 р.; на міжнародній конференції «Дністровський каньйон – унікальна територія туризму» у м. Тернополі, 16-18 травня 2009 р.; на II Всеукраїнському з'їзді екологів у м. Вінниця, 23-25 вересня 2009 р.; на IV науково-практичній конференції «Сучасні проблеми збалансованого природокористування» у м. Кам'янець-Подільський, 28 листопада 2009 р.; на Міжнародній науково-практичній конференції «Фундаментальні проблеми сучасної географії», м. Київ, 22-24 вересня 2010р.; на третій Всеукраїнській науково-практичній конференції «Вода: проблеми і шляхи вирішення», м. Житомир, 21-22 грудня 2010 р.; на Всеукраїнській науково-практичній конференції «Регіональні та транскордонні проблеми екологічної безпеки, Горбуновські читання», м. Чернівці, 5-7 травня 2011р.; на Міжнародній науково-практичній конференції «Карпатська конвенція з проблем охорони довкілля» (Мукачєво-Ужгород, 15-18 травня 2011р.), м. Мукачєво; на I Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування», м. Івано-Франківськ, 20-22 вересня 2012р.; на III Міжнародній науково-практичній конференції «Шацький національний природний парк: перспективи міжнародної співпраці» у м. Шацьку Волинської області, 25-27 листопада 2012 р.



**Публікації.** Основні наукові положення та розробки автора викладені у: 3 монографіях, 2 підручниках, 1 навчальному посібнику, 44 статтях, у тому числі 20 одноосібних, 25 у фахових виданнях, у 12 матеріалах конференції та у 15 тезах доповідей на наукових конференціях. Загальний обсяг публікацій 20,4 друк. арк.

# РОЗДІЛ 1

## МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ

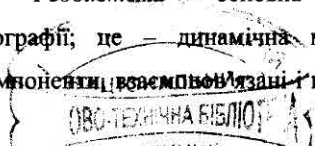
### 1.1 Науково-теоретичні принципи природничо-географічного районування України на національному рівні

Основною задачею нашого дослідження є розробка теоретичних, методологічних і прикладних засад процедури ландшафтно-геохімічного оцінювання, класифікації та районування геосистем та їх компонентів на об'єктовому, локальному та регіональному ієрархічних рівнях для наукового обґрунтування заходів збереження навколишнього природного середовища. Це одна із актуальних задач фізичної географії та геохімії ландшафтів [1, 4, 8, 12, 20, 29, 34, 43, 46, 50-58, 70-78, 90-92, 94, 97, 99, 100, 106, 112, 115, 116, 118, 120-124, 130, 132, 134, 146, 148, 150-158, 161, 164, 167, 168, 174, 176, 178, 181, 183, 186, 192, 193, 199, 200, 218-230, 240, 243, 245-249, 250-265, 260, 266-275, 277-279, 283-308, 311, 330, 329, 334, 335, 337, 338, 345, 351].

*Районування* – це особливий різновид географічної систематизації, сутність якого полягає у поділі (розчленуванні) території дослідження на рівнозначні або ієрархічно підпорядковані частини (таксони). Виділені в процесі районування таксони, з одного боку, повинні відповідати критерію їхньої специфіки, з іншого, – критерію єдності, цілісності [35].

*Ландшафтно – геохімічне оцінювання*, за В.М. Петліним [255], – це: визначення ступеня зміни функціонування природно-територіальних систем (ПТС) під певним впливом в просторі та часі. Оцінка повинна містити підрозділи: а) визначення вихідного стану ПТС; б) прогнозування її майбутнього стану без втручання; в) прогнозування майбутнього стану з наявним втручанням.

*Геосистема* – основна категорія ландшафтознавства і загалом фізичної географії; це – динамічна матеріальна система, яку складають географічні компоненти, взаємпов'язані і взаємообумовлені у своєму розвитку і просторовому



розміщені. В якості синонімів геосистеми розглядаються “географічний комплекс” (геокомплекс), “природний географічний комплекс”, “природний територіальний комплекс” (останній має дещо обмежений зміст, оскільки відноситься лише до територіальних підрозділів суходолу і не поширюється на Світовий океан [291].

*Природні та природно-антропогенні геосистеми (ПАГС)* виникають внаслідок взаємодії різнорідних макротіл в умовах земної поверхні. До них належать ландшафтні комплекси різних рангів, у тому числі такі їх просторово-часові комбінації як каскадні системи, а також геотехнічні системи, річкові басейни, льодовики, потоки речовини й енергії та інші утворення, які мають характерні просторові (від перших десятків метрів до десятків тисяч кілометрів) і часові (від декількох хвилин до сотен мільйонів років) [57].

*Антропогенно змінений ландшафт* [119, 200] – ландшафт, змінений діяльністю людини в процесі виконання нею соціально-економічних функцій з відповідною технологією природокористування. Як результат, виникають характерні елементи таких ландшафтів, зокрема: господарські угіддя, населені пункти, шляхи, антропогенні форми рельєфу (канали, терикони тощо) [119, 200].

У наведеному визначенні мова йде не про ландшафт як узагальнену назву природних територіальних систем, а про ландшафт як регіональний ПТК, який характеризується наявністю в його складі певних значних за площею антропогенних територіальних систем, але залишається при цьому географічним ландшафтом [253].

*Антропогенне навантаження* – 1. Ступінь прямого та опосередкованого впливу людини на ПТС [253]; 2. Кількісна міра впливу людини на геосистему або на її компоненти, представлена у натуральних абсолютних або відносних показниках і віднесена до періоду, протягом якого вплив зберігав стабільний характер (Исаченко, 2003); 3. Комплекс навантажень, який здійснює суспільство на природні комплекси.

На сучасному етапі реформування економіки України ландшафтно-геохімічне оцінювання 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 (природно-техногенна, територіальна) безпека* є одним із таких європейських і міжнародних стандартів. Отже, запроваджуючи системи безпечної територіальної організації, Україна не тільки декларує своє право на входження в європейську цивілізацію, а й підтверджує свої наміри практичними діями [2, 9, 19, 26, 30, 58, 104, 125, 137, 201-205, 210, 211, 221, 224, 333].

Безпосередньо в галузі природоохоронної діяльності системи безпеки територій значно посилюють державну систему екологічного контролю, робить її більш ефективною, гнучкою, дієздатною. За допомогою таких систем можна кваліфіковано зробити те, чого не завжди можна досягти примусово через систему державного екологічного контролю. Тому в інтересах державних установ управління територіальною безпекою та державною екологічною інспекцією як на місцях, так і в центрі необхідно всіляко сприяти впровадженню і поширенню виконання процедури ландшафтно-геохімічного оцінювання територій. Екологічний інспектор не є конкурентом державним службовцям, він такий же охоронець навколишнього природного середовища, тільки зі своїм еколого-економічним механізмом впливу на потенційних забруднювачів навколишнього середовища [4].

Для України в цілому та окремих її регіонів розроблені системи організації територій на основі 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 геосистеми, еколого-геологічне, мінерально-ресурсне та геоботанічне районування [40]. Усе це використано нами при розробці ландшафтно-геохімічного районування, основою якого є дві головні постійно взаємодіючі складові: ландшафтна структура території і контури геохімічного впливу техногенного походження, тобто контури розповсюдження забруднювальних речовин. Перша складова – це фізико-

географічне [188], геоморфологічне [246] і ландшафтне [189] районування території України, а також регіонів Українських Карпат, Львівської області та Західного Поділля [129, 138], а друга – це наші власні дослідження з використанням техногеохімічної інформації з 1441 ландшафтно-геохімічного (геоекологічного) полігону, де відбирались проби автором та іншими дослідниками з компонентів довкілля (рис. 1.1 – 1.7). Враховані також теоретичні розробки різних авторів [3, 38, 48, 49, 61, 66, 75, 86, 103, 114, 127, 133, 225-235, 257, 270, 297, 307, 327].

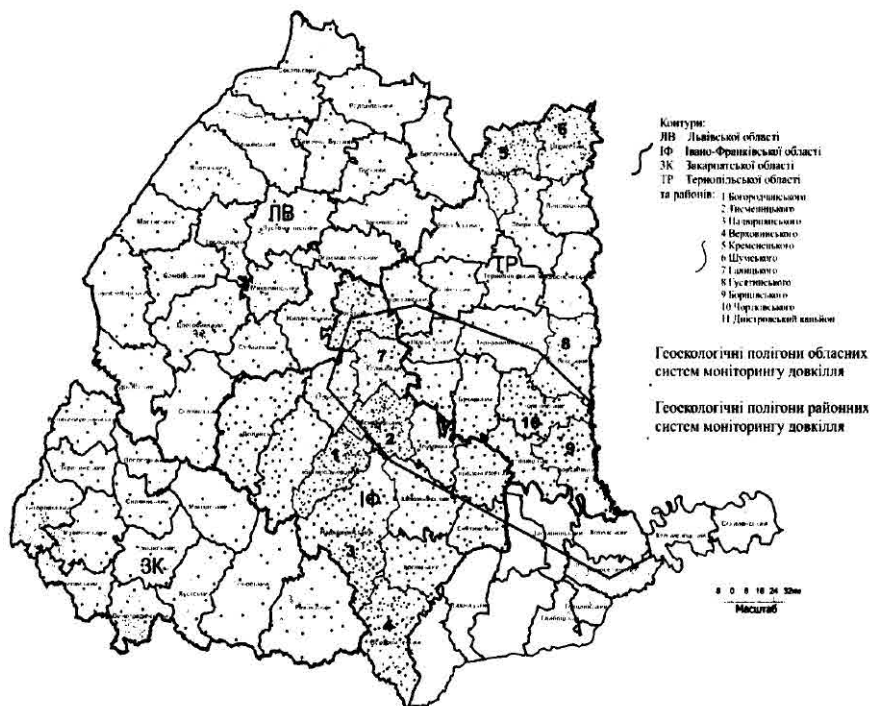


Рис. 1.1. Розміщення 1441 ландшафтно-геохімічного полігону (точок відбору проб автором) на території областей і районів Карпатського регіону і Західного Поділля [202, 206, 209, 212, 217, 225, 227, 229, 232, 235] із врахуванням матеріалів інших дослідників [3–6, 9, 11–12, 20–23, 34, 138, 143, 166, 254, 259, 267, 303]

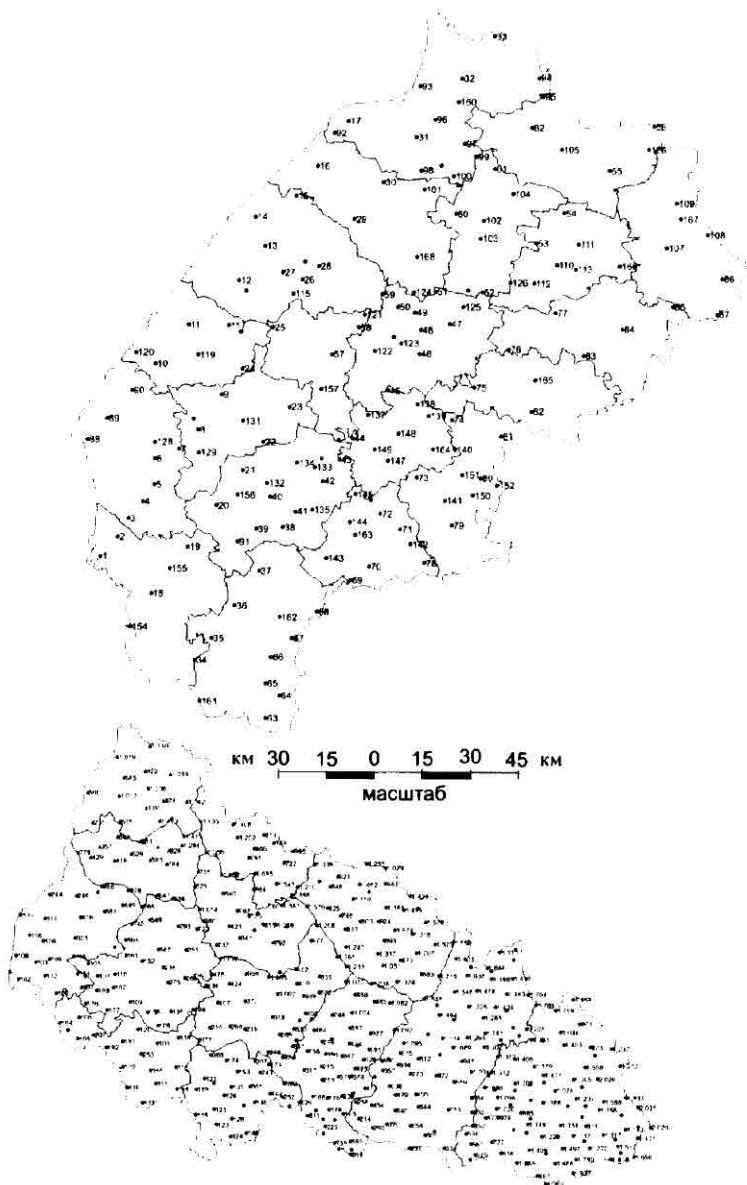


Рис. 1.2. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів на території Львівської та Закарпатської областей

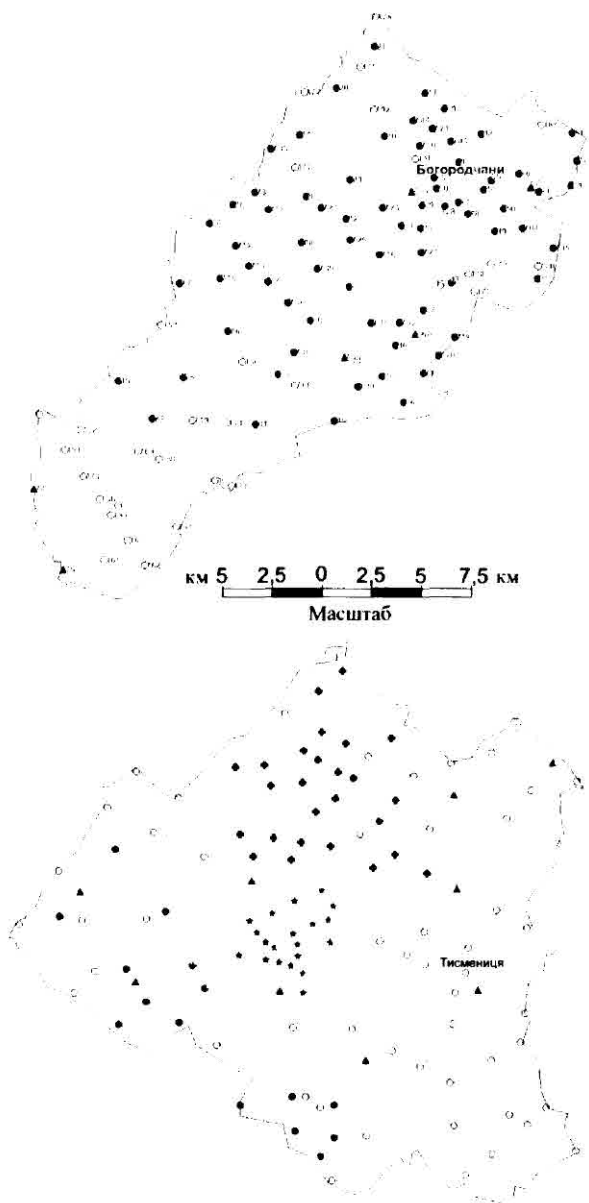


Рис. 1.3. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів на території Богородчанського і Тисменицького районів

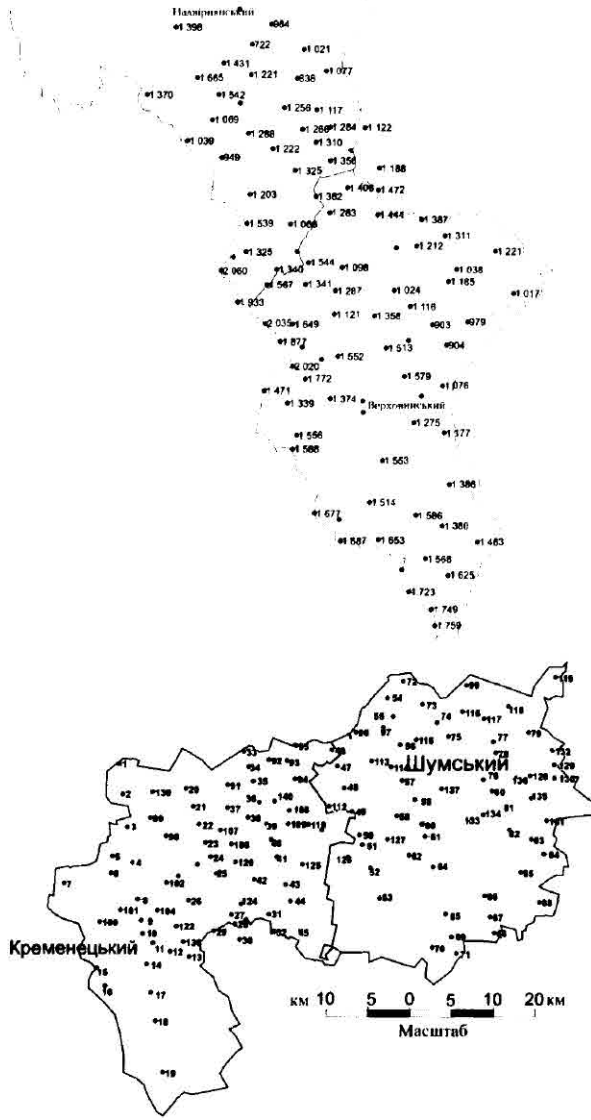


Рис. 1.4. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів на території Верховинського, Кременецького і Шумського районів



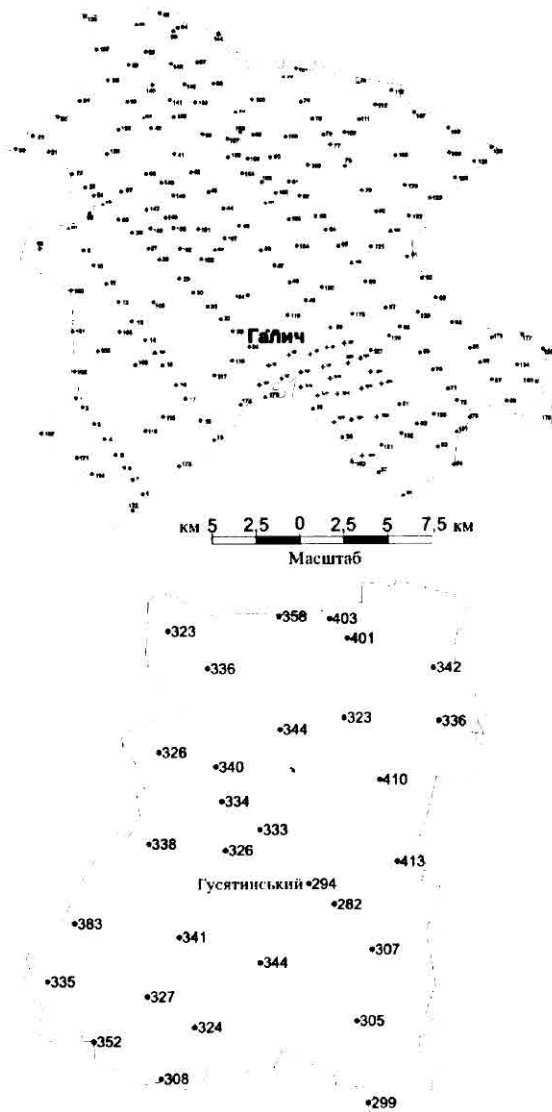


Рис. 1.5. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів на території Гусятинського і Галицького районів

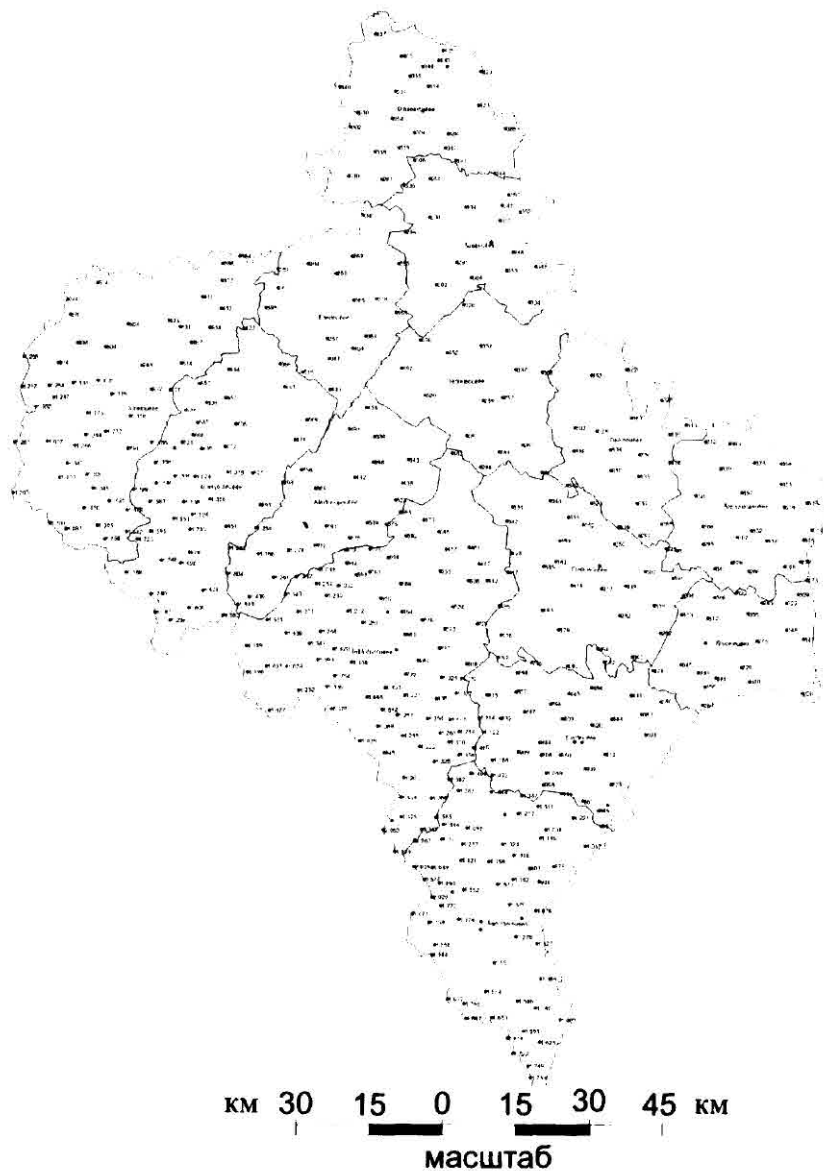


Рис. 1.6. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів на території Івано-Франківської області

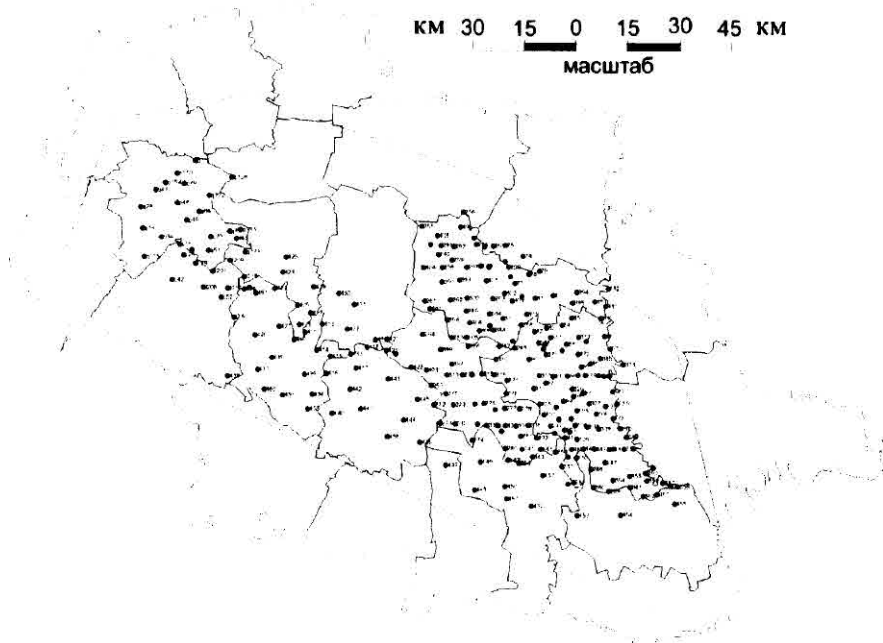


Рис. 1.7. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів на території Дністровського каньйону

Карта фізико-географічного районування України [188] відображає поділ території на об'єктивно існуючі регіональні одиниці: зональні – пояс, зона, підзона та азональні – країна, край, область, район, що виділяються за ландшафтно-генетичним принципом. Україна розташована в межах трьох фізико-географічних країн: Східноєвропейської рівнини, Карпат і Криму. Виділяються чотири фізико-географічні зони: мішаних лісів, широколистяних лісів, лісостепова і степова. Зони відрізняються між собою відповідними типами ландшафтів і поділяються на краї, які виділяються за геолого-геоморфологічною будовою і кліматичними особливостями (зростанням континентальності у східному напрямку). Краї поділяються на області, кожна з яких відрізняється структурою видів ландшафтів. Нижчою регіональною одиницею є фізико-географічний район, який має однорідні ландшафтні місцевості та різну інтенсивність сучасних екзогеодинамічних процесів.

Всього на території України О.М.Маринич, В.М.Пашенко, О.М.Петренко і П.Г. Шищенко [188] виділили 3 країни, 4 зони, 14 країв, 57 областей і 278 районів.

Карта геоморфологічного районування України розроблена В.П. Палієнко, М.Є. Барщевським, С.Ю. Бортником, Е.Т. Палієнком, Б.О. Вахрушевим, Я.С. Кравчуком, Р.М. Гнатиюком і Ю.М. Зіньком [246] з врахуванням попередніх досліджень. Автори вказують, що „зміст пропонованої карти геоморфологічного районування відображає поділ території на таксономічні одиниці різного рангу за особливостями рельєфу, зумовленими наявністю морфологічних, генетичних, морфоструктурних, морфоскульптурних та вікових відмінностей; здійснюється він з урахуванням просторових відмінностей рельєфоутворювальних ендегенних і екзогенних процесів та рельєфу” [246, с. 4]. На карті виділені: три геоморфологічні країни – Східно-Європейська полігенна рівнина, Карпатська та Кримсько-Кавказька геоморфологічні країни; дві геоморфологічні провінції – Східні (Українські) Карпати (як частина Карпатської геоморфологічної країни), Гірський Крим (як частина Кримсько-Кавказької геоморфологічної країни); тринадцять геоморфологічних областей (8 у рівнинній і 5 у гірській частинах України); 36 геоморфологічних підобластей і 158 геоморфологічних районів.

Уточнене ландшафтне районування території України опубліковане в підручнику О.М. Маринича і П.Г.Шищенка „Фізична географія України” [189]. Виділяється 132 ландшафти: рівнинні – мішанолісові, широколистянолісові, лісостепові і степові, а також гірські. Ми винесли свої *ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) полігони* (рис. 1.1) на карти фізико-географічного, геоморфологічного і ландшафтного районування, для того щоб при розробці ієрархії систем структурної організації територій врахувати зв'язок виділених нами *ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) структур* з відповідними фізико-географічними, геоморфологічними і ландшафтними таксонами. Для цього використані також карта фізико-географічного районування Західного регіону України, виконаного О.Б.Загальською [129] з врахуванням даних К.І. Геренчука, М.М. Койнова, П.М.Цися [85, 129], ландшафтна карта Карпатського регіону А.В.Мельника [193,

194], ландшафтна карта Львівської області Б.П.Мухи [240] та інші матеріали (рис. 6.9 – 6.13).

Для усіх перерахованих вище карт районування природних особливостей Карпатського регіону і Західного Поділля характерне комплексне використання геолого-геоморфологічних, фізико-географічних, структурних, кліматичних, ґрунтово-рослинних ознак, які дозволили виокремлювати ті чи інші таксони в індивідуальному прояві без порушення структурно-генетичних і морфологічних зв'язків в цілому по регіонах і всій території України.

Такий же принцип ми пропонуємо нижче і для ландшафтно-геохімічного районування на регіональному, локальному та об'єктовому ієрархічних рівнях.

Вперше таке районування на національному рівні було здійснено Л.Л. Малишевою, П.Г. Шищенком і В.Г. Потапенком [179], яке вони назвали геоекологічним, в 1995 р., а більш детально обґрунтовано Л.Л. Малишевою [181] у 2000 р. Для виділення геоекологічних районів, регіонів і округів (рис. 1.8) Л.Л.Малишева [182] пропонує враховувати природно-економічну спеціалізацію регіонів, а саме: „... зонально-провінційні відмінності фізико-географічних умов; панівні ландшафтно-геохімічні особливості; антропогенну перетвореність ландшафтів (за відсотковим співвідношенням розораних земель, земель сільськогосподарського призначення, земель, безпосередньо залучених до технологічних виробничих циклів); забруднення природного середовища (за внесенням добрив, використанням хімічних засобів захисту рослин, забрудненням поверхневих вод стічними водами, а приземного шару атмосфери – викидами промислових підприємств); захворюваність населення (загальну і онкологічну) та смертність (загальну та від хвороб систем кровообігу); адміністративний устрій України” [182, с. 429].

На таких засадах Л.Л.Малишева виділила 4 геоекологічні округи, 16 геоекологічних регіонів і 56 геоекологічних районів (рис. 1.8). Під геоекологічним районом автор розуміє територіальну систему найменшого ієрархічного рангу, відносно однорідного за всіма визначеними геоекологічними параметрами.

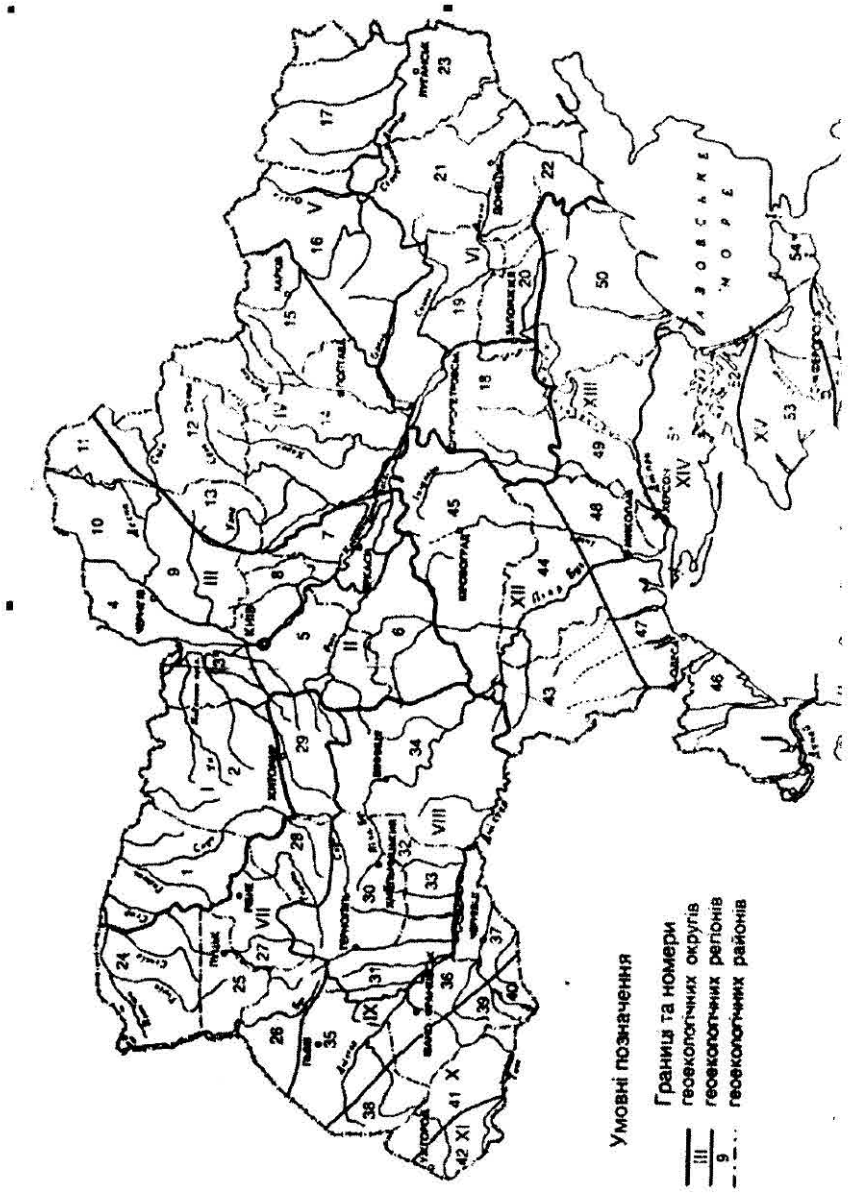


Рис. 1.8. Схема геосекологічного районування України на національному рівні (за П.Г. Шищенко, Л.Л. Малишева, В.Г. Потапенко, 1994) [179] Масштаб 1 : 1 600 000

## Легенда до карти геоекологічного районування України (рис.1.8)

### Центральний геоекологічний округ

#### I. ПІВНІЧНИЙ

1. Волинський
2. Новоград-Волинський
3. Прип'ятський
4. Чернігівський

#### II. ЦЕНТРАЛЬНИЙ

5. Київський
6. Уманський

#### III. ЛІВОБЕРЕЖНО-ДНІПРОВСЬКИЙ

7. Золотоніський
8. Переяслав-Хмельницький
9. Прилуцький
10. Новгород-Сіверський
11. Деснянський

### Східний геоекологічний округ

#### IV. ПІВНІЧНО-СХІДНИЙ

12. Сумський
13. Остерський
14. Полтавський
15. Харківський

#### V. СХІДНИЙ

16. Оскольський
17. Сіверсько-Донецький

#### VI. ДОНЕЦЬКО-ПРИДНІПРОВСЬКИЙ

18. Дніпровський
19. Самарянський
20. Гуляй пільський
21. Донецький
22. Маріупольський
23. Луганський

### Західний геоекологічний округ

#### VII. ПІВНІЧНО-ЗАХІДНИЙ

24. Західно-Волинський
25. Луцький
26. Галицький
27. Рівненський
28. Шепетівський
29. Житомирський

#### VIII. ПОДІЛЬСЬКИЙ

30. Опольський
31. Тернопільський
32. Хмельницький
33. Кам'янець-Подільський
34. Вінницький

#### IX. ПРИКАРПАТСЬКИЙ

35. Львівський
36. Івано-Франківський
37. Буковинський

#### X. КАРПАТСЬКИЙ

38. Бескидський
39. Горганський
40. Полонинський
41. Черемоський

#### XI. ЗАКАРПАТСЬКИЙ

42. Мукачівський

### Південний геоекологічний округ

#### XII. БУГСЬКО-ДНІПРОВСЬКИЙ

43. Балтський
44. Південно-Бузький
45. Інгулецький

#### XIII. ПРИМОРСЬКИЙ

46. Добруджинський
47. Одеський
48. Миколаївський
49. Каховський
50. Мелітопольський

#### XIV. ПРИСИВАСЬКИЙ

51. Приморський
52. Сиваський

#### XV. КРИМСЬКИЙ ЦЕНТРАЛЬНИЙ

53. Сімферопольський
54. Керченський

#### XVI. КРИМСЬКИЙ ПІВДЕННИЙ

55. Кримський гірський
56. Південний берег Криму

Геоекологічний регіон – це територіальна геоекологічна система більш високого ієрархічного рівня, яка об'єднує геоекологічні райони на основі спільноти видів природокористування, ступеня антропогенного навантаження та сучасного стану природного середовища. При цьому Л.Л.Малишева [179] враховує також хімічне та радіаційне забруднення ландшафтів.

Геоекологічні регіони об'єднані в геоекологічні округи, що виділяються за переважанням певних екологічних проблем (обумовлених, наприклад, транскордонними переносами поллютантів), характерними видами антропогенного навантаження, основними фізико-географічними характеристиками та сучасним станом природного середовища. В.М. Гуцуляк [112] у 2002 р. виділив в межах Чернівецької області 23 ландшафтно-геохімічні райони. Ю.А. Олішевська [244] у 2005 р. виконала районування України на національному рівні на засадах геоекологічного потенціалу з виділенням 11 регіонів і 76 районів. К.Й. Кілінська [153] у 2007 р. на основі природно-господарського різноманіття поділила Карпатсько-Подільський регіон на кілька підрозділів.

Л.Л.Малишева вважала, що за схемою геоекологічного районування України (рис. 1.8) визначені не тільки регіональні відмінності екологічного стану території, а й проаналізовано регіональні геоекологічні проблеми й проблеми природокористування [182].

Ми розробили систему ландшафтно-геохімічного районування територій на регіональному, локальному та об'єктовому ієрархічних рівнях, яке ґрунтується на 1 441 точці відбору проб (рис. 1.1 - 1.7), що є вирішенням нової важливої *наукової задачі* – теоретичного обґрунтування та практичного втілення принципів і методів ландшафтно-геохімічного районування територій. Крім того, у розділі 6 ми розробили типізацію та класифікацію виділених структур ландшафтно-геохімічного (геоекологічного) районування, тобто виділили їх **геоекотипи** (на кшталт тектонотипів у тектоніці – синеклізи, антеклізи, серединні масиви, передгірські прогини і т. д., або стратотипів у стратиграфії – типових розрізів геологічних світ).



## 1.2 Ландшафтно-геохімічні карти – моделі сучасної природно-техногенної ситуації територій

Для вирішення головного завдання запропонованого дослідження – розробки концептуально-теоретичних основ і практичного втілення процедури ландшафтно-геохімічного районування території об'єктового, локального і регіонального ієрархічних рівнів необхідно, перш за все, мати відповідні карти, адже тільки на картах можна виконувати районування. А ландшафтно-геохімічні карти – це картографічні моделі сучасної природно-техногенної ситуації тої чи іншої території. Тобто, визначивши оцінку сучасної ситуації, ми отримаємо її ландшафтно-геохімічну карту і на ній виконаємо ландшафтно-геохімічне районування територій.

Розглянемо термінлогічні визначення.

*Ландшафтно-геохімічна (екологічна) карта* – відображає сучасний стан усіх компонентів довкілля (геологічного середовища, геофізичних полів, рельєфу, гідросфери, атмосферного повітря, ґрунтового покриву, рослинності, тваринного світу, техногенного навантаження) та стану ландшафтів загалом. Оцінка стану кожного компонента довкілля виконується окремо, а потім усе це інтегрується на одній карті (Адаменко, Рудько, Консевич, 2003) [8].

*Ландшафтно-геохімічне картографування* – розділ географії, завданням якого є відображення на картах різного масштабу сучасної ситуації: рівня забруднення атмосфери і води, ерозії ґрунтів, пасовищної дигресії, розміщення рекреаційних і особливо охоронних природних територій тощо (Прохоров, 2005).

Аналіз методів геоекологічного (ландшафтно-геохімічного) картування [8] показує, що за останні два-три десятиріччя з'явилась велика кількість екологічних (ландшафтно-геохімічних) карт – загальних, галузевих, поелементних, покомпонентних і т.д., приклади яких можемо знайти у працях В.А. Барановського [46], Л.Г. Руденка [99], В.М. Гуцуляка [110-112], І.М. Волошина [72], О.М. Адаменка [20], Г.І. Рудька [272], І.П. Ковальчука [161], Л.В. Міщенко [220], Ю.А. Олішевської [244], К.Й. Кілінської [153] і багатьох інших авторів. Найбільш повним зібранням є «Національний атлас України» [243] і «Екологічна енциклопедія

України» [128]. Із аналізу цих матеріалів бачимо, що велике різноманіття карт можна віднести до кількох різновидів.

Екологічні (ландшафтно-геохімічні) карти, як пише Л.Г. Руденко [128, т. 2. – С. 162 – 163], „...відображають певні природні властивості компонентів природи або ландшафтів у цілому та наслідки взаємодії соціально-економічних і природних систем, характеризують їх екологічний (ландшафтно-геохімічний) стан і у зв'язку з цим – якість умов існування живих організмів і людини”. Л.Г. Руденко виділяє чотири основні різновиди (типи) екологічних карт:

1. Інвентаризаційні – характеризують наявність техногенних об'єктів, порушуючих природний стан ландшафтів (викиди, скиди, відходи та їх розміщення по території) та природоохоронну діяльність людини (заходи зі стабілізації стану довкілля, екологічні збори та витрати, організація екологічного моніторингу тощо).

2. Оцінювальні – показують ступінь впливу техногенних об'єктів на геоекосистеми та погіршення умов життя шляхом порівняння екостану з екологічними стандартами або з використанням спеціальних методик оцінювання.

3. Прогнозні – дають уявлення про можливі наступні зміни ландшафтів та стану здоров'я населення, в тому числі і від наслідків Чорнобильської катастрофи.

4. Рекомендаційні – відображають просторове розміщення заходів щодо запобігання погіршення стану довкілля, збереження природних ландшафтів та їх можливого використання для рекреації, туризму, оздоровлення тощо.

Перші три різновиди карт, за даними Л.Г. Руденка [128], можуть об'єднуватись у комплексні або синтетичні.

Наша методика складання карт сучасної ситуації відноситься до оцінювальних карт. Вона також дає можливість отримувати необхідну інвентаризаційну, оцінювальну, прогнозну і рекомендаційну інформацію, тобто пропоновані далі наші ландшафтно-геохімічні карти є комплексними, синтетичними.

Ми складаємо їх за власною спеціальною методикою (див. розділ 2). Усе різноманіття таких карт можна звести до кількох їх типів: поелементні, покомпонентні (галузеві), техногенного навантаження, розповсюдження небезпечних техногенних об'єктів, сучасної ситуації.

*Поелементні ландшафтно-геохімічні карти* показують розповсюдження того чи іншого токсичного елементу-забруднювача на певній території в межах того чи іншого компонента ландшафту (рис. 2.12, 2.13, 2.19).

*Покомпонентні ландшафтно-геохімічні карти* ілюструють стан забруднення усіма виявленими токсичними елементами того чи іншого компонента ландшафту – ґрунтового чи рослинного покривів, ґрунтових чи поверхневих вод, атмосферного повітря та ін. (рис. 2.14 - 2.16, 2.19).

*Ландшафтно-геохімічні карти розповсюдження небезпечних техногенних об'єктів* відображають тільки одну – техногенну – складову сучасної ситуації без її природничої основи. Прикладом таких карт є Екологічні карти Рівненської, Сумської, Полтавської, Київської, Херсонської областей масштабу 1:200 000, які опубліковані Державним науково-виробничим центром „Природа” Національного космічного агентства України. Називати їх „Екологічними” не зовсім правильно, бо на них зображені техногенні об'єкти – нафтогазопроводи, залізниці, ТЕС, АЕС та ін. на фоні адміністративно-територіальних одиниць – районів, без характеристики природної складової екосистем.

*Кarti техногенного навантаження* показують лише техногенну складову, тобто рівень забруднення певної території (області, району) викидами забруднювальних речовин у повітря, скидами у водне середовище або розміщення побутових і промислових відходів. Такі карти складаються за даними статистичних звітів, і показують кількість викидів чи скидів промисловими підприємствами області або району і „прив'язують” їх до одної точки на карті. За таким принципом складена більшість карт, що містяться у названому вище атласі [243]. Зрозуміло, що це важлива інформація, але вона відображає тільки техногенну складову сучасного стану тої чи іншої території. Адже, на наш погляд, обсяги викидів у повітря, які „осіли” на ґрунт, ще не можуть свідчити про вміст забруднювальних речовин у цьому компоненті. Ландшафтно-геохімічний стан ґрунтів звичайно залежить від обсягів і складу викидів, але скільки і чого містить у собі цей компонент ми можемо знати тільки після аналізу проб ґрунтів, відібраних на відповідній мережі спостережень.



















*Ландшафтно-геохімічні карти сучасної природно-техногенної ситуації.* Усі попередні типи карт містять лише окремі елементи ландшафтно-геохімічних карт – розповсюдження того чи іншого забруднювача по території; забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності; розміщення небезпечних техногенних об'єктів і т. ін. Усе це потрібно для складання ландшафтно-геохімічної карти сучасної ситуації, але остання повинна давати всебічну оцінку ландшафтів – від їх природного стану до тих змін, які виникли при техногенному навантаженні.

Тому ми пропонуємо називати „Ландшафтно-геохімічними” тільки ті карти, які відображають інтегрований стан сучасної ситуації на досліджуваній території. Тобто *ландшафтно-геохімічна карта – це модель сучасної природно-техногенної ситуації.* На ній необхідно виділяти не тільки техногенні об'єкти, що спричиняють забруднення, а й сучасні стани ландшафтних таксонів.

Виходячи з цього, ми пропонуємо методику [233-236] складання ландшафтно-геохімічних карт, яка відображає оцінку сучасних стану і ситуації. Досліджувана територія у залежності від масштабу оцінки сучасної ситуації „покривається” мережею ландшафтно-геохімічних полігонів, де відбираються проби ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності для аналізу на вміст забруднювачів. Репрезентативність проб залежить від площі виділів ґрунтів та інших компонентів (рис.1.9). Результати аналізів у вигляді баз даних обробляються з використанням ГІС-технологій, а отримані таким способом поелементні і покомпонентні ландшафтно-геохімічні карти інтегруються в *Ландшафтно-геохімічну карту природно-техногенної сучасної ситуації.* Тільки така карта може характеризувати весь комплекс особливостей сучасної ситуації, сучасних станів та ландшафтно-геохімічного районування для розробки *систем природно-техногенної (екологічної) безпеки території.*

*Ландшафтно-техногеохімічна карта – це різновид геохімічних карт, яка показує просторове розповсюдження на досліджуваній території надлишків хімічних елементів в тому чи іншому середовищі (ґрунті, воді, рослинності, повітрі*

## Умовні позначення

	10а - деревні ґлеводи; механічний ґлевод; ґрунтоутворюючі середньосуглинкові; ґрунтоутворюючі породи сучасної алювії
	11а - деревні ґлеводи; механічний ґлевод; ґрунтоутворюючі вакоосулинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	11б - дерновий опідзолені; механічний ґлевод; середньосуглинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	12а - деревні опідзолені ґлеводи; механічний ґлевод; крупночлупуваато-середньосуглинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	13а - деревні ґлебові опідзолені ґлеводи; механічний ґлевод; крупночлупуваато-середньосуглинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	14а - деревні ґлебові опідзолені ґлеводи; механічний ґлевод; крупночлупуваато-вакоосулинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	15а - деревні ґлебові опідзолені ґлеводи; механічний ґлевод; крупночлупуваато-вакоосулинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	16а - сучасні руслові відкладі; механічний ґлевод; сільнокам'янисті; ґрунтоутворюючі породи сучасної алювії
	17а - розмиті ґрунти та вакоди порід в поєднанні з лучноболотними до 10%; механічний ґлевод; крупночлупуваато-середньосуглинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	1а - дерново-середньопідзолисті поверхнево-ґлеводи; механічний ґлевод; крупночлупуваато-середньосуглинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	2а - дерново-середньопідзолисті ґлеводи слабозмиті; механічний ґлевод; крупночлупуваато-середньосуглинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	3а - підзолисто-дернові поверхнево-ґлеводи; механічний ґлевод; крупночлупуваато-вакоосулинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	4а - підзолисто-дернові поверхнево-ґлеводи; механічний ґлевод; крупночлупуваато-вакоосулинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	5а - лучні опідзолені; механічний ґлевод; крупночлупуваато-вакоосулинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	6а - мулувато-болотні; механічний ґлевод; крупночлупуваато-вакоосулинкові; ґрунтоутворюючі породи давньої алювії
	7а - деревні слабоборознені сільнокам'янисті; механічний ґлевод; суцільні; ґрунтоутворюючі породи сучасної алювії
	8а - дернові неглибокі слабозмиті; механічний ґлевод; піщано-легкосуглинкові; ґрунтоутворюючі породи сучасної алювії
	9а - дернові слабозмиті ґлеводи з плямами середньосуглинкові (10-30%); механічний ґлевод; крупночлупуваато-суглинкові; ґрунтоутворюючі породи сучасної алювії

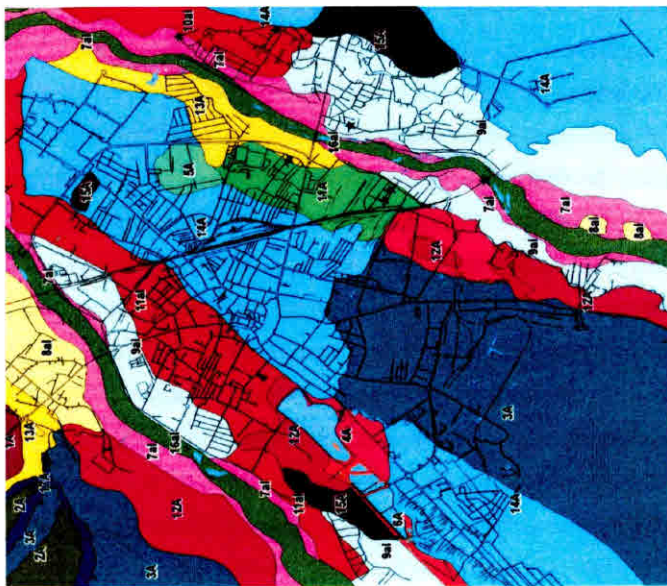


Рис. 1.9. Карта ґрунтових виділів м. Івано-Франківська

тощо), які після того як стають „надлишками” „виходять” із природного геохімічного фону і стають техногенними. Отже при побудові ландшафтно-техногеохімічних карт обов’язково враховувались природні ландшафтно-геохімічні системи, які склались на території під впливом природних процесів, до антропогенного втручання. Для цього використане ландшафтно-геохімічне районування території України в Національному атласі [243].

Природне ландшафтно-геохімічне районування досліджуваної території визначає природну специфіку диференціації факторів міграції елементів у природних комплексах. Це необхідно для оцінки природної складової стану ландшафтів, організації моніторингу довкілля, пошуків родовищ корисних копалин, при медико-екологічних дослідженнях. Основними таксономічними одиницями на ландшафтно-геохімічних картах [243] є класи, типи, роди та види ландшафтно-геохімічних систем (ЛГС), утворення яких пов’язано з природним станом ландшафтів та міграцією хімічних елементів (рис. 2.10).

Клас ЛГС визначається за типоморфними елементами, які в цій системі мають високі кларки, найбільшу міграційну здатність та накопичувальні властивості [243, с. 220]. Тип ЛГС залежить від певного набору макро- і мікроелементів, кларк концентрації яких перевищує 1, тобто таких елементів, які утворюють геохімічний фон, яких найбільше у ландшафті. Рід визначається за вмістом гумусу та реакцією ґрунтів – факторами міграції. Останні визначають сорбційні властивості й водопроникність і є основою для виділення видів ЛГС. Поєднання ЛГС відображають просторову строкатість ландшафтно-геохімічної структури території [243].

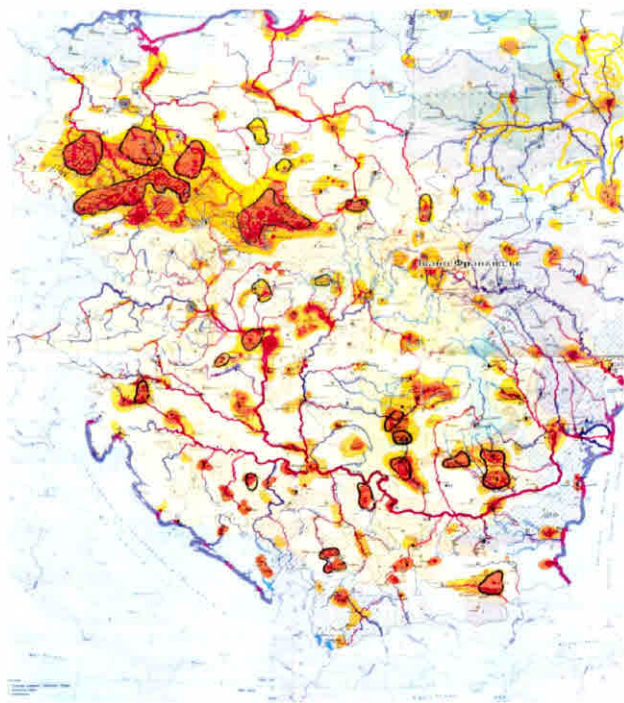
В умовах перезволоження формуються ЛГС кислого (зумовленого йонами Н) класу. З процесами оглеєння, заболочування, низинного рельєфу формуються ЛГС кислого глейового класу, а при помірному кліматі – кислого кальцієвого класу. ЛГС кальцієвого класу поширені на лесових рівнинах лісостепової зони, які з просуванням на південь змінюються на ЛГС кальцій-магнієвого класу. З процесами засолення пов’язані ЛГС кальцій-натрієвого класу.

На досліджуваній території Карпатського регіону і Західного Поділля розвинуті ЛГС кислого глейового класу, а на території Західного Поділля, на лесових високих рівнинах – ЛГС кальцієвого класу [243] (рис. 2.10).

На запропонованих нами ландшафтно-техногеохімічних картах та картах сучасної ситуації виділені техногеохімічні поля (вище фону), що перетворюються із середовищеутворюючих у техногенні ландшафтно-техногеохімічні карти, які визначають надфоновий вміст елементів, що вираховується із поелементних і покомпонентних ландшафтно-геохімічних карт.

Отже, однією із задач запропонованого дослідження повинен бути подальший розвиток теоретико-методологічних основ і практичних методів побудови ландшафтно-геохімічних карт сучасної природно-техногенної ситуації, які іноді називають екологічними картами. Зміст таких карт поки що не має однозначного тлумачення. Ландшафтно-геохімічні та ландшафтно-техногеохімічні карти – це моделі оцінки різного масштабу Карпатського регіону та його областей, районів і міст – почали складати О.М. Адаменко зі співавторами [24-32] з 1989 р., коли був створений Карпатський інженерно-екологічний центр (КІЕЦ) і коли розпочались дослідження для створення систем моніторингу довкілля, ґрунтуючись на „Карті екологічних проблем і раціонального природокористування”, яка видана в м. Відні Інститутом дослідження Східної та Південно-Східної Європи за редакцією доктора Пітера Йордана (рис.1.10).

Для території м. Івано-Франківська складено більше 30 еколого-географічних карт в масштабі 1:10 000, які характеризують сучасний стан різних компонентів геосистеми. Роботи фінансувались у 1989-1990рр. за рахунок дольової участі промислових підприємств, згідно рішення облвиконкому. У 1991р. дослідження проводились паралельно з екологічною паспортизацією підприємств за рахунок прямих договорів їх з КІЕЦ, а у 1992-1993рр. невеликий об'єм фінансування КІЕЦ отримав за рахунок бюджету м. Івано-Франківська. Пізніше, у 2001- 2002рр. детальні дослідження міста виконані за рахунок гранту Світового банку [17].



М 1:3 000 000

Рис. 1.10. Карта екологічних проблем і раціонального природокористування Центральної та Східної Європи [31]

Були проведені також дослідження сучасного стану геосистем на території Долинського, Рожнятівського, Надвірнянського, Снятинського, Галицького, Тисменицького, Богородчанського і Верховинського районів в масштабі 1:50 000 за рахунок їх бюджетів та обласного фонду охорони навколишнього середовища. На жаль, інші адміністративні райони та Івано-Франківська область в цілому, а також міста Калуш, Надвірна, Коломия ще не знайшли можливості розпочати ландшафтно-геохімічні дослідження для створення систем міського (масштабу 1:10 000), районного (1:50 000) і обласного (1:200 000) моніторингу довкілля (рис. 1.1 – 1.7, 1.11).



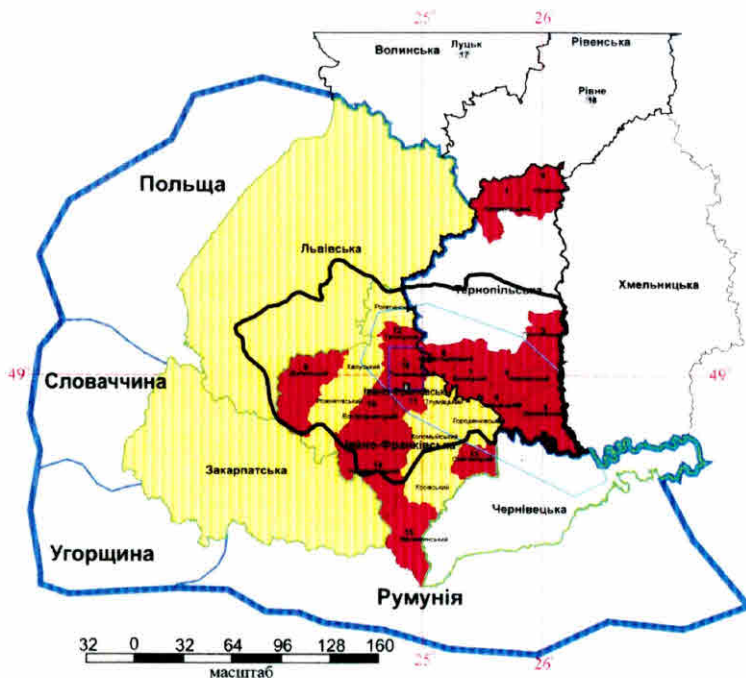


Рис. 1.11. Картограма ландшафтно-геохімічної вивченості (особистий внесок автора)

Нами розпочаті також роботи по створенню природничої основи карт сучасного стану для організації моніторингу довкілля рекреаційної зони Українських Карпат в масштабі 1:500 000. Ці роботи фінансувались Міністерством освіти і науки України з державного бюджету.

Ми вважаємо за необхідне розглянути розроблену нами методику і програму ландшафтно-геохімічних досліджень на державному рівні з метою визначення принципів організації єдиної системи моніторингу довкілля для України, регіонів, областей, районів і міст.

## Умовні позначення до рис.1.11

### Геоінформаційні комп'ютеризовані системи природно-техногенної територіальної (екологічної) безпеки (КСЕБ)

#### Міждержавні



Карпатського Єврорегіону (Д.О. Зорін, 2003-2005)

#### Національні



Карпатського регіону України (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, О.В. Побігун та ін., 1989-2003)



Дністровської долининної екосистеми (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін та ін., 1999-2003)

#### Адміністративних областей



Львівської (Г.І. Рудько, 2001-2006)  
Закарпатської (Л.В. Міщенко, М.Г. Грицюк та ін, 2001-2007)  
Івано-Франківської (О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко, М.М. Приходько та ін., 1989-2006)

#### Адміністративних районів



- 1 Кременецького (Л.В. Міщенко, І.В. Триснюк, 2005-2009)
- 2 Шумського (Л.В. Міщенко, І.В. Триснюк, 2005-2009)
- 3 Гусятинського (Л.В. Міщенко, В.М. Триснюк, 2001-2004)
- 4 Чортківського (Л.В. Міщенко, Л.Я. Вітко, 2003-2009)
- 5 Борщівського (Л.В. Міщенко, Л.Я. Вітко, 2003-2009)
- 6 Монастирського в межах Дністровського каньйону (Д.О. Зорін, 2005-2008)
- 7 Бучацького в межах Дністровського каньйону (Д.О. Зорін, 2005-2008)
- 8 Заліщицького в межах Дністровського каньйону (Д.О. Зорін, 2005-2008)
- 9 Долинського (Я.С. Коробейнікова, 1991-2003)
- 10 Богородчанського (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна, Д.О. Зорін, 2004-2006)
- 11 Тисменицького (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна, Д.О. Зорін, 2004-2006)
- 12 Галицького (Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна, Д.О. Зорін, 2004-2006)
- 13 Снятинського (Л.В. Міщенко, 1998-2003)
- 14 Надвірнянського в межах нафтогазовидобувного району (Л.В. Міщенко, В.С. Скрипник, 2002-2006)
- 15 Верховинського (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, М.М. Приходько, Т.М. Лаврук, І.А. Федак, А.С. Луценко, 2001-2009)

#### Промислових підприємств



16 ПАТ «Івано-Франківськцемент» (О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко, М.О. Забільська та ін., 2004-2008)

#### Міських територій



- 17 Луцьк (В.О. Фесюк, Я.О. Мольчак, І.М. Волошин та ін., 2004-2008)
- 18 Рівне (В.О. Фесюк, Я.О. Мольчак та ін., 2001-2008)
- 19 Івано-Франківськ (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, О.М. Журавель, С.М. Нейко, Н.В. Фоменко, Д.О. Зорін, та ін., 2001-2004)

### **1.3 Місце оцінки сучасної ландшафтної-геохімічної ситуації у системі природно-техногенної територіальної безпеки**

*Територіальна (природно-техногенна, екологічна) безпека* – це нова галузь природоохоронної діяльності, нова спеціалізація в межах вузівської спеціальності – екологія, охорона навколишнього середовища і збалансоване природокористування та нова дисципліна для підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів з географії та екології.

Згідно паспорта спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека – це «визначення і обґрунтування ступеню відповідності наявних або прогнозованих екологічних умов міжнародним стандартам якості довкілля, завданням збереження здоров'я людини, забезпечення сталого соціально-економічного розвитку та потенціалу держави, захисту та відновлення навколишнього середовища. Екологічна безпека поєднує природну та техногенну складові і повинна забезпечити гармонійний розвиток системи господарство-природа-людина».

У зв'язку з цими обставинами та різним змістом, який вкладають у термін «екологічна безпека» різні дослідники, О.М. Адаменко [5, 17, 30] вважав за необхідне запропонувати своє бачення структури екологічної безпеки, яка не повинна бути аморфною, невизначеною у кожного автора своєю. Вона повинна складатися з відомих усім екологам-науковцям і практикам-природоохоронцям процедур, які законодавчо прийняті у нас і за кордоном, що дозволяють контролювати, слідкувати за змінами, прогнозувати, а значить і керувати станом довкілля. При цьому екологічна безпека повинна охоплювати не тільки технічні об'єкти, а й території. О.М. Адаменко запропонував структуру екологічної безпеки із 5 блоків [31]. Ми доповнили її ще кількома блоками і в цьому також полягає наукова новизна.

Будь-яка геосистема, незалежно від її ієрархії і розміру, – континент, океан, гірська країна, рівнина, річкова долина, гора чи горб, лісовий масив, озеро або навіть краплина дощу, що тільки падає з неба на землю, складається з того чи іншого набору компонентів неживої природи (абіоти, або екотопу).

В епоху науково-технічного прогресу техносфера активно впливає на усі компоненти геосистеми (рис.1.12).

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА  
ПІДПРИЄМСТВ  
НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ**

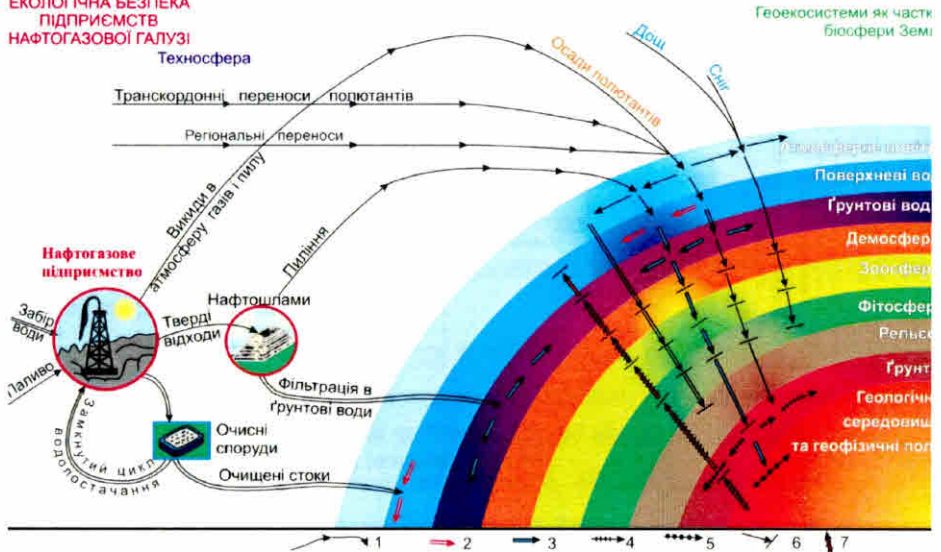


Рис 1.12. Модель техногенного впливу на довкілля від об'єктів нафтогазової галузі

Таким чином, відбувається ефект сумачії на 10 компонентів геосистеми від впливу: об'єктів нафтогазової галузі + транскордонні переноси + вплив інших підприємств + транспортні перевезення. *Ефект сумачії* – додавання малих доз різних шкідливих речовин, які самі по собі (окремо взяті) не становлять загрози, але у поєднанні створюють значну небезпеку.

Для того, щоб оцінити динаміку цього техногенного пресу та запобігти небажаним змінам природних та природно-антропогенних геосистем необхідно наукове обґрунтування, тобто створення *комп'ютеризованої системи природно-техногенної територіальної (екологічної) безпеки (КСЕБ)* з використанням ГІС – технологій.

Розглянемо основні компоненти КСЕБ – геосфери, біотосферу й соціосферу (рис. 1.13 – 1.14).

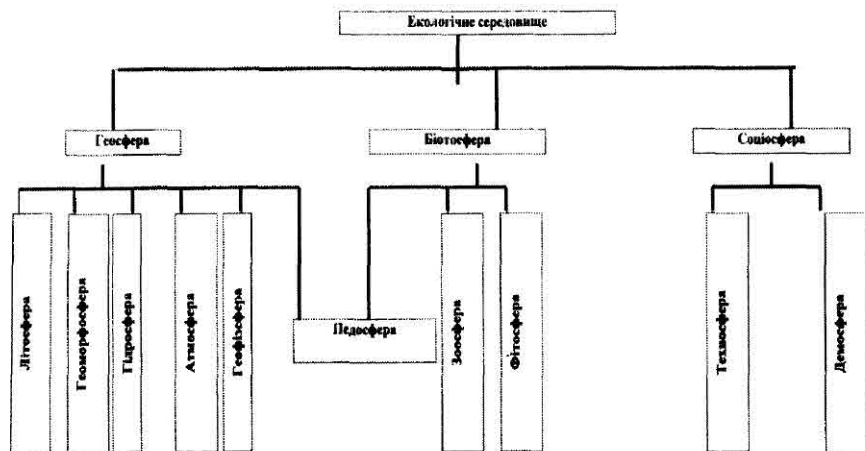


Рис.1.13. Структура біосфери Землі та її складових – геосистем (Я.О. Адаменко) [33]

Компоненти довкілля Ієрархчні рівні екосистем	Параметри в базис даних										
	1 – літосфера лг	2 – педосфера пф	3 – геоморфосфера гм	4 – гідросфера гд	5 – атмосфера ат	6 – літосфера лд	7 – фітосфера фг	8 – зоосфера зж	9 – Демосфера дд	10 – техносфера тл	Всього
I – Біосфера Землі	70	100	60	120	150	130	100	100	60	200	1190
II – континент	60	100	60	110	140	120	80	80	50	200	1000
III – регіон	60	80	50	100	130	100	80	80	50	190	820
IV – держава	60	80	50	100	120	100	80	80	50	190	910
V – область, штат, земля	60	60	50	90	110	80	60	60	40	180	790
VI – район, округ	50	40	40	80	100	60	40	40	40	170	560
VII – населений пункт	40	30	30	70	90	40	20	20	40	160	540
VII – підприємство	30	20	20	60	80	20	10	10	10	150	410
Всього	430	510	360	830	920	650	470	470	340	1440	4220

Рис.1.14. Ієрархчні рівні геосистем та структура банку даних

*Геосфери* (абіотичні компоненти) складаються із літосфери, геофізичних сфер, геоморфосфери, гідро- й атмосфери. *Біотосфера* – це рослинний покрив Землі (фітосфера) і тваринний світ (зоосфера). *Абіоту й біоту* поєднує *педосфера* – ґрунтовий покрив, що займає проміжне положення між неживою та живою природою. Ми навмисне (для зручності термінології) звузили поняття біосфери, під якою, після В.І. Вернадського, розуміють усю *географічну оболонку Землі* з її біотичними й абіотичними компонентами в межах поля діяльності людей. Щоб уникнути непорозумінь, біосферу в нашому випадку краще називати *біотосферою*. *Соціосфера* складається з *демосфери* – спільності всіх людей Землі – та *техносфери* – продуктів діяльності людей.

*Літосфера* з точки зору геолога й еколога – це різні речі. В геології під літосферою розуміють тверду (кам'яну) оболонку Землі, яка охоплює земну кору і верхню частину верхньої мантії до астеносфери, тобто від поверхні Землі до глибини 15-20 км під рифтовими зонами і до 300-400 км під щитами давніх платформ. В екології літосфера – це вплив геологічної основи, літогенного субстрату на діяльність людей і навпаки – це інженерно-геологічні умови будівництва; це охорона надр, раціональне використання мінерально-сировинних ресурсів, розробка підземного середовища копальнями, кар'єрами, свердловинами й іншими виробками; проблема захоронення твердих, рідких, токсичних, радіоактивних та інших шкідливих відходів; вплив родовищ корисних копалин через поверхневі геохімічні аномалії на розвиток рослин і на здоров'я людей.

Деякі вчені до складу геологічного середовища, крім літосфери, включають також геофізичні поля (геофізсферу), рельєф поверхні Землі (геоморфосферу), підземну гідросферу, педосферу і ландшафти. З точки зору еколога – це різні об'єкти, тому ми розглянемо їх спершу окремо, а потім разом – як синтез природних компонентів, у результаті взаємодії яких і функціонує природне середовище.

*Геофізсфери* поєднують цілий комплекс геофізичних полів, пов'язаних із Космосом та динамікою надр Землі: гравітаційне, магнітне, теплове, електричне, сейсмічне, радіаційне, геопатогенне та ін. Ці поля впливають на здоров'я людей і є істотними факторами сучасного стану тієї чи іншої території. Динаміка змін полів,

поширеність їх впливу зменшується при віддаленні від поверхні Землі, однак деякі поля (наприклад, радіаційні пояси Землі) можуть впливати на людину і в Космосі, на відстані десятків тисяч кілометрів від Землі. Геофізсфери утворюють складну систему, яка ще майже не вивчена з позицій екології. Найскладнішим є геопатогенне поле, яке ще не визнане офіційною наукою, але від того воно не перестає існувати. Проведені в 1992 р. Російським центром біолокації дослідження геопатогенних зон міста Івано-Франківська виявили їх зв'язок із розломами земної кори (рис. 3.22).

*Геоморфосфера* охоплює тоненьку «плівку» на контакті літосфери з гідросферою та атмосферою і відповідає рельєфу земної поверхні, що вивчається геоморфологічними методами. Рельєф Землі – це дуже важливий для людини життєвий простір, це територіальний ресурс, який швидко зменшується завдяки активізації сучасних екзогенних процесів від непередбачливої, а іноді шкідливої діяльності людей. Екологія геоморфосфери – це сучасний стан поверхні Землі як територіального ресурсу, порушення її зсувами, селями, ерозією, карстовими і суфозійними просадками, гравітаційними обвалами, провалами, осипаннями та ін.

*Гідросфера* – це водні ресурси, які включають поверхневі, ґрунтові й підземні води від поверхні до глибини 10–12 км, тобто в межах геологічного середовища, куди сягає людська діяльність. Екологія гідросфери вивчає динаміку, хімічний склад, забруднення водних ресурсів, їх охорону, раціональне використання і методи очистки.

*Атмосфера* з позицій еколога має декілька аспектів: кліматична зональність та її вплив на природні умови і здоров'я людей; мікрокліматичні особливості території залежно від рельєфу та відстані від морського узбережжя; забруднення атмосферного повітря транскордонними переносами, стаціонарними джерелами і транспортом; хімізм забруднення, його динаміка залежно від природних і антропогенних факторів.

*Педосфера* – дуже істотний компонент геоекосистеми. Він впливає на фіто- й зоосфери, а також значною мірою на господарську діяльність людей. Екологія педосфери вивчає екологічний стан земельних ресурсів, деградацію ґрунтів під впливом ерозії, виносу гумусу та інших складових ґрунту, забруднення їх мінеральними добривами, пестицидами, радіонуклідами, важкими металами.

*Фітосфера*, або рослинний покрив суші Землі, є основою забезпечення життєдіяльності тваринного світу й людей. Природний рослинний світ і агрокультури значною мірою забруднені, що дуже небезпечно як для тварин, так і для людей.

*Зоосфера* – це вся та жива маса тваринного світу, що існує на суші й у водах Світового океану. Вищі тварини розміщуються на вершині трофічної піраміди, яка забезпечує людей їжею. В останні роки значно зросла кількість випадків токсикозу тварин важкими металами, пестицидами, нафтопродуктами та іншими забруднювачами. Сучасний стан зоосфери, стан здоров'я «братів наших менших» – це грізне попередження людям.

*Демосфера* об'єднує всю спільність людей на Землі з їх фізичним та психічним станами, а також захворюваннями залежно від техногенних чинників, санітарно-гігієнічного й медико-біологічного стану тої чи іншої території, віку людини, професійних умов праці. Здоров'я людини, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, залежить на 50% від соціально-економічних умов, на 20% – від сучасного стану довкілля (екології), на 20% – від генетики і на 10% – від рівня медичного обслуговування. І хоч частка екології в середньому невелика (лише 20%), у деяких районах вона вже зросла більш як наполовину і надалі теж буде зростати досить істотно. Тому екологія демосфери – це одна з найважливіших задач цієї науки. Всі інші компоненти ПАГС вивчаються з метою поліпшення екологічних умов для людини, збереження її здоров'я, забезпечення передачі нормальної генетичної інформації наступним поколінням.

*Техносфера* – це все те, що людина створила на Землі за сотні тисячоліть своєї діяльності: народногосподарський комплекс із заводами й фабриками, транспортними артеріями й водосховищами, мільйонами гектарів розораних земель і т. п. Це також мільярди тонн твердих промислових та побутових відходів; сотні мільйонів кубометрів забруднених скидів у ріки й моря, небезпечних викидів у повітря; це теплове, шумове, радіаційне та електромагнітне забруднення довкілля – словом, це все те, що створено людиною і що тепер обернулося проти неї самої,



проти її здоров'я і спадковості, проти її життя й існування як біологічного виду на Землі.

Щоб визначити сучасний стан тієї чи іншої природно-антропогенної геосистеми, зробити прогноз її подальшого розвитку, запобігти негативним наслідкам її впливу на людей, необхідно вивчити динаміку природних змін усіх вищезазначених компонентів та вплив на них антропогенних чинників. Тільки після цього можна створити ефективні системи територіальної безпеки для науково обгрунтованого, конструктивно-географічного природокористування, захисту довкілля та управління природоохоронною діяльністю.

Рівень техногенного впливу на геосистеми може бути різним – від найнезначнішого відхилення від норми до критичного і навіть катастрофічного. При цьому сама норма є досить невизначеною і, як правило, вона відповідає первинному природному стану довкілля, який був тут. Такий стан називають нульовим природним геохімічним фоном.

Метою комп'ютеризованої територіальної (природно-техногенної, екологічної) системи безпеки (КСЕБ) є створення безпечних умов життя населення і відновлення навколишнього природного середовища [31]. 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, лісгосподарської, хімічної, приладо- й машинобудівної, агропромислової чи інших галузей народного господарства або регіону в масштабі 1:500 000, до адміністративних областей в масштабі 1:200 000, адміністративних районів, рекреаційних зон, національних парків у масштабі 1:50 000, промислових вузлів, АЕС, ТЕС, нафтогазопроводів, нафтоterminalів, інших промислових об'єктів, а також території міст у масштабі 1:10 000. Основою системи є банк екологічної інформації, що складається з 10 баз, які охоплюють всі компоненти геосистеми (рис. 1.13, 1.14).

На комп'ютері моделюється сучасний стан усіх десятих компонентів природно-антропогенних геосистем, прогнозуються їхні зміни природним шляхом та під впливом техногенного навантаження. Залежно від запланованого сценарію

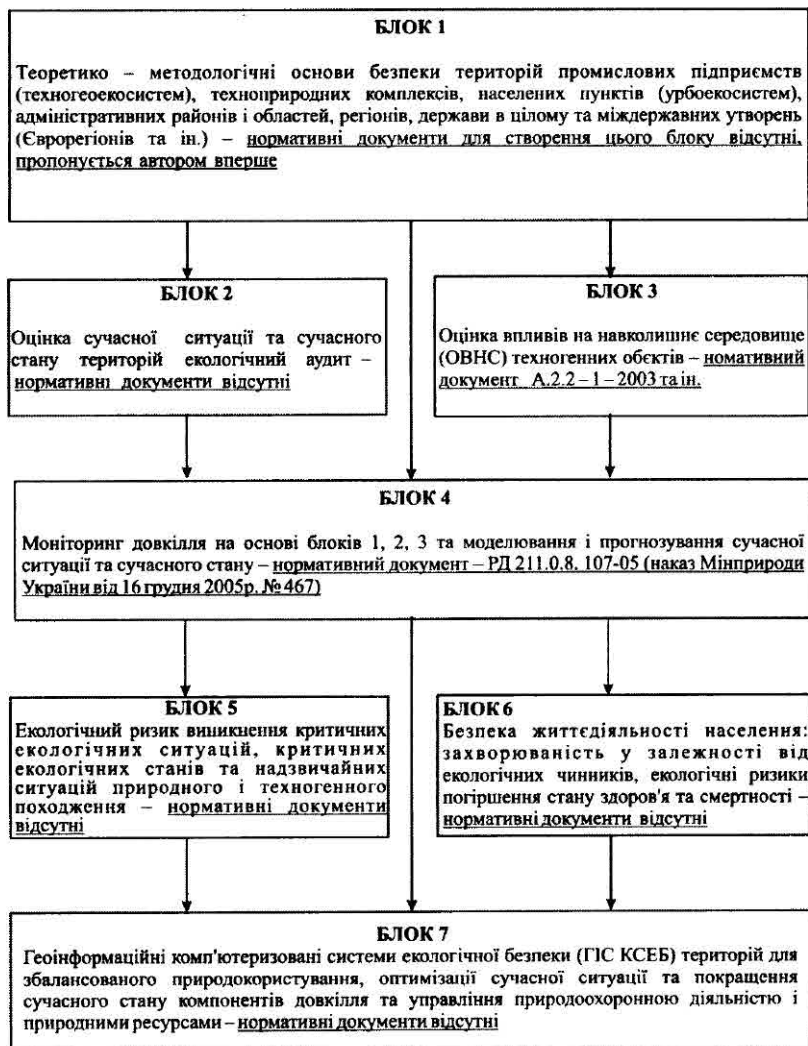
розвитку взаємодії між природою, господарством і суспільством задаються необхідні природоохоронні обмеження господарської діяльності на території, в галузі або на підприємстві. Система є новою інформаційною технологією, що дозволяє здійснювати керований контроль та автоматизоване керування безпекою території держави, регіону, галузі, області, району, міста, підприємства.

Автором вдосконалена структура КСЕБ та алгоритм побудови системи природно-техногенної територіальної безпеки, що складається із семи блоків, а саме (табл. 1.1):

1. *Теоретико – методологічні основи безпеки територій* промислових підприємств (техногеосистем), техноприродних комплексів, населених пунктів (урбосистем), адміністративних районів і областей, регіонів, держави в цілому та міждержавних утворень – нормативні документи для створення цього блоку відсутні, її концептуально-теоретичні основи пропонуються автором вперше.

2. *Оцінка сучасної ситуації та сучасного стану всіх компонентів довкілля території або екологічний (ландшафтно-геохімічний) аудит* виконується за показниками стану і структури геосистем, можливості їх до самовідновлення, характеристики природного і антропогенного впливу техногенних об'єктів на геосистему. Всі ці показники сучасного стану необхідно порівняти з нормативними. Процес оцінки сучасного стану завершується складанням цілого комплексу комп'ютерних (електронних) ландшафтно-техногеохімічних карт як по окремих компонентах довкілля і окремих елементах-забруднювачах, так і синтетичної (інтегральної) карти, на якій визначаються зони природно-техногенної небезпеки різного ступеня: нормальні, задовільні, напружені, складні, незадовільні, передкризові, критичні, катастрофічні – нормативні документи відсутні, методика пропонує автор вперше [203-205, 211, 214, 215, 218, 221, 224, 225, 231-235]. Є інші визначення (ландшафтно-геохімічного) екологічного аудиту [54]. *Аудит* – (від лат. audit – перевірка) – перевірка діяльності (функціонування) або модель спостереження за системою (Петлін, 2008, 2011) [255, 256]. А, також *аудит екологічний* (ландшафтно-геохімічний) – контроль, комплексна оцінка, моделювання та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище і

### Структура та алгоритм побудови системи територіальної природно-техногенної (екологічної) безпеки



*Аудит екологічний* – 1. Інструмент управління, який охоплює систематичну, документовану оцінку того, наскільки організаційна система управління охороною довкілля та функціонування устаткування того чи іншого виробництва відповідає екологічним вимогам і цілям. Основна мета аудиту екологічного – постійна перевірка екологічної безпеки виробництва та відповідність його екологічним нормативам і законодавству (Корсак, Плахотнік, 2004); 2. Проведення всебічної системної екологічної інвентаризації (огляду, оцінки) на кожному підприємстві, на певній території (населений пункт, адміністративний район, область, водозбір, ландшафт) для встановлення відповідності визначених видів діяльності, заходів, умов, систем управління навколишнім середовищем та інформації з цих питань критеріям, які встановлені для охорони навколишнього середовища (Приходько, Приходько – молодший, 2004) [261, 262]; 3. Аудит екологічний – це: 1) незалежна, об’єктивна, позавідомча оцінка діяльності господарських суб’єктів, а також стану навколишнього середовища відповідно до вимог діючого природоохоронного законодавства, нормативних і правових законів, регламентуючих документів у галузі охорони природи і природокористування; 2) управлінський інструмент, методологія, що ґрунтується на системному підході та за допомогою якого оцінюється і підвищується екологічна ефективність управління підприємством чи галуззю з метою збереження навколишнього природного середовища і забезпечення власної екологічної безпеки та конкурентоспроможності (Словник-довідник з агроекології, 2007).

До наведених визначень необхідно додати, що екологічний аудит повинен до усього іншого забезпечувати контроль над тим, чи збережений у залучених до певної антропогенної (техногенної) діяльності ПТС квазірівноважений (квазігармонізований) стан речовинно-енергетичних та інформаційних взаємовідносин і якщо ні, то що необхідно зробити для його відновлення.

*Аудит ландшафтний* – процес виявлення, параметризації та комплексного оцінювання фактичного стану ландшафтів в умовах конкретного виду природокористування. Розвивається з кінця 20 ст. Як інформаційно-консультативна та прогностична експертно-дорадча система ландшафтознавчої науки і практики

інтенсивного природокористування. *Наукова основа аудиту ландшафтного* – фундаментальні ландшафтознавчі знання про структурно-функціональну організованість природи, її динаміку, саморозвиток і зміни в умовах техногенних навантажень. Важливою особливістю, яка вирізняє аудит ландшафтний серед інших видів аудиту, є “ланцюгово-мережне” визначення взаємозв’язків ландшафтних об’єктів аудиту з позааудитними об’єктами. Наприклад, виявлення і прогнозування змін сукупності водно-динамічних, агро- і гідродинамічних та ін. властивостей осушуваних і прилеглих до них земель у Поліссі, річок і водосховищ, до яких надходять скинуті дренажні води, часто забруднені агрохімікатами, важкими металами тощо (Гриневецький, 2006) [103].

*Об’єктом дослідження аудиту ландшафтного* є реальні ландшафтні системи в усій їх морфологічній складності й взаємозалежності. Тому, наприклад, у порівнянні з аудитом екологічним, при ландшафтному аудиті проводяться більш глибокі дослідження й здійснюється більш глибокий контроль за станом ландшафтних систем – їх внутрішньосистемним і зовнішньосистемним просторово-часовим функціонуванням. Повинно визначитися, чи збережене гармонійне співіснування взаємодіючих ландшафтних систем у зоні аудиту, на якій еволюційній стадії розвитку перебувають експлуатовані системи (якщо це стан трансформації або вже самоорганізації, то він загрожує в процесі якісного розвитку системи знищити наявні в ньому антропогенні елементи), який стан співіснування структурно-емерджентних складових експлуатованих ландшафтних систем, який стан взаємодії між ландшафтноформувальними компонентними складовими. На основі подібних досліджень аудит ландшафтний повинен надати рекомендації спрямовані на покращення (відновлення) гармонійного (квазігармонійного) стану просторово-часового функціонування експлуатованих ландшафтних систем [255, 256].

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 [34].

4. *Моніторинг довкілля, особливо в зоні впливу техногенних об'єктів*, ґрунтується на безперервних стеженнях за природними та антропогенними змінами всіх екологічних показників, що характеризують стан геосистем на певний час спостережень. Кожна геосистема, як частина біосфери Землі, складається з означених вище 9 компонентів. На основі моніторингу виконується *прогноз змін екологічної ситуації в залежності від різних сценаріїв соціально-економічного розвитку території* шляхом комп'ютерного моделювання екологічних станів тої чи іншої території у залежності від існуючого чи заданих режимів функціонування – нормативний документ – РД 211.0.8. 107-05 (наказ Мінприроди України від 16 грудня 2005р. № 467).

*Моніторинг довкілля або екологічний моніторинг природно-антропогенних геосистем* – це система спостережень, збирання, опрацювання, передавання, збереження та аналізу інформації про стан екологічних систем, що розвиваються як природним шляхом, так і під впливом антропогенного (техногенного) навантаження. Систему державного моніторингу потрібно організувати так, щоб не тільки можна було виконувати спостереження й аналіз стану навколишнього середовища, а й забезпечувати органи державного управління оперативною інформацією, прогнозами й попередженнями про можливі зміни довкілля для підтримки управлінських рішень і розробки науково обґрунтованих довготермінових та оперативних екологічних програм. Згідно з затвердженими постановами Кабінету Міністрів України від 23 вересня 1993 р. № 785 і від 30 березня 1998р. № 391 положеннями про державний моніторинг навколишнього природного середовища в Україні повинні проводити загальний (стандартний), оперативний (кризовий) та фоновий (науковий) моніторинги.

Загальний (стандартний) моніторинг – це оптимальні за кількістю параметрів спостереження на пунктах, об'єднаних в інформаційно-технологічну мережу, які дають змогу на підставі оцінки і прогнозу стану довкілля регулярно розробляти управлінські рішення на всіх рівнях.

Оперативний (кризовий) моніторинг – це вивчення спеціальних показників на цільовій мережі пунктів у реальному масштабі часу за окремими об'єктами, джерелами підвищеного екологічного ризику в окремих регіонах, які визначено як зони надзвичайної ситуації, а також у районах аварій зі шкідливими екологічними наслідками для забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їхньої ліквідації, створення безпечних умов для населення.

Фоновий (науковий) моніторинг – це спеціальні високоточні спостереження за всіма складовими довкілля, а також за характером, складом, кругообігом і міграцією забруднювальних речовин, за реакцією організмів на забруднення на рівні окремих популяцій, екосистем і біосфери в цілому. Його проводять у природних і біосферних заповідниках, інших територіях, які охороняють, на базових станціях.

Система державного моніторингу довкілля має три рівні:

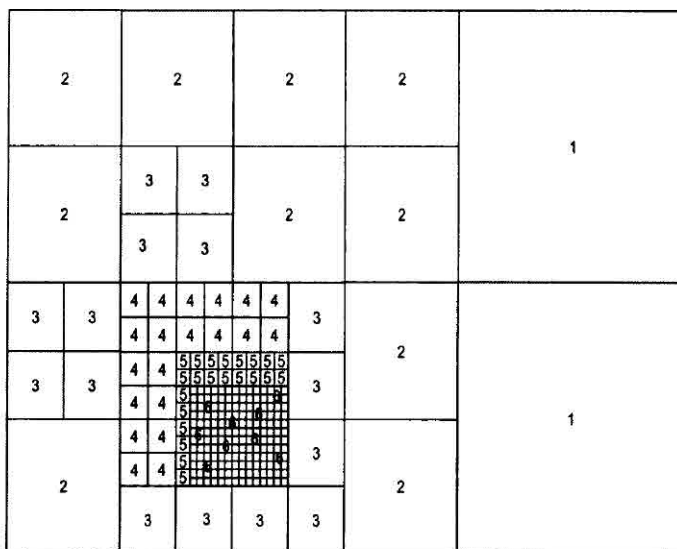
1) локальний або об'єктовий – території окремих об'єктів (підприємств, міст, ділянки ландшафтів);

2) регіональний – у межах адміністративно-територіальних одиниць, на територіях економічних і природних регіонів;

3) національний – територія України в цілому. Спостереження, збирання та опрацювання екологічної інформації провадять органи Міністерства екології і природних ресурсів (Мінприроди) України разом з іншими міністерствами та відомствами.

Крім національного, регіонального та локального рівнів, екологічний моніторинг організують також у межах адміністративних підрозділів (областей, районів, міст, сіл), окремих підприємств, рекреаційних зон, або в межах галузей (нафтогазового, агропромислового, лісогосподарського та інших комплексів). Комп'ютерні інформаційні системи збирання екологічної інформації дають змогу переходити від одного до іншого рівня без особливих проблем.

Методику організації моніторингу розробляв колектив авторів під керівництвом О.М. Адаменка за участю автора монографії на прикладі Карпатського регіону [8, 9], за завданням Мінприроди України, у 1991-1995рр. разом з ДП «Геопрогноз» та іншими учасниками проекту (рис. 1.11, 1.15).



- 1 - національний рівень - 1:1000 000; відстань між полігонами (AS) - 10км,  
 2 - регіональний рівень - 1:500 000; AS - 5км,  
 3 - обласний рівень - 1:200 000; AS - 2км,  
 4 - районний рівень - 1:50 000; AS - 500м,  
 5 - муніципальний рівень - 1:10 000; AS - 100м,  
 6 - локальний рівень - 1:5000-1000; AS - 10м.

Рис. 1.15. Ієрархія систем моніторингу довкілля та комп'ютеризованих систем природно-техногенної (екологічної) безпеки (КСЕБ) України

Моніторинг – безперервне стеження за динамікою змін усіх компонентів природно-антропогенних геосистем (ПАГС) – повинен забезпечити охоплення усіх ПАГС від глобальних та регіональних до локальних. Виділення ПАГС проводиться на базі ландшафтної районування території, тому що базою ПАГС є природно-територіальні комплекси (ПТК). Якщо брати територію України, то розміри ПАГС найвищого порядку є такими, що їх досліджувати потрібно в масштабі 1:1 000 000. Таким чином, система державного (національного) екомоніторингу України повинна забезпечуватись мережею безперервних спостережень мільйонного масштабу, у якій точки спостереження (екологічні станції або полігони) розташовані в середньому на відсталі 10 км одна від одної. Виходячи з площі України в 603,7 тис.км.кв., визначаємо, що всього необхідно мати 600 екостанцій, тобто одну на тисячу квадратних кілометрів. Враховуючи, що на Україні більше 500



адміністративних районів, виходить, що в кожному районі рівнинної території потрібно мати одну екологічну станцію, а в гірських районах Карпат та Криму їх кількість буде більше, тому що природні умови там змінюються швидше. Таким чином, національний моніторинг України забезпечується мережею екологічних станцій, які ведуть дослідження в масштабі 1:1 000 000 (рис. 1.15).

Система регіонального екомоніторингу Карпатського регіону в масштабі 1:500 000 зникається на заході з аналогічною системою Центральної та Східної Європи (Польщі, Німеччини, Чехії, Словаччини, Угорщини, Румунії, Болгарії та ін.), яку розробляють спеціалісти цих країн, об'єднавшись в Міжнародному центрі регіональних досліджень навколишнього середовища (Брно) під керівництвом доктора Олдржиха Мікулика. ІФНТУНГ також є членом цієї організації, тому ми регулярно обмінюємось інформацією та постійно координуємо свої дії з Міжнародним центром. Наступний рівень в ієрархії системи екомоніторингу теж регіональний і повинен охопити ландшафтні райони. Він проводиться в кожній адміністративній області силами Державного інституту екологічного моніторингу АН ТКУ (Івано-Франківськ), Львівського наукового соціально-екологічного центру, Закарпатського науково-виробничого центру «Екологія» та інших структур, які були створені під егідою облвиконкомів і діють разом з обласними державними управліннями охорони навколишнього природного середовища, обласнепідемстанціями, громадськими організаціями та ін. Першим на Україні був створений Карпатський інженерно-екологічний центр (КІЕЦ), який почав діяти 17 жовтня 1989 р. [30].

5. *Екологічний ризик* виникнення критичних екологічних ситуацій, критичних екологічних станів та надзвичайних ситуацій природного і техногенного походження – нормативні документи відсутні.

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

7. *Геоінформаційні комп'ютеризовані системи територіальної безпеки (ГІС КСЕБ)* для збалансованого природокористування, оптимізації сучасної ситуації та

покращання сучасного стану геосистем компонентів, та їх управління природоохоронною діяльністю та природними ресурсами – нормативні документи відсутні.

*Система геоінформаційна* – автоматизована система, що використовується для обробки просторово-часових даних, основою інтеграції яких є географічна інформація (GIS та IT – технології). В ландшафтно-геохімічних дослідженнях ґрунтується на обробці даних про якість довкілля, моделюванні та аналізі екологічних процесів та тенденцій розвитку, а також при прийнятті рішень щодо управління якістю довкілля. Результатами можуть бути констатуючі (параметри довкілля на момент обстеження), оціночні (результати обробки параметрів стану довкілля) та прогнози (розробка варіантів розвитку на заданий проміжок часу) (Красовський, 2005) [169].

#### **1.4. Історія ландшафтно-геохімічних досліджень та існуючі методи визначення сучасної природно-техногенної ситуації**

За останні 15–20 років розроблялось багато методів оцінки сучасної природно-техногенної ситуації. Кількість публікацій на цю тему перевищує кілька сот найменувань [335, 338, 339, 343-346, 352]. Тому ми зупинимось лише на головних, узагальнюючих роботах, розділивши їх на ряд напрямків: 1) еколого-геологічний; 2) геоекологічний; 3) еколого-ландшафтний; 4) еколого-геохімічний; 5) ландшафтно-техноекологічний.

1) **ЕКОЛОГО–ГЕОЛОГІЧНИЙ НАПРЯМОК** – це оцінка *геологічного середовища як літогенної основи ландшафту* [278] почали інженерні геологи, гідрогеологи і геологи [304], які ввели спеціальний термін «екологічна геологія». В Україні еколого-геологічний напрямок успішно розвивають О.М. Адаменко і Г.І. Рудько [2, 7, 8, 267, 271], Г.І. Рудько [268-275], Л.Є.Шкіца [324], Є.О. Яковлев [325-327], В.А. Боков і А.В. Луцик [57], Е.Д. Кузьменко, Я.С. Коробейнікова [164] та багато інших. В основі еколого-геологічного напрямку лежить картування *антропогенної модифікації* геологічного середовища, побудова моделей технічно-

природних систем, оцінка ризиків змін літосфери для людини, радіогідрогеохімічні аспекти в зв'язку з Чорнобильською катастрофою, еколого-геологічне картування та ін. [18, 280, 281].

*Літогенна основа ландшафту* – 1. У вузькому розумінні – сполучення елементарних форм рельєфу з особливостями складу і будови приповерхневих гірських порід; 2. У широкому розумінні рівнозначна всьому комплексу геолого-геоморфологічних особливостей території, яка вивчається, включно стратиграфію і літологію гірських порід [200]; 3. Та частина ПТС, яка розташована нижче земної поверхні і містить її рельєф і не тільки четвертинні, але і корінні відклади разом з ґрунтами, ґрунтовими і підземними водами, корінними рослин і ґрунтовою фауною. Низи літогенної основи ландшафту виходять за нижні межі ПТС [183].

*Геологічне середовище антропогенно модифіковане* – середовище, яке не втрачає взаємопов'язаної сукупності природних закономірностей його просторово-часового функціонування, та внаслідок антропогенних модифікацій ці закономірності одержують зміни, які за тривалого існування здатні їх трансформувати, наслідком чого може бути деструктуризація самого географічного середовища [253]

*Антропогенна модифікація* – (від *антропогенний* і лат. *modificatio* – видозміна) – стан ПТС, який характеризується сукупністю параметрів антропогенно зміненої структури ПТС, що є незмінними упродовж якогось часу – переважно рік і більше [199]. При цьому не відбувається заміна інваріанту територіальної системи. Вона у цілому продовжує виконувати внутрішню еволюційну та зовнішню ландшафтпідтримувальну програму. Антропогенна модифікованість найчастіше проявляється у скороченні часу існування як окремих еволюційних станів, так і системи в цілому.

2) ГЕОЕКОЛОГІЧНИЙ НАПРЯМОК. Розвивають в основному геоморфологи – І.П. Ковальчук [159-162], В.В. Стецюк [298, 299], В.П. Палієнко [246-249], М.М. Приходько [261, 262], Р.О. Спиця [296, 297] та багато інших. Основними об'єктами досліджень є *геоекологічні зони, геоекологічні області і регіони, їх тектонічна будова, літогенна основа, зміни морфоструктур і морфоскульптур (горизонтальне і*

вертикальне розчленування рельєфу, річкова мережа, деформації вершинної поверхні і базисів ерозії), сільськогосподарська освоєність території, техногенне навантаження, зміни лісистості і т. ін. [44–47, 63, 76–81, 109, 154, 209, 261, 335].

*Геоекологічна зона* – територіальна система, яка виділяється на основі зональних відмінностей у ландшафтній структурі та пов'язаних з нею видів природокористування (В.М. Волощук, М.Д. Гродзинський, П.Г. Шищенко, 1998).

*Геоекологічна область* – територіальна система, яка виділяється на основі врахування тих властивостей рельєфу, покривних відкладів, ґрунтів, які визначають особливості природокористування (зокрема, структури угідь) та вірогідності й інтенсивності прояву несприятливих еколого-географічних процесів (В.М. Волощук, М.Д. Гродзинський, П.Г. Шищенко, 1998).

*Геоекологічні регіони* – територіальна система – поєднання певних властивостей структури й рис функціонування ландшафтних систем та особливостей використання їхніх природних ресурсів, яке характерне для обширних територій [145].

*Геоекологія* – (термін запропонований К. Тролем у 1972 р., водночас джерела геоекології знаходяться ще в працях Х.К. Коулса – 1911 р., який запропонував інтеграцію екології і фізичної географії в одну науку на базі *інженерної концепції*) – одна з гілок природознавства, яка об'єднує екологічні і географічні підходи (К. Троль, 1972); Синтезуючий *екологічний напрямок* наукових досліджень, який об'єднує біоекологію, екологію людини, ландшафтну екологію і дає обґрунтування таких напрямків, як агроекологія, ресурсознавство, землевпорядкування (організація територій), меліоративна географія і ряд інших географічних аспектів екології [319]; Геоекологія вивчає особливості взаємодії природи та суспільства, а також найважливіші для природоохоронної діяльності властивості натуральних та інтегрованих (суспільно-натуральних) геосистем (В.С. Преображенский, Т.Д. Александрова, 1988); Розділ екології, що досліджує екосистеми (геосистеми) високих *ієрархічних рівнів* включно з біосферою [260]; Суб'єкт – об'єктні геосистеми певного *просторово-ієрархічного рівня*: ландшафтного, *регіонального* або *глобального* [315]; Інтегрована *конструктивна географія* – це екологічна

географія (екогеографія) [147-150]; Геооекологія – це “Екологічна” організація географічної оболонки [300, 301]; Наука про взаємодію геосистем будь-якого рівня з оточуючим середовищем [255]; *Новітній науковий напрям*, предметом дослідження якого є такі суб’єктні відносини, коли за суб’єкт приймають природний комплекс або геосистему, а за об’єкт – його оточення. Таким оточенням може бути природний комплекс вищого рангу та людство чи його частина, що впливає на ландшафт, взаємодіючи з ним у процесі природокористування [57]; *Геооекологія* – це міждисциплінарний науковий напрям, який, поєднуючи екологічні та географічні підходи, досліджує просторову організацію навколишнього середовища [256]; *Геооекологія* – це не географічна екологія і не геологічна екологія, або навпаки, це не екологічна географія і не екологічна геологія. Це екологія абіотичних компонентів довкілля, неживої частини біосфери. *Об’єктом вивчення геооекології є геооекосистеми* [263]; *Геооекологія* – це комплексна природнича географія, що охоплює абіотичний та біоекологічний підходи і досліджує геооекосистеми (ландшафти) в їх просторово-часовій диференціації, вирішує природно-географічні завдання оптимізації довкілля людини [76].

*Геооекологія антропогенна* – синтез знань про глибину та масштаби антропогенних змін еталонних екопараметрів, структурний склад, порушення динамічних характеристик, балансів і кругообігів речовини та енергії в окремих компонентах, екосистемах, ландшафтах, стабільності якості та комфортності геооекосфери та зонально-регіональних екосфер [76].

*Геооекологія прикладна (оптимізаційна)* – синтез знань про стратегію й тактику максимально можливого збереження еволюційних екопараметрів геооекосфери і зонально-регіональних екосфер, запобігання кризовим, критичним і катастрофічним порушенням екопараметрів. До завдань геооекології прикладної також належать розробка й упровадження різних варіантів *моделей антропогенізованих середовищ* із оптимальними екопараметрами [76].

*Геооекологія природнича (еволюційна)* – синтез знань про еволюційні (еталонні довготривало-стабільні) *екопараметри структури*, динамічні характеристики еволюційно сформованих екосистем, ландшафтів, що складаються з компонентів та

елементів, балансів і кругообігів речовини та енергії, що забезпечують їх стабільність, саморегуляцію, саморозвиток, якість і комфортність для біоти і людини [76].

3) 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 [147-150], Н.А. Солнцев [290-292], Ю.Г. Симонов [286], В.Б. Сочава [294], Ф.Н. Мильков [200] в СРСР і в Росії, а Г.П. Міллер, В.М. Петлін, А.В. Мельник [192-195, 198, 199], І.М. Волошин [72-74], О.М. Маринич [184-189], В.М. Пашенко [251], П.Г. Шищенко [323], Г.І. Денисик [119] та багато інших в Україні – визначають сучасну ситуацію геосистем на основі ландшафтного аналізу і тих трансформаційних змін, які зазнають природно-територіальні комплекси під впливом антропогенної діяльності. Широко використовуються порівняльно-картографічні підходи та показники [74, 84, 129, 165, 190, 238].

*Ландшафтно-геохімічний підхід* – ґрунтується на вивченні хімічних аспектів стану та взаємодії (через міграцію елементів) компонентів геосистем. Вивчаються: 1) ландшафтно-геохімічні структури (вертикальна, горизонтальна), як один із факторів екологічного стану; 2) природний і техногенний геохімічний фон, а за їх співвідношенням оцінюється ступінь забрудненості території, її геохімічна перетвореність, техногенні геохімічні аномалії; 3) субстанційно-міграційний аналіз (у різних геосистемах), види міграції; 4) кількісні геохімічні показники техногенезу; 5) природна здатність ландшафтів до самоочищення, їх стійкість до забруднення [110, 113].

*Сумарний показник забруднення (СПЗ)* – запропонований у 80-х роках ХХ ст. Ю.Є. Састом [273]. На сьогодні залишається єдиною медико-обумовленою характеристикою геохімічного поля компонентів навколишнього середовища [80]. Використовується для визначення забруднення ґрунтів техногенних ландшафтів токсичними елементами 1-3 класів небезпеки, а також для порівняльної оцінки донних відкладень, природних вод, атмосферного повітря, рослинності за градаціями, затвердженими для ґрунтів. Розраховується за формулою:

$$СПЗ = \sum_{i=1}^n C_i / C_{\phi} - (n-1), \quad (1.1)$$

де  $C_i$  – вміст небезпечного (токсичного) елемента в дослідженому компоненті техногенного ландшафту;  $C_{\phi}$  – фоновий вміст небезпечного (токсичного) елемента в дослідженому компоненті природного ландшафту;  $n$  – кількість елементів із значеннями  $C_i/K_i > 2$  [127].

*Показник природної (потенційної) екологічної небезпеки (ППЕН)* – запропонований в 1994 р. І. О. Морозовою. Рівень показника узагальнює природний фон геохімічного ландшафту для токсичних елементів. Це показник ряду міграції. Оцінка ППЕН в ландшафті набуває особливого значення в умовах відсутності інформації про джерело техногенного забруднення або атмосферне регіональне забруднення. Дуже небезпечні катастрофічні рівні показника вказують на можливість існування постійного або навіть тимчасового джерела інтенсивного техногенного забруднення, який не було виявлено при попередніх обстеженнях. Розраховується ППЕН як сума кларків концентрації елементів 1-3 класів безпеки:

$$ППЕН = \sum_{i=1}^n C_i / K_i - (n-1), \quad (1.2)$$

де  $C_i$  – вміст небезпечного (токсичного) елемента в дослідженому компоненті;  $K_i$  – кларк елемента;  $n$  – кількість елементів (1-3 класи токсичності) із значеннями  $C_i/K_i > 2$ , прийнятих до розрахунку [127].

4) ЕКОЛОГО–ГЕОХІМІЧНИЙ НАПРЯМОК. Має свої глибокі корні в роботах В.В. Докучаєва [121], Б.Б. Польшова [259], Ю.Е. Саєта [276] та ін. Засновником його є А.И. Перельман [253]. В Україні значний внесок у розвиток ландшафтної геохімії та геохімії навколишнього середовища внесли В.М. Гуцуляк [110-113], Л.Л. Малишева [179-182], Є.П. Буравльов [62], П.В. Заріцький [132] 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 [136-144, 177, 236, 252]. Також використовуються порівняльно-картографічні підходи та показники [74, 84, 129, 165, 191, 238].

*Підхід екологічний* – різновид системного підходу, головним акцентом якого в екологічних дослідженнях є вивчення характеру зв'язків між живими організмами та їх навколишнім середовищем. Тобто цей підхід має чітко виражений біоцентричний характер, який не передбачає виокремлення певних територіальних меж для екосистем [110, 113].

*Підхід еколого-геохімічний* – визначається вплив хімічного складу компонентів ландшафту на живі організми (та навпаки), реакція живих організмів на зміну стану довкілля. Проводиться обґрунтування екологічних норм техногенного геохімічного навантаження, гранично допустимих концентрацій (ГДК) хімічних елементів та ін. [110, 113].

В останні роки запропоновано ще кілька напрямків оцінки сучасної ситуації, серед яких одним із перспективних, на нашу думку, є наступний.

5) ЛАНДШАФТНО-ТЕХНОЕКОЛОГІЧНИЙ НАПРЯМОК О.М.Адаменка [29, 31]. «Конструктивна екологія – це частина «Великої екології» М.Ф. Реймерса, яка не тільки діагностує стан навколишнього природного середовища та прогнозує його еволюцію, – пише О.М. Адаменко [31], – а й пропонує конкретні шляхи його оптимізації і покращення, конструює такі природно-технічні геосистеми, які забезпечують сталий гармонійний розвиток більш високого рівня системи «Людина-Природа-Техносфера» [31, с. 189]. Згідно з цим напрямком, вже проведені дослідження *регіональних і локальних геоекосистем* в межах наступних територій адміністративних районів: Снятинського – Л.В. Міценко [4, 203, 215, 221], Гусятинського – В.М. Триснюк [305, 306], Галицького – О.В. Пендерецький [252], Надвірнянського – В.С. Скрипник [287], Івано-Франківської області – М.М. Приходько [261, 262], Карпатського регіону – О.В. Побігун [257], м. Івано-Франківська – Н.В. Фоменко. Основна відмінність цього напрямку в тому, що він поєднує усі попередні напрямки, аналізує усі компоненти довкілля ландшафтно-техногеохімічними методами, а потім синтезує усі отримані матеріали на карті сучасної ситуації (рис. 1.12, 2.19). Ми у своїх працях розвиваємо саме цей –



ландшафтно - техноекологічний напрямок [4, 9, 10, 16, 19, 21, 22-27, 32, 35, 206-223]. Такої ж точки зору притримується і В.О.Фесюк [310].

*Підхід конструктивно-географічний* – впливає з практичної спрямованості та прикладного характеру досліджень, що вимагає не тільки наукового аналізу, а й передбачень розвитку екологічного стану території унаслідок функціонування їх господарських систем та розробки рекомендацій щодо оптимізації природокористування.

### **1.5. Впровадження Європейських екологічних стандартів і нормативів в Україні**

У сучасних умовах для вирішення завдань охорони та побудова систем територіальної (екологічної) безпеки, узгодження стратегічних і оперативних дій України з країнами ЄС великого значення набуває адаптація і гармонізація національних природоохоронних стандартів і нормативів до міжнародних. Найбільш представницька серед міжнародних організацій, які займаються стандартизацією – *ISO* (International Standard Organization, Міжнародна організація стандартів). Сфера її діяльності охоплює майже всі галузі економіки. *Головне завдання ISO* – розробка і публікація міжнародних стандартів, що сприяють поліпшенню міжнародного товарообороту і розширенню співпраці у сфері інтелектуальної, наукової, технічної й економічної діяльності [353–356].

*Розробка міжнародних стандартів у галузі охорони навколишнього середовища* належить до пріоритетних напрямів діяльності ISO. Важливість узгодження національних і міжнародних стандартів в умовах глобалізації економіки й ведення господарської діяльності пов'язана з тим, що стандарти, зокрема ISO, забезпечують узгодженість вимог до охорони природного середовища, організації моніторингу як складової частини управління довкіллям та інформування громадськості. А це, у свою чергу, дає можливість створювати спільні бази даних про стан навколишнього середовища, розробляти стратегію його поліпшення, моделювати глобальні процеси, прогнозувати можливості

виникнення кризових ситуацій та розробляти спільні дії щодо збереження природних ресурсів, створення оптимальних умов для життєдіяльності людини та отримання безпечних продуктів харчування. Важливість вирішення зазначених питань зумовлена наміром України приєднатися до ЄС. Відповідно національні стандарти слід гармонізувати з міжнародними, зокрема й у сфері природоохоронної діяльності.

*Загальні принципи, нормативи і стандарти ведення моніторингу основних об'єктів природного середовища в країнах Європейського Союзу.* Регламентом ЄС № 1210/90 від 7 травня 1990 р. було засновано Європейську агенцію з охорони навколишнього середовища (ЄАНС), яка фактично розпочала свою роботу в грудні 1993 р., а також Європейську мережу спостереження й інформації про стан навколишнього середовища (EURONET). Завдання ЄАНС – збір та аналіз інформації з питань навколишнього середовища в Європі. Регламент 1210/90, по суті, запровадив загальну для Співтовариства систему моніторингу навколишнього середовища й інформаційний інструмент екологічної політики ЄС.

У рамках виділених Регламентом (фактично Статутом ЄАНС) пріоритетних сфер роботи – якість повітря й викиди в атмосферу; якість води, забруднювальні речовини й водні ресурси; стан ґрунту, флори й фауни та біотопів. Відповідні тематичні центри ЄАНС розпочали розробку та впровадження певних складових мережі EURONET. Це системи EuroWaterNet, EuroAirNet та EuroSoilNet, які мають комп'ютерні інформаційні бази даних, відповідно WATERBASE, AIRBASE, SOILBASE із єдиним форматом передачі та обміну інформацією. Оскільки першочергову увагу традиційно приділяли контролю за повітрям і водними ресурсами, системи EuroWaterNet і EuroAirNet стали найрозвиненішими. Нині їх впроваджено в усіх країнах ЄС [58].

*Водне середовище. Організація мережі моніторингу внутрішніх вод Європейського Союзу.* Мережа моніторингу охоплює країни Європейського Союзу, країни, що готуються до вступу в Європейський Союз, інші країни і нові незалежні держави – загалом близько 44 країн. Сутність і концепція європейської системи моніторингу водних ресурсів (EuroWaterNet), за

допомогою якої ЄАНС отримує інформацію про водні ресурси (їх якість та кількість), потрібна для відповідей на запитання її клієнтів. Це може бути інформація про загальний стан річок, озер і підземних вод або конкретні проблеми (наприклад, вплив на водні ресурси, вміст біогенних елементів у воді або вплив кислотних дощів на водні ресурси Європи загалом) [353].

Ключові принципи діяльності EuroWaterNet: використання інформації наявних національних баз даних моніторингу та інформаційних баз; порівняння подібного з подібним; статистично стратифікована структура, пристосована для вирішення конкретних завдань і отримання відповідей на поставлені запитання; задану точність.

*Атмосферне повітря.* Розв'язати проблему охорони та поліпшення атмосферного повітря можна лише в разі тісної міжнародної співпраці з контролю забруднення атмосфери [354]. Визначна роль у цьому процесі належить Всесвітній метеорологічній організації (ВМО). У її програмах значну увагу приділено всім аспектам атмосферного моніторингу. Найважливішим можна вважати визнання того, що атмосфера Землі – частина загальної спадщини людства, і будь-які впливи окремих країн на неї можуть завдати шкоди іншим.

Нині в ЄС контролюють усі традиційні викиди в атмосферне повітря забруднювальних речовин: діоксидів сірки й вуглецю, оксиду азоту, аміаку, неметанових летких органічних сполук, важких металів (кадмію, свинцю, ртуті), а також арсену, хрому, міді, нікелю, селену й цинку, озону, речовин у вигляді суспендованих твердих частинок пилу, бензолу, поліциклічних ароматичних вуглеводнів, стійких органічних забруднювачів.

Для розв'язання проблем забруднення повітря в ЄС прийнято програми «Чисте повітря для Європи» й «Автомобільне паливо». Основні зусилля країн спрямовано на запобігання забрудненню в самому джерелі забруднення. Нормативи якості повітря тепер розробляють так, що їх дотримання можливе тільки в разі застосування найкращих із наявних технологій.

*Організація мережі моніторингу якості повітря в країнах ЄС.* Мета європейської системи моніторингу якості повітря (EuroAirNet) – створення мережі

спостережень із достатнім просторовим покриттям, репрезентативністю та якістю, щоб оперативно отримувати базові дані із затримкою в часі не довше ніж шість місяців та виконувати інформаційні вимоги ЄАНС. Дані від станцій EuroAirNet можна використовувати в багатьох випадках. Мережа EuroAirNet має надавати інформацію, яка б полегшувала оцінювання якості повітря, виконуване ЄАНС. Інформація надається у такому вигляді, щоб її можна було використати для реалізації єдиного підходу до визначення викидів у повітря:

- створення єдиної бази питомих викидів для їх інвентаризації;
- порівняння якості повітря в усій Європі;
- оцінювання експозиції європейського населення, матеріалів і екосистем;
- оцінювання впливу викидів на здоров'я;
- оцінювання шкоди для матеріалів і рослинності;
- оцінювання зв'язку емісії й експозиції та відношення експозиція/ вплив;
- підтримки розвитку економічно ефективних стратегій зменшення шкоди;
- підтримки законодавства (щодо директив якості повітря);
- перевірки ефективності попередньої політики та прогнозування.

*Ґрунти* як найважливіша складова біосфери, поєднують усі інші елементи ландшафту, тому вони забезпечують функціонування екосистем, існування флори й фауни та життєдіяльність людства. Зважаючи на винятково велике значення земельних ресурсів, Конституція України проголошує їх основним національним багатством. Регламентом ЄС №1210/90 в 1990 р. було передбачено збір інформації про стан ґрунтового покриву (ЕТС-8). Основні завдання ЕТС-8 такі [358-360]:

- розробка системного підходу до моніторингу й оцінки стану ґрунтів у Європі (аналогічно системам, створеним для вивчення повітря й води);
- визначення багатофункціональності ґрунтів, зокрема їх екологічних і соціально-економічних функцій;

- забезпечення достовірною, повною та своєчасною інформацією, потрібною для оцінки стану ґрунтів і деградаційних процесів і розробки комплексу ефективних практичних заходів із поліпшення стану ґрунтів;
- активізація таких видів діяльності, як екологічний моніторинг, оцінка екологічної інформації та підготовка відповідних екологічних оглядів за допомогою поєднання систем, що стосуються води (EuroWaterNet), повітря (EuroAirNet) і ґрунтів (EuroSoilNet);
- підготовка інформаційної бази для створення майбутньої європейської мережі з моніторингу ґрунтів (EuroSoilNet).

*Екологічний стан ґрунтів* за вмістом важких металів (ВМ) оцінюють, порівнюючи їх фактичний вміст у ґрунті з такими показниками, як гранично допустима концентрація (ГДК) та геохімічний фон для певного типу ґрунтів окремого району. Проводячи суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення, слід виконувати суцільне обстеження, щоб виявити зони локального забруднення такими найнебезпечнішими ВМ, як Cd, Hg, Pb, Zn Cu. Вміст інших ВМ контролюють у разі потреби.

Таким чином, впровадження Європейських екологічних стандартів і нормативів має певні проблеми, тому що [58]:

1. Система моніторингу довкілля в Україні побудована на відомчому принципі. Кожне з відомств має власну мережу спостережень, методику, засоби збору, обробки й аналізу інформації. Інформацію збирають за відомчими вертикалями, не узгодженими між собою, що ускладнює комплексний і оперативний аналіз екологічного стану сучасним вимогам щодо оперативності, достовірності та детальності як для потреб підготовки управлінських рішень, так і для доступу до екологічної інформації громадськості.

2. Удосконалення моніторингу навколишнього середовища з урахуванням вимог ЄС потребує інтеграції зусиль усіх суб'єктів, які мають бути спрямовані на координацію моніторингових робіт, виключення дублювання, оптимізацію мереж згідно з міжнародними стандартами, узгодження програм

спостережень, уніфікацію та вдосконалення технічного, науково-методичного і метрологічного забезпечення.

3. Мережі спостережень в Державній системі моніторингу довкілля (ДСМД) України побудовано без урахування методологічних принципів створення мережі в європейських країнах. Тому слід уточнити існуючі мережі моніторингу, програми спостережень та набір індикаторів, щоб встановити пріоритетні показники забруднення, методи їх визначення, особливо щодо відповідності міжнародним стандартам і нормативам. Стан організації ДСМД не задовольняє повною мірою інформаційні потреби державних структур управління і громадськості, тому потрібно вдосконалити як просторову організацію мережі спостережень, так і програми спостережень, адаптованої до європейських стандартів і нормативів.

4. Потрібно запровадити систему аналізу технічного забезпечення і стану засобів вимірювальної техніки, використовуваних у мережах спостережень ДСМД, та розробити рекомендації щодо її вдосконалення відповідно до сучасних взагалі європейських вимог і зокрема щодо впровадження багатофункціональних приладів, уніфікації засобів вимірювальної техніки, автоматизованих постів спостережень та використання засобів дистанційного спостереження.

5. У переліку контрольованих показників, використовуваних у мережі EuroWaterNet і ДСМД України, є розбіжності. Національні програми спостережень містять перелік показників значно ширших за європейські, але вони не забезпечують певних параметрів та індикаторів, які застосовують у мережі EuroWaterNet. Так, у річках і озерах за програмою Держкомгідромету спостерігають до 40 показників, за програмою Держкомводгоспу – до 30, а за програмою EuroWaterNet тільки 17; у морях Держкомгідромет спостерігає 20 показників, а за програмою EuroWaterNet тільки 16.

6. Аналіз розглянутої мережі спостереження за водними ресурсами показав, що репрезентативних станцій спостереження, які повною мірою відповідають усім критеріям EuroWaterNet, нині немає. З мережі станцій таких, що відповідають контрольним вимогам EuroWaterNet, одиниці й лише після

детального вивчення їх технічного стану можна розглянути питання про можливість їх включення до міжнародної мережі. Разом з тим слід зазначити, що всі станції, які виконують транскордонні спостереження, відповідають міжнародним вимогам як за виконуваними функціями, так і за розміщенням.

7. Потрібно проаналізувати й оптимізувати національну мережу спостережень, урахувавши методичні вимоги розміщення спостережної мережі EuroWaterNet, і переглянути підхід до розміщення станцій та розподілу функцій контролю між різними відомствами, а також розширити мережу станцій, технічно забезпечити мережі спостереження й аналітичні лабораторії, щоб одержати якісну інформацію.

8. Порівняльний аналіз Державної системи моніторингу із вимогами до загальноєвропейської системи свідчить про потребу суттєво удосконалити мережу моніторингу України. Специфіка організацій моніторингу екологічного стану в Україні полягає у відомчому підході до його виконання. При цьому більшість суб'єктів моніторингу виконують його за стандартами і нормативами, які не повністю узгоджуються з міжнародними. Це насамперед стосується принципів розміщення спостережної мережі, набору обов'язкових індикаторів, методів аналізу, створення баз даних, обміну інформацією, її надання та інших напрямів діяльності. Щоб удосконалити систему моніторингу України, слід прийняти європейські стандарти і нормативи у створенні мережі відбору, транспортування, збереження зразків для повторного виконання аналітичних робіт з обов'язковим міжлабораторним і міждержавним контролем якості аналітичних робіт. Слід завершити формування баз даних стану об'єктів моніторингу та інформаційної системи з урахуванням сучасних вимог геоінформатики і створити горизонтальні й вертикальні зв'язки між користувачами інформації з відпрацьованими механізмами передачі інформації, правами на використання та взаємними зобов'язаннями суб'єктів моніторингу і міжвідомчої координації.

Для реалізації всіх поставлених питань та входження в систему EuroNet потрібно створити єдину Державну службу ведення моніторингу довкілля України, одним з основних завдань якої має бути організація і ведення

моніторингових робіт, запровадження нових методів спостережень, зокрема дистанційних, з моніторингу довкілля, його охорони і раціонального використання.

### **Висновки до розділу 1:**

1. Огляд попередніх досліджень з визначення сучасної ситуації на територіях та їх ландшафтно-геохімічного районування свідчить, що найбільш ефективним є ландшафтно-геохімічне оцінювання територій. Тому автор в своєму дослідженні зосередить увагу саме на цьому напрямку, який поки що є недостатньо розвиненим.

2. Серед ландшафтно-геохімічних методів визначення сучасного стану геосистем найбільш перспективним є ландшафтно-техноекологічний напрямок, на якому ми сконцентруємось у своїх наукових пошуках, не виключаючи при цьому інші напрямки – еколого-геологічний, геоекологічний, еколого-ландшафтний та еколого-геохімічний.

3. Ландшафтно-геохімічні методи як основа територіальної природно-техногенної безпеки виникли після того, як до екологічних обмежень у своїй господарській діяльності були примушені промислові підприємства під впливом географічної науки, громадських природоохоронних організацій та органів влади.

4. Системи територіальної природно-техногенної (екологічної) безпеки виникли в розвинутих країнах Західної Європи і Північної Америки і поширилися спочатку на господарську діяльність підприємств, а вже потім на оцінку територій з метою їх раціонального використання та захисту від надмірного техногенного впливу. В Україні такі системи успішно розвиваються в останні десятиліття і регламентується відповідними стандартами та Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища». На жаль, в Законі не розписані вимоги до системи територіальної безпеки. Немає відповідних підзаконних актів або інструкцій чи інших директивних документів з методиками. Тому одним із наших



завдань є розробка таких методологій визначення сучасної ситуації на територіях та оцінка сучасного стану геосистем цих територій.

5. Методологія екологічної оцінки територій розроблена нами з використанням новітніх геоінформаційних комп'ютеризованих систем.

6. Ландшафтно-геохімічні дослідження повинні включати:

1) польові експедиційні ландшафтно-геохімічні дослідження територій;  
2) аналітичні визначення забруднювальних речовин у компонентах довкілля;  
3) комп'ютерну обробку аналітичних даних з використанням сучасних ГІС-технологій;

4) побудову електронних поелементних і покомпонентних техногеохімічних карт та карт сучасної ситуації;

5) ландшафтно-геохімічне районування території, класифікація виділених структур та розробка конкретних пропозицій з оптимізації та покращення стану довкілля.

7. Польові дослідження повинні включати маршрути, відбір проб (зразків) із різних середовищ – ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу, донних відкладів, рослинності.

8. Аналітичні визначення забруднювальних речовин у відібраних пробах необхідно здійснювати у лабораторних умовах методами атомно-адсорбційної спектрофотометрії, рентгенофлюоресцентного, хроматографічного та інших аналізів.

Саме такому набору методологічних засад ландшафтно-геохімічного оцінювання території й будуть присвячені наступні розділи пропонованого дослідження.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА СУЧАСНОЇ СИТУАЦІЇ ГЕОСИСТЕМ ДЛЯ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ

Розвиток географічних теоретично-методологічних засад у дослідженні забруднення ландшафтів техногенними елементами, визначення критеріальної оцінки територій та удосконалення методів визначення геохімічних показників її стану, потребує все більшого використання нових підходів. Також існує необхідність комплексного її відображення, тобто синергізм дії позитивності або негативності природних та техногенних чинників та відображення його у картографічному вигляді

Відображення, візуалізація, цього процесу у картографічному вигляді – створення карт сучасного стану та сучасної ситуації методом геоінформаційних систем, ландшафтно-геохімічна оцінка безпеки територій різних ієрархічних рівнів (рис. 1.14) мало довгий шлях (2003 – 2012рр.), фінансів, людських ресурсів і зусиль.

За цей час нами були виконані площинні ландшафтно–техногеохімічні дослідження територій на різних ієрархічних рівнях, починаючи від регіону і області, до адміністративного району, населеного пункту або території підприємства (рис. 1.14), а також була знайдена, обґрунтована і опробувана ефективна процедура або *алгоритм дослідження безпеки території* (рис. 2.1).

Комплексне ландшафтно-техногеохімічне дослідження з використанням геоінформаційних систем для ландшафтно-геохімічної оцінки природно-техногенної безпеки територій різних ієрархічних рівнів для подальшого їх районування має таку послідовність (алгоритм) процедур:

- 1) польові ландшафтно-геохімічні дослідження для наповнення баз даних ландшафтно-геохімічного оцінювання та районування;
- 2) дослідження техногенного забруднення різних середовищ (грунтів, поверхневих, ґрунтових і підземних вод, донних відкладів, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу, рослинності);
- 3) методи аналітичних досліджень та обробка інформації для наповнення

баз даних;

4) побудова баз даних ландшафтно-геохімічної інформації;

5) побудова комп'ютерних (електронних) карт, а також результуючої карти сучасного стану та сучасної ситуації на тій чи іншій досліджуваній території.

Розглянемо ці процедури послідовно.

## **2.1 Польові експедиційні ландшафтно-геохімічні дослідження для наповнення баз даних ландшафтно-геохімічного оцінювання та районування**

Основна мета експедиційних ландшафтно-техногеохімічних досліджень – проведення польового картування деградаційних явищ на основі візуальних спостережень та складання польових карт забруднення хімічними сполуками ґрунтів, поверхневих вод, пошкодження лісових масивів, донних річкових і водоймищних відкладів окремого регіону, зони промислового комплексу, адміністративного району чи області.

Експедиційні роботи ми проводили, починаючи з квітня 2003 р. В них брали участь разом з автором – доктор геолого-мінералогічних наук, професор О.М. Адаменко, а також кандидат геологічних наук, доцент Д.О. Зорін, старший викладач Н.О. Зоріна, аспіранти та студенти мм. Івано-Франківська, Копиченців, Тернополя.

Під час маршрутів, крім польового картування окремих компонентів геосистем, відбирались проби (зразки) ґрунтів, донних відкладів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря, снігу, трав'янисто-лучної рослинності. Особлива увага зверталась на місця активної дії джерел забруднення, автомобільні і залізничні магістралі, зони скидання стічних вод, склади отрутохімікатів тощо. Для вивчення динаміки атмосферної циркуляції враховувалась тривалість односпрямованого атмосферного переносу, при можливості – товщина забрудненого шару повітря над містом або промисловим комплексом. Серед річного режиму вітрів вибирались два – три основні напрямки рози вітрів. Важливе значення мала тривалість штильового періоду, з яким пов'язано застоювання повітря та акумуляція

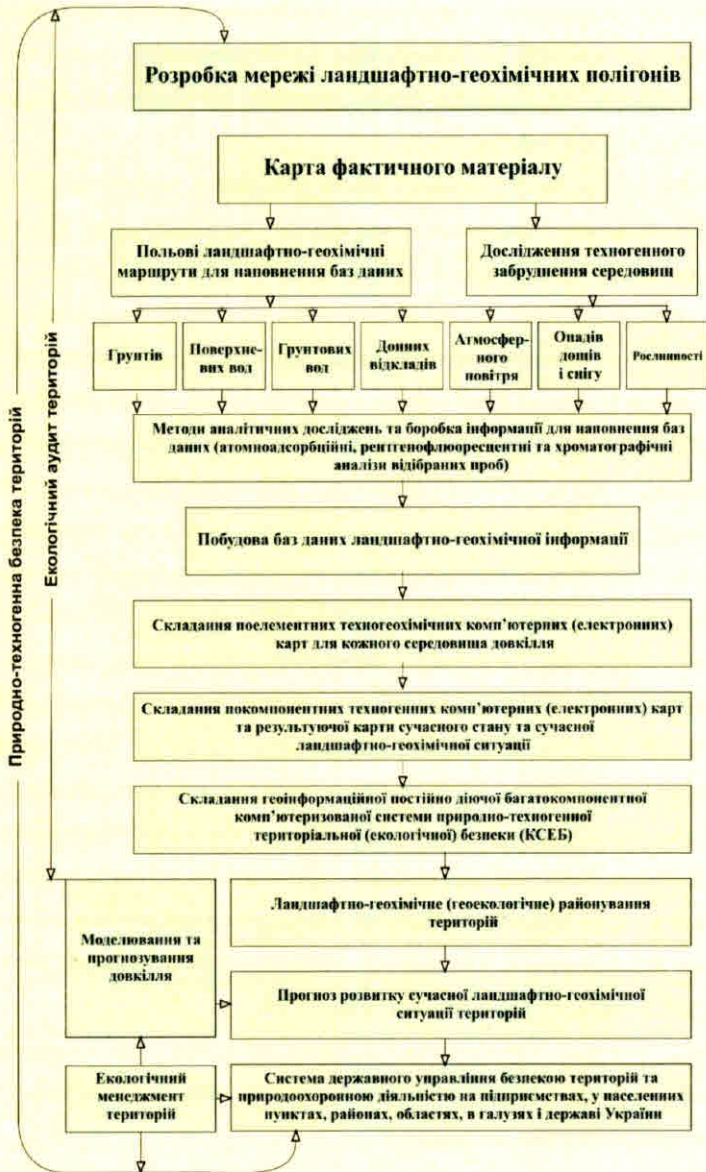


Рис. 2.1. Алгоритм дослідження безпеки територій

полютантів в улоговинних формах рельєфу. При цьому враховувався також вплив глобальних та регіональних повітряних переносів. Оцінювались також форми рельєфу та їх розміщення по відношенню до переважаючих напрямків вітрів та джерел забруднення. Визначались також, так звані «динамічні труби», де постійні вітри переносять газові викиди.

Польові маршрути проводились двома способами: паралельних маршрутів та петель [72]. Спосіб паралельних маршрутів застосовується для картування ландшафтно-геохімічних зон, які мають в досліджуваному районі, наприклад, меридіональне простягання. І тому маршрути проходили зі сходу на захід і навпаки – із заходу на схід. Робочі маршрути були приурочені до доріг, стежок, просік у лісі, польових меж та інших ліній на картах, охоплюючи всю територію та всі елементи рельєфу. *Ландшафтно-геохімічні полігони – точки спостережень та відбору проб* на різні аналізи були розташовані більш-менш рівномірно (рис. 1.1 – 1.7, табл. 2.1).

Орієнтація профілів обиралась таким чином, щоб вони пересікали усі типи ландшафтів, геоморфологічних елементів і ландшафтно-геохімічних структур. Така взаємно перпендикулярна мережа польових спостережень виключає можливість пропущення будь-якої важливої ландшафтно-геохімічної смуги чи іншої структурної одиниці. У залежності від масштабу досліджень розташування ландшафтно-геохімічних полігонів для відбору проб на різні види аналізів здійснювалось на відстанях від 100–200 м до 0,5–1 км. Основним визначальним чинником для «прив'язки» до тої чи іншої точки на карті і місцевості була наявність різнопорядкованих ландшафтних одиниць, які залежали від типів ґрунтів, рельєфу, літогенної основи, поверхневих водотоків і контурів ґрунтових вод. Необхідно було враховувати усі *особливості* так, щоб на кожній одиниці ландшафту розташувалось не менше 10–12 ландшафтно-геохімічних полігонів.

Досвід наших наукових досліджень показав, що класична норма картографічної науки – розміщення хоча би трьох точок на кожному 1 см<sup>2</sup> карти будь-якого масштабу нами витриманий.

*Дослідження техногенного забруднення ґрунтів.* Для території України характерно випадання полютантів на поверхню ґрунтів. Динамічна рівновага концентрацій аерозолів металів і радіонуклідів в приземному шарі забезпечується

Таблиця 2.1

**Відбір проб ґрунтових вод, атмосферного повітря і опадів снігу на ландшафтно-геохімічних полігонах Тисменицького району**

№ ч/ч	№ № пробо	Географічна адреса'ажа	Географічні координати		Відбір проб із середом					Лінійні
			X широта	У довгота	Грунт (200р)	Грунтки (1р)	Атмосф (1р)	Повітря (1р)	Сніг (1р)	
<b>Профілі І – І</b>										
1	22	Верхів'я р. Чорна	24°49'7"Н	48°03'13"З	22	22	22	22	22	
2	201	Витоки р. Чорна	24°51'80"	48°52'93"	201	201	201	201	201	
3	50	Висота 402 (автомаг р. Павлиш)	24°58'20"	48°58'16"	50	50	50	50	50	
4	23	Нова Гута – 1	24°54'79"	48°57'14"	23	23	23	23	23	
5	202	Нова Гута – 2	24°58'20"	48°58'16"	202	202	202	202	202	
6	203	Цікаві	24°60'49"	49°00'26"	203	203	203	203	203	
7	204	Майдан	24°56'65"	49°01'78"	204	204	204	204	204	
<b>Профілі ІІ – ІІ</b>										
8	210	Нидорин – 2	24°51'07"	48°48'56"	210	210	210	210	210	
9	211	Пісок – 1	24°52'94"	48°49'01"	211	211	211	211	211	
10	32	Пісок – 2	24°52'74"	48°49'01"	32	32	32	32	32	
11	212	Верхів'я р. Павлиш	24°57'58"	48°03'02"	212	212	212	212	212	
12	213	Розове	24°62'78"	48°58'72"	213	213	213	213	213	
13	15	Козина – 1	24°73'13"	49°06'59"	15	15	15	15	15	
14	16	Козина – 1	24°75'33"	49°07'77"	16	16	16	16	16	
405	37	Трип'я – 4	24°71'66"	49°01'12"	37	37	37	37	37	
406	38	Доброзолоння – 1	24°74'65"	49°00'13"	38	38	38	38	38	
107	39	Доброзолоння – 2	24°78'59"	48°58'81"	39	39	39	39	39	
<b>Профілі XV – XV</b>										
108	31	Сілець – 3	24°71'77"	49°03'02"	31	31	31	31	31	
109	32	Сілець – 4	24°73'07"	49°02'47"	32	32	32	32	32	
110	33	Сілець – 5	24°74'86"	49°01'71"	33	33	33	33	33	
111	34	Іванівська – 1	24°76'25"	49°01'36"	34	34	34	34	34	
112	35	Іванівська – 5	24°80'06"	49°00'039"	35	35	35	35	35	
<b>Профілі XVI – XVI</b>										
113	251	Сілець – 1	24°70'06"	49°05'26"	251	251	251	251	251	
114	27	Сілець – 2	24°73'41"	49°04'13"	27	27	27	27	27	
115	28	Будайків – 2	24°75'58"	49°03'44"	28	28	28	28	28	
116	252	Підборозка – 4	24°81'72"	49°01'51"	252	252	252	252	252	
117	253	Міжлуцтва	24°94'77"	48°57'47"	253	253	253	253	253	

○ 253 Геоекотичні полігони Тисменицької районної системи екологічного моніторингу

✦ 47 Геоекотичні полігони екологічного моніторингу території діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент»

● 97 Геоекотичні полігони екологічного моніторингу Богородчанського газотранспортного вузла

★ 52 Геоекотичні полігони Івано-Франківської обласної системи екологічного моніторингу

✦ 22 Геоекотичні полігони Івано-Франківської міської системи екологічного моніторингу

високою швидкістю їх осаду (до 1 см/с). В результаті на поверхні і в верхній зоні ґрунтів (до глибини 0.1-0.3 м) формуються високі концентрації металів і радіонуклідів – ареали техногенних змін геохімічного поля, які негативно впливають на довкілля і безпеку життєдіяльності людей. Опробування ґрунтів на площі зони забруднення здійснювалось по опорних профілях через 5–10 км. Для визначення внутрішньорічного циклу поступлення забруднювачів у ґрунти проводився відбір проб на 2–3 репрезентативних ділянках. На цих ділянках на протязі року відбирались проби ґрунтів три рази (кінець лютого, початок травня, жовтень місяць). Швидкість міграції забруднювачів по вертикалі та на глибину їх максимальної концентрації визначались на цих же ділянках при опробуванні ґрунтового профілю на всю його потужність (товщину) від 0 до літогенної основи, через 5 см. Опробування проводилось по мережі зі щільністю, яка відповідає різним масштабам досліджень (в залежності від віддалі об'єктів досліджень від джерел забруднення, умов поверхневої і підземної міграції та характеру забруднення) [4, 39, 58, 72, 137, 144, 242, 338]. При зйомках масштабу 1:200 000 рекомендується [20] мережа опробування 4 x 4 км зі згущенням до 2 x 2 км. При масштабі 1:50 000 – 1 x 1 км [20] зі згущенням 0.5 x 0.5 км. Обов'язковою умовою є зазначення часу відбору проби. Згідно методичних рекомендацій Є.О. Яковлева, зразки відбирались на відкритій ділянці, що віддалена від дороги не менше ніж 50 м, по конверту розміром 5 x 5 м, і об'єднувались в одну пробу. Відбір проводився на цілих землях з глибини 10 – 20 см. При відсутності непорушених земель проби відбирались на орних ґрунтах на глибині 20 – 30 см. З проби видалялась надземна частина рослин, уламки порід, коренева частина рослин. Об'єм проби 1 л (1.2 – 1.5 кг). Проби відбирались металічним стаканом діаметром 80 – 90 мм.

*Дослідження стану поверхневих, ґрунтових вод та донних відкладів.* Вода – один із найважливіших чинників життя. Якщо 100 років тому особисті витрати води жителями міст становили 30 – 40 л/добу, то в наші часи вже необхідно до 300 л/добу (у США – 350, в Москві – 400, у Києві та Дніпропетровську – по 300, в Лондоні й Парижі – 160, у Брюсселі – 85 л/добу). В Івано-Франківську та Тернополі добові витрати води дорівнюють 180 л. Окрім того, у XX–XXI століттях змінилися не лише кількісні показники води – значно погіршилася їх якість. Забруднення поширилось

не тільки на поверхневі, а й на ґрунтові та підземні води, адже щороку в цілому світі зливають у річки понад 400 км<sup>3</sup> неочищених та недостатньо очищених стічних вод.

Найнебезпечніші забруднювачі води – Hg, Cd, Pb, нафтопродукти, радіонукліди, феноли, пестициди та ін. Значно знижують якість води дефіцит кисню, надлишки азотних сполук, фосфатів, що викликають евтрифікацію поверхневих водойм. Тому, без очищення води, а значить, і визначення її якості, не повинен залишатись жоден житель.

При геохімічному оцінюванні поверхневих та ґрунтових вод досліджуваної території ми дотримувались методики, затвердженої Міністерством екології та природних ресурсів України [196, 197]. Проби відбирались з відкритих водоймищ: озер, водосховищ, річок, потічків та інших об'єктів – приблизно в тих же точках, що і зразки ґрунтів. Об'єм проби l – 1,5 літра. Глибина відбору 0,2 – 0,5 м.

Поверхневі води обстежувались шляхом прокладання маршрутів уздовж річок, навколо озер, водосховищ, а також у приватному секторі, де є криниці, свердловини або джерела. У польових журналах відмічались візуальні показники якості води: колір, каламутність, наявність завислих речовин, плям і плівок нафтопродуктів тощо.

Відбір проб донних відкладів водойм і водотоків проводився по ріках, річках, потічках, водоймах, тимчасових водотоках, ставках через 100–1000м (залежно від ширини водотоку і водойм та його гідродинамічного режиму). Проби відбирались з верхнього шару донних відкладів, які накопичують хімічні елементи, як депо, на глибині 5см за допомогою стакана-пробовідбірника. Попередня обробка проб зводилась до їх сушки та подрібнення. Об'єм проби – від 100 до 1 000 г.

Картографування забруднення поверхневих вод проводилося двома методичними прийомами: басейновим методом, де шляхом інтерполяції між окремими величинами вмісту елементів у точках відбору проб в межах басейнів рік проводились ізомети, якими оконтурювались гідрохімічні поля (аномалії поширення конкретного важкого металу). Правомірність такого методу обґрунтовується переважаючими джерелами забруднення поверхневих вод. До них відносяться промислові підприємства, сільськогосподарське виробництво та атмосферне забруднення, яке, крім локального впливу, поширюється на всі басейни рік,



накопичуються у довкіллі і з поверхневими водами попадають у ріки. З ними у річкові системи приноситься велика кількість важких металів з цілого басейну, або його частини. Тому такий метод вважається придатним і перспективним. Тим більше він дає можливість виявити аномальні поля і можливі джерела поступлення важких металів у поверхневі води дослідної території.

Другий метод картування забруднення річок умовно ми назвали «стрічковим» або «лінійним». Суть його полягає у виділенні нешироких смуг повздож річок і поділ їх на окремі частини за показниками якості води: кольору, каламутності, вмісту фенолів, важких металів, завислих речовин, нафтопродуктів тощо. Показники можуть бути переведені у різні коефіцієнти. Поділ прирічкової смуги, лінії річища самої річки може зображатись кольором або штрихуванням. Додаткові показники показуються символічними значками. Цей метод можна застосовувати у тих випадках, коли забруднення басейну річок істотно не впливає, а основну роль у забрудненні рік відіграють скидні води промислових комплексів.

На основі зібраних статистичних даних складають наступні карти забруднення поверхневих та підземних вод:

1. Карта джерел забруднення, на якій символічними знаками наносять всі промислові комплекси, транспортні вузли, автостанції, головні магістралі, склади збереження мінеральних добрив, отрутохімікатів (відкритого і закритого типу), тваринницькі комплекси, відкриті та підземні розробки природних ресурсів, склади паливно-мастильних матеріалів, нафтопроводи, поверхневий стік з сільськогосподарських полів, місця скидання господарсько-побутових стоків, стоки з автомагістралей, селищ, міст, місця скидання неочищених (очисні споруди відсутні) та недостатньо очищених стічних вод (очисні споруди працюють непродуктивно).

2. Карти поширення шкідливих речовин у поверхневих водах (річках, озерах, водоймищах). До основних показників, що зображаються на карті, відносяться:

а) об'єми забруднених стічних вод, які скидають у водні об'єкти;

б) загальний вміст забруднюючих речовин, що містяться у стічних водах (тис. т на рік);

в) інгредієнтний склад стічних вод (основні речовини зображують стовпчастою діаграмою, другорядні – символічними значками).

У круговій діаграмі, яка фіксує у відповідному масштабі загальний об'єм скидних вод, величиною сектору зображують кількість скидних очищених і неочищених вод. Додаткова інформація показується символічними значками.

3. Карта споживання свіжої прісної води.

4. Карта якісних показників поверхневих вод, де символічними значками відображені: забарвлення, температура, запах, смак, каламутність, прозорість, завислі речовини, розчинний кисень, БСК, кислотність, жорсткість, Са, Mg тощо.

5. Велику групу складають карти поширення важких металів у поверхневих водах. Досвід показав, що їх кількість у забруднених водах може коливатися у широких межах. Серед них Mn, V, Cu, Co, Cd, Fe, Ag, Zn, Mo, Sr, Pb, Be, Al, Cr, Hg та інші. Складають карти поширення окремих металів, карти металів I, II та III групи токсичності, карти перевищення вмісту металів у воді над ГДК, за сумарним ефектом тощо (Волошин, 1991).

6. На основі систематичних польових та лабораторних досліджень розробляють рекомендації по збереженню поверхневих та підземних вод, раціональному їх використанню.

*Дослідження техногенного забруднення атмосферного повітря, опадів дощу, снігу та рослинності.* З урбанізацією територій та збільшенням населення значно зростає забрудненість атмосферного повітря вуглекислим і чадним газами, сполуками азоту і сірки, токсичними важкими металами, такими як Pb, Zn, Cu, Ni, Co, As, Cd, Hg, Mo та ін. Тому, атмосферне повітря вже не є гарантом здорової життєдіяльності людини.

Найбільшим забруднювачем повітря в містах є автомобільний транспорт. За даними І.І. Доценко (1984), в Україні транспортні засоби викидають в атмосферу понад 40% вуглеводнів та близько 30% оксидів азоту. У деяких містах викиди автотранспорту вже давно перевищили викиди інших джерел, а саме: Київ і Вінниця – 77%, Євпаторія й Ужгород – 91%, Ялта, Полтава і Хмельницький – 88%, Сімферополь, Тернопіль, Луцьк та Івано-Франківськ – 83%, Львів – 79%, Чернівці –

75%. У Києві щороку викидається в атмосферу понад 200 тис. тонн шкідливих речовин, в Івано-Франківську – від 20 до 32 тис. тонн, а у Тернополі у 2 рази менше.

Тому при ландшафтно-геохімічних дослідженнях значну увагу ми приділяли вивченню якості атмосферного повітря. Точки відбору проб були приурочені до обраної мережі спостережень, яка більш-менш рівномірно охоплює досліджувану територію. Проби відбирались медичним шприцом об'ємом 20 см<sup>3</sup> на висоті 1.5–1.7 м від поверхні землі і переводились у спеціально підготовлені герметично закриті і заповнені насиченим розчином NaCl флакончики з-під пеніциліну. При цьому враховувались основні напрямки переносу атмосферного повітря, роза вітрів, наявність так званих динамічних труб [177].

Атмосферні опади у вигляді дощу і снігу відбирались у водозбірний посуд відповідно до рози вітрів. Місця відбору проб приблизно відповідали мережі спостережень. При відборі проби снігу фіксувався період його випадання. Вага проби снігу становила 13–15 кг (8–10 л води). Відтанення проходило при кімнатній температурі. Снігова вода і твердий залишок аналізувалися окремо. Тверда нерозчинна фаза (атмосферний пил) залишалася при фільтруванні на беззольному фільтрі, потім її просушували, просіювали і зважували.

Приблизно в тих же точках були відібрані проби трав'янистої рослинності – лучного різнотрав'я. Вага проби (1–2 кг) залежала від необхідної кількості (50–100 г) попелу, отриманого для аналізу при спаленні трави. У спеціальних польових журналах записувались всі проби та їх географічна і геоморфологічна прив'язки до мережі спостережень. Методика досліджень хімічного забруднення рослин є загальноприйнятою [340].

Основна мета лісоекологічних досліджень на маршрутах полягала у визначенні ступеня та розмірів пошкодження лісового покриву та трав'яних угруповань хімічними сполуками. Особлива увага приділяється розмірам пошкодження листя, визначається форма, колір, процент пошкодження. Вияснялось, з яким джерелом пов'язано пошкодження рослинності та які інгредієнти викидає в атмосферу той чи інший промисловий комплекс.

Закінчується робота картографуванням пошкодженого *рослинного покриву з визначенням ступеня пошкодження*. Пошкоджене листя відбирають для гербарію,

лабораторних досліджень та атласу рослин. Для лабораторних аналізів у мішечки відбирають проби листя вагою 400-500 г, заповнюють етикетку, де подаються відомості про місце, час відбору проби та опис пошкодження.

Слід відмітити, що під час так званого рекогносцирувального об'їзду території обговорюють та розробляють діагностичні ознаки типів пошкодження; визначають різноманітні захворювання дерев і ознаки, які дають можливість відрізнити їх від форм пошкодження кислотними дощами, розчиненими в дощах речовинами та твердими атмосферними домішками.

На початковій стадії досліджень змін (пошкодження) *рослинного покриву під впливом господарської діяльності* виконують наступні види робіт:

1. Підготовлюють (копіюють) карту поширення лісових масивів на дослідній території в межах лісництва, лісокомбінатів, держлісфонду, сільськогосподарських об'єднань.

2. Підготовлюють детальний аналіз породного складу лісу (карта, пояснювальна записка, лісові площі можливого та сучасного пошкодження, передбачувані маршрути).

3. Складають карти поширення хвороб серед лісових масивів (коренева гниль, деформація, висихання тощо).

4. Складають карту джерел забруднення лісових масивів, пошкодження лісів вітровалами, вітроломами, лавинами, зсувами, селями.

5. Наносять на карту магістральні дороги, газонафтопродуктопроводи.

6. На основі зібраних матеріалів складають карту еколого-лісових проблем, де відображені всі деградаційні явища у лісових масивах, включаючи зони туристичних баз, зон відпочинку, автостоянок, туристичних маршрутів, зони з ознаками рекреаційної депресії, пошкодження лісових масивів кислотними дощами, радіолокаційними об'єктами, постійно діючими димовими потоками, пожежами, хворобами, проблеми лісовідновлення (зміна площі, природного складу, відновлення корінних порід тощо).

7. Складають карту пошкодження лісових масивів (за даними лісничих) та на основі оглядових об'їздів лісонасаджень, використовуючи наступні ступені пошкодження: слабопошкоджені (частина хвої, листя пожовклі); середньо

пошкоджені (пошкоджено більше 50% листя, хвої); сильнопошкоджені (пошкоджено більше 80% хвої, листя); зруйновані (висохлі) ліси. Ця попередня карта уточнюється, доповнюється під час польових досліджень, завершується виготовленням карти у камеральний період з врахуванням даних лабораторних досліджень [72].

8. Важливою ділянкою досліджень є вивчення забруднення грибів, ягідних культур важкими металами, нітратами, радіонуклідами.

Проведені *лісоекологічні дослідження* дають можливість розробити заходи щодо захисту лісових масивів від деградаційних явищ та захистити населення від різноманітних антропогенних хвороб на основі найважливіших *лісоекологічних карт*:

- 1) джерел забруднення лісових масивів;
- 2) зовнішнього пошкодження вулично-паркових насаджень та лісових масивів різними джерелами негативного впливу;
- 3) вмісту та поширення хімічних елементів у різних частинах лісових порід та забруднення ґрунтового покриву у лісах.

## **2.2 Методи аналітичних досліджень та обробка інформації для наповнення баз даних**

Для оцінки сучасного стану та сучасної ситуації територій застосовувались фізичні, фізико-хімічні, ядерно-фізичні методи та хімічні аналізи. Надаємо їх характеристику.

1. *Фізичні методи*: кількісний спектральний аналіз застосовується для експресного визначення широкого кола елементів у ґрунтах, донних відкладах, випаданнях пилу і сухих залишках води (із застосуванням спектрографів типу ДФС і СТЕ-1); кількісний спектральний аналіз проб промислових відходів і стоків виконується на приладах – квантометрі ОЗС-36 і спектрографі ДФС.

2. *Фізико-хімічні методи*: атомно-адсорбційний аналіз – проводиться з метою вивчення рухомих форм елементів у пробах ґрунту та окремих елементів у воді.

Прилади – атомно-адсорбційний аналізатор АА-1, Сатурн-1; для визначення ртуті в

порошкових пробах – газоаналізатор РАФ; хіміко-спектральний аналіз – для твердих завислих частин із атмосферного повітря, які збирались на фільтрах (фільтри після розчинення і оголення піддаються кількісному спектральному аналізу), застосовується спектрограф СТЕ-1.

3. Ядерно-фізичні методи: рентгенофлюоресцентний аналіз – для складання за хімічним складом (багатокомпонентних) зразків, прилад ХР-500.

4. Хімічні аналізи: колOMETричний, об'ємний, ваговий, полуменево-фотометричний і хроматографічний, флуорометричний та інші методи для визначення макро- та мікрокомпонентів. Підземні і поверхневі води досліджуються згідно з ГОСТом 2874-82 «Вода питьевая» і нормами охорони поверхневих вод «СанПиП» № 4830-88 за такими компонентами: аніони – хлору, сульфату, нітрату, нітриту, карбонату, фтору, миш'яку, селену; катіони – кальцію, магнію, натрію, берилію, молібдену, свинцю, стронцію; синтетичні поверхнево активні речовини (СПАР), феноли, залишкові пестициди. Результати аналізу усереднюються за двома незалежними визначеннями.

Згідно цих методів було виконано: аналізи зразків ґрунту та сухого залишку проб поверхневих та ґрунтових вод – атомно-адсорбційним та рентгенофлюоресцентним методами в Івано-Франківській обласній санітарно-епідеміологічній станції (табл. 2.9). Атомноадсорбційний аналіз виконувався на приладах „ZIES” та аналізаторі Сумського заводу АА-1. Для контролю і порівняння даних використовувались також електрохімічні прилади „ЕКОТЕСТ”.

Рентгенофлюоресцентний аналіз ядерно-фізичним методом на приладі ХР-500 використовувався для зразків зі складним речовинним складом.

На жаль, ні атомно-адсорбційні, ні рентгенофлюоресцентні аналізи не завжди можуть давати можливість виявити не тільки розчинні (рухомі) форми, але й валові вмісти важких металів, що важливо для відслідковування їх у компонентах довкілля. Але, навіть, валові вмісти хімічних елементів дають можливість виявити їх природні фони та аномалії, що дозволяє оцінювати ступінь забруднення ландшафтів та їх розподіл по площі досліджуваного району. А це і є основною задачею при ландшафтно-геохімічних дослідженнях території.

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

В останні роки найбільш перспективним вважається електрохімічний метод інверсійної хронопотенціометрії на приладах М-ХА 1000-5 („ЕКОТЕСТ”), який ми використовували для контрольних аналізів. Суть методу полягає в електрохімічному концентруванні на індикаторному електроді важких металів Pb, Cu, Zn, Cd з розчину та їх електророзчинення у вольтамперостатичному режимі при заданому опорі ланцюга, який регулює швидкість процесу розчинення. Цей метод є високопродуктивним, але вимагає певних затрат часу на підготовку проб ґрунтів до аналізу.

Результати аналітичних досліджень відібраних нами проб зведені у бази даних, які були оброблені методами комп’ютерних технологій на ПЕОМ.

### **2.3 Бази даних ландшафтно-геохімічної інформації**

Щоб визначити сучасний стан тієї чи іншої території або техногенного об’єкту, розробити прогноз її подальшого розвитку, запобігти негативним наслідкам її впливу на людей, необхідно вивчити динаміку природних змін усіх компонентів довкілля під впливом антропогенних (спричинених людиною, її технологіями і технікою) чинників. Для цього усі спостереження і виміри включають у банк або бази даних, структуру яких розробив Я.О. Адаменко [33] ще у 1996 р. В кожній базі даних (рис. 2.2) того чи іншого компоненту геосистеми – від 20 до 100 параметрів – показників, що мають різну динаміку: геологічне середовище змінюється повільно, тоді як атмосфера – багато разів на добу. Загальна кількість показників може сягати кількох тисяч, тому їх аналіз і оцінка можливі тільки методами сучасних геоінформаційних технологій з використанням потужної комп’ютерної техніки.

Поєднання вказаного науково-обґрунтованого алгоритму оцінки сучасної ситуації з *геоінформаційними технологіями, картографічними географічними дослідженнями територій* є важливим допоміжним засобом візуалізації ландшафтно-геохімічної інформації для отримання об’єктивних даних при створенні карт *сучасного стану та сучасної ситуації* і подальшого районування





територій. *Комплексність системи збору інформації* забезпечується різноманіттям підходів до картографування територій: географічного, ландшафтного, екологічного, ресурсного, медичного, рекреаційного, адміністративного та ін. Тільки маючи *повну інформацію*, отриману за новітніми ГІС-технологіями, можна бути впевненим, що сучасна ситуація територій знаходиться під контролем.

*Виконання усіх процедур оцінки сучасної ситуації на певній території або об'єкті* – це сама основа, початок ландшафтно-геохімічного дослідження, коли ми «знімаємо» *нульовий геохімічний фон*, від якого починається відлік наступних його змін. Як же ми оцінюємо кількісні зміни в сучасному стані ландшафтів та його компонентів?

Для цього використовувались різні методи, що розглянуті у працях В.М. Гуцуляка [110–112]. Звичайно ж, це можливо виконати, якщо перед тим ми провели польові експедиційні дослідження, відібрали проби ґрунтів, поверхневих, ґрунтових і підземних вод, атмосферного повітря, донних відкладів, дощу і снігу, рослинності. Проаналізувавши ці проби на вміст в них основних забруднювачів, побудувавши відповідні бази даних, можна приступати до *оцінки сучасного ландшафтно-геохімічного стану територій*.

В кожному компоненті ландшафту (ґрунтах, воді, повітрі і т.д.) можна знайти велику кількість різних хімічних елементів, які до певних концентрацій не є шкідливими для людини, а навіть корисними, необхідними. Середній вміст елементів у земній корі (літосфері) називають кларком (табл. 2.2). Але в кожному регіоні, у залежності від геологічної будови, типу ґрунтів, географічної зональності та інших чинників, будуть свої, характерні тільки для цього регіону, середні вмісти того чи іншого елементу. Такий середній вміст називають *регіональним геохімічним фоном*  $C_{\phi}$ .

Тільки ті вмісти елементів, які перевищують фон, можуть бути аномальними, а значить і шкідливими для нормального розвитку геосистем. Якщо ж вміст того чи іншого елементу в досліджуваному районі перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК), то цей елемент стає токсичним, тобто шкідливим для організму людини.

Аномальний міст  $C_a$  визначається за формулою:

$$C_a = C_i - C_\phi, \quad (2.1)$$

де  $C_i$  — вміст елементу в досліджуваному компоненті ландшафту;  $C_\phi$  — регіональний геохімічний фон.

Регіональний геохімічний фон  $C_\phi$  складається з природного  $C_\phi^п$ , який був ще до техногенного забруднення, і техногенного  $C_\phi^т$  фонів. Останній визначається як різниця між регіональним, тобто сучасним загальним фоном  $C_\phi$  і природним  $C_\phi^п$  фонами [113] за формулою:

$$C_\phi^т = C_\phi - C_\phi^п. \quad (2.2)$$

При цьому техногенний фон фактично поділяє досліджувану територію на аномальні (додатні і від'ємні за В.М. Гуцуляком [113]) і чисті зони. „Техногенний фон встановлюють за даними вмісту техногенних хімічних елементів у поверхневому шарі ґрунту та в донних відкладах порівняно з їхніми природними фоновими концентраціями”, – зазначає В.М. Гуцуляк [113, с. 28].

Природний геохімічний фон  $C_\phi^п$  – це фон, визначений на незабруднених територіях національних парків, біосферних та природних заповідників та інших площах природно-заповідного фонду.

Визначивши техногенний фон  $C_\phi^т$ , можна розрахувати частку техногенного впливу на кожному ландшафтно-геохімічному полігоні, у кожній точці відбору проб за формулою:

$$C_i^т = C_i - C_\phi^п. \quad (2.3)$$

#### 2.4 Методи визначення геохімічного фону

Із праць Ю.Е. Саста, Ю.Г. Щербаківа, В.М. Гуцуляка та ін. [67, 136, 144, 273, 329, 352] відомо кілька методів визначення геохімічного фону на територіях, де проводились геолого-зйомочні або геохімічні дослідження. Це – класичні статистичні методи, як розрахункові так і графічні, методи середніх величин та ін. Всі вони стосуються визначення загального геохімічного фону  $C_\phi$ , без поділу його на природний  $C_\phi^п$  і техногенний  $C_\phi^т$ . Ми, маючи великий обсяг результатів

геохімічних досліджень (бази даних включають 1 441 точку відбору проб та їх аналіз на ряд токсичних хімічних елементів та речовин – забруднюючих ґрунти, атмосферне повітря, опади дощу і снігу, ґрунтові і поверхневі води, донні відклади і зола трав'янистої рослинності), пропонуємо *роздільне визначення загального  $C_{\phi}$ , природного  $C_{\phi}^n$  і техногенного  $C_{\phi}^T$  геохімічного фонів програмно-комп'ютерним методом* (рис. 2.3).

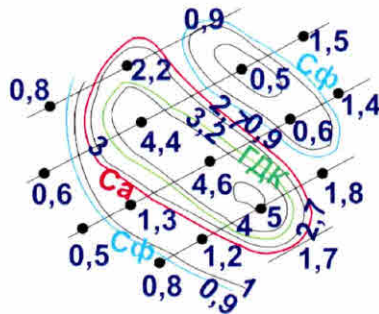


Рис. 2.3. Ізоконцентрації та відповідні їм межі фону  $C_{\phi}$ , аномалій Ca і ГДК

#### 2.4.1 Статистичні методи визначення загального геохімічного фону $C_{\phi}$ за допомогою нового комп'ютерного продукту ECOSTAT

Визначення загального геохімічного фону  $C_{\phi}$  складаються із наступних етапів статистичної обробки даних:

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

Із праць Ю.Е. Саєта та ін. [276, 328, 339, 348, 350] відомо, що надійність статистичних параметрів визначається правильністю групування вибірок. З точки зору геохімії, це означає, що кожна вибірка повинна належати одному і тому ж об'єкту, характеристики розподілу елементів у якому розглядаються як випадкові величини. У нас (в наших дослідженнях) такими об'єктами є ґрунти, ґрунтові води, атмосферне повітря і рослинність. Тому, ще при відборі проб, щільність точок визначалась з урахуванням розподілу ландшафтних особливостей території, про що

ми наголошували вище. Тому були опробовані усі головні ландшафтні елементи більш-менш рівномірно. Із досвіду геохімічних досліджень в інших регіонах [273, 329] відомо, що для статистичної обробки достатньо мати дані по 30 і більшій кількості проб. У наших дослідженнях цей показник перевищений у 2–4 рази.

Перевірку гіпотез розподілу вмісту елементів у вибірках ми виконували за стандартизованими коефіцієнтами асиметрії ( $A$ ) і ексцесу ( $E$ ) з врахуванням  $\chi^2$  – критерію Пірсона при рівні значимості  $q = 0,05$  і відповідному ступені свободи (табл. 2.3). Прийняття гіпотези, що перевіряється, аргументувалось наступними параметрами:  $A < 3$ ;  $E < 3$ ;  $\chi^2$  *розрах.*  $< \chi^2$  *табл.* Розподіл елементів у природних середовищах завжди можна описати обмеженою кількістю законів: нормальним, логнормальним, відображеним логнормальним і логнормальним зі здвигом [261, 329]. В нашому дослідженні таким законом виявився закон нормального розподілу (рис. 2.4), тому всі розрахунки можна виконувати згідно наведених у таблиці 2.3 формул.

При ландшафтно-техноgeoхімічних дослідженнях, з нашої точки зору, важливе значення мають флуктуації фону. Іноді пропонують [264, 276] відносити до фонових вмістів такі, що на гістограмах (рис. 2.4) знаходяться вище 10 – відсоткового рівня. З врахуванням  $t$  – критерія Стьюдента і величини ймовірності, визначають фонові вмісти А.А. Беус, Ю.Е. Саєт та ін [276]. Замість  $t$  – критерія іноді пропонують аргумент функції Лапласа або емпіричний коефіцієнт, середньоквадратичну похибку опробування або аналізу, середньоарифметичне, середнє логарифмів вмістів та ін. [264].

Враховуюче те, що для аналітичної похибки кожної конкретної вибірки властива флуктуація фону за рахунок нерівномірного розподілу елементів у середовищах довкілля, а також необхідністю виявлення слабких аномалій, ми вважали за необхідне прийняти варіабельність фону в межах  $\pm 3 C_{\phi}$ .

## Формули для статистичних розрахунків [264]

Статистичні параметри	Розрахункові формули
<b>Середнє:</b>	
арифметичне	$\bar{x} = \sum x_i / N$
логарифмів	$\lg \bar{x} = \sum \lg x_i / N$
максимально правдиве	$C = 10^{\lg x + 1,1513 S_{\lg}^2}$
<b>Дисперсія розподілу:</b>	
вмістів	$S^2 = \sum (x_i - \bar{x})^2 / N - 1$
логарифмів вмістів	$S_{\lg}^2 = \sum (\lg x_i - \lg \bar{x})^2 / N - 1$
<b>Середньоквадратичне відхилення:</b>	
середнє логарифмів вмістів	$S_{\lg} = \sqrt{\sum (\lg x_i - \lg \bar{x})^2 / N - 1}$
максимально правдиве	$S = \sqrt{\frac{(C_1 - C)^2}{4} (10^{2,3026 S_{\lg}^2} - 1)}$
відносне, %	$S_r = 100 \sqrt{10^{2,3026 S_{\lg}^2} - 1}$
<b>Коефіцієнт асиметрії</b>	$A = \sum (x_i - \bar{x})^3 / N \cdot S^3 \sqrt{6(N+3)}^{-1}$ $A_{\lg} = \sum (\lg x_i - \lg \bar{x})^3 / N \cdot S_{\lg}^3 \sqrt{6(N+3)}^{-1}$
<b>Коефіцієнт ексцесу</b>	$\varepsilon = \sum \frac{(x_i - \bar{x})^4}{NS^4} - 3 / \sqrt{25(N+5)}^{-1}$ $\varepsilon_{\lg} = \sum \frac{(\lg x_i - \lg \bar{x})^4}{NS^4} - 3 / \sqrt{25(N+5)}^{-1}$
<b>Коефіцієнт Пірсона</b>	$\chi^2 = \sum (n_j - n_j)^2 / n_j$
<b>t-критерій Ст'юдента</b>	$t_c = (x_1 - x_2) / \sqrt{\frac{S^2 x_1}{N_1} + \frac{S^2 x_2}{N_2}}$
<b>t-критерій Родіонова</b>	$t_r = \frac{\lg x_1 - \lg x_2 + 1,153 (S_{\lg}^2 x_1 - S_{\lg}^2 x_2)}{\sqrt{\frac{S_{\lg}^2 x_1}{N_1} + \frac{S_{\lg}^2 x_2}{N_2} + 2,65 \left[ \frac{S_{\lg}^4 x_1}{N_1 - 1} + \frac{S_{\lg}^4 x_2}{N_2 - 1} \right]}}$
<b>Фоновий вміст</b>	$x_\phi = 50\%$ частоти зустрічання
<b>Флукутація фону</b>	$x_{\phi n} \div x_\phi = x_\phi \div mS$
<b>Кларк концентрації</b>	$K = x_\phi (C_\phi)$ Кларк
<b>Коефіцієнт концентрації</b>	$K_x = x(C_\phi) \text{ виборки} / x_\phi (C_\phi) \text{ рег.}$
<b>Коефіцієнт аномальності, %</b>	$K_{ан} = 100 N_{ан} / N$

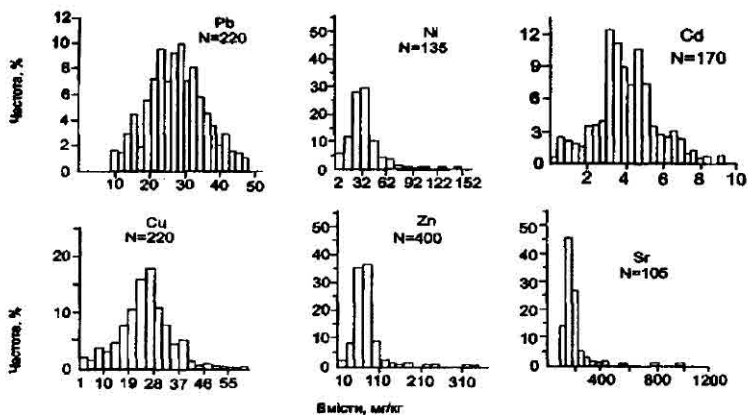


Рис. 2.4. Гістограми розподілу хімічних елементів у ґрунтах, мг/кг, N– кількість проб у вибірці [144]

Таким чином, ми прийняли вищенаведені статистичні показники прийнятними для досліджуваного регіону (рис. 2.5 – 2.7, табл. 2.4 – 2.6).

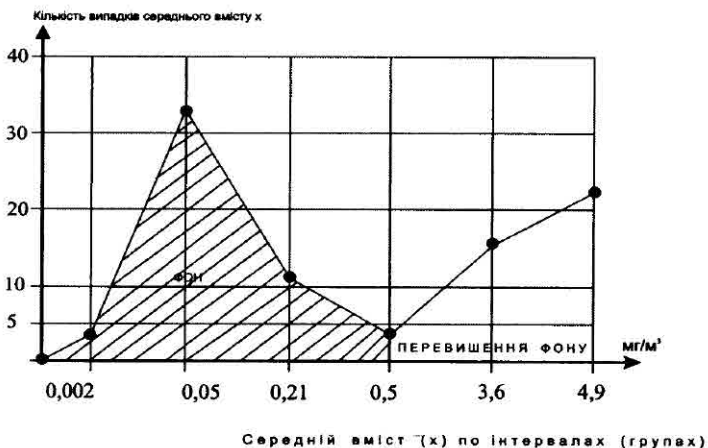


Рис. 2.5. Розподіл середнього вмісту ( $\bar{x}$ ) чадного газу по інтервалах (групах) в атмосферному повітрі Гусятинського району [306]

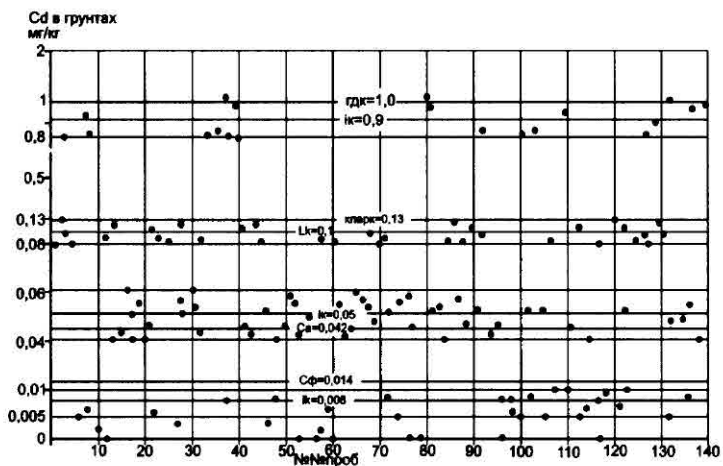


Рис. 2.6. Розповсюдження кадмію Cd в ґрунтах Дністровського каньйону: графічно-розрахункове визначення фонових і аномальних значень [144]

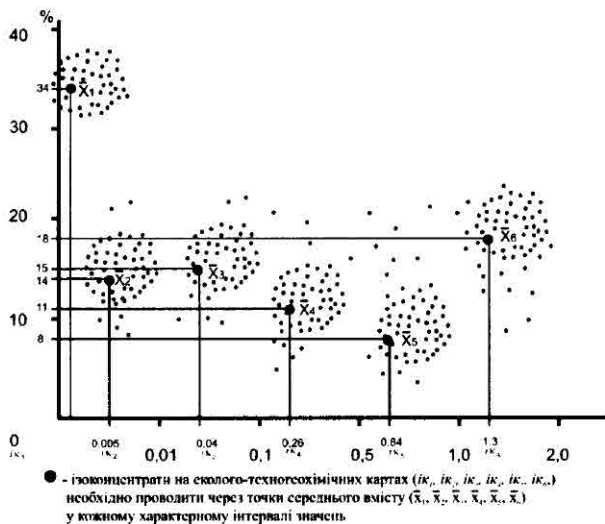


Рис. 2.7. Хвилюво-ройовий характер розподілу забруднюючих речовин у ґрунтах біля потужного джерела викидів поллютантів в атмосферне повітря [144]

Таблиця 2.4

**Розподіл елементів в ґрунтах природних ландшафтів світу  
(Ю.Г. Щербаков та ін., 1996)**

Елемент	N вибірки	Вміст, мг/кг			Статистичні параметри				
		X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>	$\bar{X}$	S	A	E	X <sub>ф</sub>	K
Li	249	6.7	47.4	25.4	8.1	2.5	-0.4	25.0	0.83
Be	269	0.1	8.0	2.6	1.5	2.8	-0.5	2.2	0.37
P	482	1.0	2000.0	583.3	304.8	14.1	15.5	464.4	4.22
Sc	327	1.0	80.0	15.8	10.1	6.9	13.7	14.8	2.11
Ti	190	300.0	10000	4295.8	2059.9	6.0	3.2	3428.2	0.74
V	247	11.1	155.5	63.8	31.5	2.9	-1.4	59.3	0.59
Cr	386	16.6	775.0	91.5	61.3	44.3	184.5	80.0	0.40
Mn	386	180.0	4400	779.4	295.3	40.5	233.3	764.8	0.90
Co	386	1.5	33.0	8.8	5.5	4.2	2.0	10.0	1.0
Mi	386	4.0	142.8	36.6	18.6	14.4	23.3	43.3	1.08
Cu	417	2.0	60.0	25.1	95	1.9	3.4	25.4	1.27
Zn	400	10.0	334.0	76.6	35.5	33.5	101.3	72.0	1.44
Ga	267	1.0	40.0	16.4	7.9	1.9	-1.2	14.6	0.46
As	425	1.29	55.1	22.0	12.9	1.1	-3.8	22.5	4.5
Rb	247	16.8	945.4	148.7	210.7	17.2	17.7	81.1	1.35
Sr	249	102.8	976.4	191.5	101.4	28.0	74.4	166.1	0.55
Zr	269	1.0	500.0	246.3	95.0	-2.1	-0.1	204.2	0.68
Mo	312	1.0	20.0	3.5	1.7	30.0	114.9	2.7	1.35
Cd	519	0.01	1.87	0.18	0.15	39.1	161.2	0.15	0.30
Cs	249	0.7	8.1	3.9	1.4	1.4	0.0	3.8	0.76
Ba	249	42.0	628.6	383.0	73.3	-5.5	14.8	387.3	0.78
Hg	619	0.002	9.35	0.21	0.74	87.8	429.4	0.07	7.0
Pb	499	4.0	60.0	19.7	9.3	4.4	-0.3	16.4	1.64

Таблиця 2.5

**Розподіл елементів в ґрунтах лісостепової зони (В.П.Ковалев та ін., 1996)**

Елемент	N вибірки	Вміст, мг/кг			Статистичні параметри				
		X <sub>min</sub>	X <sub>max</sub>	$\bar{X}$	S	A	E	X <sub>ф</sub>	K
Li	278	6.7	47.4	26.5	8.2	0.5	-1.1	270	0.9
V	273	11.1	8.0	68.2	30.2	0.45	-1.4	69.2	0.7
Cr	307	16.6	2000.0	92.3	67.0	37.7	143	77.5	0.39
Mn	307	180	80.0	773	215	3.0	10.6	774	0.91
Co	307	1.5	10000	9.2	5.2	2.1	2.3	10.0	1.0
Ni	307	4.0	155.5	35.7	18.2	11.6	13.4	32.0	0.8
Cu	333	2.0	775.0	25.5	9.9	2.3	2.8	25.1	1.26
Zn	316	10.0	4400	78.4	38.6	28.6	77.1	71.4	1.43
As	325	1.29	33.0	20.8	12.7	1.2	-4.2	21.1	4.22
Rb	273	16.8	142.8	122	173	14.6	29.5	10.6	1.8
Sr	278	80.0	60.0	185	71.9	15.2	43.6	175	0.6
Cd	424	0.01	334.0	0.18	0.15	37.7	157	0.14	0.28
Cs	226	0.4	40.0	4.1	1.5	0.1	-0.6	3.9	0.8
Ba	278	42.0	55.1	420	85.6	2.8	3.0	411	0.8
Hg	470	0.003	945.4	0.23	0.84	68.2	291	0.065	6.5
Pb	289	102.8	4.0	19.1	8.1	3.0	2.7	20.2	2.0



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

Елемент	N вибірки	Вміст, мг/кг			Статистичні параметри					
		$X_{\min}$	$X_{\max}$	$\bar{X}$	S	A	E	$X_{\phi}$	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	

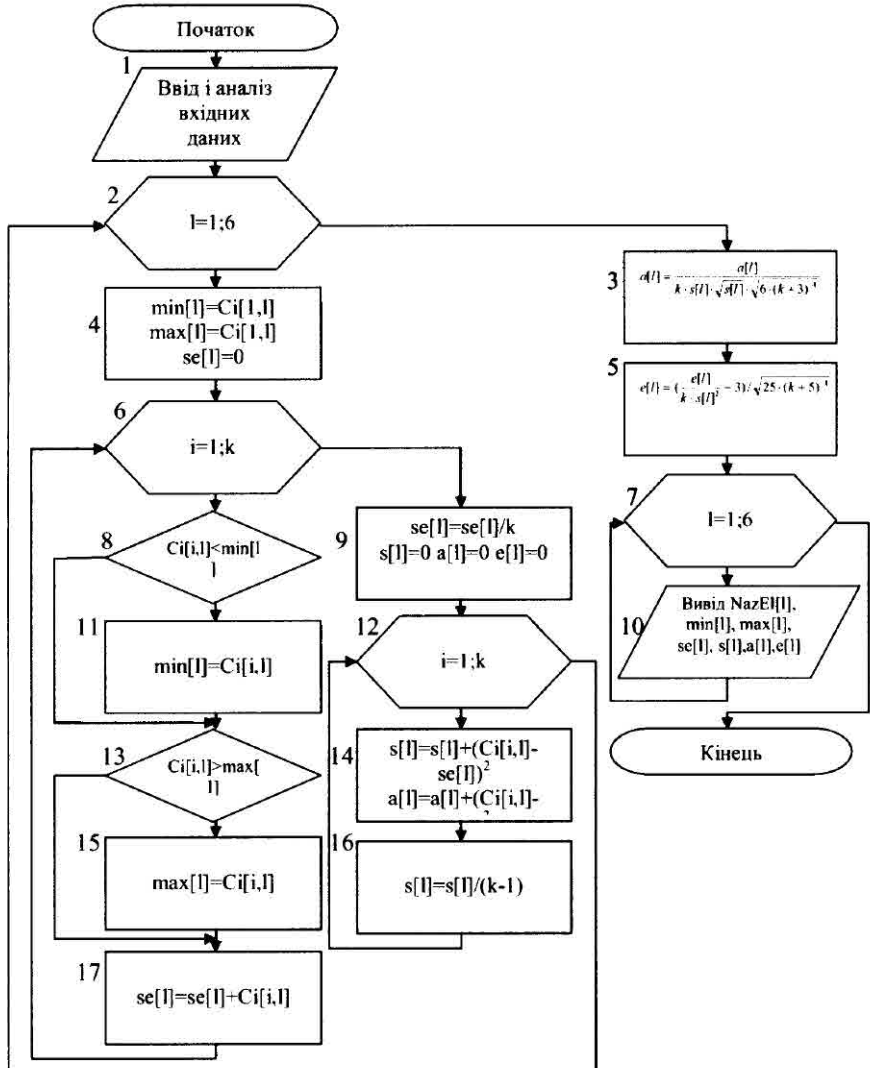
За консультацією програміста М.В. Крихівського нами розроблений *новий комп'ютерний програмний продукт ECOSTAT*, який дозволив підвищити ефективність статистичних методів та автоматизувати рутинний процес *розрахунків фонових ( $C_{\phi}$ ), аномальних ( $C_{\Delta}$ ) концентрацій та ізоконцентрат ( $I_k$ ) речовин – забруднювачів на основі баз даних. Алгоритм програми представлений у таблиці 2.7.*

Для реалізації комп'ютерної програми ECOSTAT, були використані матеріали Ю.Г. Щербаківа [264] з розподілу елементів у ґрунтах природних ландшафтів світу (табл. 2.4) та у ґрунтах лісостепової зони (табл. 2.5).

Конкретні матеріали з геохімії ґрунтового покриву у Карпатському регіоні, узагальнені Г.Д. Гуцуляком в 2005 р. при агрохімічному районуванні, дозволили нам побудувати аналогічну таблицю і виявити статистичні параметри, в тому числі *регіональний геохімічний фон і аномалії* для сірих лісових опідзолених ґрунтів Карпатського регіону (табл. 2.4 – 2.6), та побудувати ряд графіків (рис. 2.5 – 2.7).

Статистичні методи використовувались для того, щоб відрізнити техногенну складову забруднень  $C_{\phi}^T$  від природного геохімічного фону  $C_{\phi}^n$ .

## Графічний алгоритм програми ECOSTAT для розрахунку статистичних параметрів



З метою визначення кореляційних зв'язків між вмістом різних хімічних елементів (рис. 2.8, 2.9) був виконаний регресивний аналіз: кореляція між всіма можливими парами елементів у ґрунтах 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) за формулою:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \bar{x} \cdot \bar{y}}{n \sigma_x \sigma_y}, \quad (2.4)$$

де  $r$  – коефіцієнт кореляції,  $x$  і  $y$  – вміст елементів  $C_i$  в тому чи іншому середовищі у конкретній пробі,  $\bar{x}$  і  $\bar{y}$  – середні вмісти,  $\sigma_x$  і  $\sigma_y$  – стандартні відхилення.

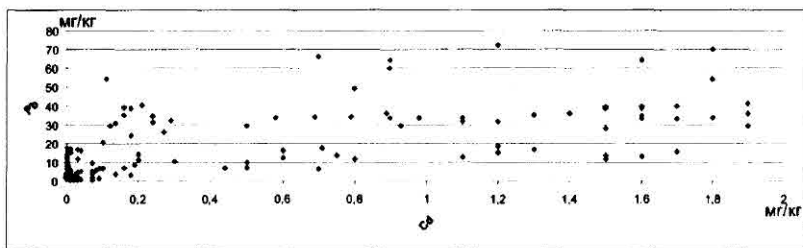
Це дозволило виявити тісні зв'язки у ґрунтах між Zn, Cu, Pb, Cd і Ni ( $r=0,62-0,76$ ), Hg і As ( $0,67$ ), Fe і Al ( $0,85$ ).

Характерно, що при кореляції коефіцієнтів концентрації  $K_k$  (рис. 2.8) тих же елементів, зв'язок між ними підсилюється ( $r = 0,75 - 0,91$ ). 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:

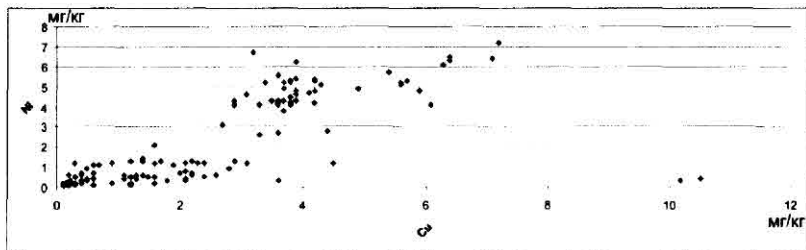
$$\bar{y}_x - \bar{y} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} (x - \bar{x}). \quad (2.5)$$

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 ( $r = 0,85 - 0,95$ ) 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. 2.8, 2.9).

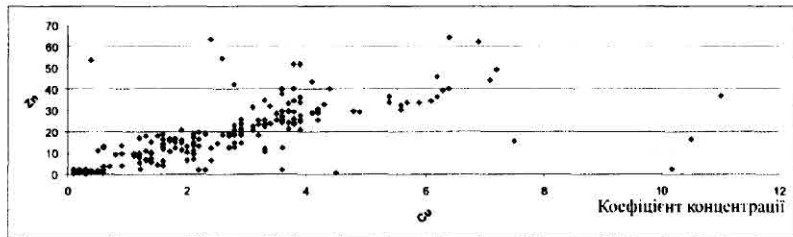


$\rho = 0,679$        $n = 136$

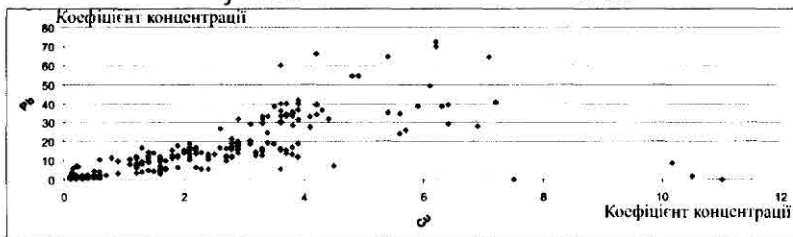


$\rho = 0,717$        $n = 136$

Рис. 2.8. Кореляційні зв'язки між вмістами елементів  $C_i$  в ґрунтах



$\rho = 0,626$        $n = 136$



$\rho = 0,631$        $n = 136$

Рис. 2.9. Кореляційні зв'язки між коефіцієнтами концентрації  $K_k$  елементів в ґрунтах між одними і тими ж елементами у різних середовищах

#### 2.4.2 Методи роздільного визначення загального $C_{\phi}$ , природного $C_{\phi}^n$ та техногенного $C_{\phi}^T$ геохімічних фонів

При ландшафтно-геохімічних дослідженнях тої чи іншої території відповідного ієрархічного рівня автором визначена оптимальна мережа польових полігонів (рис. 1.1 – 1.7), де були відібрані проби з відповідних природних середовищ. Після аналізу відібраних проб для кожного полігону або точки маємо конкретні дані по вмісту хімічних елементів або бази даних (табл. 2.8 – 2.10).

Для оцінки загального  $C_{\phi}$ , природного  $C_{\phi}^n$  та техногенного  $C_{\phi}^T$  регіональних фонів необхідно враховувати особливості *геохімії ландшафтів* (рис. 2.10) різних територій досліджуваного нами Карпатсько-Подільського регіону, в межах якого виділяються кілька класів геохімічних ландшафтів: кислі, глеєві і кальцієві [240].

Для Закарпаття (ЗК) і Прикарпаття (ПК) характерні кальцієві Са ландшафти з поєднанням Н і Н–Fe з Н–Са типами геохімічних ландшафтів, гірської частини Карпат (ГК) – водневий Н клас з Н–Fe типом, Прут-Дністровського межиріччя і

Західного Поділля (ПД) – воднево-кальцієвий Н–Са клас з поєднанням Са і Н–Са типами, на Опіллі і Гологорах (ОГ) – розвинутий воднево-кальцієвий Н–Са клас з SiCa/MoMnCo типом геохімічних ландшафтів, а на півночі досліджуваної території Малого Полісся (ПЛ) – розвинутий воднево-кальцієвий Н–Са клас з поєднанням Si/MoMn і SiCa/MoMnCo типами геохімічних ландшафтів.

Тому на карту розміщення ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) полігонів (рис. 2.10) ми винесли контури розповсюдження різних класів геохімічних ландшафтів (рис. 2.11), а базу даних з вмісту забруднюючих елементів (табл. 2.9 – 2.10) розділили відповідно до класів геохімічних ландшафтів. Так, порядкові номери проб 1–210 відносяться до Прикарпаття, №№ 247 – 393 – до Полісся, №№ 395–542 – до Закарпаття, №№ 543–614 – до гірської частини Карпат, №№ 615–705 – до Прикарпаття, №№ 706–1069 – до Поділля, №№ 1070–1280 – до Опілля і Гологор, №№ 1281–1328 – до Прут-Дністровського межиріччя, №№ 1329–1441 – до гірської частини Карпат (Карпатського національного природного парку) (табл. 2.11).

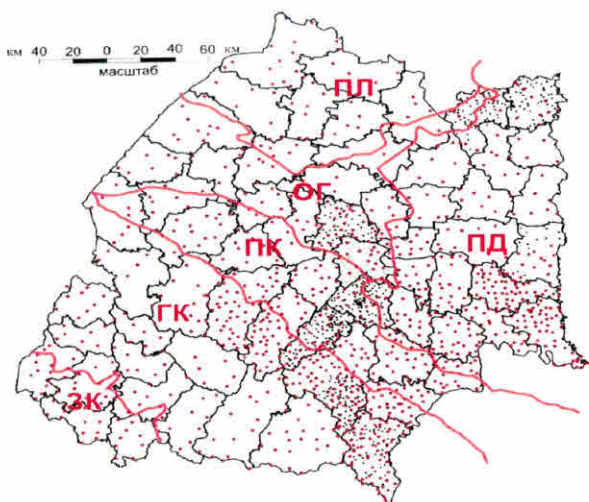
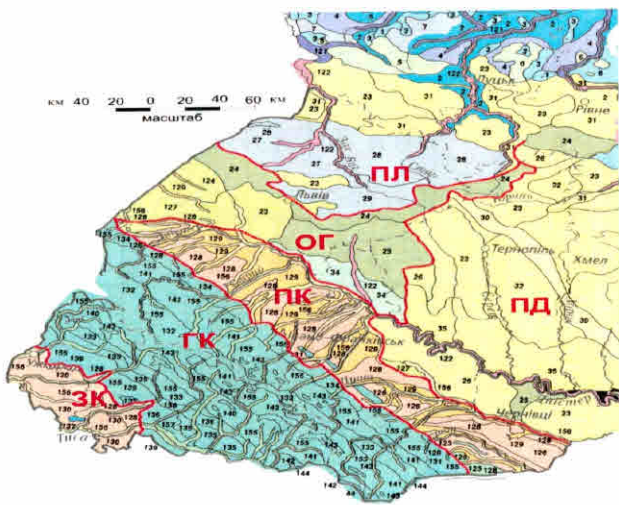


Рис. 2.10. Розміщення ландшафтно – геохімічних полігонів на території Закарпаття (ЗК), гірської частини Карпат (ГК), Прикарпаття (ПК), Поділля (ПД), Опілля і Гологор (ОГ) та Малеого Полісся (ПЛ)



Класифікація ландшафтно-геохімічних систем: кальциевий Са (ЗК – Закарпаття) і ПК – Прикарпаття) з поєднанням Н і П, Fe і H – Ca типами, водно-гірський Н і Fe, Г – Гірська Карпатська і Н – Fe типом, водно-кальциевий Н – Са і Велике Воєводин із Прут – Дністрівське меандротро) з поєднанням Са і Н – Са типами, водно – кальциевий Н – Са і Опілля і Гологор) з – Са типом, водно – кальциевий Н – Са (Полісся) з – Са типами ландшафтно-геохімічних систем Mo, Mn, Cu, Mo, Mn, Cu

Рис. 2.11. Геохімія ландшафтів Західного регіону України [243]

Таблиця 2.8

## Результати аналізів на вміст основних забруднювачів групуються у відповідні бази даних

№№ проб	Вміст елементів С <sub>1</sub> , мг/кг, вміст тяжких металів																	Сумарний коефіцієнт забруднення СІПЗ або Zc
	I клас				II клас				III клас				IV клас					
	Hg	Cd	Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Mo	Cr	Se	Fe	Al	As	Вантажівка	Вантажівка	Вантажівка	Вантажівка	
ГДК	2,1	0,6	23	3	32	4	5	0,2	0,05	не встановлено	не встановлено	не встановлено	не встановлено	не встановлено	не встановлено	не встановлено	не встановлено	не встановлено
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14						15
1	0	0	1,4	0,1	2,4	0,4	0,1	0,01	0	0,01	20,1	5,4						1,42594306
2	0	0	1,6	5,4	2,6	0,1	0,2	0,03	0	0,02	35,4	6,9						3,941383339
3	1,4	0,4	19,4	6,2	64,2	5,2	6,1	0,3	0,06	3,6	66,4	70,2						25,40167432
4	1,5	0,5	18,6	6,1	5,4	0,1	0,1	0,01	0,04	0,03	60,3	91,3						12,82035861
5	0	0	1,2	0,4	6,4	0,3	0,3	0,07	0	0,04	65,2	5,4						3,74764076
6	0	0	1,6	0,3	6,7	0,1	0,1	0,02	0	0,03	76,1	10,1						4,054777866
7	0	0	1,5	0,5	8,2	0,2	0,1	0,03	0	0,01	24,3	12,3						2,332846045
8	0	0	0,9	5,6	4,8	5,7	4,7	0,2	0	3,1	83,4	16,1						15,99652147
9	1,6	0,3	17,3	6,1	72,1	0,4	0	0,04	0,04	0,02	71,3	80,2						14,56081149
10	1,3	0,4	16,3	0,1	4,3	0,1	0	0,05	0,03	0,02	72,6	96,4						11,14199348
11	1,2	0,5	21,2	0,1	60,3	0,1	0	0,01	0,05	0,03	60,4	71,5						11,6099895
12	0	0	4,3	0,4	3,6	0,2	0	0	0	0,01	12,3	6,4						1,325050692
13	0	0	1,2	1,2	3,9	6,2	6,1	0,4	0	36,6	12,9	8,2						13,83509713
14	0	0	1,6	1,6	6,1	0,1	0	0	0	0,01	12,7	9,4						1,840201571
15	1,1	0,6	19,4	4,5	66,9	0,1	0	0	0,03	0,02	6,5	81,3						11,32078246
16	1,3	0,3	18,5	0,9	6,4	0,1	0	0	0,03	0,03	75,3	65,4						9,573353883
17	1,5	0,4	16,4	0,8	6,5	0,2	0	0	0,03	0,04	74,3	70,4						9,9948949907

Всього у базі даних 1441 проба

Таблиця 2.9

## База даних з вмісту забруднюючих елементів Карпатського регіону і Західного Поділля

Компоненти доповіді	Групи				Довні відходи	Повітря, дим, смог	Рослинність
	I	II	III, IV	V			
Територія	2	3	4	5	6	7	8
Великопольський район	Be, As, Se, Cd, Zn	Pb, Cu, Ni	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 <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , пил безвпн СЖК, квалит алетон формальдегід, хлор HCl	Be, As, Se, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Fe, Al, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>
М.Івано-Франківський район	Be, As, Cd, Zn	Pb, Cu, Ni	Fe, Al	Be, As, Se, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Fe, Al, SO <sub>2</sub> , Cl <sup>-</sup> , зр N <sub>2</sub> , зморн, N <sub>2</sub> , HCl, P, O <sub>2</sub> , БСК <sub>3</sub>		O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , Be, As, Se, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Fe, Al, CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , HCl, пил безвпн СЖК, квалит алетон формальдегід, хлор толуол	Be, As, Se, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Fe, Al, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub>
Богороданський район	Hg, Cd, Zn	Pb, Cu, Ni	<sup>137</sup> Cs				
Верховинський район	Be, As, Se, Cd, Zn	Pb, Cu, Ni	Fe, Al	NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , Cl <sup>-</sup> , зр N <sub>2</sub> , зморн, P, O <sub>2</sub> , БСК <sub>3</sub> , феноли		O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, пил безвпн алетон	Cd, Zn, Pb, Cu, Mo
Галицький район	As, Cd, Zn	Pb, Cu, Ni	V, Sr, Fe, Al	As, Cd, Zn, Pb, Cu, Cr, Fe, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , Cl <sup>-</sup> , N <sub>2</sub> , зморн БСК <sub>3</sub> , ДПТ, HF, феноли	Pb, Cu, Zn, HCl, феноли	O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , пил Pb, Cu, Zn алетон	
Гуманський район	Be, Se, Cd, Zn	Pb, Cu, Ni, Mo	Sr	Be, Se, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Cr, Mo, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>		Be, Se, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Ni, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , пил безвпн квалит толуол алетон формальдегід, хлор	Be, Se, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Cr, Co, Ni, Mo, Sr
Долінський район	Hg, Cd, Zn	Pb, Cu, Ni	Fe, Al				
Кролецький і Шумський райони	Be, As, Se, Cd, Zn	Pb, Cu, Ni	Fe, Al	SO <sub>2</sub> , Cl <sup>-</sup> , N <sub>2</sub> , зморн БСК <sub>3</sub> , феноли, HF, ДПТ, Be, Se, As, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Co, Cr	Pb, Cu, Zn	O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , пил безвпн СЖК, квалит алетон формальдегід, хлор толуол	Be, As, Se, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Co, Ni, Mo, V
Лисинський район	Be, As, Se, Cd, Zn	Pb, Cu, Ni	Fe, Al	SO <sub>2</sub> , Cl <sup>-</sup> , N <sub>2</sub> , зморн БСК <sub>3</sub> , феноли, Be, Se, As, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Co, Cr	Pb, Cu, Zn	O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , пил безвпн СЖК, квалит алетон формальдегід, хлор толуол	Be, As, Se, Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Co, Ni, Mo, V



1	2	3	4	5	6	7	8
Смолівський район	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Co Mo Fe Ni Sb B	Ba V W Mg Sb Pb Fe Al	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu F Ni Cr Co Mo V W Mg Sb Pb Fe Al DTP адресних символи	As Se Be Hg Zn Pb Cu Al B Mo Sb Cr Ni Fe Co V W
Черкаський і Борщівський райони							
Монстирківський район							
Дністерський район							
Звенигородський район							
Канівський 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	Se Fe Al V	NO <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> -SO <sub>2</sub> -CO (вміст безвільнохлоридів) Hg Se As Pb Cu Zn Be Cr	
Івано-Франківська область	Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Mo	Fe Al		
Львівська область		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr	Fe Al	O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> CO бескисні пилі	
Дніпровська долина екосистема (басейн Верхнього Дністра)		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Fe Al	Fe Al	NO <sub>2</sub> <sup>+</sup> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> CO
Карпатський регіон				Fe Al	Fe Al	NO <sub>2</sub> <sup>+</sup> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> Cl <sup>-</sup>	
Карпатський Єврорегіон		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni				O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> CO бескисні феноли
Центральна та Східна Європа		Cd	Pb Cu	DTP	Pb Cu Cd	O <sub>2</sub> CO <sub>2</sub> SO <sub>2</sub> аерозолі	Cd Pb Cu
Рідкі ґрунтістьні вапнякі метали, за О.Ф. Ропівський (2012)	Sb Cu Co Zn Ag Cd Pb Ni Al		Mg Mo Hg V				

Виділені елементи, що є спільними для ґрунтів усіх досліджених територій

Таблиця 2.10

База даних з техногенного забруднення С<sub>1</sub> Карпатського регіону і Західного Поділля \*

№ п/п	№ проб	Координати		Хімічні елементи С <sub>1</sub>							СНЗ <sup>†</sup>	Географічна прив'язка
		Х	У	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	2,3	1,2	0,01		1,538222944	Густинський район
2.	51	25,5635	49,2153	1,4	1,1	1,3	1,6	2,3	0,03		1,869590909	Густинський район
3.	52	25,5333	49,2333	1,2	0,1	1,4	1,9	2,4	1,02		1,031640693	Густинський район
4.	53	25,5751	49,2411	0	0	7,3	1,3	2	1,06		2,741969697	Густинський район
5.	54	26,1290	49,2259	0	0	1,2	1,2	1,6	0		0,077818182	Густинський район
6.	55	26,4480	49,2352	0	0	0	0	0	0		0	Густинський район
7.	56	26,2160	49,1833	0,03	1,8	5,4	9,8	6,3	1,5		4,797467532	Густинський район
8.	57	26,4170	49,1748	1,4	0	1,2	1,2	1,4	0		0,742484848	Густинський район
9.	58	26,1320	49,1610	0,01	1,4	4,9	7,2	6,1	1,6		4,179004329	Густинський район
10.	59	25,5831	49,1346	0	0	1,1	0	0	0		0,036666667	Густинський район
11.	60	25,5454	49,1640	0	0	1,9	1,3	1,3	1,4		0,449969697	Густинський район
12.	61	25,4918	49,9160	0	0	4,2	6,1	6,1	0,6		0,461909091	Густинський район
13.	62	25,5215	49,8390	0	0	3,6	5,4	5,4	0,3		0,347181818	Густинський район
14.	63	25,5443	49,6570	3,9	0,18	4,9	3,5	3,5	3,2		5,456839827	Густинський район
15.	64	25,5334	49,9500	0	0	1,9	3,6	3,6	0,1		0,189787879	Густинський район
16.	65	25,5033	49,1150	0	0	1,6	2,4	2,4	0		0,120969697	Густинський район
17.	66	25,4735	49,1350	0	0,9	6,9	2,5	2,5	0		3,270454545	Густинський район
18.	67	25,4940	49,1010	0	0	7,4	0,9	0,9	0		2,492030303	Густинський район
19.	68	25,4910	49,7400	0	0	2,3	0,3	0,3	0		0,085121212	Густинський район
20.	69	25,4957	49,5270	0	0	3,2	0,9	0,9	0,1		0,157030303	Густинський район
21.	70	25,5223	49,6510	3,6	0,24	2,4	3,9	3,9	3,9		4,828376623	Густинський район
22.	71	25,5940	49,6100	0	0,7	6,4	2,4	2,4	0		2,900969697	Густинський район
23.	72	26,2170	49,5420	3,2	0,9	5,1	2,5	2,5	0		4,194264069	Густинський район
24.	73	25,5912	49,4150	3,1	0,6	6,1	3,6	3,6	0,2		2,430978355	Густинський район
25.	74	25,5532	49,3700	0,01	0,85	10,2	5,4	5,4	8,6		4,866580087	Густинський район
26.	75	25,5330	49,4190	0	0,7	7,9	4,5	4,5	0		3,460151515	Густинський район

†Всього 1 441 точка відбору проб

**Ландшафтно-геохімічні полігони Карпатського регіону і Західного Поділля та поділ їх за класами геохімічних ландшафтів відносно фонових значень**

№ проби	Карпатсько-Подільський регіон (полігони – точки відбору проб)	Класи і типи геохімічних ландшафтів
1–210	Прикарпаття	Кальцієві Са з поєднанням Н і Н-Fe з Н-Са типами
247–393	Полісся	Воднево-кальцієвий Н-Са клас з поєднанням Si/Mo/Mn типами
395–542	Закарпаття	Кальцієві Са з поєднанням Н і Н-Fe з Н-Са типами
543–614	Гірська частина Карпат	Водневий Н клас з Н-Fe типом
615–705	Прикарпаття	Кальцієві Са ландшафти з поєднанням Н і Н-Fe з Н-Са типами
706–1069	Поділля	Воднево-кальцієвий Н-Са клас з поєднанням Са і Н-Са типами
1070–1280	Опілля і Гологори	Воднево-кальцієвий Н-Са клас з SiCa/MoMnCo типом
1281–1328	Прут-Дністровське межиріччя і Західне Поділля	Воднево-кальцієвий Н-Са клас з поєднанням Са і Н-Са типами
1329–1441	Гірська частина Карпат (Карпатський національний природний парк)	Водневий Н клас з Н-Fe типом

Тобто, для територій розповсюдження того чи іншого класу геохімічних ландшафтів визначались характерні для них фони того чи іншого елемента – загальний  $C_{\phi}$ , природний  $C_{\phi}^n$  та техногенний  $C_{\phi}^T$  (табл. 2.12 – 2.16).

**2.5 Розрахункові методи визначення природного фону  $C_{\phi}^n$  і техногенного забруднення  $C_{\phi}^T$  на ландшафтно-геохімічних полігонах Карпатсько-Подільського регіону**

Ми розуміємо, що визначити природний геохімічний фон на конкретному полігоні – це складна задача, тому що на даний час майже не збереглися *не модифіковані техногенезом ландшафти*. Лише на територіях національних природних парків, біосферних та природних заповідників зміни ландшафтів мінімальні. Тому ці категорії земель і були обрані для подальшого їх використання при визначенні  $C_{\phi}^n$ . На досліджуваній території Карпатсько-Подільського регіону

природні регіональні геохімічні фони  $C_{\Phi}^n$  ми розраховали для: КНПП, ПЗ „Медобори”, НПП „Галицький”, НПП „Кременецькі гори”, НПП „Дністровський каньйон” і скористались даними для НПП „Зачарований край” та ін. (табл. 2.12).

Таблиця 2.12

**Регіональні геохімічні фони розповсюдження цинку (Zn)  
на територіях розвитку різних класів геохімічних ландшафтів  
Карпатського регіону і Західного Поділля**

Території	Клас ландшафтів	Геохімічний фон цинку			
		загальний $C_{\Phi}$	природний $C_{\Phi}^n$	техногенний $C_{\Phi}^T$	ГДК цинку
Закарпаття	Са	19,4	13,7 НПП „Зачарований край” [282]	5,7	23
		18,2	13,0 Чорна гора Карпатського біосферного заповідника	5,2	
Гірська частина Карпат	Н	8,4	6,2 КНПП (табл.2. 10)	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” [249]	4,2	
Опілля і Гологори	Н – Са	8,9	6,4 НПП „Кременецькі гори” [249] (табл.2. 10)	2,5	
		8,4	6,04 НПП „Яворівський”	2,4	
		8,7	6,34 ПЗ „Розточчя”	2,4	
Прут-Дністровське межиріччя і Західне Поділля	Н – Са	9,0	7,2 ПЛП „Дністровський каньйон”	1,8	
		8,8	7,1 ПЗ „Медобори”	1,7	
Полісся	Н – Са	12,5	9,2 Львівська область (табл. 2.10)	3,3	

Ще більш проблематична задача – це визначення *техногенного забруднення*  $C_i^T$  на конкретному ландшафтно-геохімічному полігоні – на досліджуваній території Карпатського регіону і Західного Поділля. Але, маючи унікальний фактичний матеріал ландшафтно-геохімічної інформації з великої кількості територіальних об'єктів – Західного регіону України, чотирьох адміністративних областей, більше десяти адміністративних районів, території міста і промислових підприємств, – ми все-таки не могли не скористатись можливістю вирішення поставленої задачі. Звичайно, що розрахунки  $C_{\phi}^n$  і  $C_i^T$  не претендують на високу достовірність, але мають певне *науково-теоретичне і методичне значення*.

Такі розрахунки пропонуємо на прикладі Гусятинського району (рис. 2.10 – 2.11, табл. 2.13 – 2.16), на території якого є ПЗ „Медобори” з природним геохімічним фоном, а більшу частину території району займають техногенно змінені геосистеми (рис. 2.13 – 2.17).

Під час польових робіт автор разом з пошукачем В.М. Триснюком [305] під керівництвом О.М. Адаменка [306] відібрала проби із середовищ ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, донних відкладів, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу, а також золи трав'янистої рослинності на 79 ландшафтно-геохімічних полігонах – всього було відібрано 632 проби (рис. 2.10, 2.11). При цьому на території ПЗ „Медобори” враховано 25 точок відбору проб, а на решті території Гусятинського району таких точок 54. Результати аналізів згруповані у бази даних (табл. 2.13 – 2.16), а перелік хімічних елементів і речовин, які визначались, занесені у таблицю 2.9. Для наступних розрахунків ми обрали вміст у пробах  $C_i$  шести хімічних елементів Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Ni, тому що вони визначались у пробах більшості територіальних одиниць, тобто є „скрізними” і позначені у табл. 2.9, а це важливо для побудов техногеохімічних карт різних ієрархічних рівнів.

*Розрахунки природного фону*  $C_{\phi}^n$  (табл. 2.17) виконувались шляхом групування  $C_i$  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

Таблиця 2.13  
База даних з хімічного забруднення атмосферного повітря Густинського району Тернопільської області\*

№ проб	Склад атмосферного повітря, % об.				Забруднювачі, мг/м <sup>3</sup> , та клас їх небезпек											
	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	ΣO <sub>3</sub>	I			II			III			IV		
ГДК	78,08	78,08	0,033-0,0135	3	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Пил нероз- діляній	Бензин C <sub>4</sub> -C <sub>12</sub>	Толуол C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	Ксилол C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	Ацетион C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	Формальдегід CH <sub>2</sub> O	Хлор Cl <sub>2</sub>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	21,92	78,06	0,0131	0,03	0,001	0,001	0,01	2,16	0,001	0,007	0,001	0,001	0,001			
2	21,85	78,07	0,0175	0,07	0,003	0,003	0,07	1,71	0,007	0,001	0,003	0,001	0,002			
3	21,79	78,08	0,0321	3,6	0,011	0,081	0,31	1,09	0,001	0	0	0	0			
4	21,89	78,06	0,0032	0,03	0,011	0,013	0,03	0,03	0,003	0	0	0	0,007			
5	22,31	77,47	0,0031	0,04	0,001	0,001	0,01	0,01	0,004	0	0	0	0			
6	20,91	79,01	0,0071	0,001	0,041	0,003	0,03	0,02	0,001	0	0,003	0	0,011			
7	22,03	77,95	0,0051	0,002	0,003	0,003	0,01	0,01	0,003	0	0	0	0			
8	21,85	78,07	0,0017	0,02	0,016	0,009	0,01	0,03	0,001	0,003	0,005	0,003	0,001			
9	21,86	78,06	0,0031	0,16	0,021	0,001	0,03	1,81	0,004	0,001	0,001	0,011	0,002			
10	20,92	78,01	0,0019	0,21	0,003	0,003	0,01	2,15	0,007	0,013	0,003	0,003	0,002			
11	20,75	79,11	0,0054	0,31	0,001	0,011	0,03	0,01	0,003	0,009	0,016	0,004	0,017			
12	20,73	79,08	0,0051	0,09	0,007	0,017	0,01	0,02	0,001	0,017	0,021	0,005	0,003			
13	21,86	78,06	0,0037	0,17	0,003	0,022	0,07	0,07	0	0,007	0,071	0,017	0			
14	21,87	78,05	0,0013	0,08	0,009	0,013	0,01	2,41	0	0,009	0,009	0,037	0			
15	21,85	78,07	0,0016	3,4	0,061	0,051	0,39	1,85	0,935	0,077	0,941	0,021	0,065			
16	21,87	78,05	0,0041	3,6	0,075	0,054	0,41	0,02	0	0,021	0	0,009	0,009			
17	20,81	78,07	0,0033	0,03	0,003	0,0016	0,02	0,03	0,003	0,037	0	0,008	0,001			
18	20,51	79,21	0,0035	4,1	0,071	0,061	0,28	0,01	0,007	0,001	0,003	0,017	0			
19	20,8	78,08	0,0037	3,9	0,085	0,071	0,25	0,07	0,006	0,007	0,017	0,021	0			
20	21,87	78,05	0,0016	3,8	0,051	0,055	0,31	0,08	0,001	0,003	0,019	0,031	0			
21	21,88	78,04	0,0018	4,5	0,061	0,064	0,18	0,11	0,003	0,005	0,021	0,009	0			

\*Всього 79 точок відбору проб

База даних з забруднень атмосферного повітря Гусятинського району Тернопільської області  
**ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ\***

№ проб	І										ІІ					ІІІ
	Від валовий	Від валовий	Св валовий	Рв валовий	Рв валовий	Se валовий	Zn ручомі форми	Св Валовий	Мо валовий	Са ручомі форми	Суві ручомі форми	Ні ручомі форми	St Валовий			
ГДЖ	2*10 <sup>-5</sup>	1*10 <sup>-4</sup>	7*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-5</sup>	1*10 <sup>-5</sup>	1*10 <sup>-5</sup>	38*10 <sup>4</sup>	2*10 <sup>-5</sup>	1*10 <sup>-5</sup>	15*10 <sup>2</sup>	2*10 <sup>-4</sup>	1*10 <sup>-4</sup>	2*10 <sup>-4</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
1	0	0	0	0,1	0	2,1	0,01	0,01	3,4	0	0,01	0,03	0,03			
2	0	0	0	0,2	0	3,5	0	0	3,6	0	0,03	0,2	0,2			
3	2,6	0,1	9,2	2,3	0,1	50,5	2,2	1,3	16,3	0,3	1,3	2,3	2,3			
4	0	0	0,1	0,6	0	4,2	0	0	4,5	0	0,02	0,6	0,6			
5	0	0	0,1	0,9	0	1,9	0,01	0	4,8	0	0	0,9	0,9			
6	0	0	0,2	0,7	0	4,4	0,02	0	1,9	0	0	0,2	0,2			
7	0	0	0,1	0,3	0	3,6	0,09	0	2,3	0	0	0,9	0,9			
8	0	0	0	0,1	0	2,5	0,07	0	3,3	0	0	0,8	0,8			
9	2,9	0,1	9,7	3,5	0,2	49,5	2,3	1,2	19,2	0,6	1,4	2,5	2,5			
10	0,1	0,01	0	0,6	0	3,6	0	0	4,6	0	0,01	0,7	0,7			
11	3,1	0,3	8,4	2,9	0,6	39,4	3,6	0,9	15,6	0,3	0,6	3,2	3,2			
12	2,4	0,6	7,5	1,8	0,7	44,5	1,9	0,8	21,4	0,9	0,9	4,5	4,5			
13	0,1	0,03	0	0,4	0	4,3	0	0	4,3	0	0,02	0,4	0,4			
14	0,1	0,02	0	0,1	0	1,9	0	0	4,5	0	0,07	0,5	0,5			
15	2,3	0,3	7,4	4,3	1,2	61,3	0,3	0,7	16,4	0,1	0,7	4,6	4,6			
16	3,1	0,7	9,1	3,6	1,3	65,3	0,6	1,3	21,6	0,6	0,5	5,2	5,2			
17	3,4	1,1	8,5	2,9	1,9	48,5	0,9	1,5	32,4	0,7	0,4	3,6	3,6			
18	2,1	1,2	14,2	1,8	0,9	51,4	0,7	2,5	33,5	1,1	0,3	3,4	3,4			
19	2,3	1,5	13,2	2,5	0,7	58,7	1,4	2,9	16,4	1,3	0,6	2,9	2,9			
20	2,4	0,9	11,5	3,9	1,1	39,4	2,2	3,6	15,9	0,6	0,7	2,6	2,6			
21	3,6	0,6	10,8	1,2	0,6	45,8	2,3	1,1	21,3	0,4	0,9	4,1	4,1			
22	0,1	0,02	0,1	0,7	0	2,3	0,07	0,01	3,5	0	0,03	0,3	0,3			

\*Всього 79 точок відбору проб

Таблиця 2.15

База даних з хімічного забруднення дерново-підзолистих ґрунтів Гусятинського району  
Тернопільської області\*

№ проб	Вміст елементів, мг/кг, та клас їх небезпек													III Σх Валовий
	I						II						Σх рукові форми	
г. д.к.	Hg валовий	Pb валовий	Cd валовий	Cr валовий	Se валовий	Zn рукові форми	Co валовий	Mn валовий	Ca рукові форми	Gr VI рукові форми	Ni рукові форми	Σх Валовий		
1	2,1	1	0,6	32	0,2	23	5	0,2	3	0,05	4	0,7		
2	3	5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1	0,05	0,001	0,1	65	0,01	1,5	0,1	0,1	0,5	0	0,7	0		
2	0,06	0,002	0,1	68	0,01	1,6	0,3	0	0,6	0	0,4	0		
3	3,6	0	1,4	74	0,01	61	0,7	0,1	7,4	0,01	0,3	0		
4	0,07	0	0,2	3,4	0,03	1,7	0,2	0	0,6	0	0,5	0,011		
5	0,09	0	0,7	3,6	0,04	1,3	0,7	0	0,5	0	0,1	0,013		
6	0	0	0,1	1,6	0,07	1,2	0,2	0,3	0,7	0,01	0,2	1,16		
7	0	0	0,6	1,7	0,01	1,1	1,3	0,2	0,1	0,03	0,1	1,04		
8	0	0,001	0,1	1,9	0	1,3	1,4	0	0,3	0	0,3	1,07		
9	0	0,003	0,2	71	0	1,7	0,9	0	0,3	0	0,6	0		
10	0,01	0,004	0	39	0	1,1	0,7	0,1	0,2	0	0	0		
11	0,03	0,001	0	2,3	0,03	1,2	0	0,7	0	0	0	0		
12	0,07	0	0	2,9	0,01	1,3	0	0,6	0,1	0	0	0,019		
13	0,01	0	0	3,6	0,06	1,9	0	0,3	0,3	0	0,1	0,007		
14	0	0	0	68	0,07	1,6	0,1	0	0,2	0,01	0,7	0,009		
15	3,1	0,15	1,3	61	0,03	57	10,3	0,6	6,5	0,17	8,1	0,24		
16	0	0,007	0,1	1,7	0,04	1,8	0,3	0	0,3	0,02	0,9	0,001		
17	0	0,009	0,7	1,4	0,07	1,7	0,5	0,7	0,7	0,01	0	0		
18	0,01	0	0,3	1,3	0,01	1,5	1,4	0,3	0,1	0,01	0	0		
19	0,07	0	0	0,9	0	1,2	1,5	0,6	0,2	0,07	0	0		
20	0,01	0	0	0,1	0	0,9	0	0	0	0	0	0		
21	0,01	0	0	0,1	0	0,8	0	0	0	0	0	0		
22	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0		
23	3,1	0,12	0,9	66	0,03	57	10,3	0,6	6,1	0,12	8,1	0,17		

\*Всього 79 точок відбору проб



Таблиця 2.16

База даних з хімічного забруднення рослинності важкими металами у Гусятинському районі  
Тернопільської області \*

№ проби	Вміст елементів, мг/кг, та клас їх небезпечки										II			III	
	I										Cu	Cr VI	Ni	Sr	
№	Be	Cd	Pb	Se	Zn	Co	Mo	Cu	Cr VI	Ni	Sr				
Серія: дані вміст	0,0188734	0,00077	0,100253	0,001078	0,718101	0,012696	0,01203	0,17278	0,001	0,014904	0,001078				
1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
1	0	0	0,2	0	0,01	0,001	0	0,01	0	0	0				
2	0	0	0,3	0	0,02	0,002	0	0,04	0	0	0				
3	0,023	0,002	0,4	0,01	1,2	0,09	0,02	0,4	0,002	0,12	0,01				
4	0,018	0,002	0	0,003	1,6	0,06	0,03	0,5	0,003	0,09	0,003				
5	0	0	0,03	0	0,03	0,004	0	0,03	0	0	0				
6	0	0	0,01	0	0,07	0,003	0	0,04	0	0	0				
7	0	0	0,04	0	0,01	0,005	0	0,05	0	0	0				
8	0	0	0,003	0	0,03	0,003	0	0,01	0	0	0				
9	0,112	0,003	0,2	0,002	1,4	0,05	0,04	0,6	0,003	0,03	0,002				
10	0	0	0,002	0,3	0,02	0,003	0	0,07	0	0	0				
11	0,067	0	0,04	0	0,003	0,03	0,03	0,4	0,004	0,04	0,003				
12	0,072	0	0,05	0	0,002	0,02	0,02	0,4	0,003	0,05	0,002				
13	0	0	0,007	0,03	0,03	0,001	0	0,07	0	0	0				
14	0	0	0,003	0,3	0,07	0,004	0	0,09	0	0	0				
15	0,032	0,004	0,4	0,003	2,1	0,04	0,02	0,3	0,002	0,04	0,003				
16	0,064	0	0,07	0,004	2,3	0,03	0,03	0,3	0,002	0,03	0,004				
17	0,001	0	0,004	0	0,04	0,003	0,001	0,01	0	0,004	0				
18	0,039	0,003	0	0,003	1,6	0,02	0,02	0,2	0,003	0,02	0,003				
19	0,082	0,004	0	0,004	1,7	0,03	0,01	0,6	0,004	0,03	0,004				
20	0,045	0	0	0,002	1,9	0,04	0,02	0,4	0,002	0,02	0,002				

\*Всього 79 точок відбору проб

Таблиця 2.17

База даних з вмісту хімічних елементів  $C_p$ , їх природного фону  $C_{\phi}^n$  та техногенного вмісту  $C_t$ , коефіцієнтів концентрації  $K_c$  та техногенного СПЗ у ґрунтах Густинського району та природного заповідника "Медобори" (2013 р.)

№	Вміст елементів (мг/кг) та клас їх небезпечки (I-II)																										
	I											II															
№	Нід валовий, ГДК=2,1		Сд валовий, ГДК=0,6		Рь рухомий, ГДК=32		Сл рухомий, ГДК=3		Зп рухомий, ГДК=23		Ні рухомий, ГДК=4		СПЗ														
	$C_t$	$C_{\phi}^n$	$C_t$	$C_{\phi}^n$	$C_t$	$C_{\phi}^n$	$C_t$	$C_{\phi}^n$	$C_t$	$C_{\phi}^n$	$C_t$	$C_{\phi}^n$	$C_t$	$C_{\phi}^n$	$C_t$	$C_{\phi}^n$	$C_t$	$C_{\phi}^n$	$C_t$	$C_{\phi}^n$							
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	
<b>Природний заповідник "Медобори"</b>																											
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	0,12			
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			

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	
20	36	0,9	0,12			0	0,3			4,6	3,5			1,2	0,3			0	1,7				0	0,12			
21	53	0	0,12			0	0,3			73	3,5			1,3	0,3			2	1,7				1,06	0,12			
22	54	0	0,12			0	0,3			1,2	3,5			1,2	0,3			1,6	1,7				0	0,12			
23	55	0	0,12			0	0,3			0	3,5			0	0,3			0	1,7				0	0,12			
24	56	0,03	0,12			1,8	0,3			54	3,5			9,8	0,3			63	1,7				1,5	0,12			
25	57	1,4	0,12			0	0,3			1,2	3,5			1,2	0,3			1,4	1,7				0	0,12			
<b>Гусьтинский район (за месяц) ПЗ "Мелоборн"</b>																											
26	1	0,05	0,12	0	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	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	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	0,3	0	0	2,3	3,5	0	0	0	0,3	0	0	1,2	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
30	12	0,07	0,12	0	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	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	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	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	142,9
35	17	0	0,12	0	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	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	0,3	0	0	0,9	3,5	0	0	0,2	0,3	0	0	1,2	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
38	20	0,01	0,12	0	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	0,3	0	0	0,1	3,5	0	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	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	0,3	0	0	1,2	3,5	0	0	0	0,3	0	0	1,7	0	0	0	0	0,12	0	0	1
44	39	3,6	0,12	0	0	0	0,9	0,3	0,6	2	19	3,5	16	4,4	6,3	0,3	6	20	3,4	1,7	32,3	19	3,1	0,12	3	25	99,4
45	40	1,4	0,12	0	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	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	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	

Закінч. табл. 2.17

50	45	0,6	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,6	3,5	0	0	1,2	0,3	0,9	3	2,3	1,7	0,6	0,3	0	0,12	0	0	6,3
51	46	0,4	0,12	0	0	0	0,3	0	0	2,9	3,5	0	0	2,4	0,3	2,1	7	1,6	1,7	0	0	0	0,12	0	0	9,3
52	47	0	0,12	0	0	1,2	0,3	0,9	3	24	3,5	21	5,8	6,2	0,3	5,9	19	63,2	1,7	61,5	37	6,1	0,12	6	49	113,8
53	48	0	0,12	0	0	1,3	0,3	1	3,1	25	3,5	22	5,9	6,1	0,3	5,8	19	54,2	1,7	52,7	31	3,4	0,12	3,3	27	80,9
54	49	0	0,12	0	0	1,1	0,3	0,8	2,9	29	3,5	25	7	5,4	0,3	5,1	17	49,3	1,7	47,6	28	6,1	0,12	6	49	102,9
55	50	1,6	0,12	1,48	12	0,6	0,3	0,3	1	3,6	3,5	0,1	0,4	2,3	0,3	2	6	1,2	1,7	0	0	0,01	0,12	0	0	19,4
56	51	1,4	0,12	1,28	11	1,1	0,3	0,8	2,9	1,3	3,5	0	0	1,6	0,3	1,3	4	2,3	1,7	0,6	0,3	0,03	0,12	0	0	17,9
57	52	1,2	0,12	1,08	9	0,1	0,3	0	1,4	3,5	0	0	1,9	0,3	1,6	5	2,4	1,7	0,7	0,3	1,02	0,12	0,8	7	21,3	
58	58	0,01	0,12	0	0	1,4	0,3	1,1	0,3	49	3,5	46	13	7,2	0,3	6,9	23	61	1,7	59,3	34	1,6	0,12	1,5	14	84,3
59	59	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,1	3,5	0	0	0	0,3	0	0	1,7	0	0	0	0	0,12	0	0	0
60	60	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,9	3,5	0	0	1,3	0,3	0	0	1,3	1,7	0	0	1,4	0,12	1,3	11	10,7
61	61	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	4,2	3,5	0,7	0,2	6,1	0,3	5,8	19	6,1	1,7	4,4	2,6	0,6	0,12	0	0	27,8
62	62	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	3,6	3,5	0,1	0,3	5,4	0,3	5,1	17	5,4	1,7	3,7	2,2	0,3	0,12	1	8,3	27,8
63	63	3,9	0,12	3,78	32	0,18	0,3	0	0	49	3,5	46	14	35	0,3	35	116	35	1,7	33,3	19	3,2	0,12	3,1	26	206,3
64	64	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,9	3,5	0	0	3,6	0,3	3,3	11	3,6	1,7	1,6	0,9	0,1	0,12	0	0	11,9
65	65	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,6	3,5	0	0	2,4	0,3	2,1	7	2,4	1,7	0,7	0,4	0	0,12	0	0	7,4
66	66	0	0,12	0	0	0,9	0,3	0,6	2	69	3,5	65	18	2,5	0,3	2,2	7	2,5	1,7	0,8	0,5	0	0,12	0	0	27,5
67	67	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	7,4	3,5	72	18	0,9	0,3	0,6	2	0,9	1,7	0	0	0	0,12	0	0	20,3
68	68	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	2,3	3,5	0	0	0,3	0,3	0	0	0,3	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
69	69	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	3,2	3,5	0	0	0,9	0,3	0,6	2	0,9	1,7	0	0	0,1	0,12	0	0	2
70	70	3,6	0,12	3,48	29	0,24	0,3	0	0	24	3,5	21	6,5	39	0,3	39	129	39	1,7	37,3	22	3,9	0,12	3,8	32	238
71	71	0	0,12	0	0	0,7	0,3	0,4	1,1	64	3,5	61	19	2,4	0,3	2,1	7	2,4	1,7	0,7	0,4	0	0,12	0	0	27,7
72	72	3,2	0,12	3,08	26	0,9	0,3	0,6	2	51	3,5	58	19	2,5	0,3	2,2	7	2,5	1,7	0,8	0,4	0	0,12	0	0	53,5
73	73	3,1	0,12	2,88	24	0,6	0,3	0,3	1	6,1	3,5	2,6	0,8	3,6	0,3	3,3	11	3,6	1,7	1,6	0,9	0,2	0,12	0,1	0,7	28,4
74	74	0,01	0,12	0	0	0,85	0,3	0,55	1,8	10,2	3,5	6,7	1,9	5,4	0,3	5,4	179	5,4	1,7	52,3	31	8,6	0,12	8,5	71	284,4
75	75	0	0,12	0	0	0,7	0,3	0,4	1,3	79	3,5	76	20	4,5	0,3	4,2	14	4,5	1,7	2,8	18	0	0,12	0	0	53,4
76	76	0,06	0,12	0	0	0,93	0,3	0,63	2,1	7,4	3,5	7,1	21	5,5	0,3	55	180	55	1,7	53,3	31	8,4	0,12	8,3	69	301,6
77	77	2,4	0,12	2,28	19	0,64	0,3	0,34	1	2,4	3,5	0	0	39	0,3	39	129	39	1,7	37,3	22	6,3	0,12	6,2	52	212,6
78	78	0,07	0,12	0	0	0,81	0,3	0,51	1,7	6,5	3,5	3	0,8	4,6	0,3	4,6	152	4,6	1,7	44,3	27	7,2	0,12	7,1	59	242,5
79	79	2,9	0,12	2,78	26	0,65	0,3	0,35	1,1	6,4	3,5	6,1	1,9	5,4	0,3	5,4	176	5,4	1,7	52,3	31	0,11	0,12	0	0	253,3

виключались. В ПЗ „ Мелобори” 1/3 – це 8 проб: 4 з міні і 4 з максимумів вмістами виключались, а розрахунки проводились по 17 пробах (табл. 2.18).

Визначивши  $C_{\phi}^n$ , ми вираховували техногенну складову  $C_i^T$  для кожного полігону за формулою:

$$C_i^T = C_i - C_{\phi}^n. \quad (2.6)$$

Коефіцієнт концентрації техногенного елементу  $K_k$ , тобто його накопичення по відношенню до природного фону, визначався за формулою:

$$K_k = C_i^T / C_{\phi}^n. \quad (2.7)$$

Сума коефіцієнтів концентрації для кожного хімічного елемента- забруднювача складала сумарний показник техногенного забруднення СПЗ<sup>T</sup> у кожній точці відбору проб усіх 6 елементів разом:

$$СПЗ^T = \sum_{n=1}^6 K_k. \quad (2.8)$$

## 2.6 Використання ГІС – технологій для ландшафтно – геохімічного оцінювання геосистем та природно-техногенної безпеки територій

*Геоінформаційні системи (ГІС)*, за даними О.О. Світличного [278, 279] та багатьох інших дослідників, – це автоматизована інформаційна система або інформаційні технології, що використовується для обробки просторово-часових даних, основою інтеграції яких є географічна інформація (GIS – технології).

*ГІС – технології* забезпечують: збирання, зберігання, обробку, доступ та відображення даних для отримання банків – баз інформацій про об’єкти досліджень; відображення та поширення просторово орієнтованих даних; використання комп’ютерних програм для зручності роботи з картами і базами як з єдиним цілим для складання сукупності електронних (комп’ютерних) карт [2, 14, 15, 21, 25, 27, 32, 33, 39, 42, 44, 58, 63, 153]. Результатами виконання даної процедури обробки просторово-часових даних, можуть бути *констатуючі* (параметри довкілля на момент обстеження), *оцінючі* (результати обробки параметрів стану довкілля

Розрахунки природного фонового  $C_{\phi}^n$  у грунтах ПЗ „Медобори” \*

Гідраргірум (Hg)

Інтервали вмісту (мг/кг)				
1	2	3	4	5
0	0 - 0,01	0,01-1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 4,0
0	0,09	0,4		
0	0,03	0,6		
0	0,07	0,3		
0		0,1		
0		0,2		
0		0,3		
0				
0				
$\sum_{n=1}^8 = 0$	$\sum_{n=1}^3 = 0,19$	$\sum_{n=1}^6 = 1,9$		
Середній вміст $\bar{x} = \frac{0}{8} = 0$	Середній вміст $\bar{x} = \frac{0,19}{3} = 0,06$	Середній вміст $\bar{x} = \frac{1,9}{6} = 0,3$	Середній вміст	Середній вміст
$I_k = 0$	$I_k = 0,06$	$I_k = 0,3$		
Фон ( $C_{\phi}$ ) (66,6% проб) = $\frac{0 + 0,19 + 1,9}{8 + 3 + 6} = 0,12$				

\* Виключено 33,3% проб: 4 – з мінім вмістом і 4 – з максимум вмістом

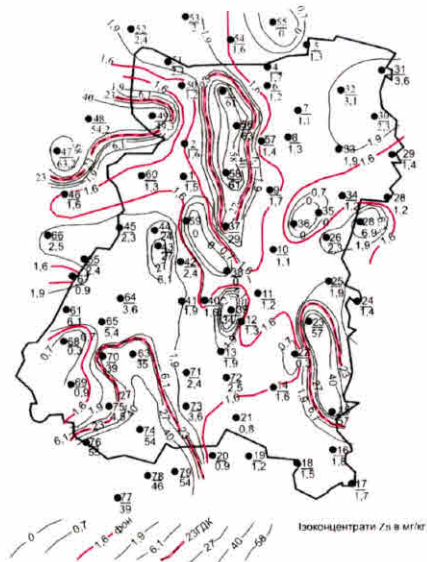


Рис. 2.13. Техногеохімічна картосхема вмісту (мг/кг) цинку (Zn)  $C_1$  у ґрунтах (побудована методом триангуляції) [303]. Гусєвїнський район Тернопільської області. М 1:100 000

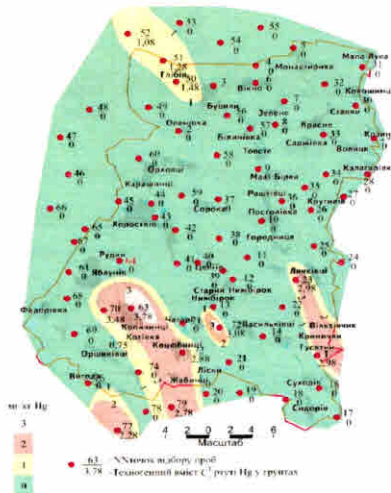


Рис. 2.14. Техногеохімічна картосхема техногенного вмісту  $C_1$  ртуті Hg у ґрунтах на території Гусєвїнського району

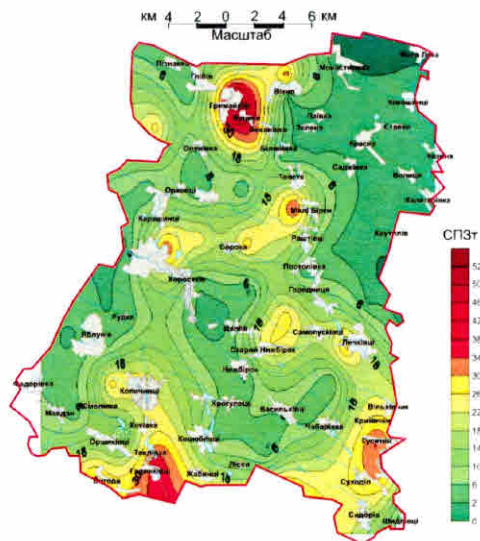


Рис. 2.15. Техногеохімічна картосхема сумарного показника техногенного забруднення СПЗТ<sup>Т</sup> золи трав'янистої рослинності на території Гусятинського району

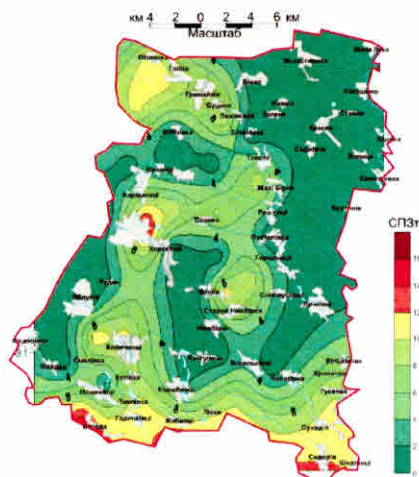


Рис. 2.16. Техногеохімічна картосхема сумарного показника техногенного забруднення СПЗТ<sup>Т</sup> атмосферного повітря на території Гусятинського району



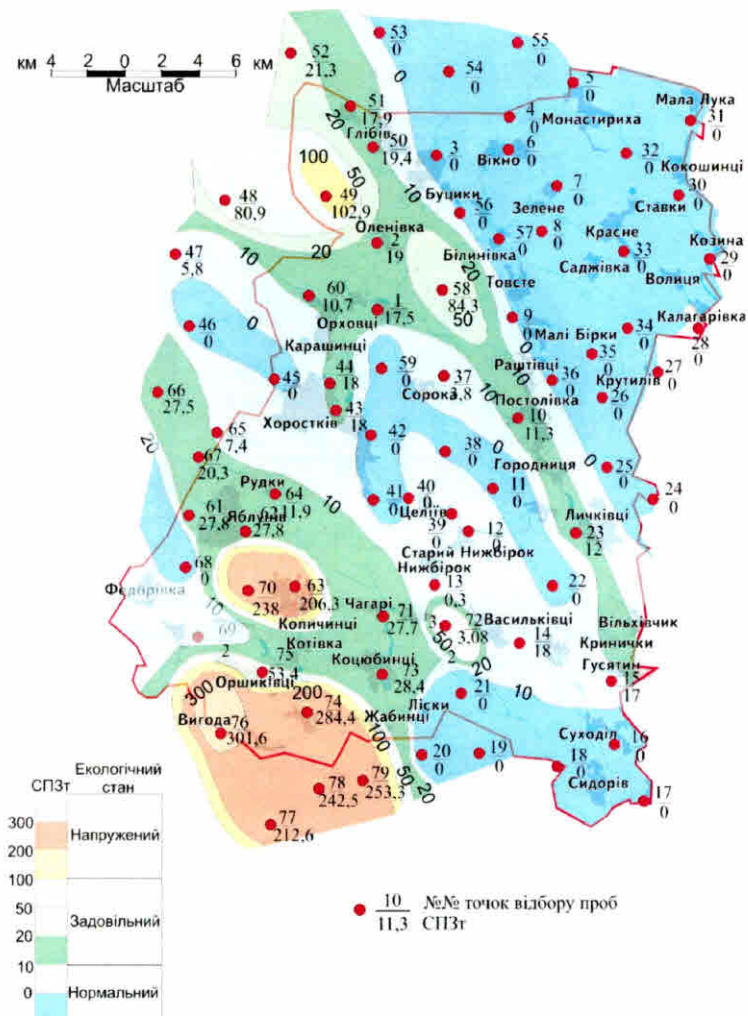


Рис. 2.17. Техногеохімічна картосхема сумарного показника техногенного забруднення СПЗг ґрунтів на території Гусятинського району

та *прогнози* (розробка варіантів розвитку на заданий проміжок часу) [157, 201, 302].

Вирішення цих завдань і процедур вимагає *інтегрованого підходу*, тобто врахування багатьох одночасно діючих чинників, збирання та актуалізації великої кількості різноманітної інформації зі стану компонентів довкілля. В ландшафтно-техногеохімічних дослідженнях такий підхід ґрунтується на обробці даних про *якість довкілля, моделюванні* та аналізі геохімічних процесів та тенденцій розвитку, а також при прийнятті рішень щодо *управління якістю довкілля*. Це викликає низку проблем як організаційного, нормативно-методичного та фінансового характеру, так і проблем, пов'язаних з вибором *оптимальних методів та технологій* представлення, зберігання та оброблення отриманих даних. Інформація про стан довкілля відіграє важливу роль під час прийняття рішень у сферах управління просторово-розподіленими об'єктами техногенного характеру (енергетика, транспорт, видобуток корисних копалин, комунальне господарство, агропромисловий комплекс, лісова промисловість, водне господарство та ін.). Слід також враховувати можливу дію навколишнього природного середовища на техногенні об'єкти народногосподарського комплексу.

Більшість наших підходів обробки, аналізу інформації та методів складання карт ґрунтуються на використанні програмних продуктів Surfer та MAP Info.

Програмний пакет Surfer, як правило, зберігається у власному бінарному форматі SRF. Початкові дані можуть бути імпортовані з великого числа різних форматів: DAT, TXT, SLK, XLS, WKx, WRx, CSV, BNA, BLN, DEM, SDTS DDF, GTOP30 HDR, DXF, GSI, BLN, SHP, LGO, BNA, GSB, DLG, LGS, MIF, E00, USGS SDTS DLG DDF, EMF, WMF, TIF, PCX, BMP, PLT, CLP, TGA, PCX, JPG, PNG, DCX, WPG, PCT і ін. Є експорт в різні формати, включаючи DXF, SHP, BNA, BLN, MIF, GSI, GSB, EMF, WMF, CLP, CGM, TIF, BMP, JPG, TGA, PNG, PCX, DCX, WPG, PCT, XLS, SLK, CSV, TXT, DAT.

Для комп'ютерної обробки даних інформації вбудований табличний редактор, що дозволяє виконувати різні математичні операції. Для візуалізації поверхонь елементів побудови техногеохімічних карт (рис. 2.18) Surfer використовує дані на прямокутній регулярній мережі – *GRID* [279]. У пакеті реалізована велика кількість

алгоритмів її побудови (регуляризації або грідінгу). Серед них: триангуляція, метод

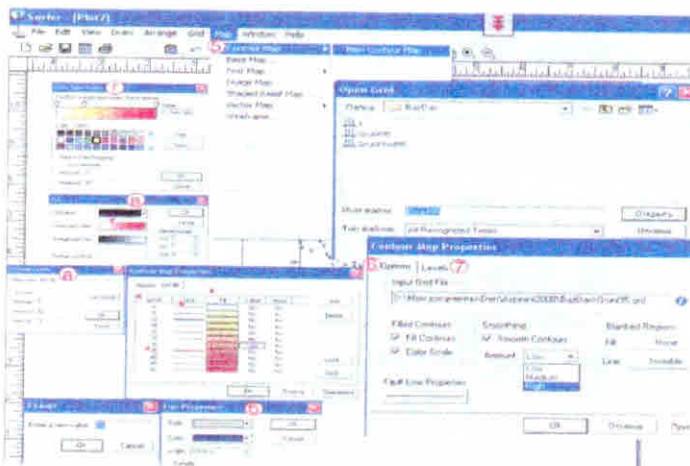


Рис. 2.18. Робочі панелі Surfer для побудови техногеохімічних карт

зворотніх відстаней, кріггинг, поліномальна регресія, метод мінімальної кривизни, метод Шепарда, метод радіальних базисних функцій, метод ковзаючого середнього, метод локальних поліномів (О.О. Світличний, С.В. Плотницький, 2006).

*Метод Кріге* – є ефективним у багатьох випадках, точки високого рівня сполучає уздовж гребеня, а не ізолює за допомогою замкнених горизонталей типу „бичаче око”.

*Метод радіальних базисних функцій* є точним інтерполятором. Це означає, що інтерполяційна функція в точках спостережень збігається в точності із заданими значеннями.

*Метод триангуляції* є точним інтерполяційним методом. Суть цього методу полягає в тому, що вихідні точки даних з’єднуються таким чином, що результуюча поверхня покривається „клаптевою ковдрою” із граней трикутників.

*Метод зворотніх відстаней* є дуже швидким методом побудови сіткової функції. Недоліком методу зворотніх відстаней є генерація структур типу „бичаче око” довкола точок спостережень з великими значеннями функції.

*Метод мінімальної кривизни* широко використовується в науках про Землю. Поверхня, побудована за допомогою цього методу через всі експериментальні точки даних з мінімальним числом вигинів. Метод мінімальної кривизни, проте, не є точним методом. Він генерує найбільш гладку поверхню, яка проходить настільки близько до експериментальних точок, наскільки це можливо, але ці експериментальні точки не обов'язково належать інтерполяційній поверхні.

*Метод поліноміальної регресії* використовується для виділення великих трендів і структур у даних. Цей метод не є інтерполяційним методом, оскільки поверхня, що згенерувала, не проходить через експериментальні точки.

*Метод Шепарда* подібний до методу зворотних відстаней. Він також використовує зворотні відстані при обчисленні вагових коефіцієнтів. Відмінність полягає в тому, що при побудові інтерполяційної функції в локальних областях використовується метод найменших квадратів. Це зменшує вірогідність появи на поверхні, що згенерувала, структур типу „бичаче око”.

Є можливість тонкої настройки усіх параметрів регуляції для забезпечення максимального результату. Для аналізу даних можуть використовуватись відеограми. Є засоби для вказівки ліній розломів та інших об'єктів. Ці можливості ми використовували для побудови різницевих карт, що характеризують відмінності між двома поверхнями, наприклад, загальним геохімічним фоном  $C_{\phi}$  та природним фоном  $C_{\phi}^n$  для отримання техногенного фону  $C_{\phi}^T$ .

Пакет Surfer підтримує програмну автоматизацію на основі технології Active X. Є вбудований редактор та інтерпретатор скриптової мови VBA. Системні вимоги: Windows 2000, XP і вище, HDD 25 Мб та ін.

Для побудови карт автором використовувався *метод триангуляції*, який дозволяє уникнути цих замкнутих горизонталей і є точним *інтерполяційним методом*.

Перш ніж дати коротку характеристику тій *геоінформаційній системі*, яку ми використовували для візуалізації ландшафтно-геохімічної інформації та картографічного матеріалу дослідження, перерахуємо відомі ГІС – платформи [201, 278-281, 332]: система ARC/INFO; пакет Arc view; сімейство програмних пакетів ArcGIS: настільні, серверні, вбудовані, мобільні; програмні GIS\_пакети фірми

Intergraph; сімейство пакетів GeoMedia; сімейство програмних продуктів фірми Bentley Systems; програмні продукти компанії Autodesk; геоінформаційна система GRASS; *геоінформаційна система MapInfo Professional*; геоінформаційна система «Панорама»; ГІС-карта 2005 із блоком геодезичних розрахунків; програмні пакети GeoniCS; ГІС – IDRISI; пакет PC Raster; пакет Geo Drow/ Geo Graf. Вони відомі як в Україні так і за її межами. Нами для виконання поставлених задач була вибрана *геоінформаційна система MapInfo Professional* згідно вимог Міністерства екології і природних ресурсів, Міністерства з надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення, геологічних та інших організацій.

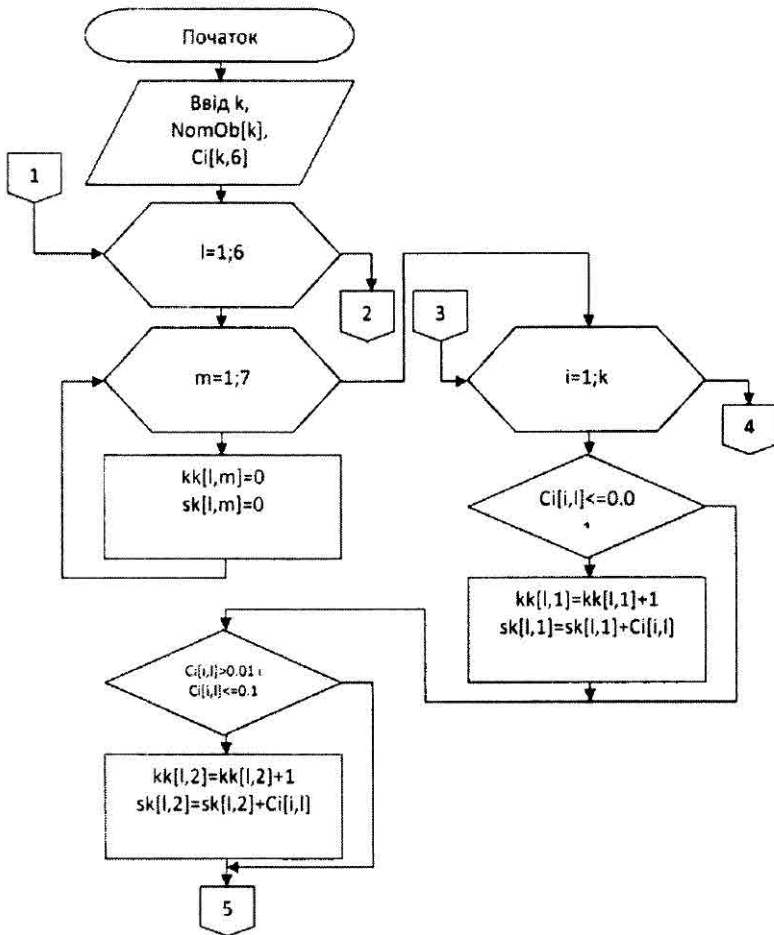
*MapInfo пакет* є настільною ГІС. Поєднує переваги обробки даних, ефективні засоби аналізу і представлення баз даних, карт, схем, графіків. *MapInfo Pro* надає можливість редагувати і створювати первинні електронні карти. Оцифрування можливе як за допомогою дигитайзера, так і за сканованим зображенням. Підтримка драйверів дигитайзерів Wintab і VTI (версії 2.10 і пізніші). Пакет підтримує растрові формати GIF, IPEC, TIFF, PCX, BMP, TGA (Targa), BIL (Spot – спутникові фотографії).

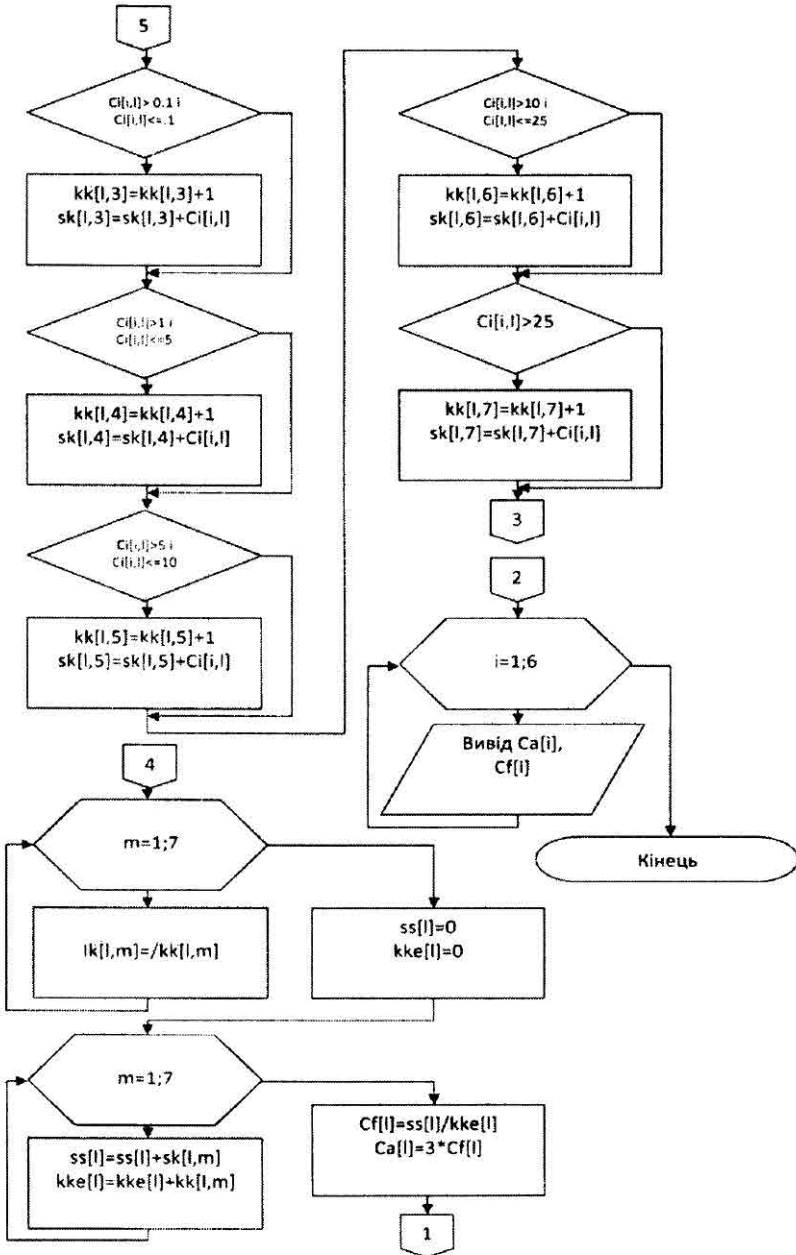
*MapInfo Pro* – відкрита система. Мова програмування MapBasic дає змогу побудувати свою ГІС, орієнтовану на рішення конкретних прикладних завдань, забезпечених меню, розробленими спеціально для цього додатка. Поточною версією пакета (2005) є версія 8.0, що працює на платформах PC (windows 98, NT, 2000, XP) та комп'ютерів Power Pc (Mac OS), Alpha, RISC (Unix) та ін.

Усі ці особливості ГІС MapInfo Professional надали можливість у вирішенні нами завдань з ландшафтно-геохімічної оцінки території Карпатського регіону і Західного Поділля для складання поелементних і покомпонентних карт (рис. 6. 2-6.7), карти сучасної природно-техногенної ситуації (рис. 6.8, 6.17) та ландшафтно-геохімічного районування (рис. 6.14, 6.18).

У зв'язку з необхідністю виконувати великий обсяг розрахунків для визначення  $C_{\phi}^n$ ,  $C_i^t$ , СПЗ<sup>т</sup> ми автоматизували цей процес, розробивши, за консультацією програміста М.В. Крихівського, *новий програмний продукт ECOPHONE*. Алгоритм програми представлений у таблиці 2.19.

**Графічний**  
**алгоритм комп'ютерної програми *ECOPHONE* для розрахунків фонових ( $C_f$ ),**  
**аномальних ( $C_a$ ) концентрацій та ізоконцентрат ( $Ik$ )**  
**речовин – забруднювачів**





*Опис програми ECOPHONE.* Для взаємодії з користувачем слугує одне вікно, яке складається з меню команд та робочого поля. У робочому полі, яке розміщене нижче рядка меню, відображаються вхідні дані та результати обчислень. Вхідні дані вводяться командою „Відкрити” із меню „Файл”. Цією командою вони завантажуються у робоче поле, де їх можна модифікувати. Вхідні дані можуть бути двох типів. Для розрахунку фонових ( $C_{\phi}$ ), аномальних ( $C_a$ ), вмістів та ізоліній ізоконцентрат ( $Ik$ ) забруднювальних елементів структура вхідних даних відповідає структурі таблиці 2.19. Початок і кінець рядків з даними має бути без пропусків. Числа розділяються тільки одним пропуском. Перше число є цілим, а шість наступних чисел – дійсні. Перше число – це номер досліджуваного об’єкту (ландшафтно-геохімічний полігон або точки відбору проб), а дійсні числа відповідають вмісту забруднювальних речовин. Останні можуть містити символ крапку для розділення цілої та дробової частин. Такі ж самі дані використовуються і для статистичних розрахунків.

Всі команди для розрахунків згруповані у розділі „Обчислення”. Він містить команди: *Фонові та аномальні вмісти елементів, Статистичні параметри.* Результати дописуються у робоче поле. Зміст робочого поля можна зберегти на диску за допомогою команди „Зберегти” із меню „Файл”.

У процесі обробки за допомогою ГІС отриманих нами даних використовувались різні методи визначення геохімічного фону з застосуванням варіаційної статистики [136, 144, 279, 352], а також відбувались пошуки нових підходів, в результаті чого нам вдалось значно *удосконалити* розрахункові та графічні методи *визначення регіонального фону*, аномальних вмістів та інших показників геохімічного поля. Наші вдосконалення стосуються *графічних та програмно-комп’ютерних методів визначення фону* для подальшої візуалізації дослідження. Також, *комп’ютерна автоматизація обробки інформації* для розрахунків геохімічних параметрів *дозволяє істотно оптимізувати* процес складання техногеохімічних карт.







(рис. 2.2, 2.13) або в автоматизованому режимі на ПЕОМ, користуючись програмами Surfer (рис. 2.14) або ГІС MapInfo.

Техногеохімічні карти для Hg, Cd, Pb, Cu, Ni та карта сумарного показника забруднення СПЗ<sup>T</sup> (рис. 2.15 – 2.17) побудовані з використанням програми Surfer.

## **2.8 Побудова карти сучасної ландшафтно-геохімічної ситуації та сучасного стану компонентів довкілля з використанням ГІС технологій**

*Сучасний ландшафтно-геохімічний стан* – це ступінь перетвореності (трансформації) первинного природного ландшафту (нульового 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 [110–112] до 6–8 [144, 224]: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний (рис. 1.11).

*Ландшафтно-геохімічна ситуація* – це просторова „мозаїка” із ландшафтно-геохімічних таксонів (геосистем або їх частин) різного сучасного стану (зміни у просторі), які створюють на тій чи іншій території одночасне існування різних за ступенем перетвореності ділянок (рис. 6.10), зображених на карті. Звідси зрозуміло, що така карта повинна характеризувати як ландшафтно-геохімічну ситуацію так і ландшафтно-геохімічні стани на тій чи іншій території [234, 236].

*Ландшафтно-геохімічна карта* – це картографічна модель сучасних станів різних таксонів, які у сукупності відображають сучасну ситуацію на території [234, 236]. Ландшафтно-геохімічна 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 ґрунт з повітря, а те, що безпосередньо міститься у ґрунті, в різних його горизонтах, визначаючи його загальний сучасний стан (рис. 2.19) на ландшафтній основі (рис. 2.18).

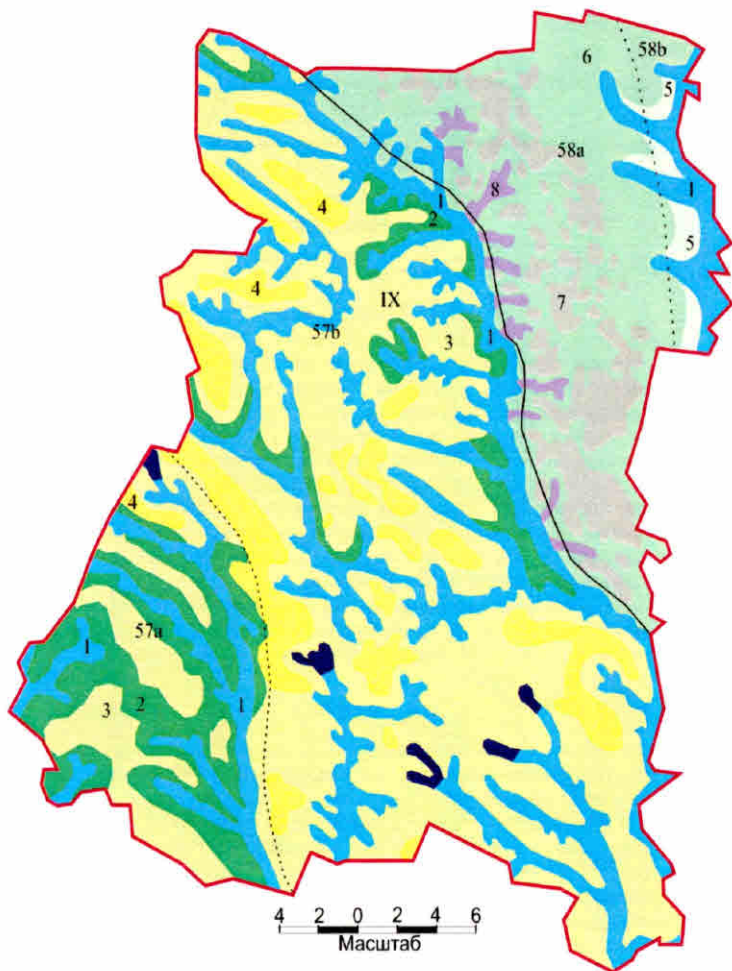


Рис. 2.18. Ландшафтна карта  
Гусятинського району Тернопільської області [305]

## Легенда до рис. 2.18.

I Західно-Подільська височинна область, за О.М. Мариничем та ін. [305]

Фізико-географічні райони (за О.М. Мариничем та ін., 2003)

- 1 – Гримайлівсько – Густинський  
2 – Збаразько – Смотрицький (Товтровий)

Ландшафти:

- 1a – Нічлавський  
1b – Тайненський

Місцевості:

- 1** Днищ річкових долин, представлених заплавленими і нижніми (1-3) надзаплавленими терасами, складеними алювіальними суглинками і супісками з різнотрав'янистими луками на дерново-лукових ґрунтах, розорані, частково – під сінокосами і пасовищами
- 2** Придолинних схилів на лесовидних суглинках, частково заняті дубово-грабовими лісами, з лучною рослинністю на еродованих чорноземах і сірих лісових ґрунтах, зайняті переважно пасовиськами
- 3** Хвилястих межиріч, складених потужними (до 20 м) лесовидними суглинками, зайнятими переважно дубово-грабовими лісами на опідзолених чорноземах і чорноземах звичайних. В минулому ці місцевості були зайняті дібровами зі степовими ділянками, нині – розорані
- 4** Плоских плакорів, складених легко суглинистими лесовидними суглинками з лучним різнотрав'ям на глибоких мало гумусних чорноземах, з численними у минулому невеликими озерами і болотами, нині – розорані  
2a – Медоборський  
2b – Збручанський  
Місцевості:
- 5** Давніх алювіальних верхньопліоценових-нижньочетвертинних високих (4-7) терас з дубово-грабовими лісами на чорноземах опідзолених, частково еродованих і розораних
- 6** Схилів скелястих гряд і товтрових острівних пагорбів, перекритих вапняковими глинами і щебнем з фрагментарним покривом лесовидних суглинків з кушовою ксерофільною різнотрав'янистою рослинністю на чорноземах карбонатних, частково розораних та під пасовиськами
- 7** Витягнуті привершинні поверхні скелястих гряд і товтрових пагорбів з максимальними абсолютними висотами, утвореними рифовими вапняками з малопотужним (1-2м) покривом елювіально-делювіальних суглинків, покритих буково-грабовими і сосновими лісами, на розмитих щебиноватих перегнійно-карбонатних ґрунтах, використовуються як заповідні, рекреаційні, мисливські угіддя і пасовиська
- 8** Днищ малих річкових долин, складених алювіальними суглинками, з дуже вузькими заплавами на заболочених і евтрофних луках, лучно-чорноземних ґрунтах, розчленованих ярами і балками, зайнятими сінокосами і пасовиськами
- границі між фізико-географічними (ландшафтними) районами  
- - - - - границі між ландшафтами

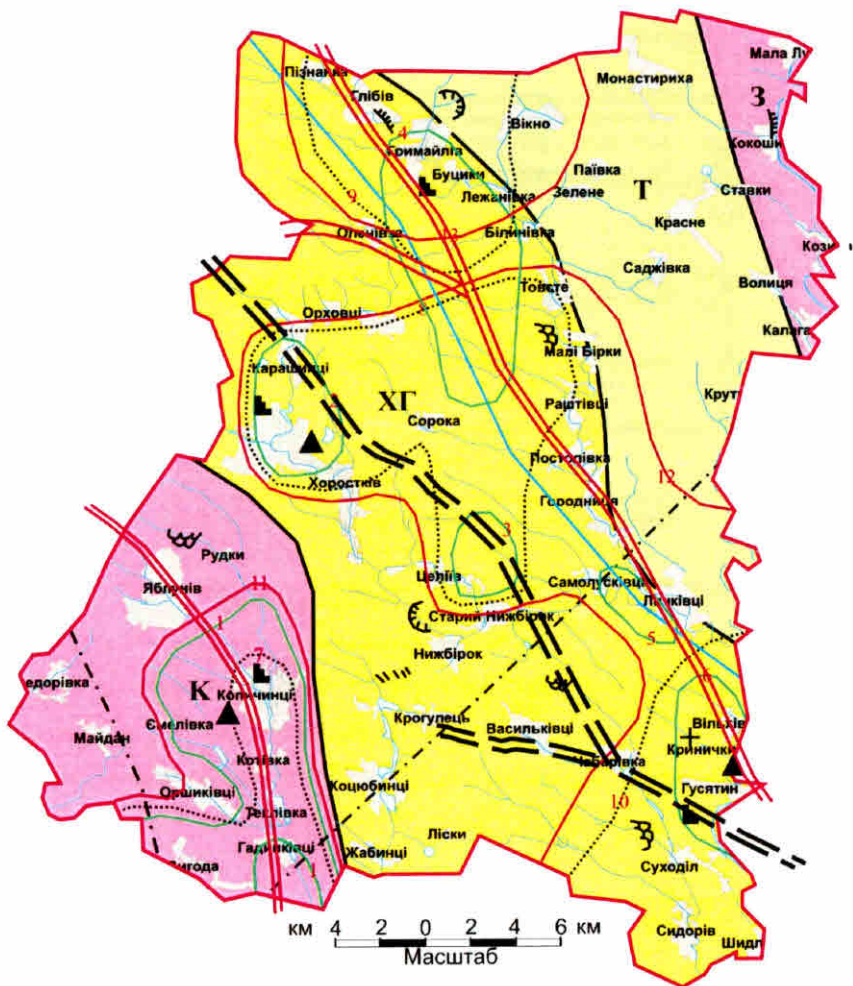








Рис. 2.19. Ландшафтно-геохімічна карта Гусятинського району Тернопільської області [305]

## Умовні позначення до рис. 2.19.


### Природно-техногенний стан основних геокомпонентів Геологічне середовище

-  Неотектонічні сейсмогенні розломи
-  Кар'єри для розробки корисних копалин
-  Карст


#### Геофізичні поля

-  Інтенсивні градієнти природних магнітних і гравітаційних полів
-  Бокова та лінійна ерозія вздовж берегів рік
-  Зсуви


#### Атмосферне повітря

-  Контури аномалій та їх номери з високим сумарним показником забруднення важкими металами, нафтопродуктами, пестицидами




#### Ґрунтовий покрив

-  Контури зон аномалій та їх номери з високим сумарним показником забруднення важкими металами







#### Рослинний покрив

-  Контури зон аномалій та їх номери з високим сумарним показником забруднення важкими металами



#### Техногенне навантаження

-  Основні джерела викидів та скидів
-  Місця звалищ твердих відходів
-  Бувші склади пестицидів

### Природно-техногенний стан ландшафтно-геохімічних смуг

- |   |   |   |               |                                    |
|---|---|---|---------------|------------------------------------|
|  | Нормальний (Товтрова ЛГ смуга)                    |  | Складний      | } В досліджуваному районі відсутні |
|  | Задовільний (Кочиченська та Збручачська ЛГ смуга) |  | Незадовільний |                                    |
|  | Напружений (Хоростківсько-Гусятинська ЛГ)         |  | Передкризовий |                                    |

#### Ландшафтно-геохімічні смуги:

-  Концентрації
-  Розсіювання забруднювальних речовин

Зрозуміло, що *карта сучасної ландшафтно-геохімічної ситуації* будується на *ландшафтній основі* тому, що вона поєднує як природну так і техногенну складові геосистем.

Отже, для побудови карти сучасної ситуації стану довкілля необхідно оцінити ландшафтно-геохімічний стан усіх компонентів довкілля, тобто виконати ландшафтно-геохімічний аудит, алгоритм якого виглядає наступним чином:

$$E_p = f\left(\frac{T_{cf}}{LT}, \frac{T_{cf}}{GF}, \frac{T_{cf}}{GM}, \frac{T_{cf}}{GD}, \frac{T_{cf}}{AT}, \frac{T_{cf}}{PD}, \frac{T_{cf}}{FC}, \frac{T_{cf}}{ZC}, \frac{T_{cf}}{DC}\right), \quad (2.9)$$

де  $E_p$  – сучасна природно-техногенна ситуація на території району;  $LT, GF, GM, GD, AT, PD, FC, ZC, DC$  – природний стан літосфери, геофізсфери, геоморфосфери, гідросфери, атмосфери, педосфери, фітосфери, зоосфери, демосфери;  $T_{cf}$  – техногенний вплив на компоненти геоекосистеми.

$$T_{cf} = f(BM, PC, MD, HF, PP...та ін.), \quad (2.10)$$

де  $BM$  – важкі метали;  $PC$  – пестициди;  $MD$  – мінеральні добрива;  $HF$  – нафтопродукти;  $PP$  – радіоактивні речовини та ін.

Щоб автоматизувати процес побудови комплексних сумарних, синтетичних, *інтегральних карт* сучасної природно – техногенної (екологічної) *ситуації* як результату ландшафтно-геохімічного аудиту їх можна *складати шляхом прозорого комп'ютерного накладання покомпонентних карт*, які є результатом накладання *поелементних техногеохімічних карт* (рис. 2.20).



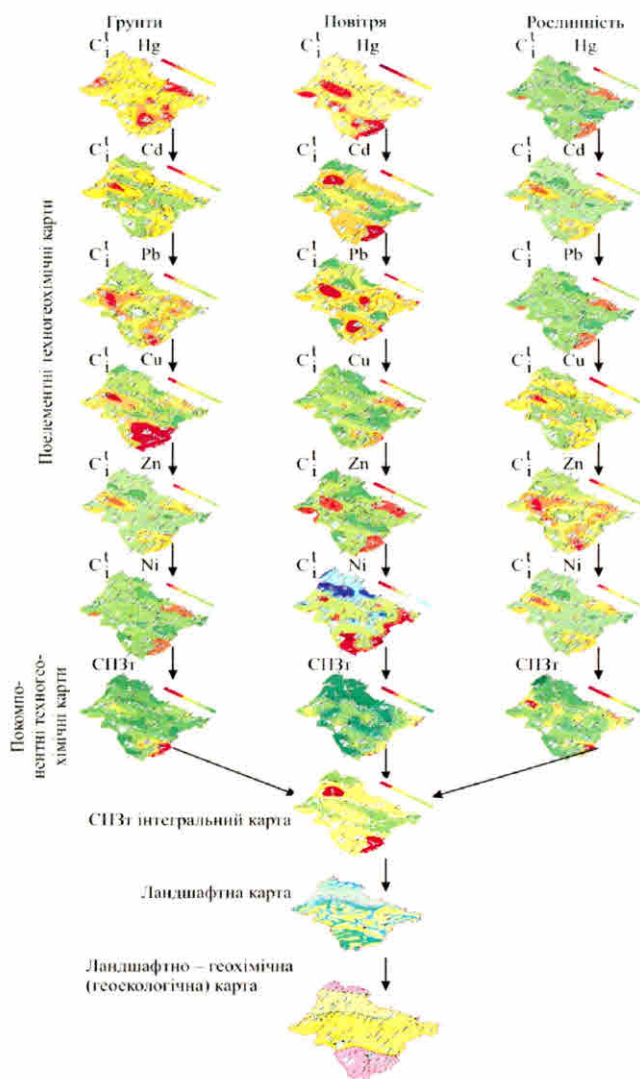


Рис. 2.20. Прозоре накладання поелементних та покомпонентних карт → побудова карти сумарного показника техногенного забруднення (інтегрального) → накладання на ландшафтну карту → побудова карти сучасної ландшафтно – геохімічної ситуації для оцінки природно-техногенної безпеки

## 2.9 Прогноз та моделювання антропогенних змін у геосистемах

Із розгляду структури природно-антропогенної геосистеми витікає, що в кожному її компоненті можуть відбуватись як природні так і антропогенні зміни. Отже ми повинні запропонувати послідовність (алгоритм) прогнозу розвитку геосистем. Така послідовність передбачає вибірку із кожного компонента кількох змін, які відбуваються природним шляхом та під впливом техногенного навантаження. Ці зміни (процес або впливи) інтегруються для створення сумарного результату (мається на увазі синергізм – (від грец. *συνεργός* – діючий разом) – явище підсилення дії або стану додаванням або впливом іншого), який і буде діяти на здоров'я населення та стан природних геосистем. В кожному конкретному випадку таких змін буде різна кількість, у залежності від детальності і глибини досліджень (рис. 2.21).

Для кожного виду антропогенних змін ми пропонуємо технічні методи їх оцінки (табл. 2.21). Так, наприклад, ураженість геологічного середовища зсувами  ${}^1\sum_{ГС}^{зсум}$ , оцінюються площею враження  $S$  в  $км^2$ , об'ємом зсувних мас  $V$  в  $м^3$  і відсотками (%) площі зсувної території. Порушення геологічного середовища бурінням і кар'єрами  ${}^4\sum_{ГС}^{бур}$ , оцінюється коефіцієнтом  $K_p$ , який розраховується за спеціальною формулою.

Порушення геоморфосфери (рельєфу) ярковою ерозією  ${}^{10}\sum_{ГС}^{ероз}$  оцінюється площею  $S$  (в  $км^2$ ) її розповсюдження та відсотком (%) враженої території.

Антропогенні зміни ґрунтових вод  ${}^{12}\sum_{ГД}^{зм}$  розраховуються згідно сумарного показника забруднення:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1). \quad (2.11)$$

Таким же методом оцінюються антропогенні зміни атмосферного повітря, ґрунтів, рослинності і сільськогосподарських продуктів рослинного і тваринного походження. І так – усі 20 екологічних змін.

Таблиця 2.21

Послідовність визначення природних і техногенних змін в геосистемах для моніторингових досліджень локального рівня [234]

Компоненти довкілля	Екологічні зміни Е		
	Природні $E^{пр}$	Техногенні $E^{тх}$	Технічні методи оцінки
Геологічне середовище	1. Зсуви $1 E_{ГС}^{зсуви}$		Площа враження, S, км <sup>2</sup> , %, об'єм V, м <sup>3</sup> , %
	2. Карст $2 E_{ГС}^{карст}$		Об'єм V, м <sup>3</sup> , %
	3. Сейсмічність $3 E_{ГС}^{сейсмо}$		Площа, S, км <sup>2</sup> Бальність maxіm. можлива
		4. Порушення бурінням і кар'єрами $4 E_{ГС}^{бур}$	$Kn = \sum_{i=1}^n \frac{V_{iic}}{V_r} \cdot 100\%$
		5. Загазованість $5 E_{ГС}^{газ}$	Площа, S, км <sup>2</sup> , %
Геофізична сфера		6. Акустичні поля $6 E_{ГФ}^{акуст}$	$L_i = L_p - 15lg r + lg \frac{\phi}{\Omega} - \frac{\beta}{i}$
		7. Електромагнітні поля $7 E_{ГФ}^{елект}$	Площа, S, км <sup>2</sup> , %
		8. Радіоактивне забруднення $E_{ГФ}^{радиоиз}$	Площа, S, км <sup>2</sup> , %
Рельєф-геоморфосфера	9. Неотектонічні деформації $9 E_{ГМ}^{неотекст}$		Площа, S, км <sup>2</sup> , %
		10. Ерозія яркова, донна та бічна $10 E_{ГМ}^{ероз}$	Площа, S, км <sup>2</sup> , % Довжина l, км, %
Гідросфера		11. Забруднення поверхневих вод $11 E_{ГД}^{зм}$	Сім категорій: довжина l, км, %
		12. Забруднення ґрунтових вод $12 E_{ГД}^{зм}$	$Zci = \sum_{i=1}^n Kci - (n-1)$
		13. Забруднення підземних вод $13 E_{ГД}^{зм}$	Площа, S, км <sup>2</sup> , %
Атмосфера		14. Забруднення від стаціонарних джерел $14 E_{АТ}^{зм}$	$Zci = \sum_{i=1}^n Kci - (n-1)$
		15. Забруднення рухомими джерелами $15 E_{АТ}^{рпх}$	$\sum = \sum l_1 + l_2 + \dots + \sum ln$
Ґрунто-педосфера		16. Засмічення твердими відходами $6 E_{ГД}^{зм}$	Площа, S, км <sup>2</sup> , % Об'єм V, тис. т
		17. Запилення опадами забруднювачів з атмосфери $E_{ПД}^{опадш}$	$Zci = \sum_{i=1}^n Kci - (n-1)$
	8. Зміни типів, кислотності та ін. $8 E_{ПД}^{зм}$		Площа, S, км <sup>2</sup> , %
Фтосфера		19. Хімічне забруднення $19 E_{ФС}^{зм}$	$Zci = \sum_{i=1}^n Kci - (n-1)$
Зоосфера		20. Хімічне забруднення $20 E_{ЗС}^{зм}$	$Zci = \sum_{i=1}^n Kci - (n-1)$
Демосфера	Захворюваність населення на 28 хвороб згідно МКХ		% на кожну ландшафтно-геохімічну одиницю

*Інтеграція* 20 чинників змін здійснюється шляхом накладання карт розповсюдження по площі кожного чинника:

$$E\Sigma = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_{20}, \quad (2.12)$$

де  $E\Sigma$  – карта сумарного антропогенного впливу,  $E_1, E_2, E_3, \dots, E_{20}$  – карти розповсюдження по площі кожних техногенних змін.

*Графічне накладання (моделювання)* ландшафтно-техногеохімічних карт одна на одну звільняє нас від складних розрахунків *антропогенного впливу*, тому що кожна із цих карт найбільш об'єктивно відображає розповсюдження та інтенсивність прояву по площі того чи іншого впливу. Для оцінок стану довкілля на території при екологічному моніторингу локального рівня важливим є площа враження тим чи іншим антропогенним впливом, тому що заходи по стабілізації або покращенню стану довкілля повинні розроблятися конкретно до якоїсь площі, а не взагалі до всього району, як це іноді роблять і зараз природоохоронні органи. Сьогодні особливу увагу потрібно приділяти природним ресурсам (ресурсозбереження), які споживатимуться на території (особливо тим, що не відновлюються або відновлюються протягом тривалого періоду), типу технологій, палива та енергії, які використовуються (впровадження систем екологічного менеджменту і аудиту (*СЕМА*)) на підприємствах даного регіону, а також факторам контролю забруднення навколишнього середовища (рис. 2.22).

## 2.10. Екологічний менеджмент

Ми підійшли до завершального блоку *територіальної (природно-техногенної) безпеки* – управління природоохоронною діяльністю та раціональним природокористуванням. Основою такого управління є усі попередні шість блоків (табл. 1.1), на базі яких розробляються довгострокові екологічні програми, стабілізаційні заходи або оперативні акції, якщо ситуація зайшла в катастрофічний стан. Це проілюстровано наступними двома таблицями (табл. 2.23, 2.24).

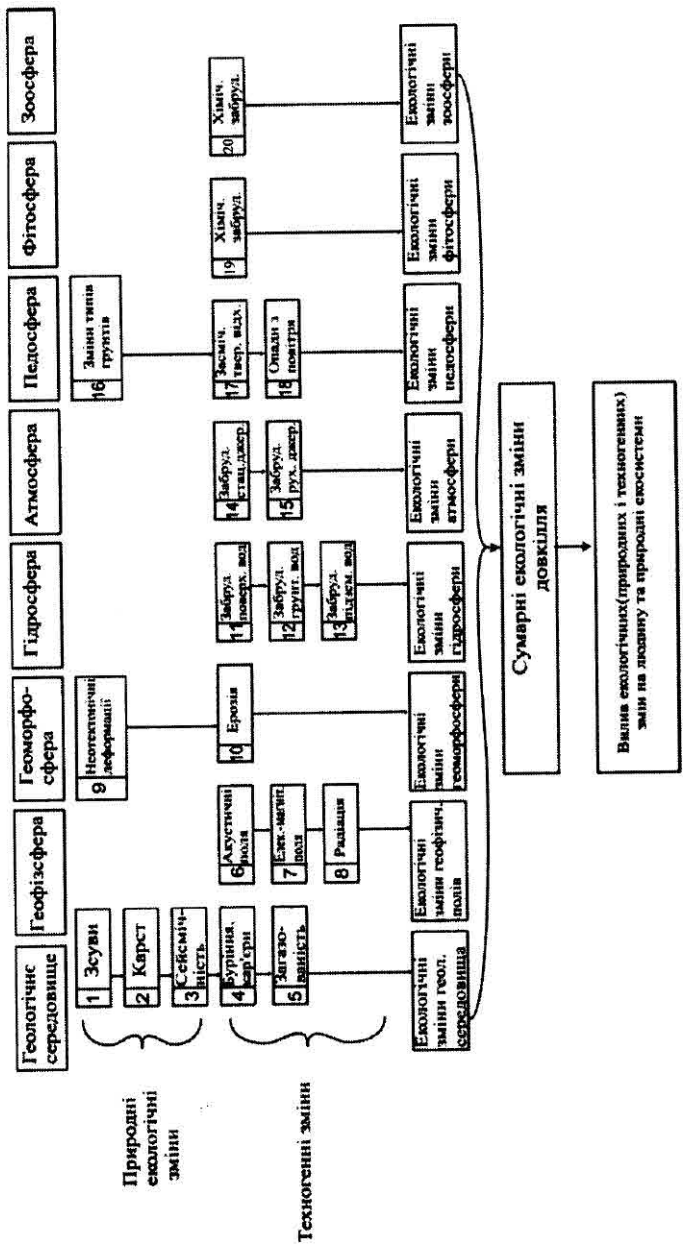


Рис. 2.21. Структура природних і техногенних змін геосистем [144, 234]

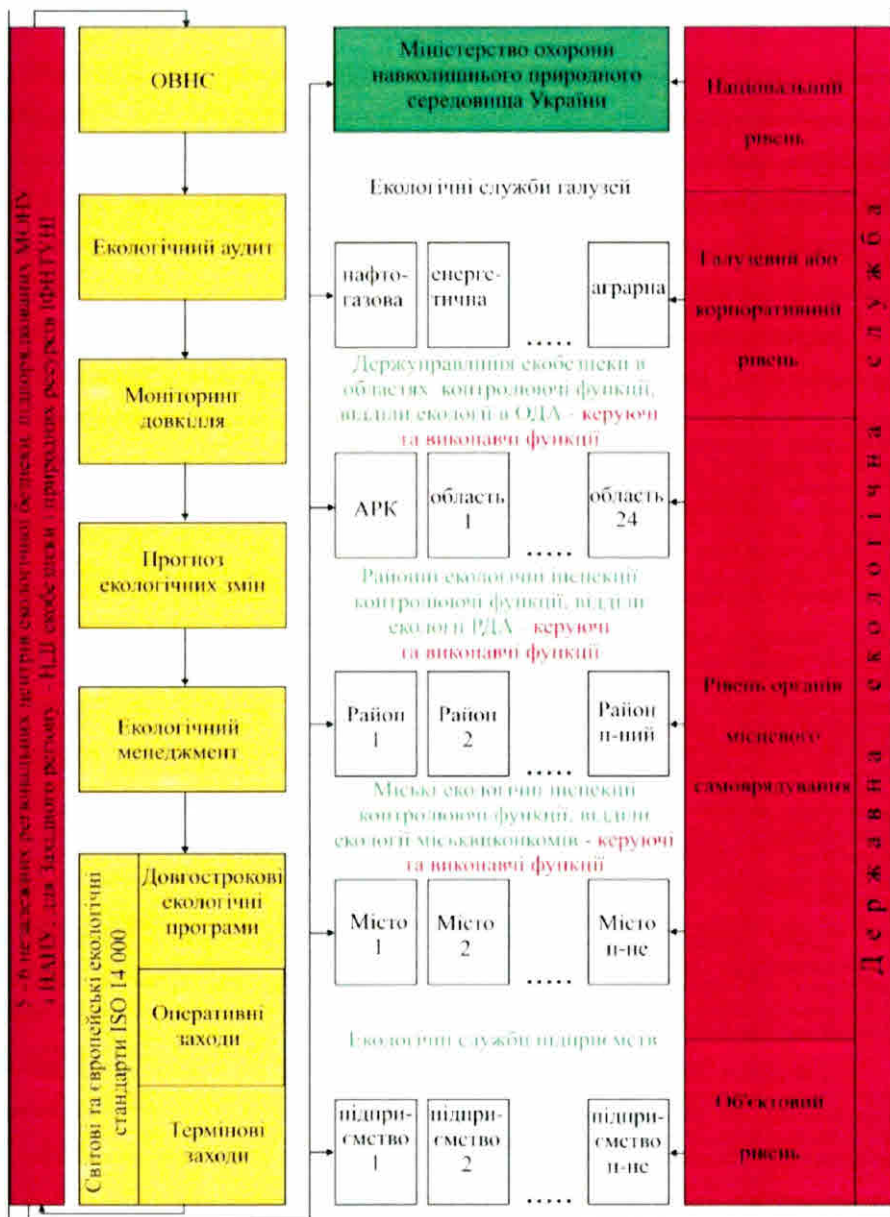


Рис. 2.22. Схема системного реформування державного управління безпекою територій та природоохоронною діяльністю на підприємствах, у населених пунктах, районах і областях, в галузях і державі України

Отже, для створення комп'ютеризованої системи природно-техногенної безпеки певної території (КСЕБ) необхідно розробити мережу спостережних профілів і ландшафтно-геохімічних полігонів, яка повністю її охоплює. Одноразове обстеження району – ландшафтно-геохімічний аудит, є початковим етапом періодичного моніторингу довкілля, який необхідно повторювати через певний час, у залежності від ступеня трансформації окремих компонентів геосистем, щоб мати можливість здійснити прогноз розвитку сучасної ситуації.

Запропонована КСЕБ є відкритою і може включатись до кількох різномасштабних рівнів об'єктового, локального, регіонального і національного. Основою системи є банк ландшафтно-геохімічної інформації, що складається з баз даних по кожному досліджуваному компоненту, які включають десятки параметрів. Загальна ж кількість параметрів може досягати кількох сот і навіть тисяч. Тому без ГІС-технологій такі дослідження виконувати неможливо.

Аналіз ландшафтно-геохімічної інформації зі стану довкілля досліджуваного району дозволяє державній та галузевій адміністраціям приймати керівні та інші рішення. Комплексність системи забезпечується різноманіттям підходів до картографування району: ландшафтного, ресурсного, адміністративного та ін. Вся ландшафтно-геохімічна інформація накопичується в ПЕОМ, що дозволяє оперативно вносити зміни в комплексні показники сучасного стану відповідно з динамікою природно-антропогенних геосферно-біотосферно-соціосферних процесів.

Тільки маючи повну ландшафтно-геохімічну інформацію, отриману за новітньою ГІС-технологією, можна бути впевненим, що сучасна ситуація знаходиться під контролем.

Алгоритм (фон, кларк, геохімічні показники) та методи ландшафтно-геохімічних досліджень територій для створення систем природно-техногенної (екологічної) безпеки дозволяють комплексно оцінити техногенне навантаження на ландшафт, а саме, визначити сучасну ситуацію, сучасний стан (рис. 2.17, 2.19) та розробити прогнозування ситуацій (моніторинг) та їх менеджмент.

Розроблена О.М. Адаменком за нашою участю КСЕБ дозволяє по-новому підійти до структури екологічного менеджменту – управління природоохоронною діяльністю і запропонувати досить радикальне її реформування (рис. 2.22).

В наступних розділах на конкретних прикладах будемо розглядати комп'ютеризовані системи територіальної безпеки (КСЕБ) на об'єктовому, локальному і регіональному рівнях, та їх зв'язок з національним і міждержавним міжнародним, всеєвропейським) рівнем.

### **Висновки до розділу 2:**

1. Ландшафтно-геохімічну оцінку територій здійснюють на різних ієрархічних рівнях: на об'єктовому, локальному, регіональному, національному та міждержавному у відповідних масштабах, але за єдиною методикою. Кожний наступний рівень повинен враховувати особливості попереднього від міждержавного до об'єктового.

2. В зв'язку з тим, що аналіз ландшафтно-геохімічної інформації відбувається з використанням сучасних ГІС-технологій, ця інформація повинна концентруватись у відповідних базах даних, окремо для кожного із 10 компонентів навколишнього середовища.

3. Комп'ютеризована система природно-техногенної територіальної (екологічної) безпеки включає сім основних блоків: теоретично-методологічні основи безпеки територій, визначення сучасної ситуації, оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС), моніторинг довкілля для моделювання та прогнозування стану геосистем, екологічний ризик, безпеку життєдіяльності та екологічний менеджмент.

4. Визначення сучасної ситуації (екологічний аудит території) оцінюється ландшафтно-геохімічними методами; виконується ландшафтно-геохімічне районування і розробляються рекомендації з оптимізації стану довкілля.

5. Оцінка впливів на навколишнє середовище визначає внесок кожного промислового чи іншого підприємства у загальний сучасний стан компонентів довкілля та сучасну ситуацію на території.



**Критерії оцінки ландшафтно-геохімічного стану основних компонентів доквілля за рівнями їх порушення або забруднення для екологічного менеджменту**

Компоненти доквілля	Порушення або забруднення	Ландшафтно-геохімічний стан компонентів доквілля в умовних балах							
		нормальний	задовільний	напружений	складний	незадовільний	перелазковий	критичний	катастрофічний
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геологічне середовище	1. Сейсмічні 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/км <sup>2</sup> .)	0	1	2	3	4	5		
	8. Зсуви (1 га/1 км <sup>2</sup> )	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 ґрунтових 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		
Ґрунтовий 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			
Ландшафтно-геохімічний стан	17. Сумарний показник сучасного стану	–30 нормальний	0–60 задовільний	60–100 напружений	100–150 складний	150–200 незадовільний	>200 перелазковий		

**Оцінка ландшафтно-геохімічного стану смуг  
та прогноз розвитку і змін основних компонентів довкілля  
для проведення стабілізаційних заходів та екологічного менеджменту**

Компоненти довкілля та їх ландшафтно-геохімічний стан		Ландшафтно-геохімічні смуги та оцінка їх стану в балах												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1														
Оцінка в балах ландшафтно-геохімічного стану основних компонентів довкілля: 1) нормальний (0–30 балів), 2) задовільний(30–60), 3) напружений(60–100), 4) складний(100–150), 5) незадовільний(150–200), 6) перелюдизований(>200).	Геологічне середовище	1. Сейсмогенні розломи						12					15	
		2. Кар'єри	1	1	0	1	2	5	5	1	5	6	2	5
		3. Неогетостонічні підняття та опускання	2	1	1	1	1	5	12	4	8	12	3	12
		4. Карст	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	6
	Геофізичні поля	5. Інтенсивні градієнти природних магнітних і гравітаційних полів	2	0	2	1	1	3	6	0	4	6	2	5
		6. Радіація (>60 мкр/год)	0	1	0	1	0	0	0	15	15	10	3	15
	Рельєф	7. Бокова та лінійна ерозія (2км/1км.кв.)	3	1	2	1	0	3	5	1	3	5	1	5
		8. Зсуви (1га/1км.кв.)	0	2	0	1	5	6	8	3	7	10	10	10
	Гідросфера	9. Категорія якості поверхневих вод (1,2–3,4–5,6,7)	5	2	5	2	2	7	12	3	12	15	10	15
		10. Забруднення донних відкладів	2	1	2	2	2	4		3	10	15	10	15
		11. Забруднення ґрунтових вод–сумарний показник забруднення	5	2	3	1	1	15	15	3	16	25	10	7
	Атмосферне повітря	12. Сумарний показник забруднення	7	1	5	1	2	10	15	2	5	17	3	4
	Ґрунтовий покрив	13. Сумарний показник забруднення	8	1	7	2	2	13	15	2	12	15	5	8

Компоненти довідки та їх ландшафтно-геохімічний стан		Ландшафтно-геохімічні смуги та оцінка їх стану в балах											
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		2	0	3	1	1	12	10	1	8	18	7	8
Рослинний покрив	14. Сумарний показник забруднення	2	0	3	1	1	12	10	1	8	18	7	8
Стан здоров'я населення	15. Загальна захворюваність на 100 тис. чоловік (200-500, 500-1000, 1000-2000, >2000)	5	1	6	2	2	20	50	30	35	43	15	60
Техносфера	16. Техногенне навантаження (мінімальне 0-10, середнє 10-20, високе >20)	8	1	4	2	3	10	40	2	15	30	2	15
Сумарна оцінка стану в балах кожної смуги та її якісний стан		50	15	40	20	25	120	120	70	160	230	90	205
		задовільний	нормальний	задовільний	нормальний	нормальний	складний	передкризовий	напружений	незадовільний	передкризовий	напружений	передкризовий
Прогноз динаміки розвитку та зміни стану смуг: + прогресує, 0 стабільний, - самовідновлюється													
Необхідність стабілізаційних заходів: 0 немає потреби, + необхідні згідно довгострокової екологічної програми, ++ потрібні термінові заходи		0	0	0	0	0	+	++	+	+	++	+	++

6. Моніторинг довідки забезпечує стеження за динамікою змін у навколишньому середовищі для своєчасного реагування та прийняття відповідних заходів. Моделювання та прогнозування стану довідки дозволяє розробляти різні сценарії соціально-економічного розвитку території у залежності від можливостей природи і потреб господарства.

7. Екологічний ризик розраховується для оцінки небезпеки життю людини та стану навколишнього природного середовища.

8. Безпека життєдіяльності оцінює стан здоров'я населення у залежності від природних та техногенних чинників.

9. Екологічний менеджмент, як завершальний блок систем територіальної безпеки, є науково-обґрунтованою основою для збалансованого розвитку території у залежності від того чи іншого сценарію соціально-економічних програм території в екологічно безпечних межах.

## РОЗДІЛ 3

### ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ ТА РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ОБ'ЄКТОВОГО РІВНЯ

До об'єктового рівня ієрархічної системи територіальної (природно-техногенної, екологічної) безпеки (рис.1.15) ми відносимо техногеоекологічні (природно-технічні) системи народногосподарських (промислових) зон (ПАТ „Івано-Франківськцемент”, Калуська, Миколаївська, Стрийська та ін.), а також промислової агломерації урбосистем (міські території Івано-Франківська, Львова, Ужгорода, Тернополя та ін.). Розглянемо ландшафтно-геохімічну оцінку сучасного стану, сучасної ситуації та ландшафтно-геохімічне (геоекологічне) районування цих територій на прикладі природно-технічної структури зони впливу ПАТ „Івано-Франківськцемент” та урбосистеми міста Івано-Франківська.

#### **3.1. Природно-технічна структура 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, Колодівка). 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 [282]. 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.

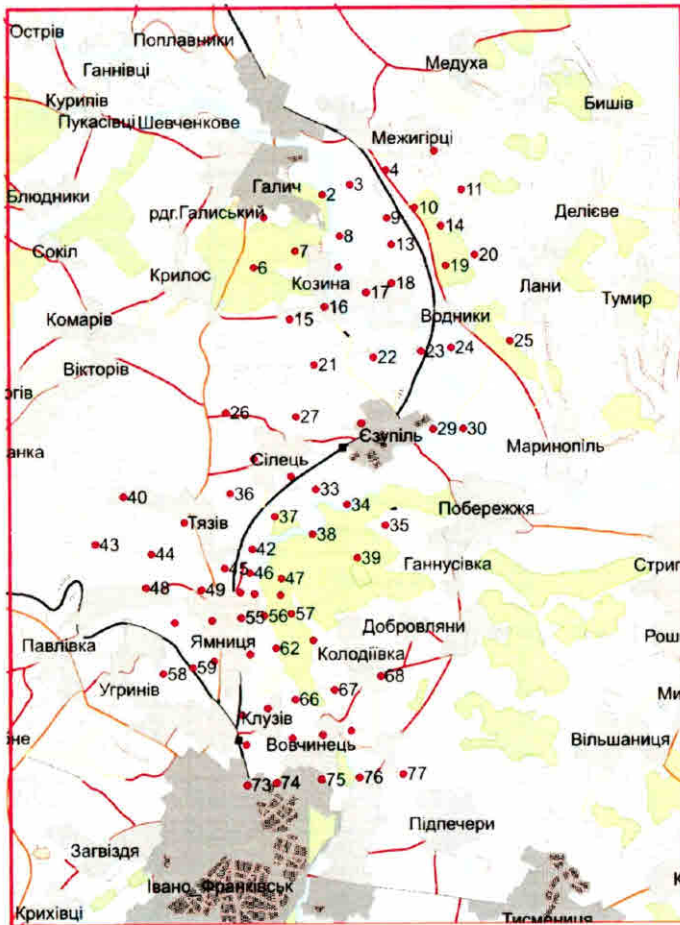
Сучасний стан та сучасна ситуація будь-якої території визначається не лише привнесенням забруднювальних речовин з джерел антропогенного походження, але залежить від природних факторів. Тому важливим аспектом вивчення і аналізу сучасної ситуації стає комплекс досліджень, який вивчає геологічні умови території, її будову, рельєф, що зумовлює розвиток небезпечних екзогенних та ендемогенних 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 охопту 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. 3.1, табл. 3.1, 3.2). Така мережа 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 покриття, ґрунтових вод, атмосферного повітря та рослинності.

Результати аналітичних досліджень проб ґрунтів наведені в таблицях 3.3 і 3.4. При оцінці стану забруднення ґрунтів враховувався сумарний показник техногенного забруднення (СПЗ<sup>Т</sup>). Побудовані карти забруднення ґрунтів дають уявлення про розподіл забруднювальних елементів по площі території (рис. 3.2 – 3.5), яку можна умовно поділити на чотири зони: 1) сприятлива зона (СПЗ<sup>Т</sup> менше 10); 2) помірна зона (від 10 до 20); 3) задовільна (від 20-30); 4) напружена (більше 30).



М 1: 25 000

Рис 3.1. Карта фактичного матеріалу.

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.



Таблиця 3.1

**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	Старниця	24	24		24

Всього у базі даних 77 полігонів

Таблица 3.2

## Координаты точек спостережень

Номер точки	Координаты, в градусах		Координаты, 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	5331644,32	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
47	24,733690000	49,000781000	5334175,83	5432285,79
48	24,674752000	48,998208000	5329854,96	5432130,15
49	24,698932000	48,997614000	5331622,14	5432010,11
50	24,715858000	48,996822000	5332857,94	5431884,6
51	24,722054000	48,996425000	5333309,99	5431826,91
52	24,733389000	48,996029000	5334138,02	5431758,03
53	24,687298000	48,988209000	5330739	5430990,19
54	24,703468000	48,988803000	5331924,36	5431020,28
55	24,716162000	48,989496000	5332855,66	5431069,28

Всего 77 точек

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

№№ проб ГДК	ВМІСТ ЕЛЕМЕНТІВ, МГ/КГ													
	Hg	Be	Cd	Co	Pb	Ni	Se	Cu	Cr	Zn	Fe	Al	Сумарний показник забруднення СПЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
0	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. Підкреслені елементи, що враховувались для побудови карти ландшафтно-геохімічного (геоекологічного) районування Карпатського регіону і Західного Поділля (табл. 1, рис. 6.8)

Таблиця 3.4

Характеристика джерел викидів шкідливих речовин цементного виробництва  
(промисловий майданчик с. Ямниці)

Виробництво	Джерела викидів		Кількість, шт.	4	5	6	7	Параметри газоповітряної суміші на виході із джерела		
	Найменування	Кількість годин роботи на рік						Найменування джерел викиду шкідливих речовин	Висота джерела викиду, м	Діаметр гирла труби, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Молоткова дробарка СМ-170 А	1	1842	труба	20	0,5	7,51	1,502	20	
Цементне	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	
	Цементоси 1, 2	2	6523,2	труба	30	0,21	7,82	1,626	32	
	Цементоси 3, 4, 5	3	64129,2	труба	30	0,21	7,8	1,617	32	
	Цементоси 6, 7, 8	3	6419,7	труба	30	0,21	7,81	1,624	32	
	Клінкери транспортери	2	8139,3	труба	25	0,3	5,08	0,508	100	
Цементне	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 свлоси	2	6124	труба	20	0,5	8,5	1,667	37	
	Склад клінкеру	1	8760	труба	10	0,5	-	0,59	30	

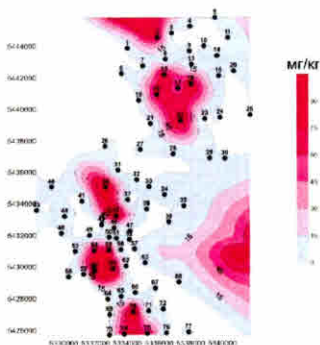


Рис. 3.2. Карта розповсюдження свинцю в ґрунтах

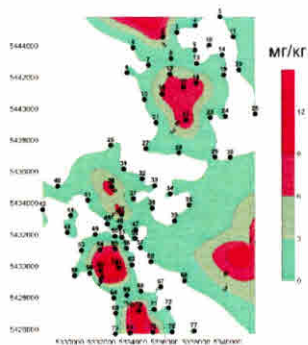


Рис. 3.3. Карта розповсюдження кобальту в ґрунтах

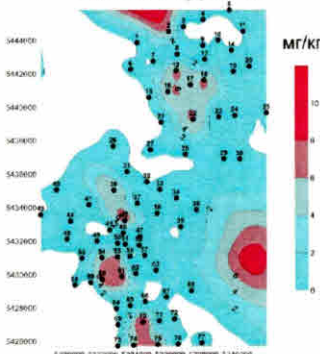


Рис. 3.4. Карта розповсюдження міді в ґрунтах

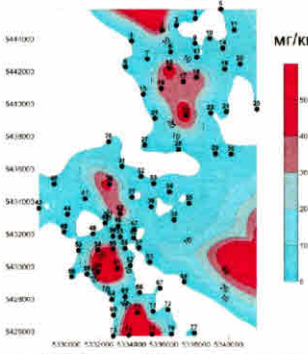


Рис. 3.5. Карта розповсюдження цинку в ґрунтах

Масштаб 1: 100 000

*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 x 3, ПГД - 3 x 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 3.4.

Таблиця 3.5

## Характеристика шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу

Найменування шкідливої речовини	ГДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	ОБРД, мг/м <sup>3</sup>	Клас безпеки
Диоксид азоту	0,085	-	-	2
Сірчаний ангідрид	0,5	-	-	3
Оксид вуглецю	5,0	-	-	4
Спирт етиловий	5,0	-	-	4
Неорганічний пил, який містить SiO <sub>2</sub> < 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 диоксид 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 3.5. В результаті аналізу відібраних на ландшафтно-геохімічних полігонах проб атмосферного повітря (рис. 3.1) були побудовані відповідні бази даних (таблиці 3.6, 3.7), комп'ютерна обробка яких з використанням ГІС-технологій дозволила скласти поелементні комп'ютерні (електронні) техногеохімічні карти (рис. 3.6 – 3.8), що характеризують розповсюдження забруднювальних речовин на території діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент».

## База даних з хімічного забруднення атмосферного повітря важкими металами

№№ Проб	Вміст елементів, мкг/м <sup>3</sup>													Сумарний показник забруднення
	Hg	Be	Cd	Co	Pb	As	Se	Cu	Cr	Zn	Fe	Al		
ГДК	2 * 10 <sup>-6</sup>	1 * 10 <sup>-5</sup>	7 * 10 <sup>-4</sup>	2 * 10 <sup>-5</sup>	1 * 10 <sup>-4</sup>	2 * 10 <sup>-5</sup>	1 * 10 <sup>-5</sup>	15 * 10 <sup>-5</sup>	2 * 10 <sup>-4</sup>	3 * 10 <sup>-5</sup>	7 * 10 <sup>-4</sup>	3 * 10 <sup>-3</sup>		
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 проб.

Таблиця 3.7

## База даних з хімічного забруднення атмосферного повітря шкідливими газами

№№ проб	Склад атмосферного повітря				Забруднювачі, мг/м <sup>3</sup>													Сумарний показник забруднення, За або СПЗ			
	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	пили	неорганічний	бензин	синтетичні	жирні кислоти	толуол	ксилол	ацетон	формальдегід	хлор	сілезна кислота				
																			8	9	10
1	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	0,2	0,17	0,007	0,02	0,1	3,50
2	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	3,60					
3	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					
4	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					
5	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					
6	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					
7	21,89	78,06	0,0133	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02					
8	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					
9	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					
10	21,87	78,08	0,0131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00					
11	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					
12	21,87	78,08	0,0131	0,01	0,01	0,02	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,38					
13	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					
14	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					
15	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					
31	21,88	78,07	0,0129	0	0	0	0,01	0,01	0	0,001	0	0,001	0	0	0,07						
32	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					
	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					

Всього у базі даних 77 проб.



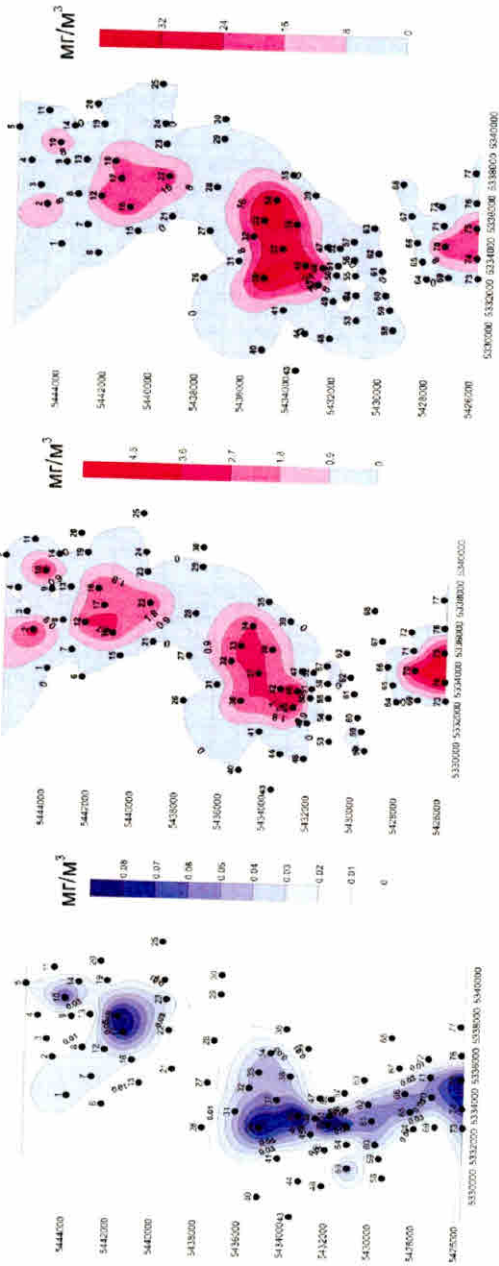


Рис. 3.6. Карта розповсюдження бензену в атмосферному повітрі

Рис. 3.7. Карта розповсюдження арсену в атмосферному повітрі

Рис. 3.8. Карта розповсюдження нікелю в атмосферному повітрі

Масштаб 1: 100 000

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.

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.

*Ландшафтно-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.

Для *техногеохімічної оцінки* стану ґрунтових вод було розбито мережу з 77 точок спостереження (рис. 3.1), в яких були відібрані проби ґрунтових вод, що

аналізувались на вміст важких металів. Результати аналітичних досліджень зведені в базі даних (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

База даних з хімічного забруднення ґрунтових вод

№№ точок	Вміст елементів, мг/дм <sup>3</sup>												Сумарний показник забруднення Zc або СПЗ <sup>†</sup>
	Hg	Be	Cd	Co	Pb	As	Se	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	0,55
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

Ступінь забруднення ґрунтових вод оцінюється величиною сумарного показника техногенного забруднення – СПЗ<sup>†</sup>. За допомогою програмного забезпечення SURFER, було побудовано карти розповсюдження важких металів в ґрунтових водах (рис. 3.9 - 3.12), які свідчать про підвищені концентрації елементів, що перевищують ГДК в кілька разів.

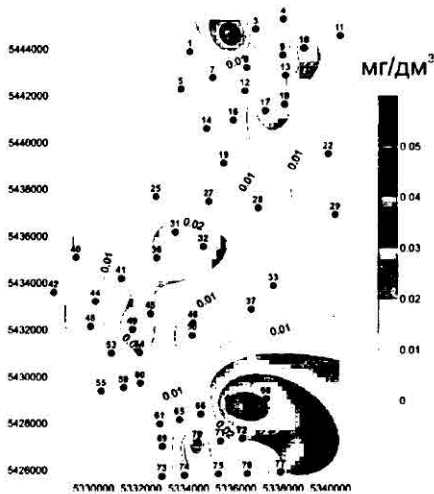


Рис. 3.9. Вміст Co в ґрунтових водах

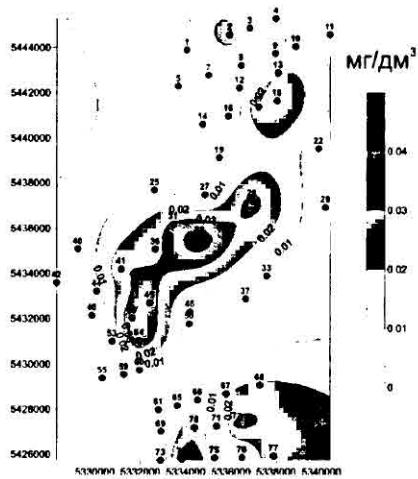


Рис. 3.10. Вміст Zn в ґрунтових водах

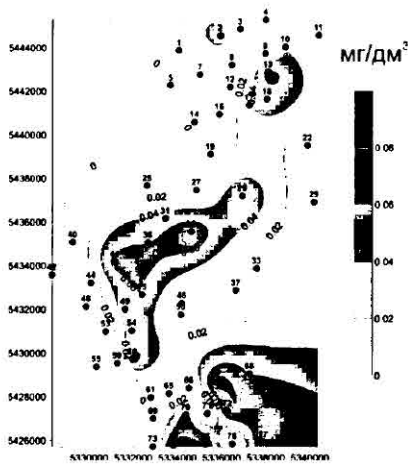


Рис. 3.11 Вміст Pb в ґрунтових водах

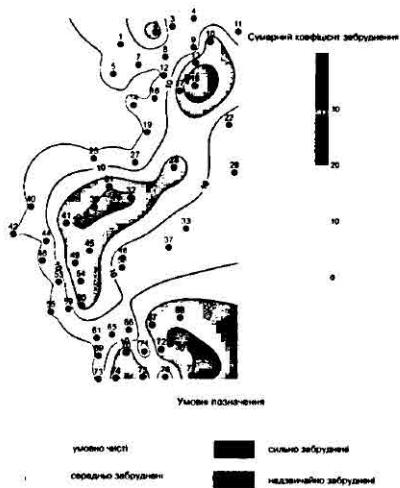


Рис. 3.12. Зони забруднення ґрунтових вод

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. 3.9).

Таблиця 3.9

**Класи забруднення ґрунтових вод**

<i>Значення показника СПЗ<sup>m</sup></i>	<i>Клас забруднення ґрунтових вод</i>
менше 10	умовно чисті
від 10 до 20	середньо забруднені
від 20 до 30	сильно забруднені
більше 30	надзвичайно забруднені

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. 3.1) відбирались проби лучного різнотрав'я, які аналізувались на вміст важких металів (табл. 3.10). Підвищені концентрації ртуті (0,03 мг/кг) зустрічаються біля сіл Козина, Межигірці, Єзупіль, Тязів, біля фірми «Барва», на заході с.Колодівка. Найвища концентрація цього елемента – 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. 3.13). 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.

Таблиця 3.10  
База даних з хімічного забруднення рослин (лучного різнотрава'я)

№№ проб	Вміст елементів, мг/кг														Сумарний показник забруднення Z <sub>c</sub> або СПЗ
	Hg	Be	Cd	Co	Pb	As	Se	Cu	Cr	Zn	Fe	Al			
ГДК або середнє	0,001	0,001	0,01	0,01	0,01	0,002	0,002	0,21	0,002	1,0	0,03	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

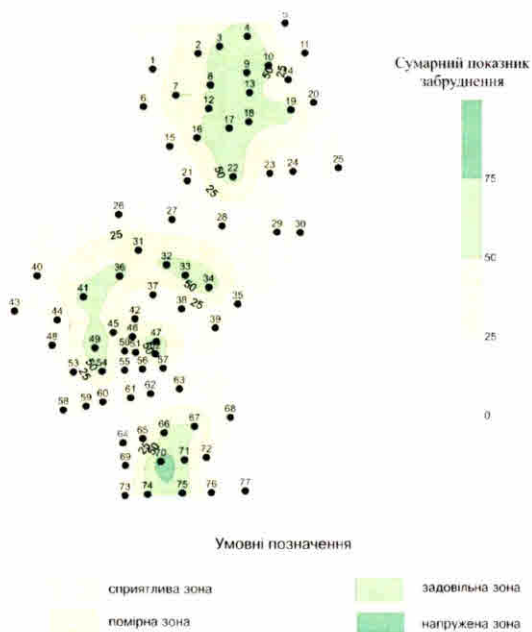


Рис. 3.13. Сумарне забруднення рослинності

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).

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. 3.14) і була отримана *Карта сучасної ситуації* (рис. 3.14), а також *карти ландшафтно-геохімічного районування* (рис. 3.15, 3.16).

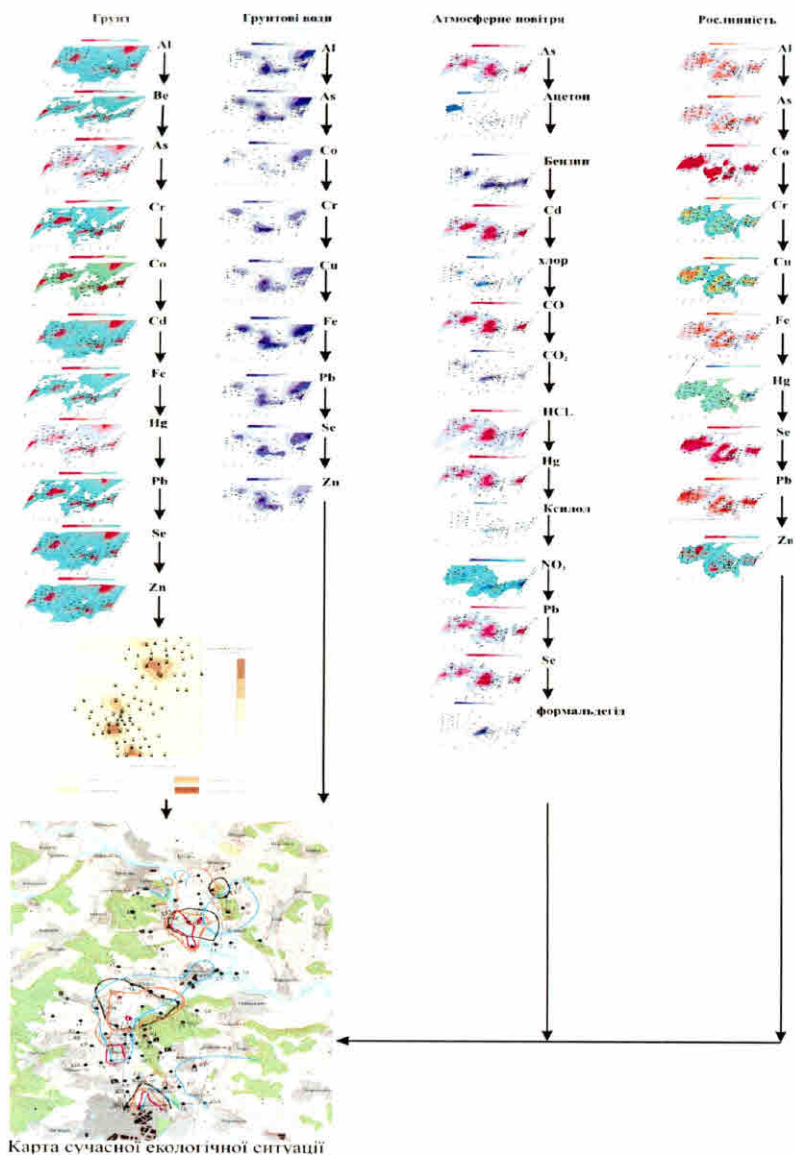
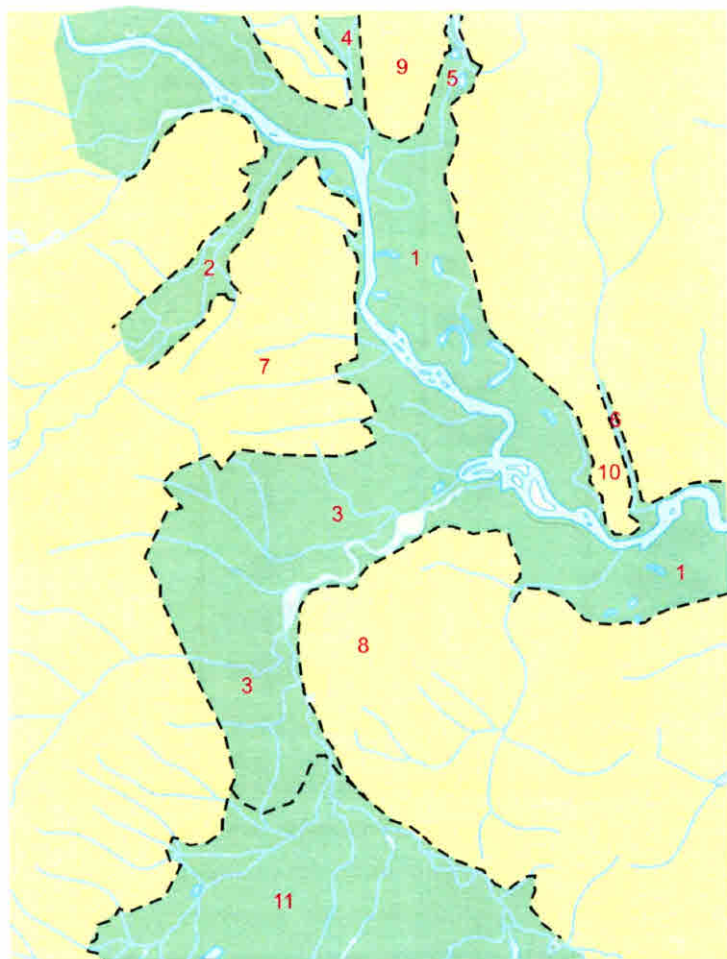


Рис. 3.14. Інтеграція поелементних карт та побудова карти сучасної екологічної ситуації на території діяльності ПАТ "Івано-Франківськцемент"





**Ландшафтно-геохімічні структури**

Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації:

- 1- Дністродолинська
- 2-Лукависька
- 3-Бистрицька
- 4-Бєбєльська
- 5-Гнилопільська
- 6-Канівська

Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання:

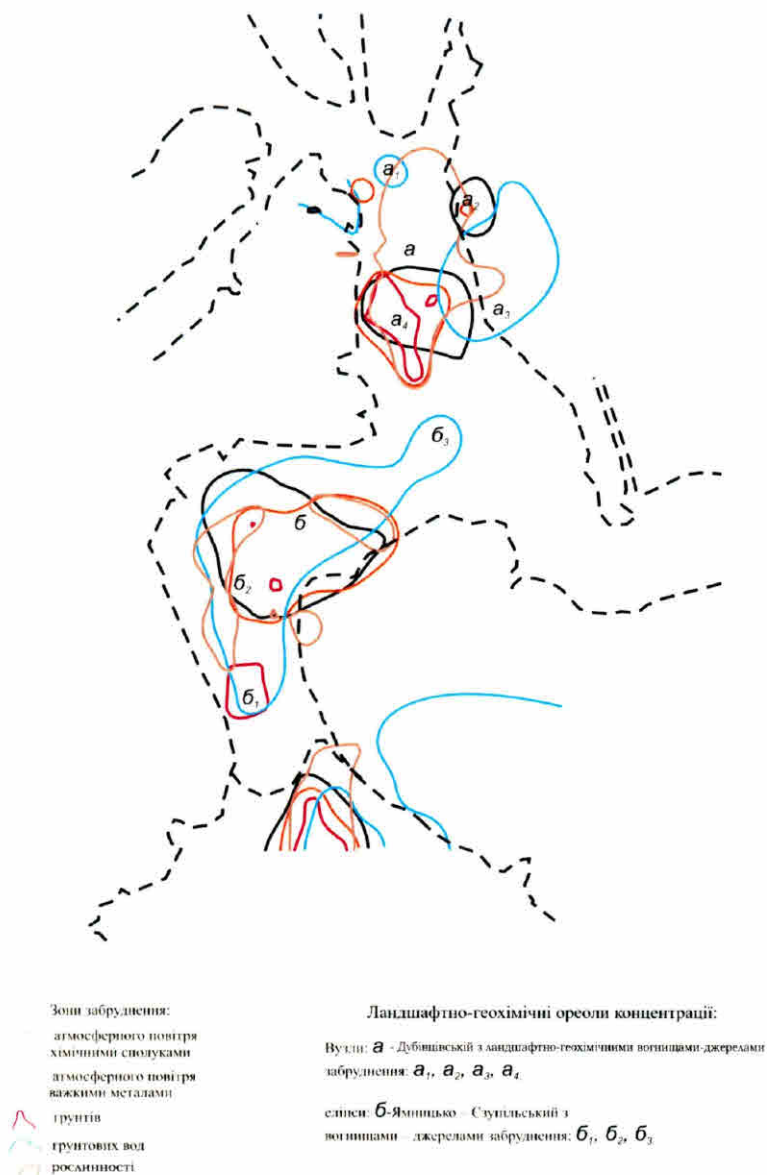
- 7- Лукавсько-Бистрицька
- 8-Вовчинецька
- 9-Тустанська
- 10-Маріампільська

Урбосистеми:

- 11-Івано-Франківська

Масштаб 1: 50 000

Рис. 3.15. Карта ландшафтно-геохімічних структур 1 порядку на території діяльності ПАТ "Івано-Франківськцемент"



Масштаб 1: 50 000

Рис. 3.16. Карта ландшафтно-геохімічних структур 2 і 3 порядків на території діяльності ПАТ “Івано-Франківськцемент”

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, а для побудови карти ландшафтно-геохімічного (геоекологічного) районування Карпатського регіону і Західного Поділля (рис. 6.8) використані тільки Hg, Cd, Pb, Cu, Zn і Ni у ґрунтах, які є „скрізними” для всіх об’єктів районування (табл. 2.10, рис. 6.8).

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 I порядку* (рис. 3.16 а, 3.16 б).

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 – Дністро долиньська, 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 I порядку, геоекотип яких вперше виділений і описаний автором [4, 202, 218, 224] 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. 3.16 а, 3.16 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 [110-113]. Ф.Н. Мильков [200] у 1974 р. запропонував приблизно таку ж мікрозональність ландшафтів.

*Схилова мікрозональність ландшафтів, за Ф.Н. Мильковим [200], – це*

природні комплекси схилів – парагенетичні системи, які тісно пов'язані за походженням і розвитком односпрямованими схиловими процесами. Ф.М. Мільковим виділено чотири основних схилових ландшафтних мікрозон: *A, B, C, D*.

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

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

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

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

На долинні ландшафтні місцевості 4, 7, 8 (рис. 3.16а, 3.16б) впливають техногенні забруднення від діяльності промислових об'єктів ПАТ «Івано-Франківськцемент» (ландшафтно-геохімічні полігони 16–19 на профілі через долину р. Дністер – рис. 3.16а і ландшафтно-геохімічні полігони 46, 47 – рис. 3.16б). Ця сумісна дія природних ландшафтних місцевостей і техногенного навантаження і створюють структуру – ландшафтно-геохімічну смугу концентрації, де відбувається акумуляція (накопичення) забруднювальних речовин.

*Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання* – це структури 1 порядку, *геоекотипи* яких вперше виділені і описані Л.В. Міщенко [4, 202, 218, 224] ще у 2000 р. Вони, на відміну від ландшафтно-геохімічних смуг концентрації, приурочені до міждолинних, вододільних слабо хвилястих підвищених рівнин, де відбувається розчинення і винос забруднювальних речовин вбік ландшафтно-геохімічних смуг концентрації. Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання відповідають ландшафтним місцевостям 1 – 3 та 5 – 6 (рис. 3.16а, 3.16б) і відносяться до транс-елювіальних (III) і неалювіальних (IV) родів еколого-геохімічних ландшафтів (ЕГЛ) Са лісостепового класу ЕГЛ та каскадної (А) системи ЕГЛ, за В.М. Гуцуляком [110–113].

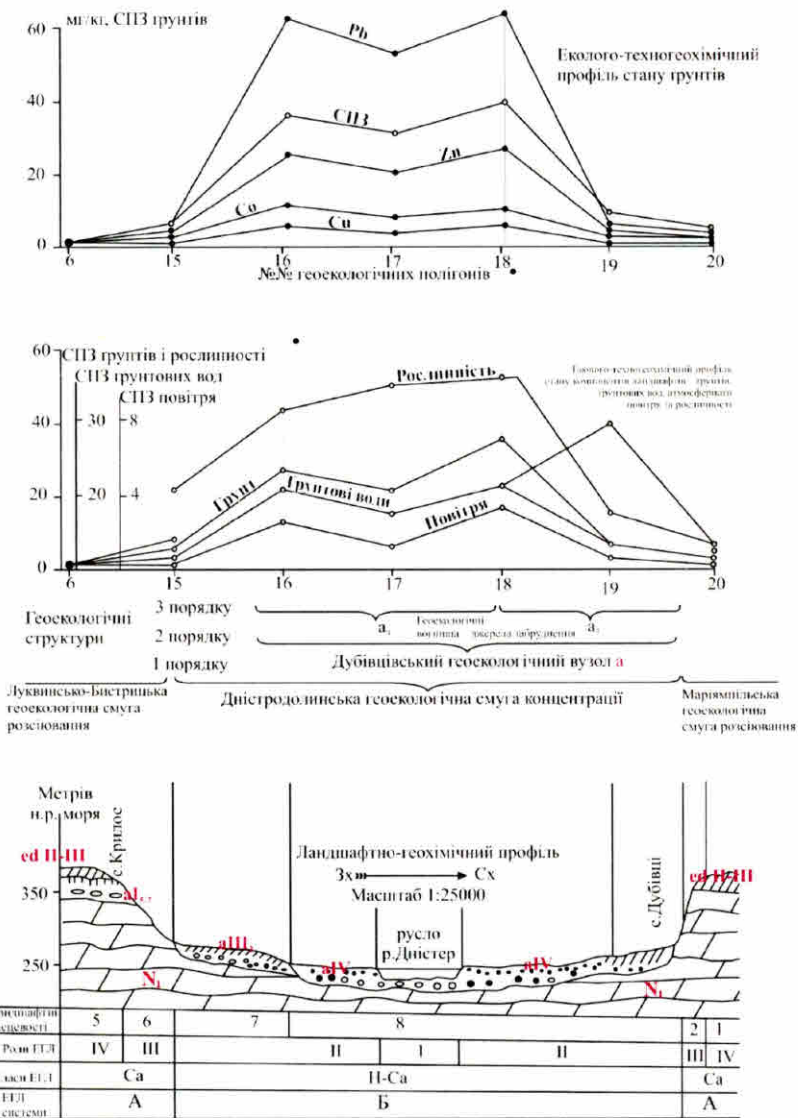
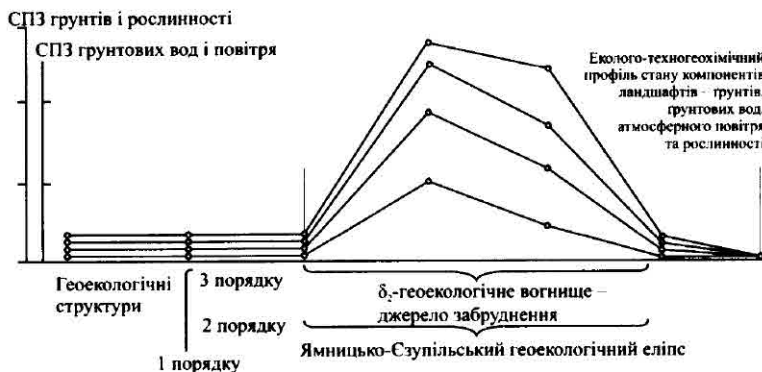
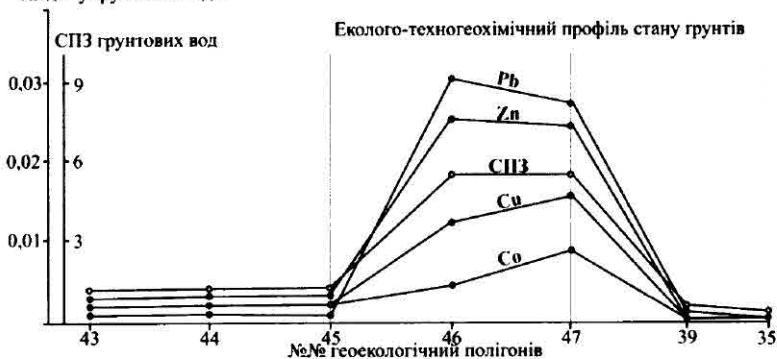


Рис.3.16а. Співвідношення ландшафтно-геохімічних структур 1, 2 і 3 порядків з ландшафтно-геохімічними системами з долини р. Дністер по профілю сс.Кринос-Дубівці

Вміст елементів Pb, Cu, Zn, Co  
мг/дм<sup>3</sup> у ґрунтових водах



Луквинськьо-Бистрицька геоекологічна смуга розповсюдження

Дністродолінська геоекологічна смуга концентрації

Вовчинецька геоекологічна смуга розповсюдження



Рис.3.166. Співвідношення ландшафтно-геохімічних структур 1, 2 і 3 порядків з ландшафтно-геохімічними системами у долині р. Дністер по профілю сс. Тязів-Ганнусівка

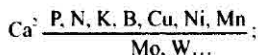
## Умовні позначення до рис.3.16а і 3.16б

### Ландшафтні місцевості

1,2,3,4,5,6,7,8 – див.рис.4.18 – Легенда до ландшафтної карти Тисменицького району.

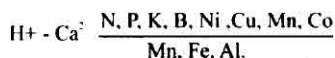
Роди еколого-геохімічних ландшафтів (ЕГЛ): I – акумулятивні, II – неослювіально-аккумулятивні, III – транслювіальні, IV – неослювіальні.

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



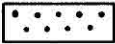

Н-Са – лісостеповий (Прут-Дністровський, за В.М.Гуцуляком, 2002)

на сірих лісових ґрунтах і чорноземах опідзолених (слабо кислий, близький до нейтрального)



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

### Літологія ґруд

	Галечники
	Гравій
	Піски
	Суглинки
	Глини
	Мергелі, вапняки, піски

### Геологічний вік

- aIV<sub>2</sub> – русло, острови, низька заплава пізнього голоцену
- aIV<sub>1</sub> – висока заплава раннього голоцену
- aIII<sub>1</sub> – алювій 2 надзаплавної тераси пізнього плейстоцену
- ed II-III – елювіально-делювіальні суглинки середнього-пізнього плейстоцену
- aI<sub>1-7</sub> – алювій 5-7 надзаплавних терас раннього плейстоцену
- N<sub>1</sub> – нижній міоцен

На фоні цих ландшафтно-геохімічних структур 1 порядку – смуг концентрації і смуг розсіювання утворились менші за розмірами структури 2 порядку – ландшафтно-геохімічні (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 ( $a_1, a_2, a_3, a_4, b_1$  і  $b_2$  на рис. 3.16). 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. 3.16). 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.

### **3.2. Природно-техногенна структура урбосистеми 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.



Сучасний стан урбосистем може змінюватись швидкими темпами. Тому необхідним є проведення комплексних моніторингових досліджень забруднення компонентів навколишнього середовища. Оскільки результати досліджень являють собою великий об'єм різнопланової інформації, актуальною є розробка методики автоматизованої обробки цих даних та візуалізації результатів з метою ефективного контролю за сучасним станом території.

Автоматизована обробка даних дослідження повинна реалізовуватись із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій і включати в себе, по-перше, систематизацію даних у відповідним чином організованій комп'ютерній базі даних, комплексну обробку бази даних та створення моделі стану території; по-друге, автоматизований розрахунок комплексних та сумарних показників, які узагальнюють результати ландшафтно-геохімічних досліджень; і, по-третє, отриманих даних та результатів обробки бази даних у вигляді діаграм, карт, схем, які найкращим чином відображають сучасний стан території і дають можливість здійснювати постійний контроль за його змінами при проведенні моніторингових досліджень.

Проблема вивчення міст як середовища існування привертає увагу багатьох вчених і спеціалістів. Урбанізоване середовище насичене промисловими підприємствами, транспортними засобами, об'єктами житлово-комунального господарства, які впливають на природний ландшафт і людину, визначаючи загострення всіх проблем: ресурсно-господарських, природно-ландшафтних, соціально-демографічних. Зародження, специфіка становлення, особливості прояву міських проблем пов'язані з географічним положенням міста, природним ландшафтом, функціональною структурою, містобудівним плануванням, рівнем соціально-економічного розвитку. Важливим є вивчення взаємозв'язку між сучасною ситуацією, яка склалася в місті, і здоров'ям його мешканців. Отже, вивчення міського середовища потребує інтегрованого підходу, тобто використання закономірностей, принципів, концепцій, методів, розроблених в екології, біології, географії, містобудуванні, гігієні, естетиці, історії. Кінцевою метою ландшафтно-геохімічного дослідження міста є визначення ступеня відповідності міста (його

компонентів) життєвим потребам людини для забезпечення її фізичного і морального здоров'я. Для визначення екологічної ситуації міста обґрунтовано розміщення розгалуженої сітки пунктів і станцій спостереження за станом довкілля. За багатьма показниками така інформація є найціннішою для своєчасного виявлення загальних, високих та катастрофічних рівнів забруднень з можливістю визначення їх джерела та своєчасної локалізації.

Сучасна ситуація будь-якої території визначається не лише привнесенням забруднювальних речовин з джерел антропогенного походження, але й залежить від природних факторів. Тому важливим аспектом вивчення і аналізу сучасної ситуації стає комплекс досліджень, який вивчає природні умови території. Техногенне навантаження зумовлене функціонуванням на території міста різногалузевих промислових підприємств. В м. Івано-Франківську в 2011р. діяло 80 підприємств (рис. 3.17), які викинули протягом року в атмосферне повітря 690, 667 тонн більше 60 назв різних забруднювальних речовин. Основними змінними сполуками, що надходять в атмосферу від стаціонарних джерел, є оксид сірки, оксиди азоту, оксид вуглецю, завислі речовини (різного складу сажа, зола та ін.), леткі органічні сполуки, вуглеводні тощо.

*Оцінка сучасного стану міської території Івано-Франківська виконана методом екологічного аудиту.*

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 [17], включаючи авторку монографії, яка була відповідальним виконавцем робіт, 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;

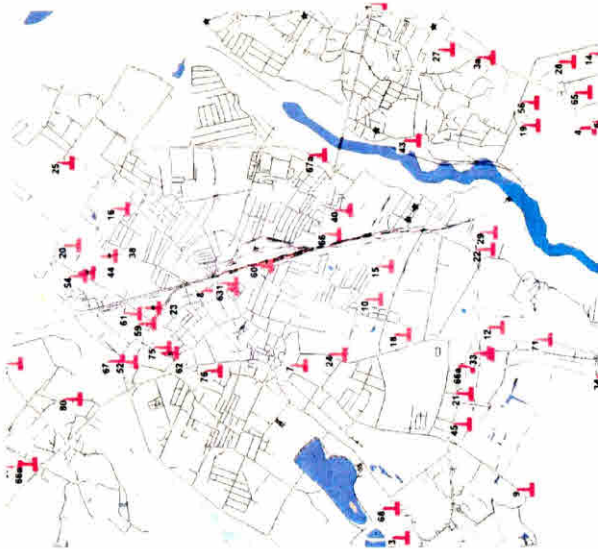
5) карти екологічного стану техносфери міста.

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 співпадають.

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<sup>2</sup> була розбита мережа із 248 точок спостережень, які більш-менш рівномірно охоплювали весь полігон. Робочий масштаб польових досліджень 1 : 10 000. Географічні координати й абсолютні висоти (альтitudи) точок спостережень визначені з допомогою ГІС MAP INFO з топографічної карти масштабу 1 : 10 000 [2] (рис. 3.18).

Нижче наведемо результати ландшафтно-геохімічного вивчення кожного з компонентів урбосистеми м. Івано-Франківська.

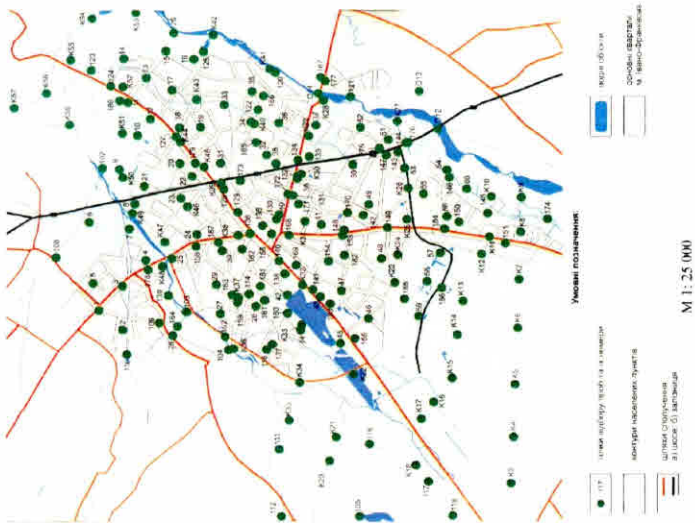
*Геологічне середовище* міста (рис. 3.19) перебуває під впливом резонансних тектонічних рухів у Карпатській гірськоскладчастій постгеосинклінальній зоні. Більша частина території міста належить до Більче-Волицької зони Передкарпатського крайового прогину, і лише невелика північно-східна частина – до південно-західної окраїни Руської (Східноєвропейської) платформи, її Волино-Подільської плити. Літосфера в районі міста роздроблена системою



М 1 : 25 000

Умовні позначення:

┆ - підприємства міста



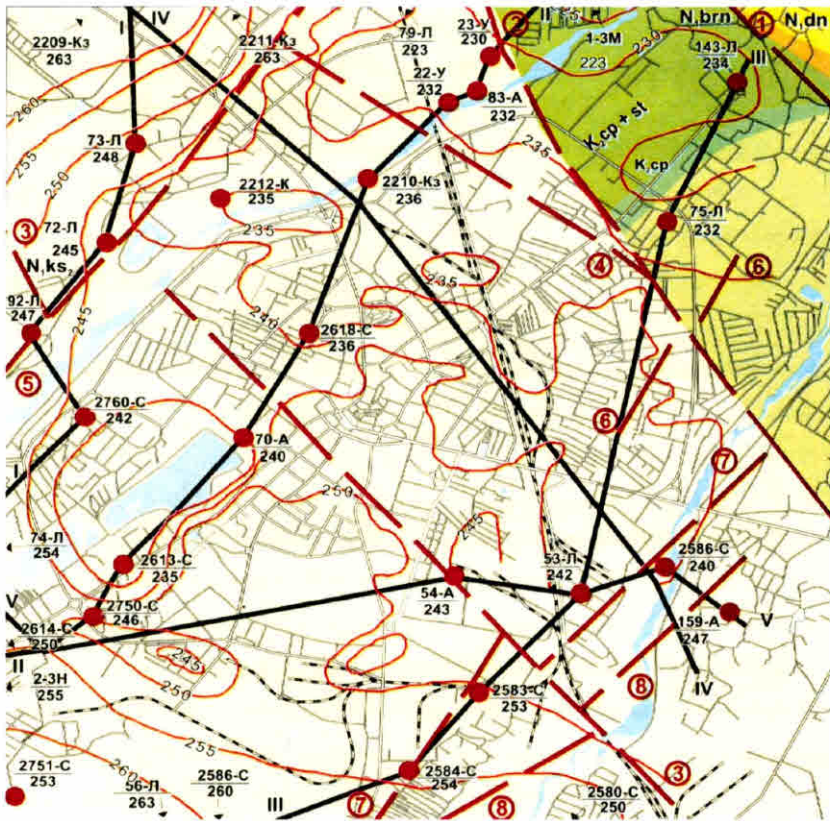
М 1 : 25 000

Умовні позначення:

- - місце розташування підприємств
- - територія підприємств
- - територія населеного пункту
- ▭ - територія спорудження
- ▨ - територія заповідника
- ▩ - територія об'єкту
- ▭ - територія заповідника
- ▨ - територія заповідника

Рис. 3.17. Карта розташування підприємств на території міста Івано-Франківська (техносфера)

Рис. 3.18 Карта фактичного матеріалу



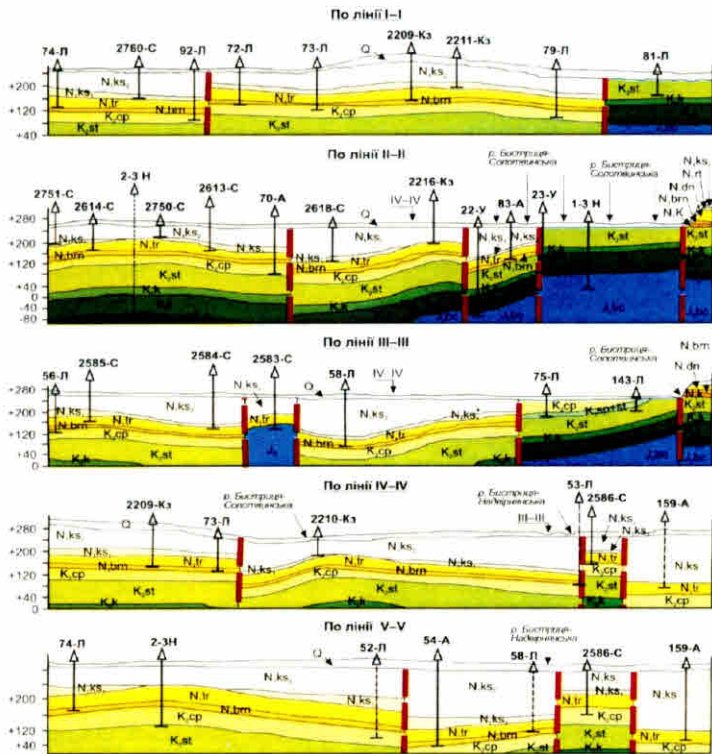
Умовні позначення:

	свердловини (чисельник – номер, знаменник – відмітка)
	свердловини поза межами карти (чисельник – номер, знаменник – відмітка)
	геологічні профілі та їх номери
	тектонічні порушення та їх номери і назви: 1 - Волинський; 2 - Станіславсько-Корватський; 3 - Журавенський; 4 - Кіровоградський; 5 - Батуринсько-Солотвинський; 6 - Подільський; 7 - Мезитинський; 8 - Хриплинський
	ізоглеси підстави четвертинних відкладів
	водні об'єкти

N ks	верхньокосівська підсвіта, верхній баденія
N dn	дністровські верстви тираської світи, середній баденія
N brn	баранівські верстви; карпаті, нижній баденія
K cp	кампанський ярус, верхня крейда
K cp + st	кампан-сантон нерозчленований, верхня крейда
K st	сантонський ярус, верхня крейда

M 1: 25 000

Рис. 3.19. Геологічна карта міста Івано-Франківська



Умовні позначення:

Верхні бадені

N.ks.	верхньокосівська підсвіта
N.ks.	нижньокосівська підсвіта
N.ks	косівська світа (нерозчленована)

Середні бадені

N.tr	ратинські верстви тираської світи
N.dn	дністровські верстви тираської світи
N.tr	тираська світа (нерозчленована)

Нижні бадені

N.brn	барацькі верстви карпатів
N.k	бережанські верстви

Верхня крейда

K.sp	компанський ярус	K.sp+st	кампан-сантон (нерозчленований)		туронський ярус	J.bs	верхня юра, бузівська світа
K.st	сантонський ярус	K.k	коньякський ярус		сеноманський ярус		

III-III	лінії перетину профілів	73-п	номер свердловини		тектонічний розлом	Q	четвертинні відклади
---------	-------------------------	------	-------------------	--	--------------------	---	----------------------

(звуження)

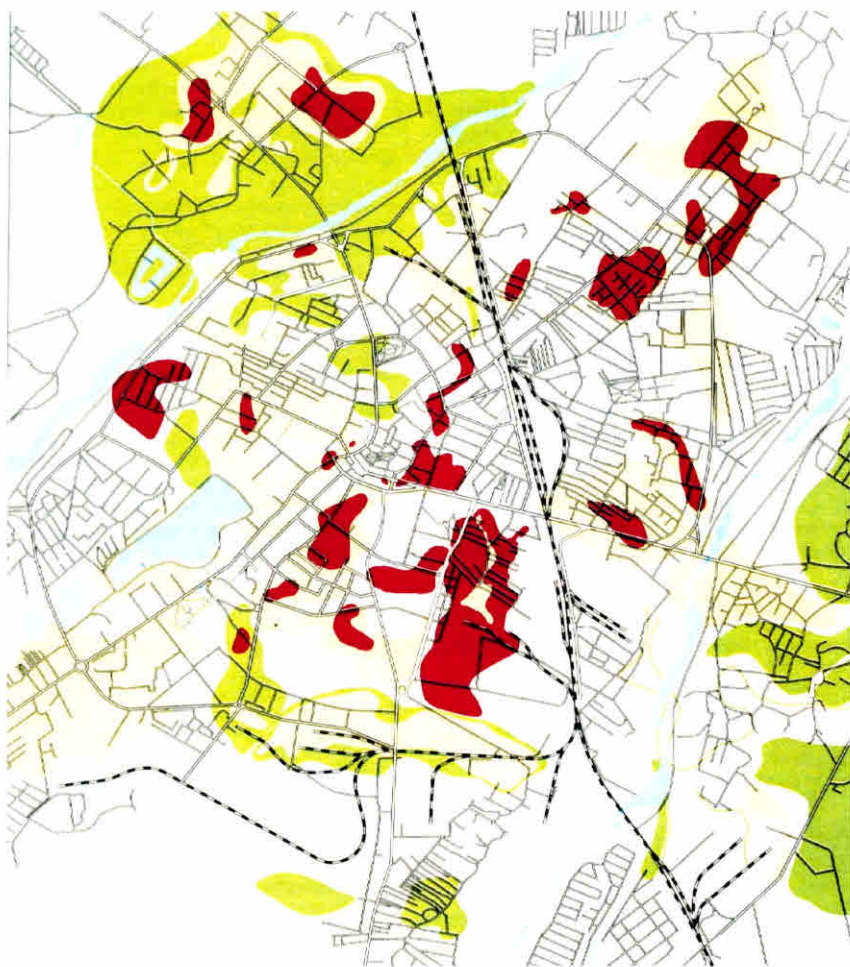
Рис. 3.19. Геологічні розрізи (продовження)

взаємопересікаючих розломів, уздовж яких у неотектонічний етап сформувалося декілька четвертинних морфоструктур – підняття і депресій, які різною мірою є активними й тепер. Розломи можуть бути провідниками сеймотектонічних 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.

Для оцінки загальної ситуації в місті певне значення мають і особливості *геофізичних полів* (рис. 3.20), 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 витокami 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 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 %.



Умовні позначення:



позитивна аномалія



нормальне значення



негативна аномалія

Ізолінії напруженості магнітного поля проведені через 1000 нТл

М 1: 25 000

Рис. 3.20. Карта напруженості магнітного поля



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. 3.21).

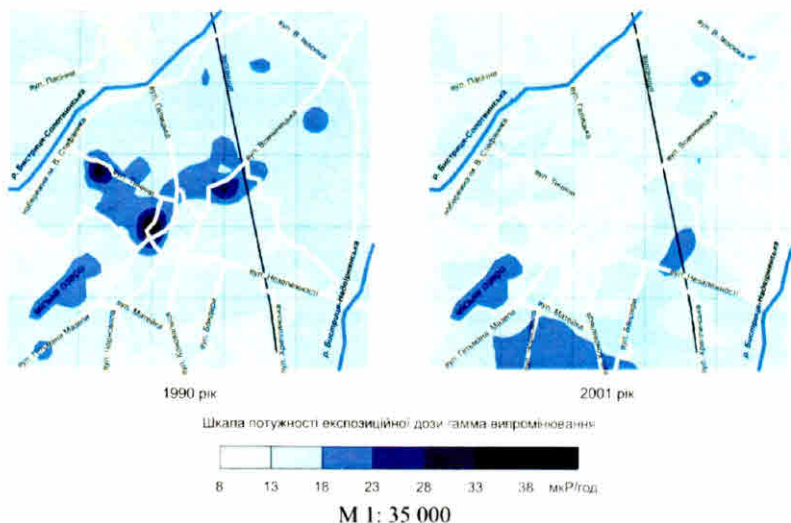


Рис. 3.21. Радіологічна карта

На території міста методами біолокації виявлено *систему геопатогенних зон* (рис. 3.22), які співпадають із розломною тектонікою геологічного середовища. 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

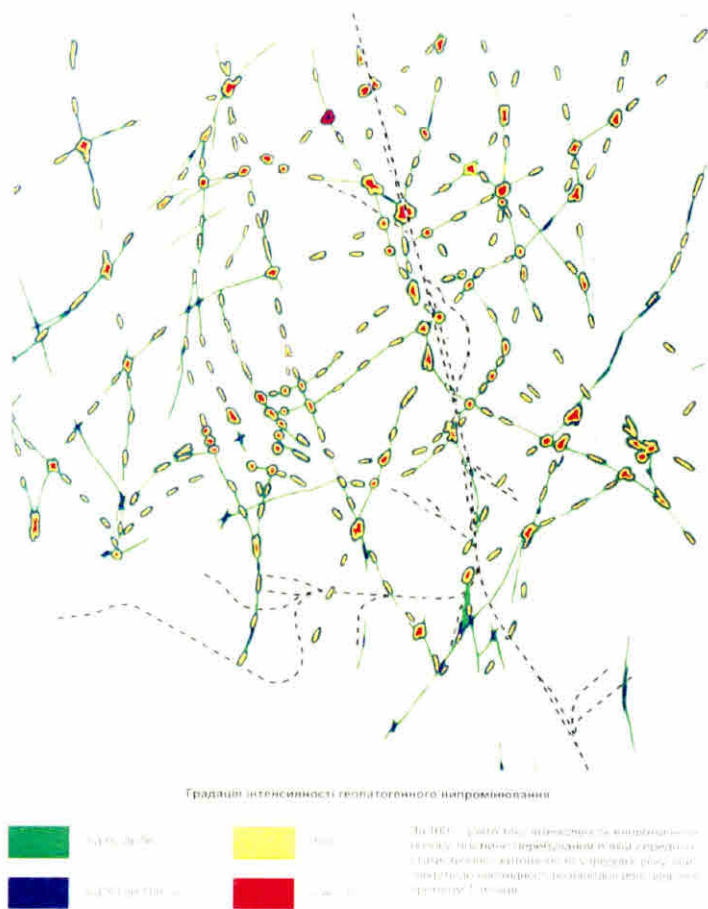


Рис.3.22. Геопатогенні зони на території м. Івано-Франківська

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 Лімнице-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 Отинії. Внаслідок неотектонічних опускань у пізньому плейстоцені річки Бистриця-Надвірнянська, Бистриця-Солотвинська та Ворона сформували другу терасу, поверхня якої займає близько 95% усієї площі улоговини.

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 гіршу якість, що пояснюється зменшенням за період до 2002 року 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.

*Грунтові 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 нашого власного 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. 3.23).



Умовні позначення:



М 1 : 25 000

Рис. 3.23. 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

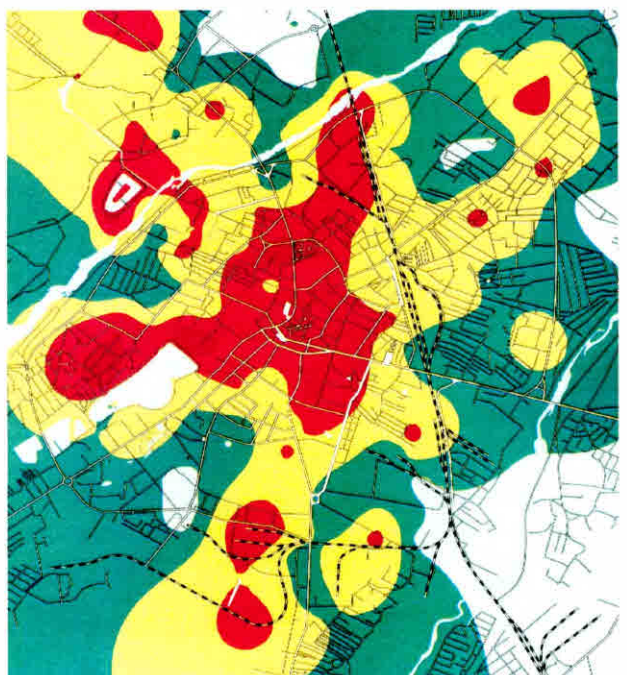
утворена 5-ма овалами, які перетинають центральну частину міста з епіцентрами північніше Крихівців, вулиць Національної гвардії – Сахарова, Незалежності – Івана Франка – Привокзальної, Гната Хоткевича – Василя Стуса та біля с. Вовчинця. Розповсюдження окремих хімічних елементів-забруднювачів у межах 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 ГДК 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. 3.24) 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:



М 1: 25 000

Рис. 3.24. Карта сумарного показника 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.

У цілому ж якість атмосферного повітря в Івано-Франківську відповідає санітарним нормам, за винятком лише окремих аномалій поряд із промисловими підприємствами та аномалій уздовж головних вулиць, де викиди автотранспорту перевищують ГДК іноді в декілька разів.

На основі результатів педогеохімічного опробування *грунтів* території Івано-Франківська та їх атомноадсорбційного і рентгенофлюоресцентного аналізів побудовано комп'ютерні (електронні) *ландшафтно-техногеохімічні карти розповсюдження хімічних елементів*. Комплексне забруднення ґрунтового покриву належить до категорії слабозабруднених ґрунтів із допустимим ступенем небезпеки. Лише в окремих невеликих ділянках овальної форми були зафіксовані середньозабруднені ґрунти із допустимим ступенем небезпеки. Розподіл цих ділянок на території міста доволі строкатий. Овали орієнтовані в меридіональному напрямку й утворюють досить складну мозаїку, яка лише умовно може бути пов'язана з розташуванням промислових підприємств. Напевно, ґрунти забруднюються не тільки поблизу джерел викидів, але й при їх перерозподілі під впливом переважаючих напрямків вітрів, принесення забруднень транскордонного й регіонального походження, а також під впливом урболандшафтно-геохімічних бар'єрів, штучного переміщення та фітомеліорації.



Основну загрозу в овалах забруднення створюють речовини I класу небезпеки (Hg і Be). Ртуть найбільше розповсюджена у ґрунтах мікрорайонів Пасічна й Каскад, а берилій - у районі Хриплинського промислового вузла і на території колишньої військової частини, де фірма КГД веде інтенсивну житлову забудову. Хімічні елементи II класу небезпеки Cd і Co виявлені в основному в центральних районах міста, біля шкірфірми та міського озера, а також у районі Хриплинського промвузла. Pb широко розповсюджений по всій міській території у вигляді дрібних овалів, що свідчить про його зв'язок із викидами автотранспорту. Найбільше забруднені міські ґрунти As, особливо в Пасічній, на Позитроні, у Хриплині, на територіях колишніх військових частин (у районі вулиць Національної Гвардії, Коновальця, Матейка і Черновола). Особливу увагу на забруднення ґрунтів As необхідно звернути в мікрорайоні Пасічна, де відзначено підвищені рівні захворюваності населення. Se практично відсутній у міських ґрунтах, лише на правому й лівому берегах Бистриці-Надвірнянської перевищення ГДК по Se виявлені на місцях колишніх сміттєзвалищ.

Хімічні елементи-забруднювачі III класу небезпеки (Cu, Cr, Zn) також мають значне розповсюдження в міських ґрунтах. Cu забруднює майже всю територію міста, за винятком його центральної частини. Особливо висока концентрація Cu – в зелених зонах, на городах приватного сектора й дачних ділянках. Можливо, джерелом надходження Cu в повітря і ґрунти є мідний купорос, який використовується для захисту рослин від шкідників. Забруднення міських ґрунтів Cr характерне для району шкірфірми, залізничного вокзалу та інших локальних дільниць. Zn, як і Cu, у ґрунтовому покриві міста має велике поширення. Його локальні овали складають мозаїчну систему від Хриплина на півдні до Клузіва на півночі. Хімічні елементи-забруднювачі ґрунтів IV класу небезпеки (Fe і Al) в основному підкреслюють локальне розповсюдження овалів забруднення.

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. 3.25) в Івано-Франківську оцінено за трьома категоріями: добрий, задовільний і незадовільний. 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 листях 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*.



Умовні позначення:

	чистий ( $K_c < 2$ )		слабо забруднений ( $5 < K_c < 10$ )		брудний ( $15 < K_c < 20$ )
	досить чистий ( $2 < K_c < 5$ )		забруднений ( $10 < K_c < 15$ )		дуже брудний ( $20 < K_c$ )

$K_c$  – сумарний коефіцієнт комплексного забруднення, значення в умовних одиницях

М 1 : 25 000

Рис. 3.25. Карта сумарного показника забруднення рослинного покриття

Розподіл сумарного показника 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

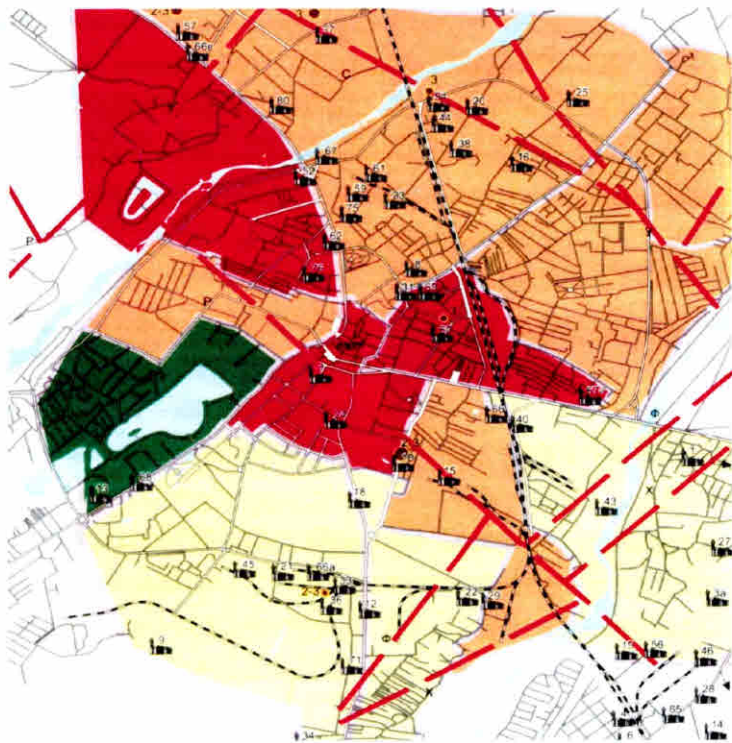
інших місцях. Забруднювачі I класу небезпеки (Hg, Be) найбільше поширені в центральних мікрорайонах міста, в Пасічній і на Каскаді. Важкі метали II класу небезпеки (Cd, Co, As і Se) утворюють складні амебоподібні плями забруднення, в основному в центральних мікрорайонах міста, охоплюючи іноді Пасічну 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. 3.26), 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<sup>2</sup>. Середньодобова потужність водопроводу – 108,8 тис. м<sup>3</sup>, каналізації – 250 тис. м<sup>3</sup>, очисних споруд – 145 тис. м<sup>3</sup>. За останні 10 років у місті спостерігалось значне щорічне зменшення споживання води, і в 2007 році цей показник склав 30,7 млн. м<sup>3</sup>. Обсяги забруднення водних об'єктів теж зменшувалися. Так, у 2000 році в поверхневі водотоки скинуто 53,9 млн. м<sup>3</sup> 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.

*Медико-екологічні дослідження демосфери* були проведені під керівництвом Є.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 характеризуються меншою варіабельністю: від  $687,5 \pm 9,9$  до  $853 \pm 8,0$  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 –  $853,0 \pm 8,0$  %), ЕД № 11 (вулиці Хриплинська, Микитинецька, Нова –  $837,1 \pm 8,9$  %), ЕД № 5 (мікрорайон „Позитрон” –  $813,5 \pm 7,1$  %), ЕД № 6 (мікрорайон Пасічна –  $813,1 \pm 7,1$  %), ЕД № 9 (старий центр міста – вул. І. Франка, район залізничного вокзалу –  $812,1 \pm 7,15$  %). Найменші рівні поширеності захворювань (але це у 2,5-2,8 рази більше, ніж у 1991 році) відзначені на дільниці № 10 ( $687,5 \pm 9,9$  % – вулиці Київська, Товарна, частина вул. С. Бандери тощо) та № 3 ( $693,9 \pm 9,9$  % – 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. *Коштури ландшафтно-техногеохімічних*



Умовні позначення:



М 1: 35 000

Рис. 3.26. Екологічна карта міста Івано-Франківська

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 прямиий зв'язок захворюваності з відповідними рівнями забрудненості та трансформованості урбоєкосистеми. 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 зберігатиметься 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 [17] випливає дуже важливий висновок: на прикладі 12 мікрорайонів (медичних дільниць) міста доказано прямиий 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 до розділу 3:

1. В результаті оцінки сучасного стану, сучасної ситуації та 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.

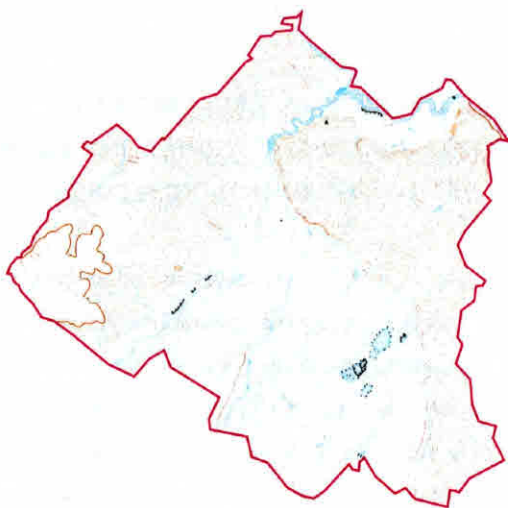
## РОЗДІЛ 4

### ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ ТА РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ЛОКАЛЬНОГО РІВНЯ

До локального рівня ієрархічної системи природно-техногенної безпеки територій (рис. 1.14) віднесені природно-антропогенні геосистеми адміністративних районів, нафтогазопромислових зон, природоохоронних територій та ін. Розглянемо їх ландшафтно-геохімічну оцінку на прикладі Тисменицького, Галицького адміністративних районів Івано-Франківської області, Надвірнянського нафтогазовидобувного району та природно-заповідних територій високогірної зони Карпат.

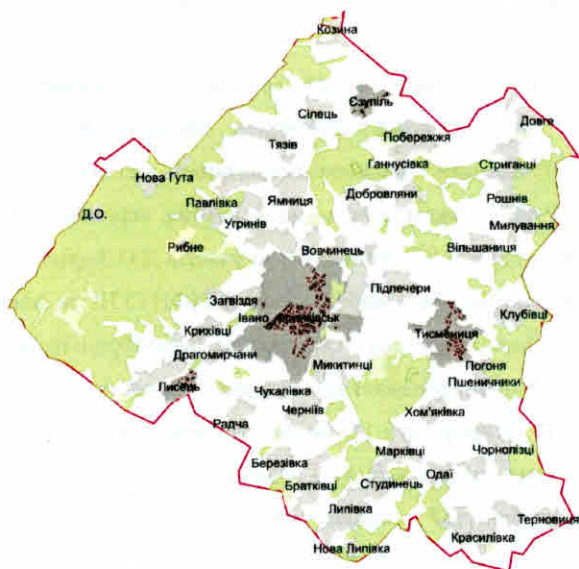
#### 4.1 Ландшафтно-геохімічні зони та смуги Тисменицького району

На території Тисменицького району (рис. 4.1 – 4.5) площею 732 км<sup>2</sup> автором були виконані ландшафтно-геохімічні дослідження для створення комп'ютеризованої системи природно-техногенної (екологічної) територіальної безпеки (КСЕБ). Роботи виконувались під науковим керівництвом О.М.Адаменка (відповідальний виконавець Л.В. Міщенко) за участю Д.О.Зоріна, Н.О. Зоріної, Я.Д. Гладуна та інших співробітників кафедри екології ІФНТУНГ за замовленням фонду охорони навколишнього природного середовища Івано-Франківської обласної ради та Тисменицької районної державної адміністрації. На досліджуваній території була створена мережа із 19 профілів і 117 точок спостереження, на яких відібрано 117 проб ґрунтів, 51 – поверхневих вод, 51 – донних відкладів, 117 – ґрунтових вод, 117 – атмосферного повітря, 117 – опадів снігу, 117 – рослинності. Всі проби були проаналізовані на атомно-адсорбційних, рентгенофлюоресцентних приладах та хроматографах, а результати аналізів представлені у вигляді баз даних, на основі яких за викладеною у попередніх розділах методикою були побудовані поелементні



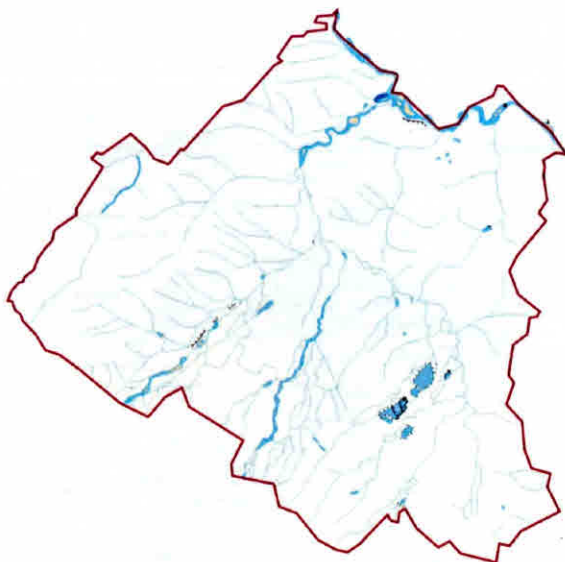
М 1 : 50 000

Рис. 4.1. Рельєф Тисменицького району



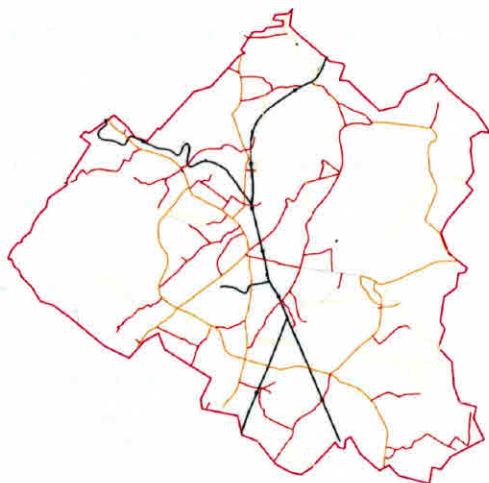
М 1 : 50 000

Рис. 4.2. Ліси і населені пункти Тисменицького району



М 1 : 50 000

Рис. 4.3. Гідрографічна мережа (річкова система) Тисменицького району



М 1 : 50 000

Рис. 4.4. Автомобільні дороги і залізниці на території Тисменицького району

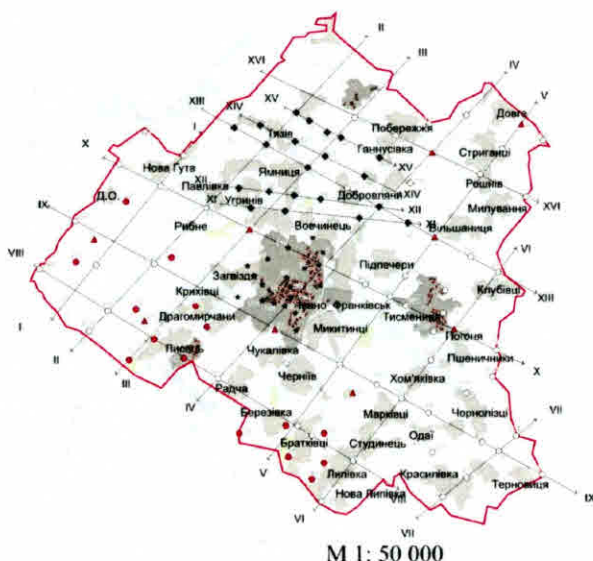


Рис. 4.5. Карта фактичного матеріалу Тисменицького району

методикою були побудовані поелементні та покомпонентні електронні (комп'ютерні) і паперові ландшафтно-техногеохімічні карти (рис. 4.6 та ін.). Сумісний аналіз цих карт з геологічною, гідрогеологічною, корисних копалин, четвертинних відкладів, геоморфологічною, ґрунтовою, ландшафтною (рис. 4.6 – 4.11) картами дозволив побудувати *карту сучасної ситуації* та визначити *сучасний стан* виділених *ландшафтно-геохімічних структур*. Розглянемо сучасний стан компонентів довкілля послідовно.

*Сучасний стан геологічного середовища* (рис. 4.6, 4.7) визначався нами за даними геологів Львівської геологічної експедиції В.Й. Гірного та Д.Ф. Челяка.

В структурно-тектонічному відношенні територія Тисменицького району знаходиться в межах південно-західної окраїни Східно – Європейської платформи та Більче – Волицької зони Передкарпатського прогину, границю між якими проводять по Тлумач – Заставнянській флексурі. Фундаментом платформи є інтенсивно дислоковані утворення архею – нижнього протерозою. За своїм складом, це переважно гранітоїди – граніти, гранодіорити, граносієніти, рідше амфіболіти,

сланці, гнейси. Осадний чохол складений потужною товщею порід верхньопротерозойського, палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку.

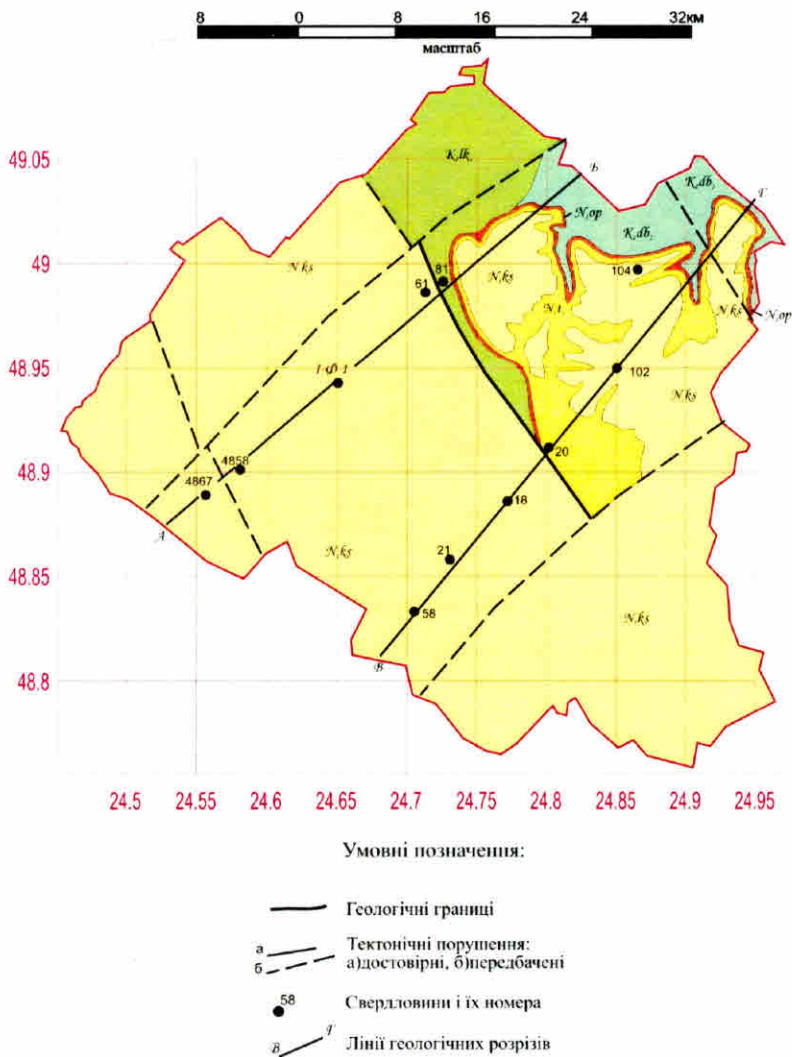


Рис. 4.6. Геологічна карта території Тисменицького району

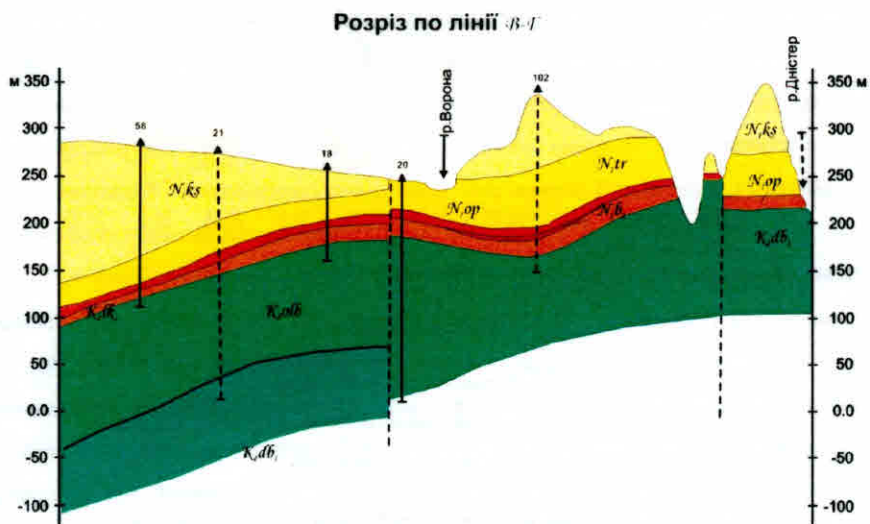
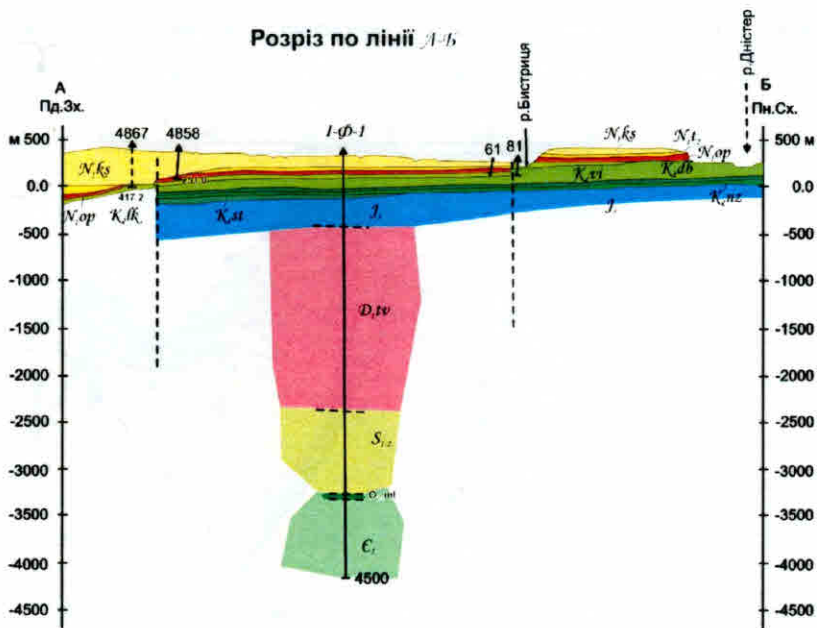


Рис. 4.7. Геологічні розрізи





У межах території досліджень виділяються усі вікові підрозділи антропогену (нижньо-, середньо-, верхньоплейстоценовий і голоценовий), розвинуті складнопобудовані генетичні типи відкладів, що майже суцільним плащем перекривають більш давні утворення. Генетично четвертинні відклади представлені аловіальними, соловими, елювіальними, делювіальними і пролювіальними накопиченнями (рис. 4.8). За даними А.Б. Богуцького, аловіальні відклади вистилають днища річкових долин, зустрічаються на їх схилах, вкривають обширну площу межиріччя Лімниці – Бистриці-Солотвинської. Потужність аловію коливається у широкому діапазоні, від 3 – 4 до 8 – 9 м, досягаючи максимальних значень у межах Станіславської улоговини – до 13 – 15 м. У фаціальному відношенні аловій поділяється на руслову (гравійно-галечниково-піщаний матеріал), заплавну (піщано-супіщано-суглинистий) і старичну (суглинисто-глинистий і біогенний) фації.

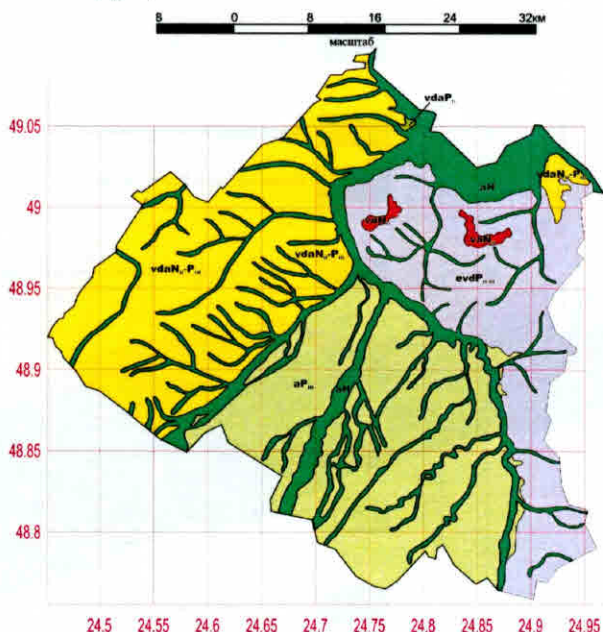


Рис. 4.8. Карта четвертинних відкладів території Тисменицького району

### у мовні позначення до рис.4.8

#### Сучасні відклади

**aH**

Алювіальні відклади заплавних рівнів, перших надзаплавних терас Дністра, Бистриці-Солотвинської, Бистриці-Надвірнянської і їх приток. Валуні, галечники, гравій, піски, супіски.

#### Верхньоплейстоценові

**aP<sub>III</sub>**

Алювіальні відклади другої надзаплавної тераси Бистриці-Солотвинської, Бистриці-Надвірнянської і їх приток. Валуні, галечники, гравій, піски, супіски.

#### Середньоплейстоценові

**vd aP<sub>II</sub>**

Еолово-делювіально-алювіальні відклади третьої тераси Дністра - Бистриці. Галечники, піски, суглинки, супіски.

#### Верхньо-середньоплейстоценові

**evdP<sub>III</sub>**

Елювіально-еолово-делювіальні відклади Придністерського Опілля. Щебінь, супіски, суглинки, глини.

#### Нижньо-верхньоплейстоценові

**edP<sub>I,III</sub>**

Елювіально-делювіальні відклади Карпат, Майданського структурного низькогір'я. Брили, щебінь, піски, супіски.

**vd aP<sub>I,III</sub>**

Еолово-делювіально-алювіальні відклади другої - п'ятої терас Дністра - Бистриці-Солотвинської. Галечники, гравій, піски, супіски, суглинки.

#### Верхньопліоцен-верхньоплейстоценові

**vd aN<sub>I</sub>-P<sub>III</sub>**

Еолово-делювіально-алювіальні відклади шостої тераси Дністра (рівня Лоєвої). Гравій, галечники, піски, супіски, суглинки.

#### Верхньопліоценові

**vaN<sub>I</sub>**

Еолово-алювіальні відклади сьомої тераси Дністра (рівня Красної). Гравій, галечники, піски, супіски, суглинки.

*Корисні копалини.* Розвиток в межах Тисменицького району осадового комплексу порід визначає наявність комплексу корисних копалин, які пов'язані з цими утвореннями. Силурійські темно-сірі і чорні аргіліти, алевроліти і пісковики з органічним матеріалом прогнозують перспективи на сланцеві гази. Їх розробка може завдати шкоди довкіллю. Всі корисні копалини, які виявлені в Тисменицькому районі, відносяться до неметалічного осадового генетичного типу (рис. 4.9). Це будівельні матеріали та сировина для їх виробництва. Встановлені також прояви самородної сірки.

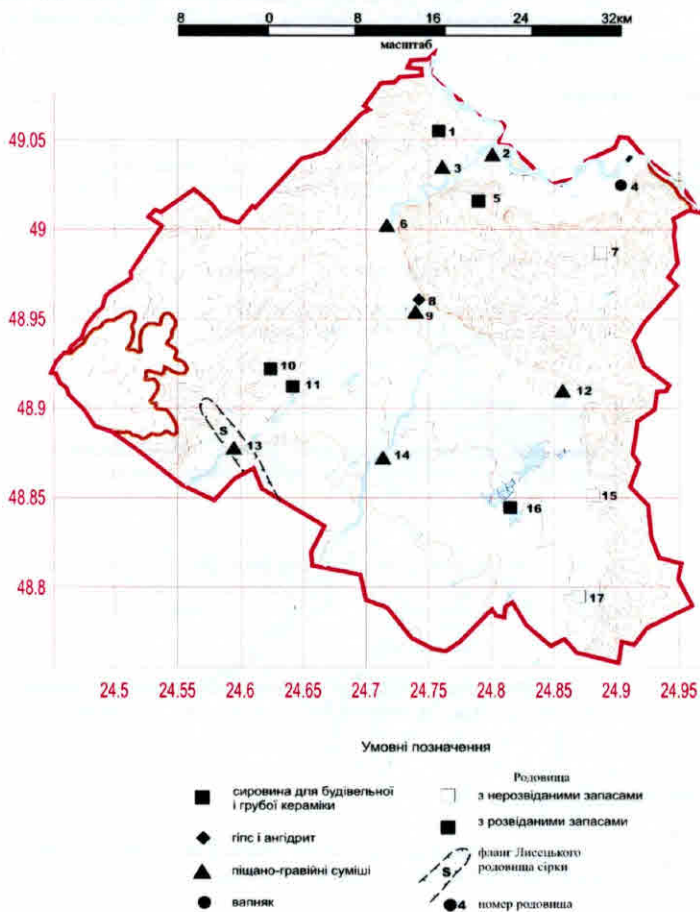


Рис. 4.9. Корисні копалини Тисменицького району

В тектонічному відношенні територія належить Волино – Подільській монокліналі, яка виділяється в межах обширної Балтійсько-Придністровської системи перекратонних занурень. Це обумовлює доволі спокійне, практично, горизонтальне залягання порід. Лише в сторону Передкарпатського прогину спостерігається незначний нахил порід.

Формування Передкарпатського прогину відповідає неогену. В цей час на значній території проходить прогинання, яке охопило південно – західну окраїну Волино – Подільської монокліналі. Формування Більче – Волицької зони, як і всього Передкарпатського прогину, пов'язане з зануренням древньої платформи в процесі піддвигу Євразійської плити літосфери під Зовнішньокарпатську складчасту область. В межах Більче – Волицької зони розвинуті усадковані пологі флексури з амплітудами зміщення 100-150 м. Заповнена вона баденськими піщано-глинистими та гіпсо-ангідритовими утвореннями верхньомоласової формації.

Природні зміни геологічного середовища зумовлені різноманітними екзогеодинамічними процесами: зсувами, карстом, лінійною та площинною ерозією, суфозією, гравітаційними осипищами та обвалами крупноуламкового матеріалу. Усі прояви цих небезпечних порушень геологічного середовища позначені нами безпосередньо на *карті сучасної ситуації*. Туди ж винесені прояви техногенних (антропогенних) порушень: кар'єри з видобудку корисних копалин та ін.

*Геофізичні поля.* Геофізичні дослідження на території розпочато з середини 30 років ХХ століття з проведенням наземної магнітної зйомки. В наступні роки був виконаний великий об'єм геофізичних досліджень, який включав електророзвідку, граві-, сейсмо- та магніторозвідку. В своїй більшості геофізичні роботи виконувались по окремих профілях, а також в межах топографічних планшетів, покриваючи досліджувану територію густою мережею пунктів спостережень. Основним завданням геофізичних робіт було виявлення та оцінка перспективних нафтогазових структур, ділянки локації сірчаного зруденіння. Глибинна будова території, її структурно – тектонічна особливість базується, в основному, на матеріалах геофізичних досліджень, інтерпретація яких дозволила уточнити границю між Східно-Європейською платформою та Передкарпатським прогином,

з'ясувати структурно – тектонічні особливості території, прослідкувати рудні горизонти самородної сірки, виділити перспективні ділянки для пошуків нафтових та газових родовищ.

Даних про екологічний вплив геофізичних полів на геосистеми та здоров'я населення, окрім викладених вище при характеристиці урбосистеми м. Івано-Франківська, на території Тисменицького району поки що не має.

*Сучасний стан геоморфосфери* вивчений недостатньо, хоча є детальна геоморфологічна карта, складена Я.С. Кравчуком та Р.І.Гнатюком (рис. 4.10). В межах території району виділяються акумулятивні типи рельєфу з низькими (заплава, 1, 2 і 3 надзаплавна) терасами. Це – Станіславська або Бистрицька западина, що займає більшу центральну частину території району. На захід від неї розташовані ступінчасті (терасовані) розчленовані денудаційно – акумулятивні височини – Прилуквинська, а на схід і північний схід – розчленована горбисто – хвиляста денудаційна Бистрицько – Тлумацька височина.

Геоморфосфера порушена природними процесами, що показано на геоморфологічній карті (рис. 4.10) і винесено на карту сучасної ситуації. Це – ерозійні та денудаційні уступи, карстові та карстово – суфозійні лійки, конуси винесення делювіально – пролювіального матеріалу.

*Ландшафтно-техногеохімічний стан ґрунтового покриву.* Ґрунтовий покрив досліджуваного району вивчався при виконанні землевпорядкувальних робіт інститутом „Укрземпроект” для складання земельного кадастру, розпаювання і приватизації землі, при агрохімічних дослідженнях родючості земель Прикарпаття [3], при оцінці ерозійних процесів, порушуючих ґрунтовий покрив [164] та ін. Ландшафтно-геохімічний стан ґрунтів, як правило, не оцінювався, як це було, наприклад, на території сусідньої Чернівецької області, де працювали спеціальні наукові експедиції під керівництвом В.М. Гуцуляка [112], Ю.М. Дмитрука та ін. В методичному плані цікавою роботою є „Чинники ґрунтотворення” С.П. Позняка. Ґрунтовий покрив і земельні ресурси Івано-Франківщини вивчалися також М.М. Приходьком і М.М. Приходьком (молодшим) [262] при моніторингових

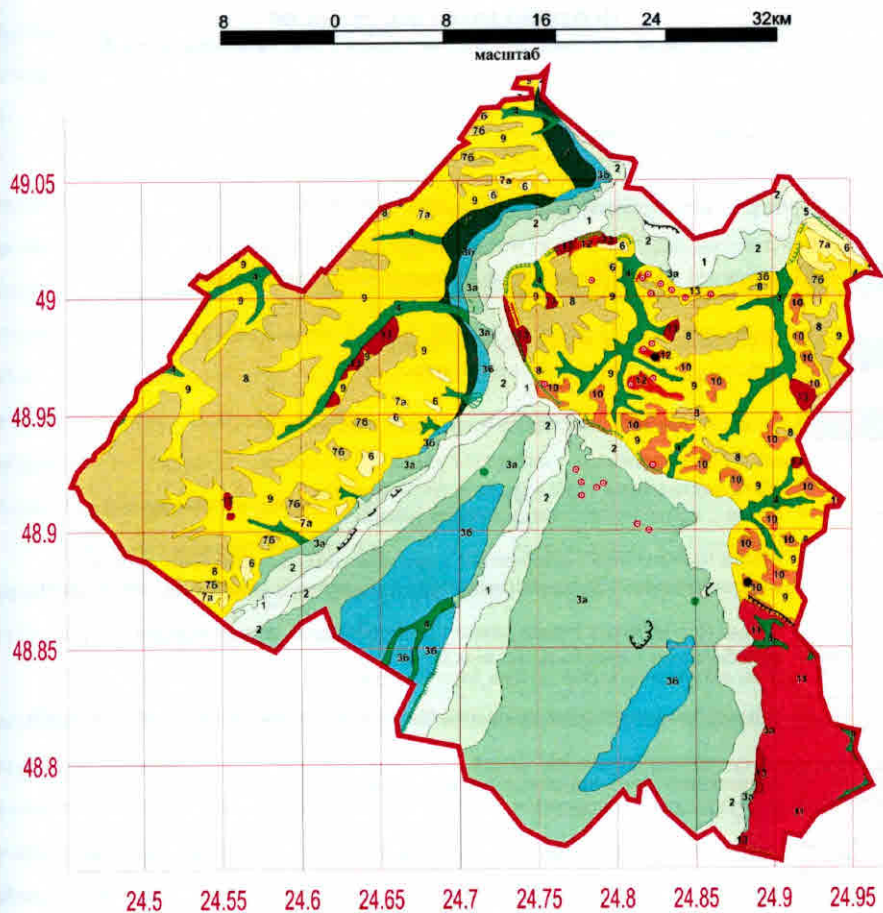


Рис. 4.10. Геоморфологічна карта Тисменицького району.  
 Автори карти Я.Кравчук, Р. Гнатюк (2007)

## ПОХОДЖЕННЯ І ВІК РЕЛЬЄФУ






### Флювіальний, денудаційно-флювіальний і денудаційний рельєф

- 1 заплава (пізній голоцен)
- 2 перша надзаплавна тераса (голоцен)
- 3а 3б друга(а) і третя (б) надзаплавні тераси (пізній плейстоцен)
- 4 голоценові днища долин з фрагментами середньо-пізньоплейстоценових терас
- 5 четверта надзаплавна тераса (середній плейстоцен)
- 6 п'ята надзаплавна тераса (ранній плейстоцен) разом з притерасним денудаційним рівнем
- 7а 7б шоста надзаплавна тераса разом з притерасним денудаційним рівнем; а – нижній рівень (ранній плейстоцен); в – верхній рівень (середній плейстоцен)
- 8 високі (пліоценові) тераси разом з притерасними денудаційними рівнями, виробленими в алювіальних відкладах
- 9 денудаційно-ерозійні схили долин, схили міжрівневих денудаційних уступів
- 10 денудаційні рівні, вироблені у корінних відкладах
- 11 денудаційні рівні, розчленовані переважно пологосхилними долинами

### Структурно-денудаційний рельєф

- 12 денудаційні поверхні, вироблені по покривлі пластів, складених стійкими породами
- 13 окремі великі зсуви, зсувні схили

### Форми і елементи форм

- а  визначні ерозійні (а) та денудаційні (б) уступи
- б  ерозійні (а) та денудаційні (б) останці
- а  структурно-денудаційні уступи
-  карстові та карстово-суфозійні лійки
-  конуси винесення голоценові та пізньоплейстоценові

дослідженнях долинних геосистем р. Гнила Липа та ін. Але *просторової ландшафтно-екологічної оцінки ґрунтового покриву* поки що не проводилось. Тому ми заповнюємо цей „пробіл”.

На існуючій ґрунтовій карті Тисменицького району (рис. 4.11), яка складена в інституті „Укрземпроект”, ми розмістили мережу із 117 точок відбору проб ґрунтів, де протягом вересня 2008р. були відібрані проби ґрунтів, згідно вимог Європейської системи EUROSOILNET [58]. Точки відбору проб розміщались так, щоб охарактеризувати усі різновиди ґрунтів 20-30 пробами. Проби аналізовані на вміст в них важких металів Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, радіонуклідів, пестицидів та нафтопродуктів. Побудовані бази даних дозволили виконати їх комп’ютерну обробку і скласти комплект комп’ютерних (електронних) *поелементних техногеохімічних карт* (рис. 4.11).

*Фоновий вміст* як *природний*  $C_{\phi}^n$  так і *техногенний*  $C_{\phi}^T$  хімічних елементів визначався за існуючими у ландшафтній геохімії і екологічному аудиті методиками [112, 218], яка викладена у розділі 2.

Із аналізу карт видно, що *техногенний вміст* таких елементів як Hg, Pb і Cu в основному фоновий, лише в окремих точках і ділянках маємо перевищення ГДК на території м. Івано-Франківська і смт. Тисмениці. По площі району розповсюдженні аномальні ділянки з перевищенням фону і ГДК у вигляді вузьких смуг, орієнтованих у меридіональному напрямку, згідно з ландшафтною структурою регіону.

Дещо несподіваними виявились результати аналізів ґрунтового покриву на Cd. На значній території району виявленні перевищення як фону так і ГДК, іноді у кілька разів. Можливо це пояснюється впливом урбосистеми м. Івано- Франківська та численними несанкціонованими сміттєзвалищами біля населених пунктів та берегах річок.

Дослідження *ландшафтно-техногеохімічного стану ґрунтового покриву* на території Тисменицького району дозволило прийти до наступних висновків:

1. Вміст важких металів у ґрунтах перевищує техногенний фон відповідних елементів і створює регіональний геохімічний фон з аномальними вмістами та





перевищеннями гранично допустимих концентрацій лише на окремих ділянках дослідженої території.

2. Для оцінки сучасного стану ґрунтового покриву необхідно порівнювати отримані аналітичні дані з вмісту токсичних речовин-забруднювачів з техногенним геохімічним фоном, аномальними вмістами і ГДК. Тільки тоді можна дати об'єктивну оцінку ландшафтно-геохімічного стану ґрунтового покриву.

3. Характеризуючи конкретно досліджену територію, відмітимо, що сучасний стан ґрунтів нормальний. Вміст забруднювальних речовин значно нижче ГДК, аномалій і навіть регіонального геохімічного фону. Орієнтація окремих аномалій і просторових деталей фону відповідає ландшафтній структурі і часто співпадає з ландшафтними місцевостями. Лише поряд з такими техногенними „збудниками” сучасної ситуації як урбосистема міста Івано-Франківська та промислові підприємства смт. Тисмениці ця закономірність порушується.

*Дослідження поверхневих вод* рік Дністер, Ворона, Бистриць Солотвинської і Надвірнянської в межах *Тисменицького району* Івано-Франківської області показали їх задовільний стан (рис. 4.12, 4.13). Забезпеченість водними ресурсами, особливо питною водою, населення стає з кожним роком все більш проблемним. Без очистки поверхневі води практично не придатні. Водозабори на ріках стають стратегічними об'єктами. Тому визначення екологічного стану, в першу чергу якості води, стає важливою задачею як водогосподарських, так і природоохоронних органів, особливо біля великих міст, де потрібна велика кількість питної води. В цьому плані місту Івано-Франківськ пощастило, тому що воно розташоване в межиріччі цілого ряду річок – доплив Дністра: Бистриці Солотвинської, Бистриці Надвірнянської, Ворони та ін. Саме води цих річок потребують уваги та контролю.

Поверхневі води указаних рік вивчаються відносно давно гідрологами і гідрохіміками Держкомводгоспу для господарського використання, організації водозаборів, створення баз відпочинку, побудови та зариблення ставків та ін. Наукові дослідження узагальнені в монографії М.І. Кирилюка, де охарактеризована не тільки структура водного балансу, а й оцінена ймовірність виникнення

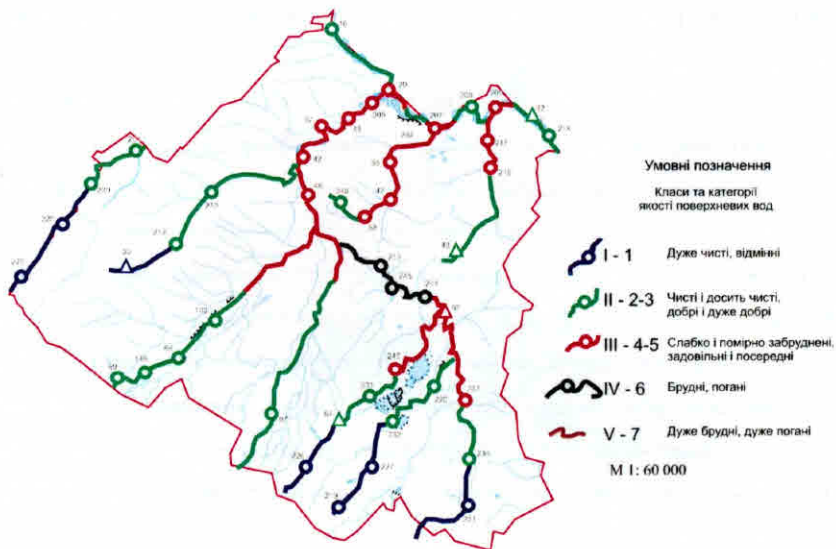


Рис. 4.12. Якість поверхневих вод на території Тисменицького району

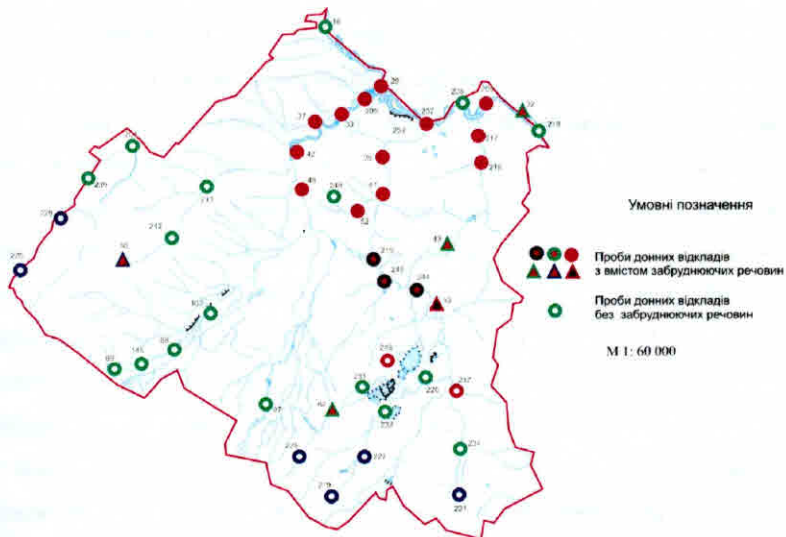


Рис. 4.13. Забруднення донних відкладів на території Тисменицького району

паводкової небезпеки та інших гідрометеорологічних явищ. Геохімічні дослідження поверхневих вод м. Івано-Франківська та його околиць проводились у 2001-2003 рр. О.М. Адаменком [17] за участю автора при виконанні завдань гранту Світового банку. Наші дослідження продовжують цю роботу.

В Україні розроблена «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями», яка затверджена Мінекобезпеки України (наказ від 31.03.1998р., № 44). Розроблена також методика картографування якісних показників поверхневих вод [196, 197]. Ці документи зобов'язують нас дотримуватись єдиних природоохоронних вимог для гармонізації українського законодавства з природоохоронними актами Європейського Союзу та міжнародними екологічними стандартами ISO-14 000. Характеристика включає широкий набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших параметрів, які дозволяють провести класифікацію поверхневих вод суші на V класів (I, II, III, IV і V) і 7 категорій (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

Відбір проб води здійснювався нами на 51 геоекологічному полігоні (рис. 4.1), які розташовані на берегах річок, потічків та водосховищ так, щоб можна було оцінити усі головні водотоки. Результати аналізів проб води та донних відкладів зведені у бази даних. Їх інтерпретація за вищевказаною методикою дозволила оцінити якість поверхневих вод (рис. 4.12) та забруднення донних відкладів (рис. 4.13).

Ріка Бистриця продовжує негативно впливати на санітарний стан Дністра через каналізаційні стоки м. Івано-Франківська. Концентрація органічних забруднень на цій ділянці досягала значення 5,3 мг/л по БСК<sub>повне</sub>, а азоту амонійного - 1,1 мг/л, незважаючи на те, що ДК „Водоекотехпром” зменшив відведення у ріку стоків м. Івано-Франківська і разом з тим зменшив скид на 3,22 тис. тонн сухого залишку, на 58 тонн – фосфору, на 42 тонни - азоту амонійного, на 40 тонн нітратів і на 0,646 тонни – СПАР.

Стан річок Бистриця Надвірнянська та Бистриця Солотвинська за всіма показниками якості дозволяє використовувати їхню воду для питного водопостачання. Незадовільний якісний стан ріки Бистриці, у воді якої після спуску

вод ДК „Водоекотехпром”, м. Івано-Франківськ, відзначаються значні перевищення еколого-санітарних показників. Погіршенню санітарного стану Бистриці сприяють також води річки Ворони, у яку скидаються забруднені стоки АТ „Нафтохімік Прикарпаття”. По Вороні спостерігається значне перевищення вмісту азоту амонійного та зростання біологічного споживання кисню. Вода цієї ріки непридатна до жодного з видів водокористування.

Ріка Дністер в межах Тисменицького району кілька разів змінює показники якості води у залежності від приносу більш забрудненої води з бокових допливів. Фоновий екологічний стан дністровської води характеризується досить стабільним сольовим складом (в мг/дм<sup>3</sup>): сума іонів коливається від 846-853 до 870-946, вміст хлоридів – від 65-71 до 189-195, сульфатів – від 71-81 до 88, азоту амонійного – від 0,21 до 0,26, БСК<sub>5</sub> – від 2,1 до 2,4, що дозволяє оцінити екологічну якість дністровської води II класом (2 і 3 категорії) (рис. 4.12). Нижче гирла р. Бистриці, а також двох невеликих допливів, що впадають у Дністер справа у с. Побережжя та біля с. Стриганці, якість дністровської води погіршується: сума іонів зростає до 1248-1268, вміст хлоридів – до 195-213, сульфатів – до 194-245, азоту амонійного – до 1,88, БСК<sub>5</sub> – до 3,8. Такі води відносяться до III класу (4 і 5 категорії). Але через деяку відстань нижче гирл вказаних допливів їх вплив нейтралізується розбавленням і вода у р. Дністер знову повертається до своєї стабільної якості: II клас (добрі і дуже добрі води) і 2-3 категорії (чисті і досить чисті води).

Ріка Бистриця від гирла і вверх по течії до злиття її складових - рік Бистриці Надвірнянської і Бистриці Солотвинської досить забруднена, як водами р. Ворони, так і впливом м. Івано-Франківська. Якість води у р. Бистриці оцінюється III класом (4-5 категорії). Вміст іонів (мг/дм<sup>3</sup>) коливається від 1296 до 1654, хлоридів – від 228 до 254, сульфатів – від 218 до 266, азоту амонійного – від 0,36 до 0,54, БСК<sub>5</sub> – від 2,8 до 3,6. Таку ж якість вод мають і два правих допливи р. Дністер, що впадають в нього у с. Побережжя і біля с. Стриганці (рис. 4.12). Води цих допливів відносяться теж до III класу (4-5 категорії) і лише у верхів'ях вони стають більш чистими – II клас (2-3 категорії). Забруднення цих допливів пояснюється впливом населених

пунктів, що розташовані в їх долинах, також площинним зливом ґрунтів з розораних полів.

Річка Павлівка, лівий доплив р. Бистриці, менш забруднена ніж остання: її води від гирла і вздовж більшої частини русла – чисті і досить чисті (2-3 категорії II класу), а в самих верхів'ях стають дуже чистими, відмінними (1 категорія, I клас). У водах р. Павлівки вміст іонів від гирла і до витоків зменшується від 407 до 261 мг/дм<sup>3</sup>, вміст хлоридів – від 24 до 16, сульфатів – від 43 до 24, азоту амонійного – від 0,18 до 0,09, БСК<sub>5</sub> – від 1,2 до 1,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Ріка Бистриця Солотвинська від злиття з Бистрицею Надвірнянською і далі вгору за течією в межах м. Івано-Франківська має воду III класу, 4-5 категорії (слабко і помірно забруднені, задовільні і посередні), що було встановлено дослідженнями О.М. Адаменка [17] зі співавторами під час виконання проекту «Діагноз міста» за рахунок гранту Світового банку (2001-2003 рр.). Вище м. Івано-Франківська води р. Бистриці Солотвинської стають більш якісними і відносяться до II класу 2-3 категорій (чисті і досить чисті, добрі і дуже добрі). Вміст іонів (мг/дм<sup>3</sup>) в них коливається від 408 до 546, хлоридів – від 22 до 29, сульфатів – від 36 до 43, азоту амонійного – від 0,11 до 0,13, БСК<sub>5</sub> – від 1,1 до 1,3.

Приблизно таку ж якість води має і р. Бистриця Надвірнянська: від злиття з Бистрицею Солотвинською і до гирла р. Ворони, що несе досить брудну воду від смт. Тисмениці. Води р. Бистриці Надвірнянської відносяться до III класу, 4-5 категорій (слабко і помірно забруднені, задовільні і посередні). Вміст іонів (мг/дм<sup>3</sup>) в них коливається від 1288 до 1296, хлоридів – від 224 до 204, сульфатів – від 218 до 220, азоту амонійного – від 0,36 до 0,51, БСК<sub>5</sub> – від 2,8 до 3,2. Вище гирла р. Ворони якість води у р. Бистриця Надвірнянська значно покращується, не зважаючи навіть на вплив міської території Івано-Франківська. Води відносяться до II класу, 2-3 категорії (чисті і дуже чисті, добрі і дуже добрі). Вміст іонів (мг/дм<sup>3</sup>) в них коливається від 493 до 360, хлоридів – від 27 до 24, сульфатів – від 41 до 36, азоту амонійного – від 0,09 до 0,03, БСК<sub>5</sub> – від 1,3 до 1,2. Вище міста Івано-Франківська якість води у р. Бистриці Надвірнянській відноситься до того ж II класу, 2-3 категорій, але вміст забруднюючих речовин зменшується: сума іонів – 296-351,

хлоридів – 12-19, сульфатів – 27-38, БСК<sub>5</sub> – 0,9-0,8, тільки вміст азоту амонійного дещо підвищується – до 0,19-0,21.

Ріка Ворона – найбрудніша водна артерія на території району (рис. 4.12). Основні її забруднення обумовлені впливом промислових підприємств і недбалим ставленням до поводження з побутовими відходами населення смт. Тисмениці. Частково на забруднення р. Ворони впливає також ерозійний змив ґрунтового покриву з розораних полів. У смт. Тисмениці і нижче до самого гирла р. Ворона несе води IV класу, 6 категорії (брудні, погані). Показники вмісту забруднювальних речовин наступні (мг/дм<sup>3</sup>): сума іонів – 1788-1816, хлориди – 316-360, сульфати – 291-299, азот амонійний – 1,64-1,84, БСК<sub>5</sub> – 3,9.

Вище смт. Тисмениці якість води у р. Ворона покращується до III класу, 4-5 категорії (сума іонів – 554-685, хлориди – 216-224, сульфати – 165-208, азот амонійний – 0,95, БСК<sub>5</sub> – 3,2), а ще вище за течією (сс. Старі Кривотули-Красилівка) води у р. Вороні відносяться навіть до I класу I категорії (дуже чисті, відмінні): сума іонів – 211, хлориди – 19, сульфати – 24, азот амонійний – 0,09, БСК<sub>5</sub> – 0,6. Тобто деякий відтинок ріки Ворони від цих сіл і далі вверх за течією до м. Надвірна – досить чистий і навіть відмінний.

Ліві допливи р. Ворони – річки Унява і Стримба мають воду II класу, 2-3 категорій (чисті і досить чисті, добрі і дуже добрі): сума іонів (мг/дм<sup>3</sup>) – 319-361, хлориди – 24-31, сульфати – 51-65, азот амонійний – 0,24-0,31, БСК<sub>5</sub> – 1,3-1,4. У верхів'ях цих річок якість води покращується до I класу, I категорії (дуже чисті, відмінні): сума іонів (мг/дм<sup>3</sup>) – 94-111, хлориди – 17-38, сульфати – 16-19, азот амонійний-0,09-0,31, БСК<sub>5</sub> – 1,1-1,2.

Річка Лукавець, лівий доплив р. Лукви, має воду II класу 2-3 категорії і I класу, I категорії.

Показником якості поверхневих вод є також донні відклади – намули з певним вмістом органіки, завдяки чому вони мають адсорбційні властивості і «притягують» до себе забруднювальні речовини: важкі метали, радіонукліди, пестициди, нафтопродукти. Аналіз розповсюдження цих забруднень по території Тисменицького району показує, що донні відклади з певною кількістю забруднень

виявлені по р. Дністер проти гирла р. Бистриці, а також нижче впадіння правих допливів в районі сс. Побережжя і Стриганці. Найбільше забруднюючих донних відкладів виявлено в руслі р. Ворони від смт. Тисмениці і до її гирла, а також в ріках Бистриця Солотвинській і Надвірнянській в межах м. Івано-Франківська. Пестициди (ДДТ) в донних відкладах виявлені лише в кількох пробах, а радіонуклідні сполуки відсутні. Таким чином, донні відклади добре корелюються своїми забрудненнями з якістю поверхневих вод.

Виконані нами дослідження показали, що якість поверхневих вод на території Тисменицького району хоча і коливається в широких межах від 6 до I категорії (від IV до I класу), але в основному – це води 2-3 категорії II класу (чисті і досить чисті, добрі і дуже добрі), що дозволяє їх використовувати для рибогосподарських, сільськогосподарських, технічних потреб. Для питного водоспоживання води придатні тільки після відповідної очистки. Основна задача для збереження ще існуючої відносної екологічної чистоти вод – це недопущення їх подальшого забруднення та поліпшення роботи очисних споруд м. Івано-Франківська і смт. Тисмениці.

*Сучасний стан ґрунтових та підземних вод* Тисменицького району вивчалися гідрогеологічними та геологічними загонами дочірнього підприємства „Західукргеологія” під керівництвом Д.Ф. Челяка і В.Й. Гірного.

На території Тисменицького району ми обґрунтували моніторингову мережу із 117 ландшафтно-геохімічних полігонів (рис. 4.5, 4.14), де у серпні 2008 р. були відібрані проби ґрунтових вод з наступним їх аналізом на вміст As, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, сульфатів, пестицидів і нафтопродуктів. Аналізи виконувались на атомноадсорбційному спектрофотометрі у Івано-Франківській обласній санітарно-епідеміологічній станції. Результати досліджень узагальнені у відповідній базі даних, а комп'ютерно-картографічна обробка їх дозволила побудувати відповідний комплекс електронних *поелементних техногеохімічних карт* (рис. 4.14).



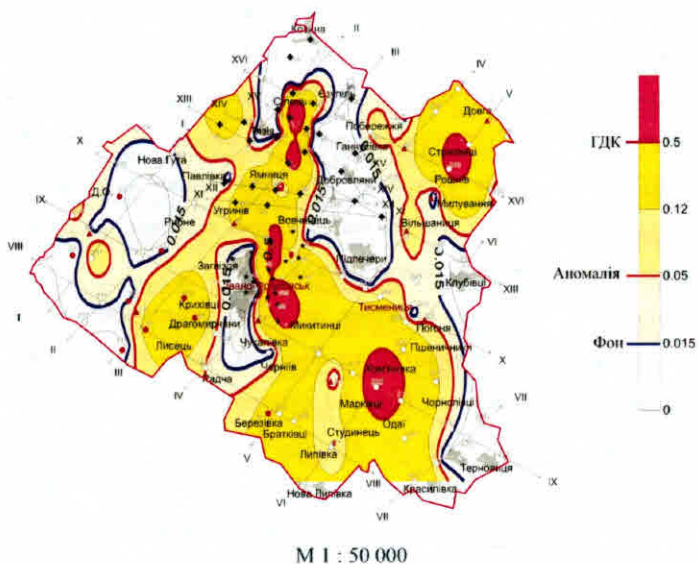


Рис. 4.14. Cu, мг/дм<sup>3</sup>, в ґрунтових водах Тисменицького району

Із аналізу карт видно, що розповсюдження по території Тисменицького району As, Cd, Cu локалізується в ряд меридіанно-орієнтованих смуг, що тяжіють до долин рр. Бистриць Надвірнянської та Солотвинської, Ворони і Лукви. В переважній більшості (90 %) проб вміст важких металів у *ґрунтових водах* не перевищує фонових значень, а іноді – аномалій. ГДК перевищено лише на окремих ділянках – поблизу м. Івано-Франківська та смт. Тисмениці. Нафтопродукти зустрічаються вздовж автомобільних доріг та поблизу населених пунктів. Все це свідчить про невисокий рівень забруднення ґрунтових вод.

В гідрогеологічному відношенні (рис. 4.15) район досліджень добре вивчений. Для нього характерне велике різноманіття водоносних горизонтів і комплексів, приурочених до потужної товщі кайнозойських, мезозойських і палеозойських відкладів. Враховуючи те, що палеозойські і значна частина мезозойських відкладів залягають на значних глибинах, ми приводимо гідрогеологічну характеристику лише тих водоносних горизонтів, які мають практичне значення.

Виходячи з геологічної та геоморфологічної будови території, Д.Ф.Челяк виділяє наступні водоносні горизонти і комплекси (рис. 4.15):

- 1.Водоносний горизонт в сучасних алювіальних відкладах (а Н);
- 2.Водоносний горизонт у середньо – верхньоплейстоценових алювіальних відкладах (а Р<sub>II-III</sub>);
- 3.Водоносний горизонт в еоплейстоценових – нижньоплейстоценових алювіальних відкладах (а Е – Р<sub>I</sub>);
- 4.Водоносний горизонт спорадичного розповсюдження в верхньобаденських відкладах косівської світи (N<sub>I</sub> ks);
- 5.Водоносний горизонт в середньобаденських відкладах тираської світи (N<sub>I</sub> ts);
- 6.Водоносний горизонт в нижньобаденських відкладах опільської світи (N<sub>I</sub> op);
- 7.Водоносний горизонт (водоносний комплекс) у нерозчленованих відкладах верхньої крейди (K<sub>2</sub>).

В районі присутні і інші водоносні горизонти, приурочені до юрських, девонських, силурійських, ордовицьких і навіть, кембрійських відкладів. Ці води залягають на глибинах 200–2000 м, і характеризуються слабкою водозбагаченістю та високою мінералізацією. Практичного значення для даної території води цих горизонтів не мають.

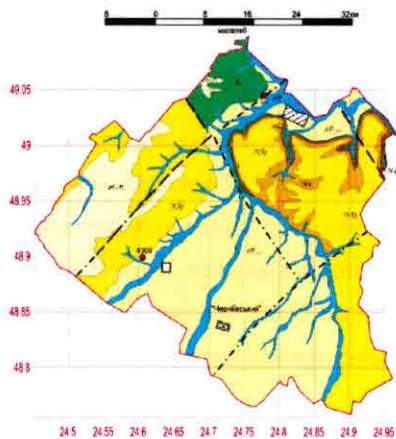









Рис. 4.15. Гідрогеологічна карта території Тисменицького району





## Умовні позначення

### 1. Розповсюдження водоносних горизонтів і комплексів



-  Водоносний горизонт в сучасних алювіальних відкладах заплави рік і їх приток. Піски, галька.
-  Водоносний горизонт в середньо - верхньоплейстоценових алювіальних відкладах низьких надзаплавних терас. Галька, гравійний пісок.
-  Водоносний горизонт в солейстоценових - нижньоплейстоценових алювіальних відкладах високих надзаплавних терас. Галька, гравій, пісок.
-  Підземні води спорадичного розповсюдження в верхньобаденських відкладах косівської світи. Піски, пісковики.
-  Водоносний горизонт в середньобаденських відкладах тираської світи. Гіле, ангідрид, вапняки.
-  Водоносний горизонт в нижньобаденських відкладах опільської світи. Вапняки, піски, пісковики.
-  Водоносний комплекс в верхньокрейдових відкладах. Мергелі, вапняки, крейда, пісковики.

### 2. Інші ознаки

"Чернівецький"

-  Водозабори і їх назви з затвердженими запасами
-  Ділянки пошукових гідрогеологічних робіт
-  Цех розливу мінеральної та природно - столової води "Джерело Якова"
-  4369 Свердловини з мінеральними водами і їх номери.

### Тектонічні порушення

-  — — — Достовірні
-  - - - - - Передбачені

Сучасний стан атмосферного повітря (рис. 4.16) показав, що забруднення перевищує природний фон і ГДК в зв'язку з діяльністю підприємств у м. Івано-Франківську, смт. Тисмениці та ПАТ «Івано-Франківськцемент». Аномальні зони з забрудненим повітрям (СО, пил, Рb, Сu) мають характерне простягання з північного сходу на південний захід, тобто паралельно долинам рр. Бистриць Надвірнянської і Солотвинської, Ворони і Лукви. Очевидно, потрібно підсилити заходи по очищенню викидів промислових підприємств в атмосферне повітря.

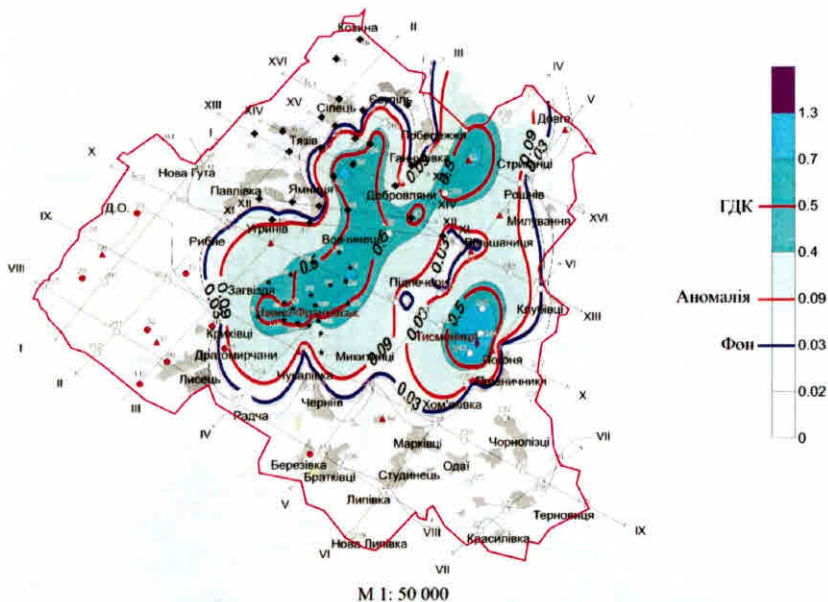
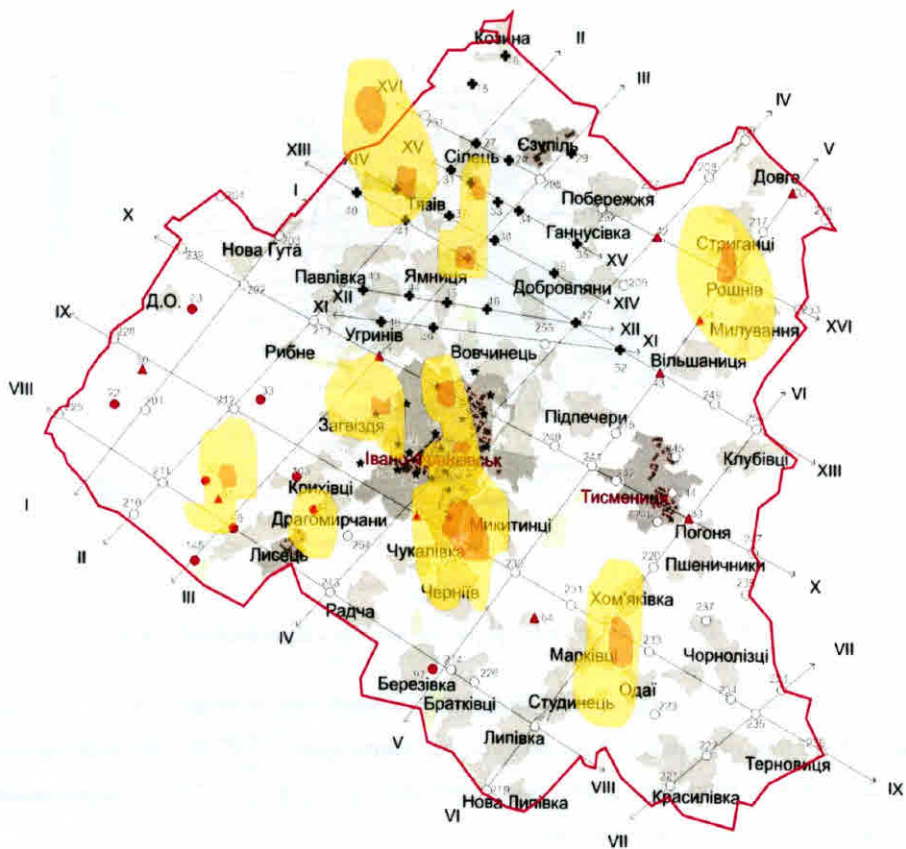


Рис. 4.16. Пил, мг/м<sup>3</sup>, в атмосферному повітрі Тисменицького району

Сумарна карта забруднення ґрунтів, ґрунтових вод та атмосферного повітря (рис. 4.17) при накладанні її на ландшафтну карту (рис. 4.18) дає нам можливість скласти карту сучасної екологічної ситуації (рис. 4.19, 4.20) з виділенням *ландшафтно-геохімічних структур*.



Умовні позначення

+ 49    ★ 118i    ○ 151    ● 136    ▲ 66    Геоекологічні полігони - точки відбору проб

IX — IX    Профілі екологічного моніторингу

    Перевищення ГДК в ґрунтах, ґрунтових водах і атмосферному повітрі.

    Перевищення фону в ґрунтах

М 1 : 50 000

Рис. 4.17. Сумарна карта забруднення ґрунтів, ґрунтових вод та атмосферного повітря на території Тисменицького району



49.05

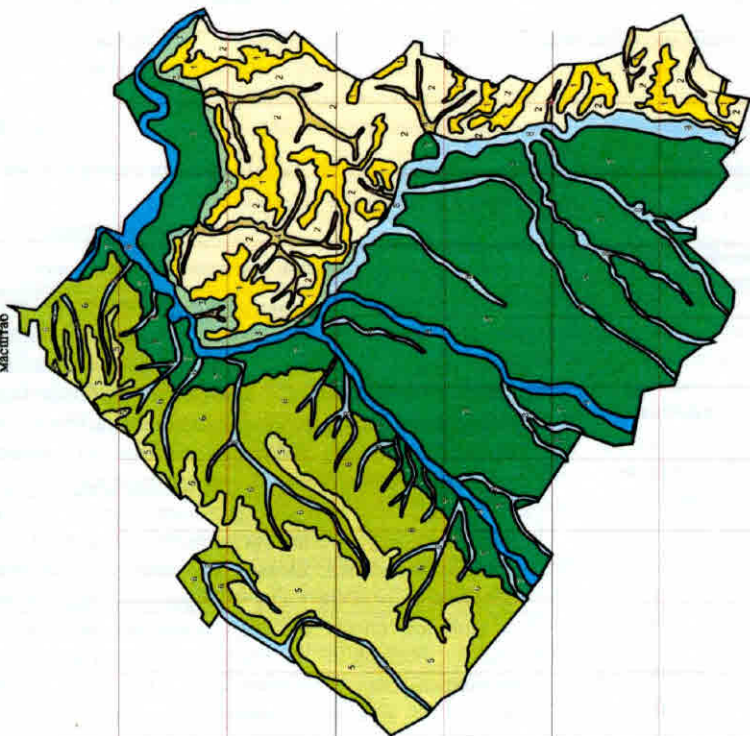
49

48.95

48.9

48.85

48.8



24.5 24.55 24.6 24.65 24.7 24.75 24.8 24.85 24.9 24.95

### ЛЕНДШАФТ

до ландшафтною карті Тисменицького району

Ландшафти місцевості *Північ - Захід*

1. Випуклі слабохвилясті вододільні поверхні і карстові форми, складні лесовийні суцільники і дубово-грабові ліси на денно-срід опідзолених ґрунтах
2. Спідлеті і спіднощиті розчленовані башами скелі, складні лесовийні суцільники і дубово-грабові ліси на сиріх опідзоленних ґрунтах
3. Круті і крутохвилясті поверхні, складні лесовийні суцільники з дубово-грабовими лісами на сиріх-срід опідзоленних ґрунтах
4. Вузькі, високі заболочені низки річкових доли, складні лесовийні суцільники з дубово-грабово-ольховими лісами і луками на сиріх і лучних опідзоленних ґрунтах

### Передгір'я

5. Випуклі слабохвилясті поверхні високих (VI) терас, складні степово-лесовийні суцільники, пестувани суцільно-іскриліні ліси і бучово-дубові ліси на денно-іскриліних поверхньовисоких ґрунтах
6. Спідлеті і спідно щитові плато розчленовані башами і ярми поверхні високих терас, складні хвойно-лесовийні суцільники і пестувани суцільно-іскриліні ліси з бучово-дубовими лісами на денно-іскриліних поверхньовисоких ґрунтах
7. Рівні, слабо хвилясті, низькі слабохвилясті поверхні низьких (I-III) терас, складні галечниково-супіщані суцільники і бучово-дубові ліси і луки на денних опідзоленних ґрунтах
8. Луки висотних лісових ґрунтів, степів і луки висотних лісових ґрунтів
9. Слабохвилясті заплави поверхні і русла рік, складні суцільно-галечниково-ольхові і лучно-і чагариково-рослинні на нерівновисоких денних і лучних ґрунтах

*Ландшафти.* Ландшафтна структура території Тисменицького району, за даними А.В.Мельника [194], є досить різноманітною. Тут виділяється дев'ять видів природних територіальних комплексів рангу ландшафтна місцевість (рис. 4.18) – комплексів, що виникли під ведучим впливом одного із факторів морфогенезу. Характер поєднання ландшафтних місцевостей чітко відображає особливості морфологічної структури ландшафтних районів і областей.

Характеристика ландшафтної структури досліджуваної території, виконаної А.В. Мельником [194] у 2008 р., дозволила нам здійснити ландшафтно-геохімічну оцінку кожної ландшафтної місцевості і таким чином скласти *карту сучасного стану та сучасної ситуації* (рис. 4.19, 4.20) та порівняти виділені нами *ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) зони і смуги* з відповідними ландшафтами і ландшафтними місцевостями (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

**Порівняння ландшафтно-геохімічних та ландшафтних структур на території Тисменицького району**

Ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) зони, смуги	Ландшафти, ландшафтні місцевості
<p><b>Прилуквинська зона</b></p> <p>I-Луквинська смуга</p>	<p><b>Прилуквинський ландшафт</b></p> <p>6° – Спадисті і сильно спадисті сильно розчленовані балками і ярами поверхні високих терас складені алювально-делювіальними суглинками, підсиленими супісчано-галечниковим алювієм з буково-дубовими лісами на дерново-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтах</p>
	<p>8° – Вузькі і вигнуті днища долин потоків, складені галечниково-супісчано-суглинковим алювієм з дубово-вільховими лісами і луками на дернових опідзолених оглеєних і лучних опідзолених ґрунтах</p>
<p>II – Чорноліська смуга</p>	<p>5 – Випуклі слабо хвилясті поверхні високих (VI) терас, складені елювіально-делювіальними суглинками, підстеленими супісчано-галечниковим алювієм з буково-дубовими лісами на дерево-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтах</p>

III – Загвіздянсько-Сілецька смуга	6 – Спадисті і сильно спадисті сильнорозчленовані балками і ярами поверхні високих терас складені алювіально-делювіальними суглинками, підсиленими супісчано-галечниковим алювієм з буково-дубовими лісами на дерново-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтах
IV – Лисецько-Клузівська смуга	8 – Вузькі і ввігнуті днища долин потоків, складені галечниково-супісчано-суглинистим алювієм з дубово-вільховими лісами і луками на дернових опідзолених оглеєних і лучних опідзолених ґрунтах
V – Ямницька смуга	7 – Рівні, слабо-хвилясті, місцями заболочені поверхні низьких (I-III) терас, складені галечниково-супісчано-суглинистим алювієм з буково-дубовими лісами і луками на дернових опідзолених оглеєних і лучних опідзолених ґрунтах
VI – Бистрицька зона	8 – Вузькі і ввігнуті днища долин потоків, складені галечниково-супісчано-суглинистим алювієм з дубово-вільховими лісами і луками на дернових опідзолених оглеєних і лучних опідзолених ґрунтах
VII – Іванківська смуга	9 – Слабо хвилясті заплавні поверхні і русла рік, складені супісчано-галечниковим алювієм з лучною і чагарниковою рослинністю на нерозвинутих дернових і лучних ґрунтах
VIII – Бистрицько-Надвірнянська смуга	9 – Слабо хвилясті заплавні поверхні і русла рік, складені супісчано-галечниковим алювієм з лучною і чагарниковою рослинністю на нерозвинутих дернових і лучних ґрунтах
IX - Хом'яківська смуга	9 – Слабо хвилясті заплавні поверхні і русла рік, складені супісчано-галечниковим алювієм з лучною і чагарниковою рослинністю на нерозвинутих дернових і лучних ґрунтах



X – Воронинська смуга	8 – Вузькі і ввігнуті днища долин потоків, складені галечниково-супісчано-суглинистим алювієм з дубово-вільховими лісами і луками на дернових опідзолених оглеєних і лучних опідзолених ґрунтах
<b>Бистрицько – Тлумацька зона</b>	<b>Бистрицько – Тлумацький ландшафт</b>
XI – Вовчинецька смуга	1 – Випуклі слабо-хвилясті вододільні поверхні з карстовими формами, складені лесовидними суглинками з дубово-грабовими лісами на темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтах 3 – Круті і дуже круті сильно розчленовані ярами схили, складені лесовидними суглинками з дубово-грабовими лісами на світло-сірих опідзолених ґрунтах
XII – Ганусівська смуга	2 – Спадисті і сильнospадисті розчленовані балками схили, складені лесовидними суглинками з дубово-грабовими лісами на сірих опідзолених ґрунтах 4 – Вузькі місцями заболочені днища, складені делювіальними суглинками з дубово – грабово-вільховими лісами і луками на сірих і лучних опідзолених оглеєних ґрунтах
XIII – Вільшаницька смуга	7 – Рівні, слабо-хвилясті, місцями заболочені поверхні низьких (I-III) терас, складені галечниково-супісчано-суглинистим алювієм з буково-дубовими лісами і луками на дернових опідзолених оглеєних і лучних опідзолених ґрунтах
XV – Стриганівська смуга	2 – Спадисті і сильнospадисті розчленовані балками схили, складені лесовидними суглинками з дубово-грабовими лісами на сірих опідзолених ґрунтах
XVI – Клубівцівська смуга	1 – Випуклі слабо-хвилясті вододільні поверхні з карстовими формами, складені лесовидними суглинками з дубово-грабовими лісами на темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтах
XVII – Тисменицько – Красилівська смуга	2 – Спадисті і сильнospадисті розчленовані балками схили, складені лесовидними суглинками з дубово-грабовими лісами на сірих опідзолених ґрунтах
XVIII – Терновицька смуга	1 – Випуклі слабо-хвилясті вододільні поверхні з карстовими формами, складені лесовидними суглинками з дубово-грабовими лісами на темно-сірих опідзолених оглеєних ґрунтах

- 6,8 і т.д. – номери ландшафтних місцевостей на ландшафтній карті (рис.4.18).

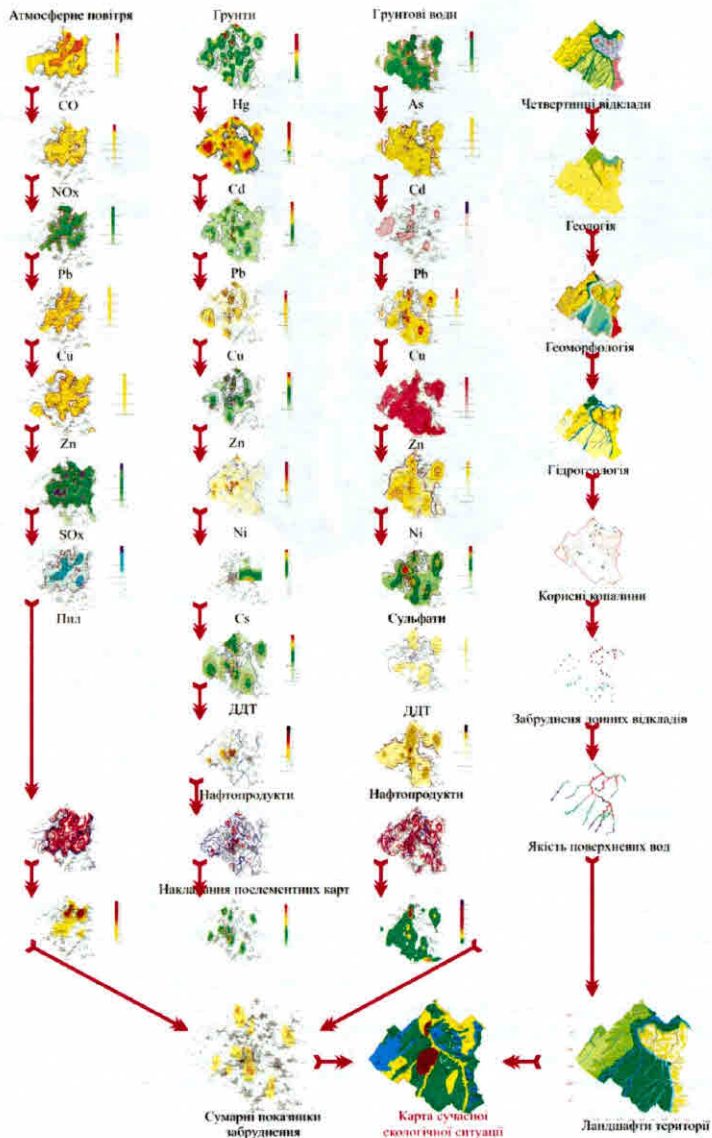


Рис. 4.19. Інтеграція поелементних та покомпонентних карт і побудова карти сучасної ситуації на території Тисменицького району

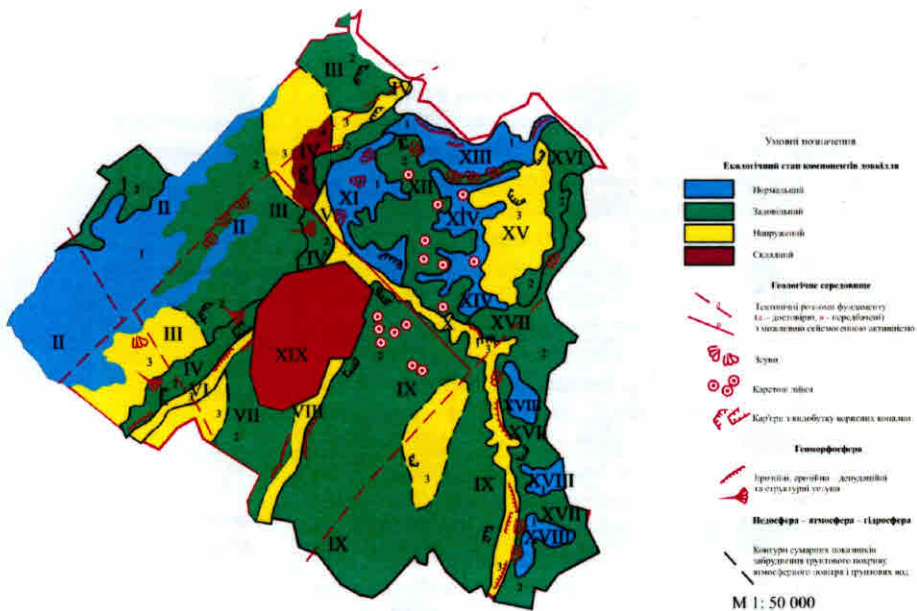


Рис. 4.20. Карта сучасної ситуації Тисменицького району

**Умовні позначення до ландшафтно-геохімічного районування:**

**Прилуцька зона – геоекотип 0 порядку**

*Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання – геоекотипи 1 порядку*

- I – Луквинська
- III – Загвздянсько-Сілецька
- IV – Лисецько-Клузівська

*Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації – геоекотипи 1 порядку*

- II – Черноліська
- V – Ямницька

**Бистрицька зона – геоекотип 0 порядку**

*Геоекологічні смуги розсіювання – геоекотипи 1 порядку*

- VI – Бистрицько-Солотвинська
- VII – Іванківська
- IX – Хом'яківська

*Геоекологічні смуги концентрації – геоекотипи 1 порядку*

- VIII – Бистрицько-Надвірянська
- X – Воронинська

**Бистрицько-Тлумацька зона – геоекотип 0 порядку**

*Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання – геоекотипи 1 порядку*

- XII – Ганусівська,
- XVII – Тисменицько-Красилівська

*Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації – геоекотипи 1 порядку*

- XI – Вовчинська
- XIII – Поберезька
- XIV – Вільшаницька
- XV – Стригінцівська
- XVI – Клубівцівська
- XVIII – Терновецька
- XIX – **Урбосистема** міста Івано-Франківська

Для побудови цих карт нами використані усі елементи, що містяться у базах даних і які стали основою для карти сучасної ситуації (рис. 4.19), але для карти *ландшафтно-геохімічного (геоекологічного) районування* Карпатського регіону і Західного Поділля враховані тільки Hg, Cd, Pb, Zn, Cu і Ni, які є „скрізними” для усіх об’єктів дослідження (табл. 2. 9, рис. 6.8).

Ландшафтні та техногеохімічні дослідження на території адміністративного району показали, що для об’єктивної оцінки природоохоронних заходів з метою оптимізації та покращення сучасного стану довкілля тої чи іншої території необхідно використовувати методи екологічного аудиту. Спочатку проводиться картування ландшафтної структури, потім визначаються контури розповсюдження забруднювальних речовин, що вплинули на трансформацію ландшафтів. Після цього складається карта сучасної ситуації з виділенням ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) структур – зон, смуг, і т.д. І, як завершальний етап екологічного аудиту території, для кожної ландшафтно-геохімічної (геоекологічної) структури розробляється індивідуальний комплекс природоохоронних заходів.

#### **4.2 Ландшафтно-геохімічні зони та смуги Галицького району**

На площі 722 км<sup>2</sup> у 2003-2004 рр. автором, разом з О.М. Адаменком, О.В. Пендерецьким, Д.О. Зоріним та ін. [249], були виконані ландшафтно-геохімічні дослідження, які більш-менш рівномірно охоплюють весь Галицький район. Робочий масштаб польових досліджень 1 : 50 000. Виходячи з особливостей геологічної будови, геоморфології, розповсюдження ґрунтів різних типів, ландшафтної структури території та існуючих вимог до масштабу досліджень, була розроблена мережа відбору проб, яка включає 12 профілів із 220 ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) полігонів (рис. 4.21).

В польових експедиційних умовах відібрано проб: ґрунтів – 348, ґрунтових вод – 192, поверхневих вод – 54, атмосферного повітря – 192, снігу і дощу – 192, донних відкладів – 54, всього – 1032 проби [249].

Проаналізовано атомно-адсорбційним, рентгенофлуорисцентним та хроматографічним методами 1032 проби на вміст у них хімічних елементів і речовин Hg, As, Cd, Pb, Zn, Ni, Cr, V, Fe, Al, Cl, SO<sub>4</sub>, N амонійний, БСК<sub>5</sub>, нафтопродукти, феноли, ДДТ, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, ацетон. Всього виконано 7010 аналізів.

Побудовано 40 поелементних, 4 покомпонентні ландшафтно-техногеохімічні карти та результуюча (інтегральна) карта сучасної ситуації з виділенням 24 ландшафтно-геохімічних смуг і 6 екологічних станів, на які впливає Бурштинська ТЕС – основний чинник техногенного впливу на довкілля, найбільший на заході України техногенний енергетичний об'єкт. Завдяки ТЕС, Івано-Франківська область в Україні є однією з найбільш енергонасичених. Щільність потужностей по виробництву електроенергії сягає 1,8 кВт на 1 людину, або 182,1 кВт/км<sup>2</sup>. По цьому показнику область значно випереджає сусідні ( в 6 разів вище відповідного показника Львівської області, в 120 разів – Тернопільської і в 320 разів – Чернівецької). Така висока щільність потужностей створює значний техногенний вплив на довкілля.



Карта фактичного матеріалу  
Галицький район – тема вибірку проб  
▲ 031 - система високочастотного моніторингу Івано-Франківської області (013-023, 029-031)  
● 10 - система екологічного моніторингу (адміністративного району) (1-194)  
● 16 - профіль екологічного моніторингу Галицького району  
■ 125 - система інтегрованого моніторингу території (дільності)  
ВМІ "Івано-Франківський" (01-1214, 1217-1220, 1223-1225, 1230)

М 1 : 60 000

Рис. 4.21. Карта фактичного матеріалу Галицького району

До наших досліджень використовувались два методи визначення впливу Бурштинської ТЕС на ландшафти: перший ґрунтувався на розрахунках за

комп'ютерною програмою «ЕОЛ» розповсюдження викидів із димових труб згідно рози вітрів та інших умов, а другий – був основний на рівномірному розподілі обмеженої кількості проб ґрунтів по концентричних колах, які відповідали відстаням від ТЕС (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

**Вміст токсичних елементів в ґрунтах  
в зоні викидів Буруштинської ТЕС (n=10)**

Елементи, (мг/кг)	Відстань, (км)				
	1	3	5	8	15
Мідь	62,6 ± 1,59	91,2 ± 2,41	60,4 ± 1,79	59,2 ± 1,28	53,6 ± 1,69
Свинець	18,2 ± 0,43	18,2 ± 0,36	13,8 ± 0,11	13,8 ± 0,11	13,6 ± 0,17
Кобальт	13,8 ± 0,17	13,8 ± 0,06	13,7 ± 0,05	13,8 ± 0,11	13,8 ± 0,15
Нікель	45,8 ± 0,59	48,4 ± 0,69	48,7 ± 0,64	64,6 ± 0,44	59,8 ± 0,43
Стронцій	149,5 ± 1,03	150,5 ± 1,05	156,5 ± 0,27	165,1 ± 0,67	179,7 ± 1,31

На відміну від цього, ми використали найбільш об'єктивний метод оцінки забруднення ландшафтів: кожний компонент довкілля (ґрунт, вода, повітря та ін.) діагностується на вміст у ньому основних токсикантів по всій площі їх можливого розповсюдження на території Галицького району, з врахуванням рози вітрів, геологічних і ґрунтових особливостей, рельєфу, наявності інших джерел забруднення, геохімічних бар'єрів та інших чинників. Екологічні стани кожного ландшафтного компонента виносились на карту сучасної екологічної ситуації району, основою якої була ландшафтна карта.

Для визначення *сучасного стану ґрунтів* – забруднення їх різними токсичними речовинами – було проведено двохранове опробування їх: у травні-червні 2003р. перший раз (220 проб), і у грудні 2003р. другий раз (128 проб). Точки відбору проб приурочені до ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) полігонів, результати аналізів проб зведені у 2 базах даних, а визначення фонових і аномальних вмістів – у 13 таблицях. Це дало змогу побудувати 13 ландшафтно-техногеохімічних карт, що характеризують розподіл хімічних елементів у ґрунтах та карту СПЗ – сумарного показника забруднення (рис. 4.22, 4.23).

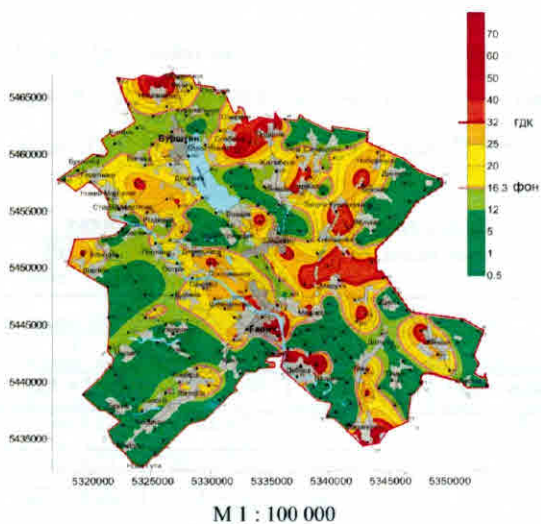


Рис. 4.22. Забруднення ґрунтів Галицького району Рв, мг/кг

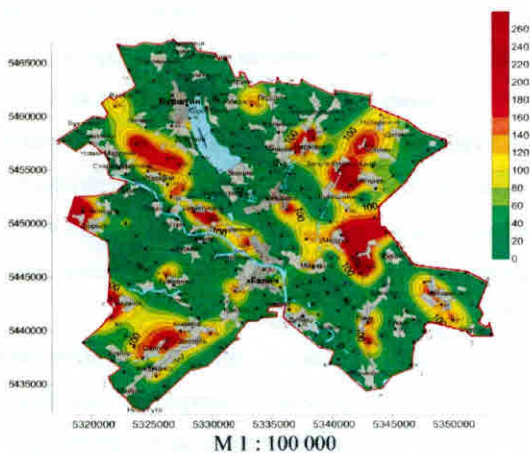


Рис. 4.23. Розподіл проб ґрунтів з вмістом забруднюючих речовин, що перевищують фон, СПЗ

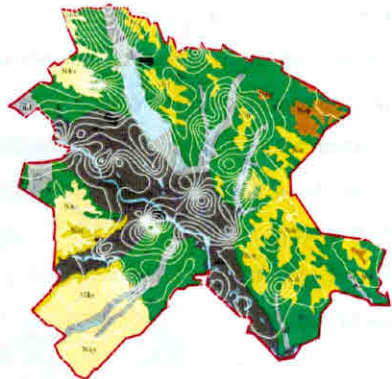
Характеристика якості *поверхневих вод* (54 проби) включає широкий набір гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, бактеріологічних та інших показників, які дозволили провести їх класифікацію на V класів і 7 категорій. Якість

поверхневих вод у річках Галицького району хоча і коливається в різних межах – від дуже чистих до дуже брудних, що обумовлено впливом хімічних підприємств м. Калуша (через р. Сівку) та фірми «Барва» (через р. Бистрицю) – але в цілому ще досить задовільний. Є місцеві джерела забруднення на річках Гнила Липа, Нараївка та Бибелка. Безпосереднього впливу Бурштинської ТЕС на якість поверхневих вод нами не виявлено.

Питні *грунтові води* опробовані на 192 ландшафтно-геохімічних полігонах. Результати аналізів цих проб представлені в базі даних, а розрахунки фонових і аномальних вмістів – на 12 таблицях. Це дало змогу побудувати 12 техногеохімічних карт розповсюдження кожного хімічного елемента-забруднювача у ґрунтових водах та карту СПЗ, на якій виділено кілька аномалій біля золошлаковідвалів Бурштинської ТЕС, біля м. Галича та інших населених пунктів (рис. 4.24, 4.25).

Для визначення якості *атмосферного повітря* нами у березні – травні 2004р. було відібрано 82 проби атмосферного повітря, а у січні 2004р. – 82 проби снігу. Результати аналізів представлені у відповідних базах даних, а розрахунки фонових і аномальних вмістів в 12 таблицях. Це дало змогу побудувати 13 техногеохімічних карт розповсюдження різних компонентів та карту СПЗ у атмосферному повітрі над територією Галицького району (рис. 4.26, 4.27). Виявилось, що перевищення фонових вмістів спостерігається у 16 % проб, а перевищення ГДК – лише у 4 %. Це свідчить про те, що потоки забруднювальних речовин від труб Бурштинської ТЕС розповсюджуються у вигляді радіальних плям згідно рози вітрів у різних напрямках. Найбільші забруднення сконцентровані на певних відстанях від високих (180, 250, 250м) труб електростанції. Найближче до них випадає пил, далі розносяться газоподібні забруднювачі. Наявність важких металів у снігових опадах свідчить про їх досить далеку міграцію від джерел викидів.

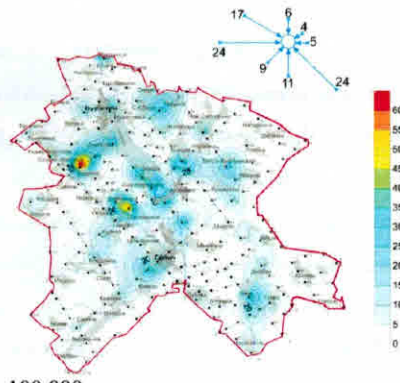
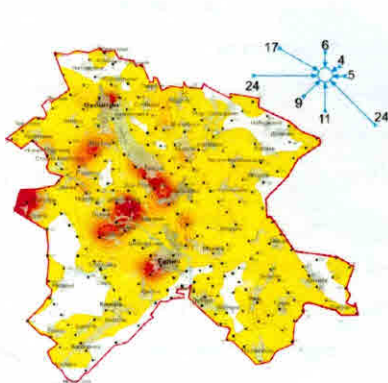




М 1: 100 000

Сумарні показники забруднення ґрунтового покриву.  
ґрунтова карта складена в інституті "Укрземпроект"

Сумарні показники забруднення питних ґрунтових вод.  
Автор гідрогеологічної карти Д. Ф. Челяк.

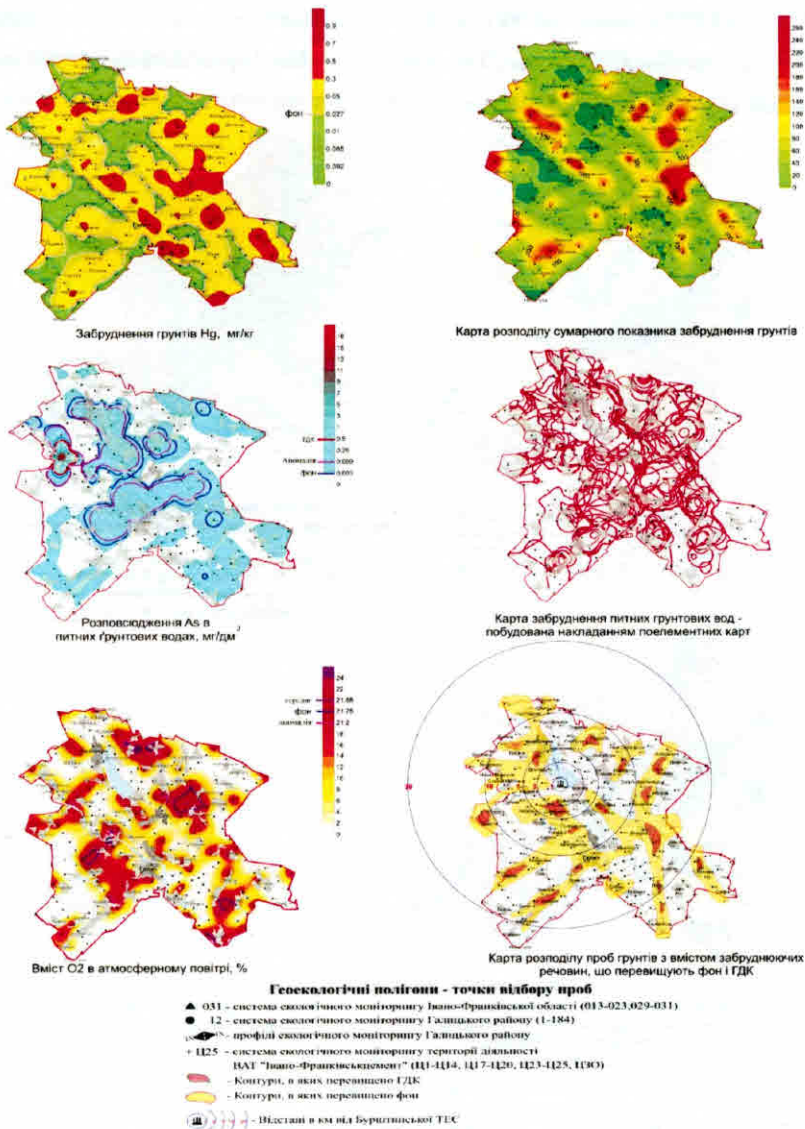


М 1: 100 000

Сумарні показники забруднення атмосферного повітря

Сумарні показники забруднення  
опадів снігу

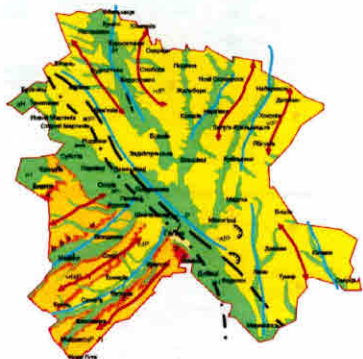
Рис. 4.24. Карти забруднення ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря і снігу



М 1 : 120 000

Рис. 4.25. Розподіл забруднювачів в середовищах довкілля

Особливості *геологічного середовища та геофізсфери* враховані при складанні карти сучасної ситуації, на яку винесені сейсмогенні розломи, неотектонічні підняття та опускання, інтенсивні градієнти магнітних і гравітаційних полів, карст і техногенні порушення літосфери кар'єрами (рис. 4.26).

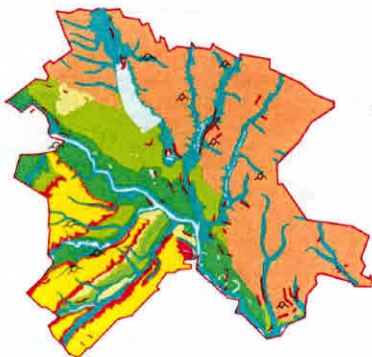


Порушення четвертинного геологічного середовища сучасними геодинамічними процесами. Автори карти четвертинних відкладів А.Б. Богуцький та А.М. Яцишин.

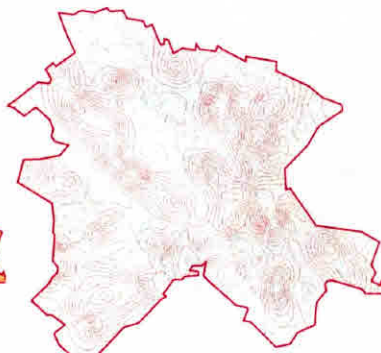


Порушення дочетвертинного геологічного середовища сучасними геодинамічними процесами.

Геологічна карта і корисні копалини Галицького району - автор В.Й. Грний. Цифрами на карті позначені номери родовищ корисних копалин.



Порушення геоморфологічного середовища небезпечними ексогодінамічними процесамию. Автори А.Б. Богуцький, А.М. Яцишин.



Залежність сумарного показника забруднення від рельєфу.

М 1 : 100 000

Рис. 4.26. Карти порушень геологічного і геоморфологічного середовищ та залежність забруднення ґрунту від рельєфу

Геоморфологічна структура сформувала той фон, на якому відбувалось утворення сучасних ландшафтів, а вони, у свою чергу, обумовили розподіл ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) смуг та інших утворень. Розподіл забруднень від рельєфу (рис. 4.26а) залежить тільки на рівні морфоскульптур і не спостерігається на рівні морфоструктур та геотектур. Геоморфосфера порушена зсувами, бічною та лінійною ерозією (рис. 4.26).

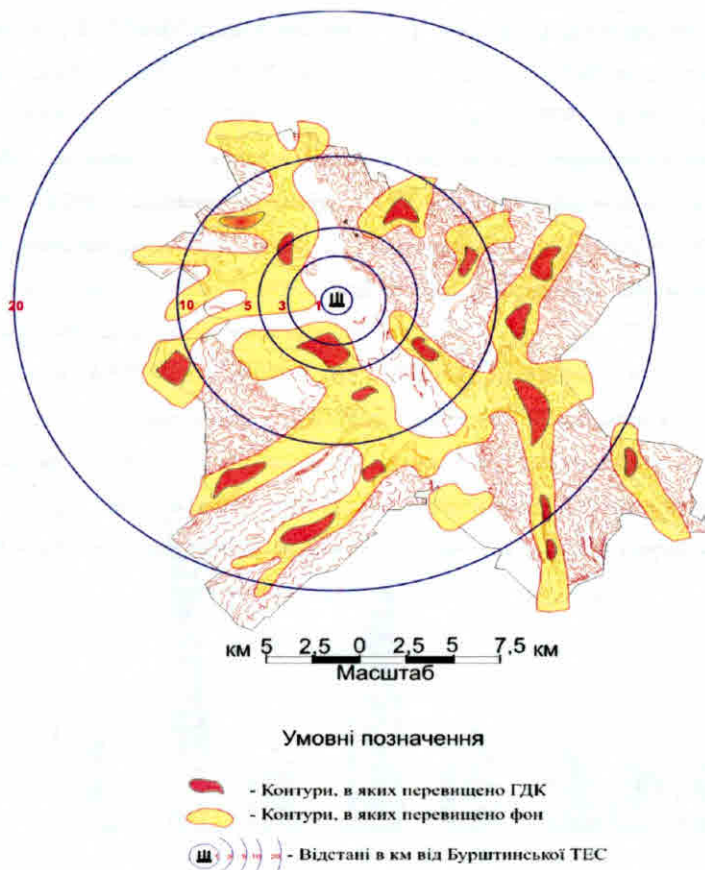
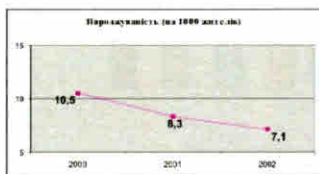
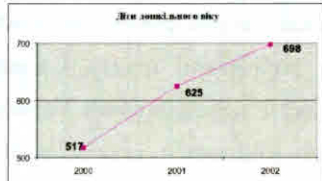
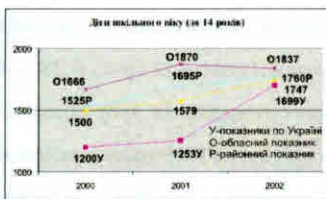


Рис. 4.26а. Залежність розподілу забруднювачів від рельєфу. Галицький район

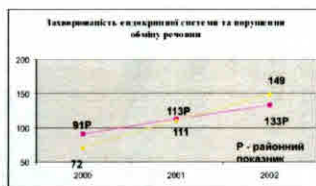
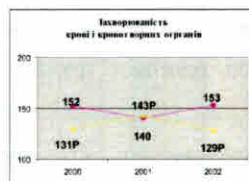
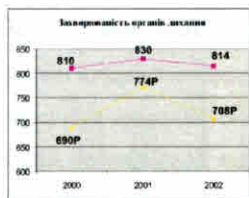
Рослинний світ (фітосфера) досліджуваного району вивчався поки що тільки з позиції оцінки лісових ресурсів та лікарських рослин. Агророслинні ресурси, релікти природного трав'янистого покриву та їх ландшафтно-геохімічна оцінка поки ще не виконані, це – окрема багатопланова тема, яку також можна вирішувати запропонованими нами методами.

*Сучасний стан демосфери або стан здоров'я населення* та його залежність від екологічних чинників на території досліджуваного району проілюстровано за даними районного педіатра (рис. 4.27). Захворюваність дітей 1-го року життя з року в рік зростає: за 2000р. – 3773,1 на 1000дітей; 2001р. – 3792,6; 2002р. – 3421,0; за 9-ть місяців 2003р. – 3090,9; районний показник – 2447,0; обласний показник – 2645,7. Найвища захворюваність властива органам дихання – 39 випадків, або 1026,3 на 1000 дітей; районний показник – 991,7; обласний показник – 1022,0; по Україні – 975,4. На другому місці захворювання, що виникли в перинатальному періоді – 16 випадків із 38 народжених, що складає – 432,4; районний показник – 366,2; по області – 280,6; по Україні – 326,9. На третьому місці захворювання крові – 15 випадків – 394,7; районний показник – 301,3; по області – 293,4; по Україні – 136,8. Лікарі вважають, що ці показники пов'язані з екологічним чинником, а також з соціально-економічними умовами, переохолодженням у школі, не раціональним харчуванням дітей. Ця невтішна статистика пов'язана, в першу чергу, з негативним впливом Бурштинської ТЕС, тому що тільки на Задністрянській сільській лікарській амбулаторії ми маємо такі аномалії дитячого здоров'я.

Показник захворюваності (на 1000 дітей)



Показник захворюваності (на 1000 дітей)



Динаміка народжуваності, загальної захворюваності та захворюваності окремими групами хвороб дітей по Задністрянській сільській лікарській амбулаторії

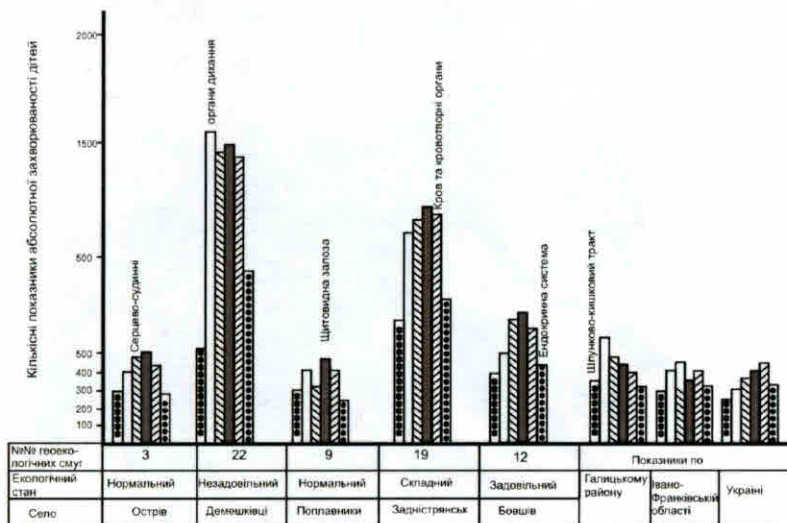
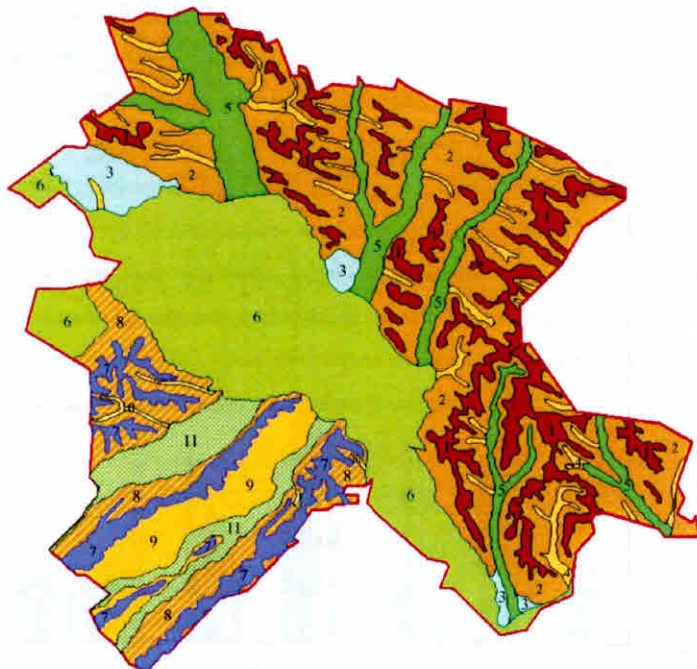


Рис. 4.27. Залежність захворюваності дітей від ступеня забруднення довкілля

*Інтегральна оцінка сучасної ситуації з метою її покращення розроблена на базі ландшафтної карти та карти сучасної екологічної ситуації (рис. 4.28 – 4.31). На останню винесені комплексні аномалії сумарних показників забруднення усіх досліджених компонентів довкілля, які дозволили поділити Галицький район на 24 геоекологічні смуги (табл. 4.3) з різним екологічним станом: нормальним (екологічно чисті території), задовільним (забруднені тільки ґрунти), напруженим (забруднені ґрунти і ґрунтові води), складним (забруднені ґрунти і повітря), незадовільним (забруднені ґрунти, повітря і води) і передкризовим (найвищий ступінь забруднення усіх компонентів довкілля). Критичний і катастрофічний екологічні стани, які є в деяких регіонах України (Придніпров'я, Донбас, Чорнобиль) у нас відсутні.*



М 1 : 170 000

Рис. 4.28. Ландшафтна карта Галицького району. Автор А.В. Мельник (2003)





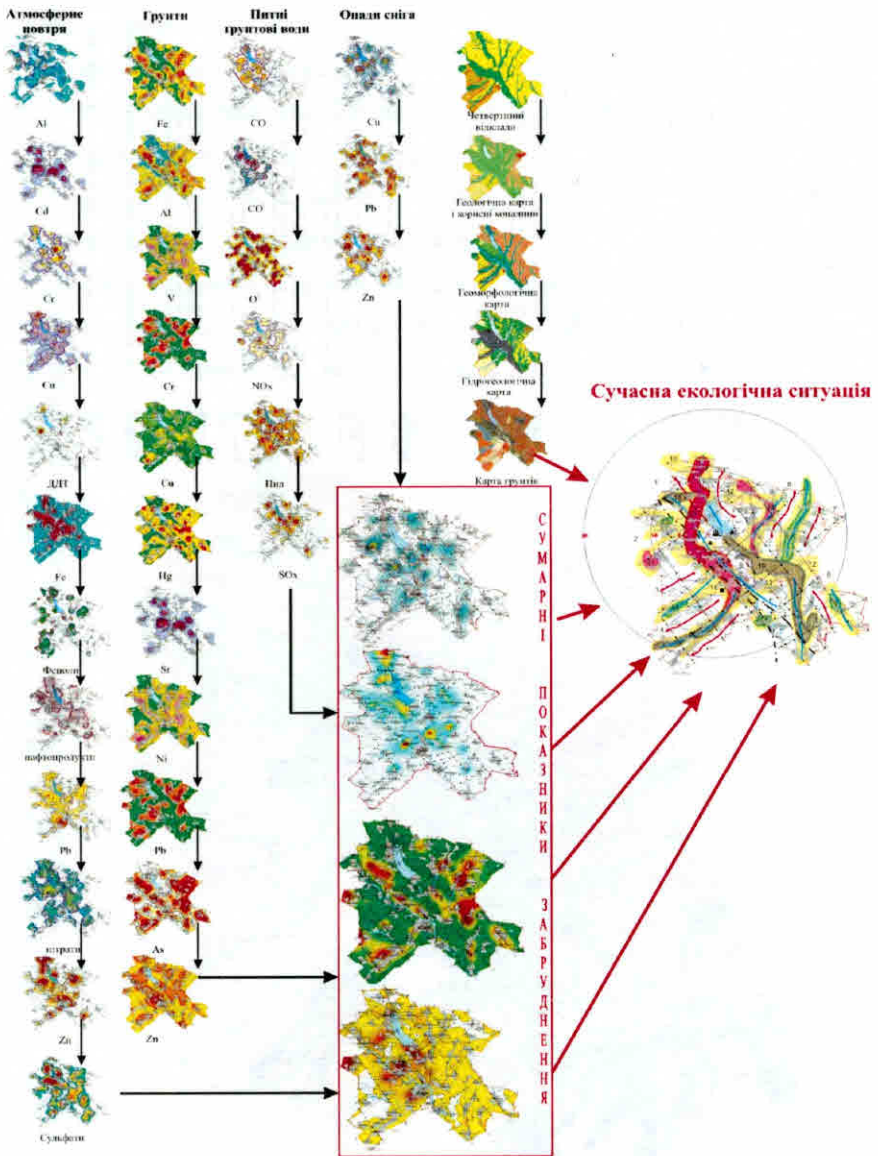


Рис. 4.30. Інтеграція поелементних та покомпонентних карт і побудова карти сучасної ситуації на території Галицького району

### Умовні позначення

#### Геологічні налієння - точки відбору проб

- ▲ 011 - дієтний екологічний моніторинг "Івано-Франківський об'єкт" (011.403, 021+031)
- 12 - дієтний екологічний моніторинг Галицького району (1-124)
- ◆ - профіль екологічного моніторингу Галицького району
- 125 - дієтний екологічний моніторинг "Івано-Франківський об'єкт" (11-114, 117-120, 123-125, 128)

#### Екологічний стан ґрунтів

Літосфера (геологічне середовище)

Селективне розповсюдження

- Кургани для розробки корисних копалин
- Неостектонічні підчистки (а) та олуксані (б)
- Карст

Геофізсфера

- • • • Інтенсивні градієнти природних магнітних і гравітаційних полів

Геоморфосфера

- Бокова та лінійна ерозія вздовж берегів рік
- ▲ Зсуви

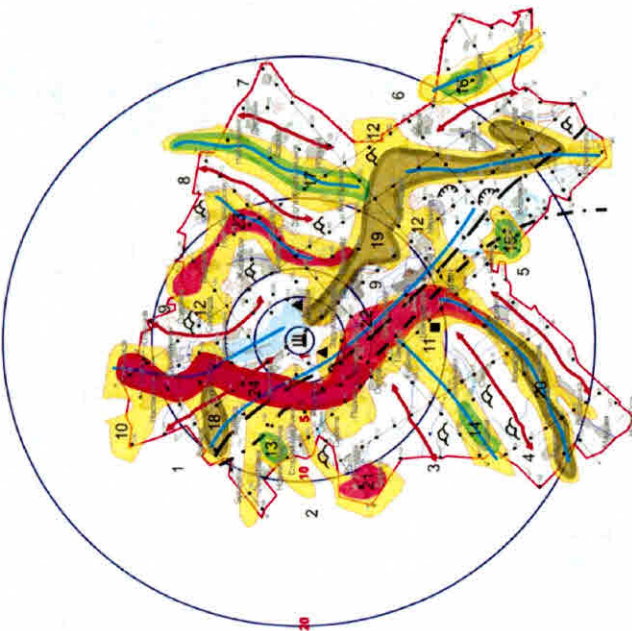
Техносфера

- Належати в ам і на бурштіниславні ГЕС
- ▲ Завалща твердий відходи
- Кошарні соліди настильовані

#### Екологічний стан території (геоecологічний стан та номери - 1, 2, 3...24)

- Нормальний (екологічно чисті території)
- Змішаний (комплекс забруднених ґрунтів і повітря)
- Моквоподібний (сильно забруднені ґрунти, повітря і вода)
- Непорушений (сильно забруднені ґрунти і вода)
- Солоний (сильно забруднені ґрунти і повітря)
- Пасивізований (за забруднення ґрунтів, повітря і вода)
- Комплексно забруднений

Континентний і катастрофічний екологічний стан в районі відсутні



М 1 : 170 000

Рис. 4. 31. Сучасний стан та сучасна ситуація на території Галицького району

Підкреслюємо, що для карти сучасної ситуації Галицького району (рис. 4.29 – 4.31) використані результати аналізів забруднювачів – баз даних, які були у розпорядженні автора, а для карти ландшафтно-геохімічного (геоекологічного) районування Карпатського регіону і Західного Поділля (рис. 6.8) – лише Cd, Pb, Zn, Cu і Ni, які є „скрізними” для усіх об’єктів дослідження (табл. 2.9).

Таблиця 4.3

**Оцінка сучасного стану ландшафтно-геохімічних смуг та прогноз розвитку і змін основних компонентів довкілля для проведення стабілізаційних заходів на території Галицького району**

Ландшафтно-геохімічні смуги	1,2,3,4,5,6,7,8,9	10,11	12	13	14	15	16,17	18	19	20	21,22,23	24
	Оцінка сучасного стану в балах кожної смуги та її якісний стан: (в балах) нормальний (0-30), задовільний (30-60), напружений (60-100), складний (100-150), незадовільний (150-200), передкризовий (>200)	5	5	0	0	0	0	00	20	30	50	00
Прогноз динаміки розвитку та змін сучасного стану смуг: + прогресує, 0 стабільний, - самовідновлюється	-	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Необхідність стабілізаційних заходів: 0 немає потреби, + необхідні втручання згідно довгострокової екологічної програми, ++ потрібні термінові заходи	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Критерії оцінки екологічного стану основних компонентів довкілля визначались за рівнем їх забруднення або порушення в умовних одиницях (балах) шляхом ранжування залежно від трансформованості компонентів (див. табл. 2.20, 2.21) [224]. Прогноз розвитку подальших змін сучасної ситуації виконувався відповідно до тої динаміки, яка спостерігається в межах кожної *ландшафтно-геохімічні смуги* [252]. Якщо динаміка змін позитивна, тобто сучасний стан ускладнюється, то в межах цієї смуги необхідні стабілізаційні заходи. Якщо такі зміни прогресують швидко, то потрібно оперативне втручання з терміновими заходами. Якщо зміни повільні і не викликають тривоги, то можна діяти згідно довгострокової екологічної програми. Можливий і такий варіант, коли зміни не відчуваються, тоді і втручання в ситуацію не потрібне. Отже, інтегральна *Карта сучасної ситуації* є завершальним етапом екологічного аудиту території. Цей документ є теоретичною основою для науково обґрунтованого *управління сучасним станом* (екологічний менеджмент) району, області, регіону чи держави в цілому для забезпечення його сталого соціально-економічного розвитку (рис. 2.20; табл. 2.20, 2.21; табл. 4.3).

Із співставлення карт сучасної екологічної ситуації та ландшафтної (рис. 4.28 – 4.29 і 4.31) витікає важливий висновок: при наявності такого потужного техногенного джерела, як Бурштинська ТЕС, ландшафтно-геохімічні смуги можуть не співпадати з ландшафтними одиницями, тому що останні не спроможні «переробляти» велику кількість забруднень. Тому на Kartі сучасної ситуації контури смуг забруднень мають «амебоподібні» форми, що витягуються по радіусах від Бурштинської ТЕС, частково орієнтуються згідно рози вітрів та контурів ландшафтних структур.

Така властивість *ландшафтно-геохімічних зон і смуг* дозволяє виділити *безпечні території для регіону*, поки що не забруднені навіть поблизу потужного джерела викидів. На таких територіях можна вирощувати екологічно чисту сільськогосподарську продукцію і рекомендувати їх для рекреаційно-туристичного використання.

### 4.3 Ландшафтно – геохімічні структури Надвірнянського нафтогазо-промислового району.

Нафтогазодобуток відноситься до екологічно небезпечних процесів, а тому розробка науково-теоретичних, методичних і практичних засад природно-техногенної безпеки та моніторингу довкілля є актуальними. Актуальність і невідкладність вирішення цих проблем полягають в тому, що в регіоні хоч і існує ряд відомих спостережних систем за станом довкілля, але вони не зведені в єдиний комплекс і не можуть ефективно виконувати узагальнюючу функцію оцінювання стану та рівня використання природних ресурсів, прогнозувати зміни і розробляти рекомендації для прийняття управлінських рішень щодо оптимізації господарської діяльності, природокористування і стану довкілля.

Розроблену нами *комп'ютеризовану систему територіальної безпеки Надвірнянського нафтогазопромислового району* можна рахувати *типовою* і використовувати у будь-якому нафтогазопромисловому районі, а також взагалі на будь-якій території, де необхідні моніторингові дослідження локального рівня у масштабі 1:50 000.

Розглянемо алгоритм визначення *сучасного стану компонентів довкілля* таких територій, які зазнають як природних так і техногенних впливів (рис. 1.11, табл. 2.20).

Природні порушення *геологічного середовища* (рис. 4.32) – це зсуви, яркова ерозія, донна та бічна ерозія в долинах річок.

Геологічне середовище оцінювалось за даними дешифрування аерофотознімків НГВУ «Надвірна нафтогаз», а також даними Я.О.Адаменка [34] та Г.І. Рудька [273]. В заплавах річок доволі активно розвивається донна та бічна ерозія. Практично повсюдно в долині р. Бистриця Надвірнянська, активно руйнуються терасові уступи. На її лівобережжі зафіксовано 132 зсуви та зсувні ділянки, а на її правобережжі – 42.

*Техногенні порушення геологічного середовища* відбуваються за рахунок буріння свердловин, відкритих кар'єрних розробок та руйнування алювіальних



заплавних наносів несанкціонованою експлуатацією. Техногенне порушення геологічного середовища оцінювалось Я.О.Адаменком [34], виходячи з об'ємів зруйнованих або видобутих гірських порід, на прикладі території Битківського нафтопромислу, виходячи з конструкції свердловини:

$$K_n = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{ick})}{V_r} \times 100\% , \quad (4.3)$$

де  $K_n$  – ступінь техногенного порушення гірничої маси нафтогазових родовищ бурінням свердловин (%);

$V_{ick}$  – об'єм  $i$ -тої свердловини, або об'єм вибурених гірських порід ( $m^3$ ), який розраховується за формулою або за фактичними даними буріння:

$$V_{ck} = H_{ck} X r^2 ; \quad (4.4)$$

де  $V_r$  – об'єм нафтогазового родовища ( $m^3$ ), який розраховується за формулою:

$$V_r = S H_{ng} , \quad (4.5)$$

де  $H_{ck}$  – глибина свердловини (м);  $r$  – радіус свердловини (м);  $S$  – площа нафтогазоносності родовища ( $m^2$ );  $H_{ng}$  – середня глибина нафтогазоносності родовища (м).

Оцінка об'єму порушеного геологічного середовища від відкритих кар'єрних розробок розраховується відношенням видобутих гірських порід ( $m^3$ ) до об'єму гірничого відводу кар'єру ( $m^3$ ). *Коефіцієнт порушеності* кар'єрними розробками становить 0,45% (загальна площа земельного відводу – 1,211 км<sup>2</sup>, середня висота кар'єрних розробок 200м) .

*Забруднення геологічного середовища* в результаті господарської діяльності НГВУ «Надвірнанафтогаз» в межах району робіт відбулося за рахунок наступних факторів: фільтрація бурового та тампонажного розчинів; зміна мінерального складу гірських порід; зміна хімізму підземних вод; утворення техногенних відкладів; зміна фільтраційно-емісійних параметрів гірських порід. Перелічені *фактори* тісно взаємопов'язані між собою, а забруднення геологічного середовища за рахунок дії

цих факторів відбувалося на стадіях буріння та освоєння свердловин, а також на стадії експлуатації в процесі капітального ремонту свердловин.

*Фізичні поля. Акустичні поля.* Джерелами підвищеного рівня шуму процесів розробки нафтогазових родовищ, за даними Я.О.Адаменка [34], можуть бути: бурові установки експлуатаційного буріння, установки підземного та капітального ремонту свердловин, виробниче обладнання, яке використовується для проведення процесів гідророзривів пластів з метою інтенсифікації видобутку нафти та газу, кислотних та інших обробок продуктивних горизонтів в процесі освоєння та випробування свердловин та проведення газогідродинамічних випробувань свердловин.

Для виробничих умов характеристиками постійних шумів є рівень звукового тиску  $L_p$ , дБ, а не постійних шумів – рівень звуку, або еквівалентний рівень звуку  $L_{pекв}$ , дБ. Рівень звукового тиску та еквівалентний рівень звуку визначається за формулами:

$$L_p = 20 \lg \frac{P_t}{P_c}, \quad L_{pекв} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^T \left( \frac{P_t}{P_c} \right)^2 dt, \quad (4.6, 4.7)$$

де  $P_{cp}$  – середньоквадратичне значення тиску шуму за час заміру, Н/м<sup>2</sup>;

$P_t$  – звуковий тиск шуму у момент  $t$  заміру, Н/м<sup>2</sup>;

$P_0$  – величина звукового тиску на порозі шуму,  $2 \cdot 10^{-5}$  Н/м<sup>2</sup>;

$T$  – час виміру постійного шуму, хв.

Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що на границі *санітарно-захисної зони* бурових установок рівні звукового тиску не перевищують нормативних значень, а в більш небезпечному діапазоні частот (високочастотні шуми) вони є суттєво нижчими від допустимих значень для селітебної території.

*Електромагнітні поля.* В процесі аналізу впливу електромагнітних полів на навколишнє природне середовище (соціальне та техногенне) звичайно виходять з особливостей двох видів технічних пристроїв, які використовуються: повітряних ліній електропередач (ПЛ) та радіотехнічних об'єктів (РО). Переважно, ці об'єкти є найбільш розповсюдженими джерелами можливого впливу електромагнітних полів на населення, оскільки радіотехнічні об'єкти в процесі розробки Пасічнянського



родовища не використовуються. Тому подальший аналіз стосувався лише повітряних ліній електропередач.

Для ПЛ 500 кВ нормативні значення напруженості електричного поля для житлової зони досягаються на відстані 40 м від центрального провідника. А оскільки напруженість електричного поля прямо пропорційна величині напруги, то для ліній з більш низькими характеристиками (35 кВ і 6 кВ), ця відстань буде суттєво меншою (10м і менше).

Таким чином, навіть для найменших відстаней від об'єктів житлової забудови 30-50 м в селищах Пасічна, Битківчик та Битків до промислових ПЛ 6 кВ досягається необхідна умова недопущення створення напруженості електричного поля від промислових ліній електропередач вище гранично допустимого нормативного значення – 0.5 кВ/м [34].

*Радіоактивні поля.* Радіоактивні аномалії у Передкарпатській нафтогазо-промисловій провінції спостерігаються на родовищах підприємств «Борислав-нафтогаз», «Долинанафтогаз» та «Надвірнанафтогаз». Природа їх пов'язана з супутніми пластовими водами. Піднімаючись на поверхню, супутні води надходять в окислювальне середовище, утворюючи на поверхні нафтового обладнання мінеральні сполуки, збагачені природними радіонуклідами. Мінеральні новоутворення на обладнанні характеризуються найбільш високим випромінюванням (ПЕД до 6000 мкР/год). Безпосередньо на метали відкладається галеніт (PbS) та самородний нікель (Ni), які блокуються шаром (2-4мм) радіобариту. Представлений гідротермальний комплекс мінералів міцно зв'язаний металом і практично не піддається хімічному і фізичному очищенню. Враховуючи високу радіоактивність та хімічну стійкість мінеральних новоутворень, захоронення промислового обладнання пропонується у глибоких свердловинах, що підлягають ліквідації. Дозиметрична паспортизація населених пунктів України, після Чорнобильської аварії, показала, що територія досліджуваного району не вражена її наслідками [34].

Стан окремих компонентів *геоморфосфери* (табл. 2.20) та направленість процесів, які в ній діють, обумовлюють в цілому задовільну сучасну ситуацію на

території досліджень. Найбільш характерні ерозійні процеси та вивітрювання і пов'язані з ним кам'яні розсипи. Зона Передкарпатських височин (Битківської та Надвірнянської) характеризується інтенсивним розчленуванням рельєфу, значною розораністю, пов'язаною з ними площинною ерозією. Для цієї зони характерні також ярково-балкова мережа та зсувні схили. Яри та зсуви в переважній більшості стабілізовані. На ці ландшафти відчутний господарський тиск.

Порівняння одержаних Я.О.Адаменком [34] результатів якості *поверхневих вод* показало, що вони можуть використовуватись для культурно-побутового постачання населення, рекреації, спорту. В межах досліджуваної території на р. Бистриці-Надвірнянській відсутній водозабір питної води. Місто Надвірна одержує питну воду з водозабору ґрунтових вод. Більшість нафтових, газових та газоконденсатних родовищ Надвірнянського нафтогазопромислового району розробляється безпосередньо в басейні р.Бистриця-Надвірнянська. Алювіальний водоносний горизонт цієї ріки є єдиним джерелом господарсько-питного водопостачання розташованих в басейні ріки населених пунктів та промислових об'єктів, в зв'язку з чим охорона вод цього горизонту від забруднення набуває особливої актуальності.

Досліджуваний район характеризується наявністю *підземних вод* (рис. 4.33), які сформовані за рахунок седиментаційних. Подальше перетворення цих вод, за даними Я.О.Адаменка, зумовлене літолого-мінеральними властивостями порід та складними структурно-тектонічними і термобаричними умовами водоносних горизонтів, а також геохімічною дією на води контактуючих з ними покладів вуглеводнів. Висока мінералізація пластових вод, а також високі пластові тиски характеризують умови гідрогеологічної закритості надр та відсутність зв'язку з зовнішніми джерелами пластової енергії. Джерела хімічного забруднення безпосередньо пов'язані в першу чергу з розвідкою та експлуатацією Пасічнянського та Битківського нафтових родовищ. Головними з них є: застосування в процесі буріння розвідувальних та експлуатаційних свердловин шкідливих хімічних реагентів у бурових розчинах; бурові стічні води; нафта та нафтопродукти; пластові води, що видобуваються сумісно з нафтою. В межах



району робіт розташовано 22 підприємства, які на даний час мають 790 стаціонарних джерел викидів шкідливих речовин в *атмосферне повітря* (з них 699 – організовані). Так, у 2004 р. вищезгаданими підприємствами було викинуто в атмосферу 3167,710 т шкідливих речовин, зокрема: викиди твердих речовин – 80,276 т, газоподібні і рідкі викиди – 3087,434 т. Слід зазначити, що майже на всіх підприємствах за останні 10 років спостерігається дуже значне зменшення кількості викидів забруднюючих речовин у повітря, пов'язане із загальнодержавним спадом виробництва. В процесі видобутку, транспортування та зберігання нафти основними джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря є резервуари (входять в систему збору та підготовки нафти), сепаратори (обладнані запобіжними клапанами), котельні, підігрівачі нафти, факели, компресори, нафтопастки. В атмосферу викидаються насичені вуглеводні (метан, етан, пропан, бутан, пентан, гексан); оксиди вуглецю; оксиди азоту; вуглеводні. Їх концентрації не перевищують ГДК нафтопродуктів.

*Сучасний стан ґрунтового покриву та земельних ресурсів* оцінюється Я.О.Адаменком [34] як задовільний, але в результаті господарської діяльності НГВУ «Надвірнанафтогаз» відбулося *техногенне порушення ґрунтового покриву* в процесі будівництва свердловин, нафтозбірних споруд, прокладанні підземних трубопровідних комунікацій. В процесі будівництва різних типів свердловин в середньому порушується ґрунтовий покрив на площі 0,004 км<sup>2</sup>, родючий його шар складається для проведення подальшої рекультивациі. Визначено, що в межах Битківського нафтового промислу навколо всіх об'єктів нафтогазовидобутку ґрунтовий покрив рекультивовано та передано постійним землекористувачам.

Внаслідок високої заселеності та довготривалої господарської діяльності корінна *рослинність* цієї території значною мірою змінена. Найбільше це виражено в зменшенні площі лісового покриву, який в основному зберігся на гірських схилах. Вивільнені від лісу ділянки на протязі останніх 300 – 400 років трансформовано в сільськогосподарські угіддя. Найбільш типовий цей процес для долин рік та потоків, а також виположених плакорів. Збережені площі лісів також зазнали антропогенного впливу. За останні 100-150 років в лісостанах нижніх гіпсометричних рівнів

частково виведений дуб, а у верхніх – до складу корінних порід штучно введено ялину європейську.

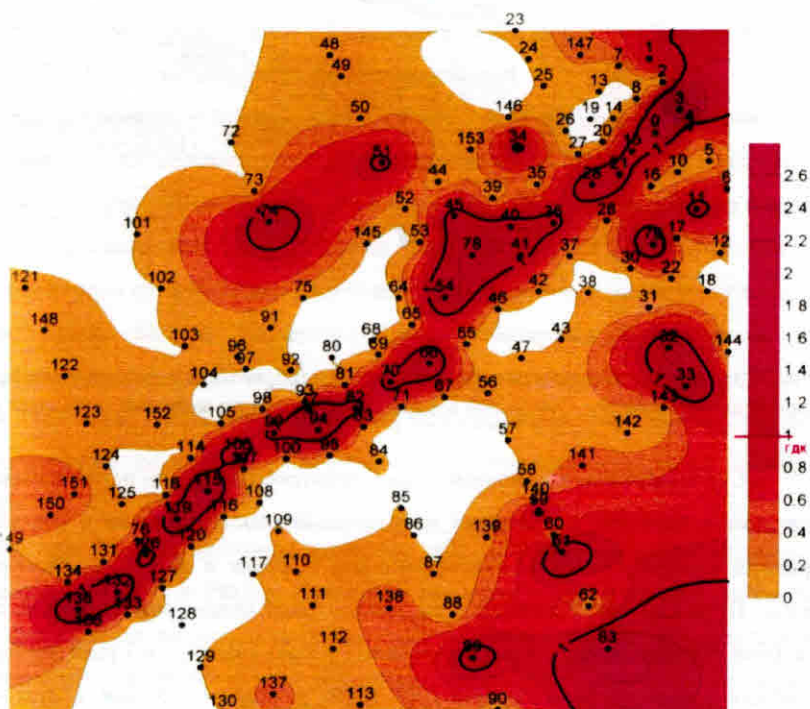
*Тваринний світ.* Для досліджуваної території характерні фауністичні угруповання середньоєвропейської зони. Обстежені біологами фітомасиви та фауністичні групи не відчувають будь-яких мутагенних змін та міграцій.

*Сучасний стан соціосфери* та захворюваність населення задовільні.

*Культурно-історичні та соціально-демографічні умови* сформувалися таким чином, що мешканці району мають позитивну думку про видобуток нафти, газу та газоконденсату, тому що більшість їх працює на нафтовому промислі. За умови дотримання чинного законодавства щодо захисту довкілля, охорони здоров'я та безпеки життєдіяльності, за умови стабільного економічного розвитку Карпатського регіону України місцеве населення не заперечує проти подальшого розбурювання нафтогазових родовищ у Надвірнянському районі.

В процесі проведення великомасштабних досліджень (1:50 000) протягом 1999-2004рр. на території Надвірнянського нафтогазопромислового району автором та В.С.Скрипником [287] була розбита мережа із 153 точок спостережень, які більш-менш рівномірно охоплюють весь полігон та згруповані у 14 маршрутів – профілів. В кожній точці спостережень відбирались проби із різних середовищ, які потім аналізувались на різні види забруднень. Для оцінки стану приповерхневого шару атмосферного повітря проведено аналіз відібраних в 153 точках спостереження проб. *Оцінка сучасного стану атмосферного повітря* здійснювалась безпосереднім вимірюванням складу атмосферного повітря (рис. 4.34) та вмісту в ньому різних забруднювачів з відбором та аналізом проб повітря моніторинговою мережею. Проводився аналіз проб на вміст хімічних елементів I, II та III класів гігієнічної небезпеки відповідно до Держстандарту № 17.4.1.01-83 – Hg, Cd, Se, Pb, Cu, Zn, Ni, Co, Mo, Cr та забруднювачів – NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, бензину, толуолу, ксилолу, ацетону, C<sub>12</sub>, а також аналіз складу атмосферного повітря – вмісту O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. В результаті обробки та аналізу проб В.С. Скрипник побудував електронні карти поелементного вмісту забруднювачів та сумарного показника забруднення (рис. 4.36). Ним встановлено, що перевищення вмісту забрудників гранично допустимих

концентрацій (ГДКрз) спостерігались в основному на території вздовж р.Бистриці Надвірнянської, що обумовлюється переважаючими вітрами. Перевищення ГДК спостерігались також поблизу населених пунктів Бабче, Молодків, Надвірна, Постоята, Білоризна, що зумовлене викидами автотранспорту, підприємствами нафтового промислу та деревообробної промисловості. Так, концентрації ксилолу перевищували ГДКрз в 1,25 разів в районі сіл Бабче, Молодкова, концентрації міді – в 2 рази (села Пнів, Постоята, Назавизів).



М 1 : 25 000

Рис. 4.34. Вміст Pb,  $\text{mg}/\text{m}^3$ , в атмосферному повітрі

З метою оцінки стану атмосферних опадів автором проведено аналіз вмісту забрудників в відібраних пробах дощу та снігу в 63 точках. В цих пробах було проведено визначення вмісту важких металів (ртуті, кадмію, цинку, міді, свинцю,

нікелю, кобальту, молібдену, хрому, селену, заліза, алюмінію), які іноді перевищують ГДК в 2,7 разів (села Зелена, Пасічна, Пнів, Назавизів).

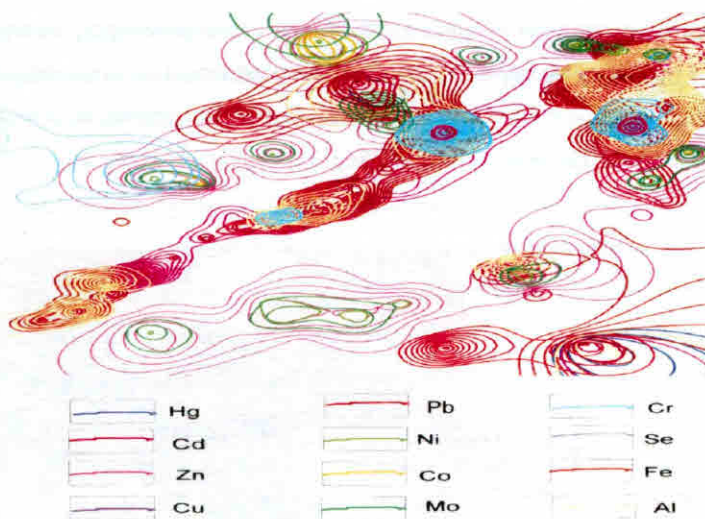


Рис. 4.35. Ареали забруднення компонентів довкілля Надвірнянського нафтогазо-промислового району. Сумарний показник забруднення важкими металами ґрунтів

В.С. Скрипником встановлено, що у ґрунтовому покриві перевищення вмісту забрудників гранично допустимих концентрацій спостерігаються в основному на території вздовж р.Бистриці Надвірнянської, а також в районі м. Надвірної, сіл Битків, Пнів, Пасічна, Назавизів. Так, концентрації селену перевищували середній для даної території вміст у 8 раз, алюмінію – у 5 раз і заліза – у 3 рази. Концентрації молібдену і свинцю перевищували ГДК даних речовин у 2,5 рази, а міді – 5 разів (рис. 4.34, 4.35).

Проби поверхневих вод відбиралися В.С. Скрипником [287] в 54 точках, розташованих в основному на водотоках (р. Бистриця Надвірнянська, Луквиця, Стримба, Ворона, потічок Битківський та ін.). В процесі аналізу відібраних проб визначалися органолептичні, гідрофізичні, гідробіологічні, бактеріологічні показники, специфічні показники токсичної та радіаційної дії, а також екологічний

індекс якості та чистоти вод. Згідно інтегрального екологічного індексу встановлений клас якості води та категорія якості води для кожної досліджуваної водойми, причому було виділено сім категорій якості поверхневих вод (відмінні, дуже добрі, добрі, задовільні, посередні, погані, дуже погані). До водойм з дуже поганою якістю вод належать лише потічки в районі сіл Назавизова та Млини. Води з відмінною якістю зустрічаються в верхів'ях рік. До таких вод також відноситься потічок між річками Бистриця Надвірнянська та Стримба. Води р. Бистриці Надвірнянської належать до декількох класів якості: дуже добрі та добрі (верхів'я річки), задовільні, посередні та погані (ділянка річки поблизу сіл Назавизів, Лісна Тарновиця, Фітьків – у північно-східній ділянці району).

В процесі *техногеохімічної оцінки стану ґрунтових вод* В.С. Скрипником [284] встановлено, що перевищення ГДК спостерігалось на північній та центральній ділянках району. Так, вміст свинцю перевищує допустиму концентрацію в 5 разів, вміст цинку – в 4 рази, вміст міді – в 2 рази, вміст кобальту – в 3 рази. В основному високі концентрації елементів характерні для території таких населених пунктів, як Молодків, Бабче, Битків, Назавизів. Ареали поширення концентрацій, що перевищують допустимі, загалом співпадають з аналогічними для ґрунтів.

На території Надвірнянського нафтогазопромислового району виявлені нові геоекологічні структури – *геоекотипи ландшафтно-геохімічних бар'єрів* (рис. 6. 8).

*Концепція ландшафтно-геохімічних бар'єрів.* Основні положення розроблені О.І. Перельманом [253] у 1983 р. Концепція пов'язана з рядом правил: геохімічні аномалії формуються на геохімічних бар'єрах; геохімічні бар'єри формуються на межі поєднаних ландшафтів чи підсистем ландшафту (правило геохімічної екотонності); на більш контрастних геохімічних межах утворюються більш смікі геохімічні бар'єри [182]. *Фізико-хімічні бар'єри*, які сформовані наступними факторами і які поділяють самі бар'єри на десять основних класів: А – *кисневі*, які виникають під час різкої зміни відновлюваного середовища на окислювальну; В – *сірководневі* або С – *глевсі* – при зміні окислювального середовища на відновлювальне; Д – *лужні* – при різкому підвищенні рН; Е – *кислі* – при різкому



зниженні рН; F – випаровувальні; G – сорбційні; H – термодинамічні; J – сульфатні; K – карбонатні. Надалі утворюються бар'єрні ландшафти, які окрім усього іншого виконують бар'єрну функцію. Найчастіше до них відносять ландшафти передгірських територій. Бар'єрна функція, яка забезпечує транспорт речовини із зовнішнього середовища до ПТС і у зворотному напрямі: а) вибірково дозволяє чи забороняє певним речовинам входити до ПТС або виходити з неї; б) регулює речовинно-енергетичний обмін між структурними складовими ПТС. Поєднана структура бар'єрних ландшафтів (у тому числі парагенетична) практично повторює бар'єрну структуру елементарних ландшафтних утворень – фацій. Мембранна, гальмівна геофізична та геохімічні функції фацій тут розподілені між ландшафтними системами як цілісними утвореннями, що дозволяє такі ландшафти розглядати з системних позицій як *морфологічно ускладнену ландшафтну систему – бар'єрогенні ландшафти*, які, відповідно, поділяються на передбар'єрогенні та забар'єрогенні [255].

На території Надвірнянського та інших районів ми виділяємо *три класи ЛГБ*, а саме – *механічні* (орографічні і радіаційні), *фізико-хімічні*, *біогеохімічні* (рис. 6.8), а також *атмосферні* та *гідроміграційні потоки* (рис. 4.49). Детальніше їх характеристика наведена у розділі 6.

*Комплексна оцінка сучасного стану та сучасної ситуації.* Проаналізувавши побудовані схеми сумарного забруднення (рис. 4.36) атмосферного повітря, атмосферних опадів, ґрунтів, ґрунтових вод, донних відкладів, рослинності. В.С. Скрипником визначено, що території, які відзначаються вмістом забруднюючих речовин вище відповідних ГДК, приурочені до долини р. Бистриця Надвірнянська та населених пунктів, в яких розташовані підприємства нафтової та деревообробної промисловості (м. Надвірна, смт. Делятин, села Зелена, Битків, Пнів, Пасічна, Бабче, Молодків, Назавизів). Разом з тим, для кожного досліджуваного компоненту характерні свої ареали (рис. 4.36) поширення перевищуючих ГДК концентрацій забрудників. Так, ґрунтові води забруднені лише в районі м. Надвірної та сіл Назавизів, Пнів, Стримба (північно-східна частина досліджуваної території);

атмосферне повітря – в районі сіл Бабче, Молодків, Битків, Пнів і м. Надвірна;  
 ґрунти – біля сіл Битків, Пнів, Бабче, Делятин, Пасічна та м. Надвірна [287].



М 1 : 35 000

#### Умовні позначення

Ареали забруднення:

	Тваринницької продукції		ґрунтів		Атмосферного повітря (гази)
	Донних відкладів		Рослинності		Атмосферного повітря (важкі метали)
	Опадів снігу		Опадів дощу		
	ґрунтових вод				

Головні зони тектонічних порушень

Границі смуг (зон);

Екологічний стан геоecологічних смуг (зон):

**1 - нормальний, 2 - задовільний, 3 - складний, 4 - напружений;**

**a, b, c, ..., p - номери смуг (зон)**

Рис. 4.36. Карта сучасного стану та сучасної ситуації Надвірнянського нафтопромислового району

#### 4.4 Ландшафтно-геохімічні структури природоохоронних територій високогірної зони Карпат

Дослідження виконувались Л.В. Міщенко, А.С.Луценком, М.М.Приходьком, І.А.Федак, Д.О.Зориним під керівництвом О.М.Адаменка в процесі виконання проекту TACIS «Вдосконалення транскордонної системи збереження природи Верховини» [30] (рис. 4.37 – 4.48).



Рис. 4.37. Оглядова карта Івано-Франківської області. Виділена територія досліджень за проектом TACIS

біотичних. Ведуча роль в гірських умовах належить геолого-геоморфологічним властивостям території, які визначають диференціацію кліматичних характеристик, режим зволоження, поширення рослинного і тваринного світу та ґрунтового покриву.

Дослідження високогірної зони з метою оцінки її сучасного стану довкілля проводилось за системою екологічного моніторингу (рис. 4.38). Вивчалась ландшафтна структура на рівні ландшафтних місцевостей та їх сучасний стан (рис.4.48). Ландшафтна структура досліджуваної території є результатом довготривалої тісної взаємодії низки ландшафтотворчих чинників: геолого-геоморфологічних (літологія і умови залягання гірських порід, генезис і характер розчленування рельєфу, висота над рівнем моря тощо), гідро-кліматичних і

Залежно від масштабу дослідження об'єктом ландшафтного картографування гірських територій можуть бути комплекси різного рангу: фації, урочища, літогенетичні стрії і морфодинамічні висотні місцевості (елементарні ландшафти, мікроландшафти, групи мікроландшафтів і мезоландшафти). Наш масштаб досліджень 1:200 000 дозволяє відобразити на карті ландшафтні висотні місцевості - природні територіальні комплекси, які сформувались на базі висотних, генетично пов'язаних груп мезоформ рельєфу, що виникли по ходу розвитку гірських хребтів,



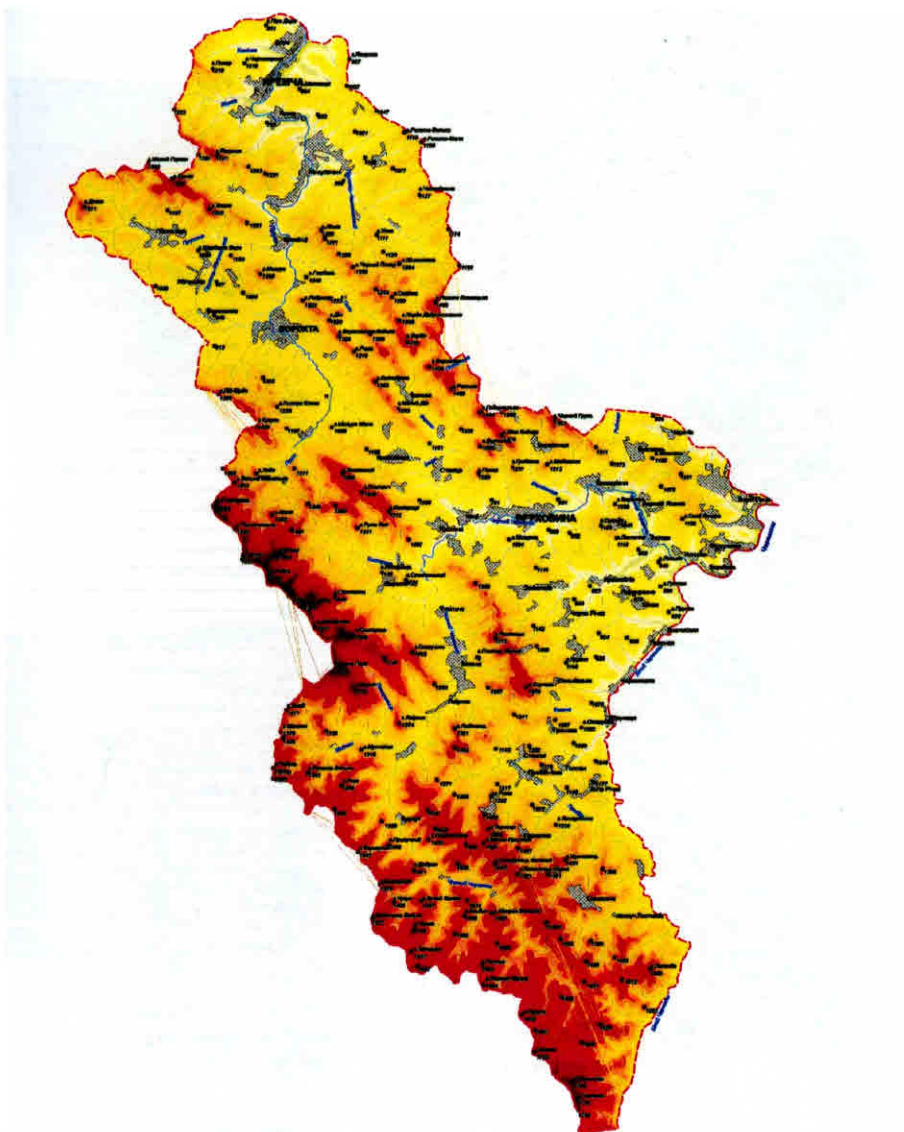
Рис. 4.38. Ландшафтно-геохімічні полігони – точки відбору проб

масивів, улоговин під ведучим впливом одного із факторів морфогенезу і характеризуються особливим типом рельєфу, своєрідністю літології порід, певним варіантом місцевого гідрокліматичного режиму, оригінальним набором фітоценозів і ґрунтів. Вони займають певне висотне положення в межах гірської країни і відображають одну із найсуттєвіших структурних особливостей гір - їх висотну поясність.

Ландшафтна структура території на рівні висотних місцевостей (рис. 4.39) відображає не лише закономірності просторової диференціації природних умов, але і суттєві риси часової ландшафтної організації. Закатовані ландшафтні місцевості від найстарших до наймолодших (водночас і від вищих до нижчих гіпсометричних рівнів) відображають основні етапи ландшафтогенезу, які пов'язані з особливостями геологічної будови (рис. 4.40), геофізичних полів (рис. 4.41), небезпечних екзо- та ендодинамічних процесів (рис. 4.42 – 4.44), пенепленізацією, льодовиковою екзарациєю і акумуляцією, денудацією, ерозійно-денудаційною і акумулятивною діяльністю постійних водотоків.

*Сучасний стан ґрунтового покриву.* Ґрунти – це природні утворення, які характеризуються родючістю – здатністю забезпечувати рослини речовинами, необхідними для їх життєдіяльності, а також накопиченими водою і повітрям. Ґрунти мають для нас величезне значення не лише тому, що є головним джерелом одержання продуктів харчування, вони відіграють активну роль в очищенні природних і стічних вод, які через них фільтруються, ґрунтово-рослинний покрив поглинає, утримує і перерозподіляє величезну кількість забруднень. На сьогодні ґрунти в результаті хижацького землекористування, нерозумна аграрна політика та використання земель під різні види будівництва, кар'єри, полігони свідчать про те, що земельні ресурси знаходяться в стані виснаження, вичерпання. Тому охорона і раціональне використання землі – одна з найактуальніших проблем.

З метою оцінки сучасного стану ґрунтів (рис. 4.45) нами у липні – серпні 2007 р. були відібрані проби ґрунтів на 160 ландшафтно-геохімічних полігонах. Атомноадсорбційний спектрофотометричний аналіз проб на вміст As, Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni показав, що регіональний геохімічний фон лише у 1,5-2 рази перевищує



М 1 : 150 000

Рис. 4.39. Фізико-географічна карта Верховинського району. Орогідрографія.

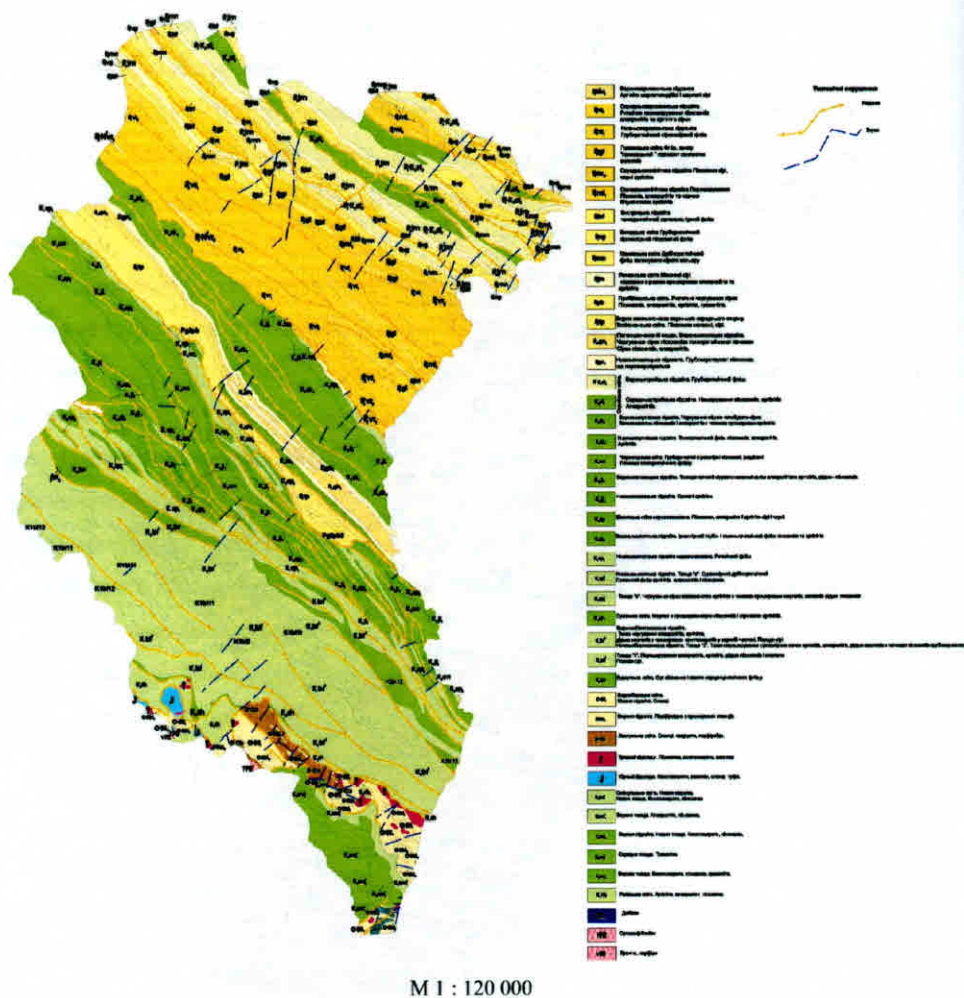


Рис. 4.40. Геологічна карта Верховинського району (за даними ДГП «Західукргеологія», 1996)

значення кларків цих елементів. Вище фону виявлено лише незначну кількість аномальних ділянок, де в окремих точках досягнуті гранично допустимі концентрації (ГДК). Це – смт. Верховина, околиці сіл Криворівня, Ільці, Голошина,

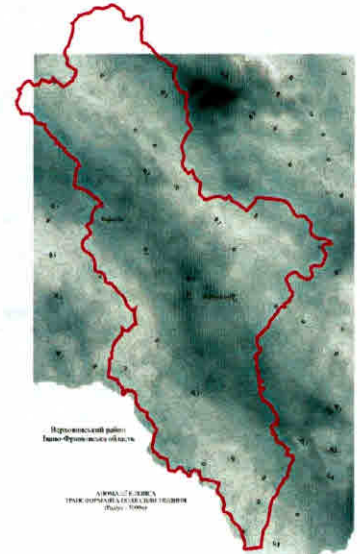
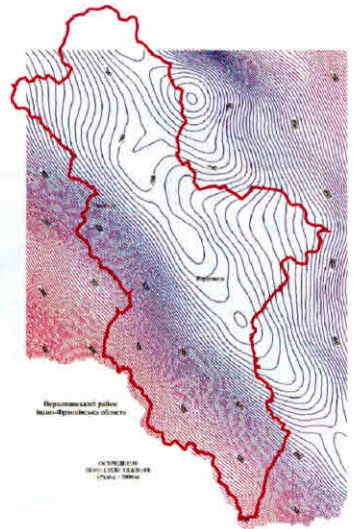
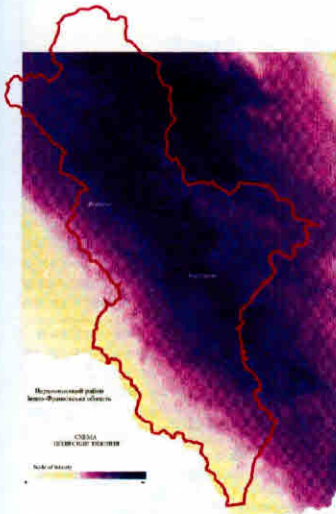


Рис. 4.41. Дослідження геофізфери Верховинського району



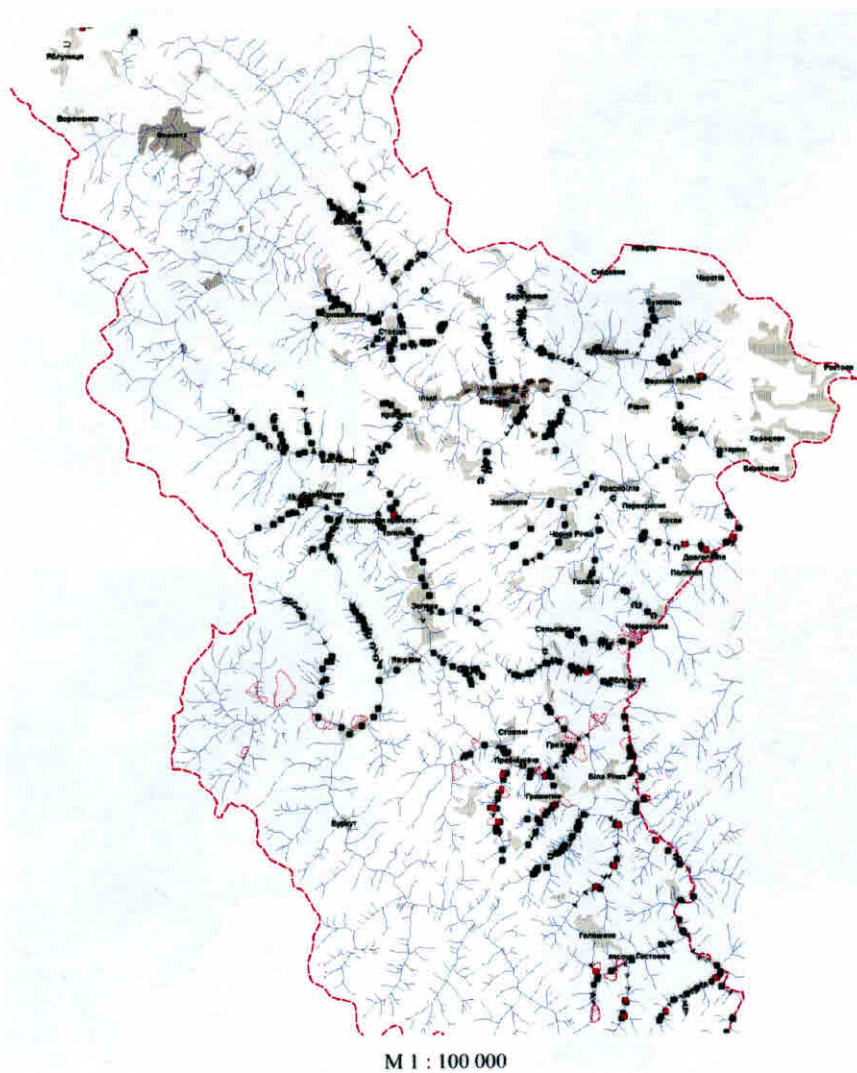


Рис. 4.42. Карта небезпечних екзогенних процесів

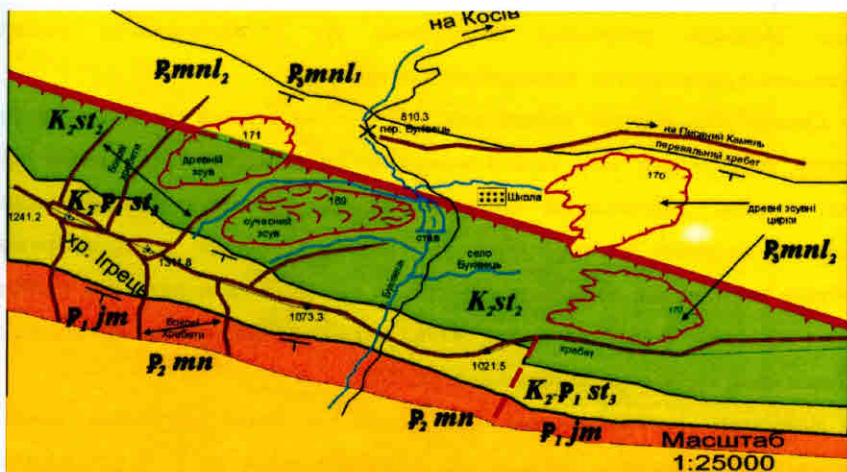


Рис. 4.43. Геолого-геоморфологічна ситуація активізації 24 листопада 2002 р. сучасного зсуву (169) на місці древнього зсувонебезпечного схилу у с. Буківець Верховинського району

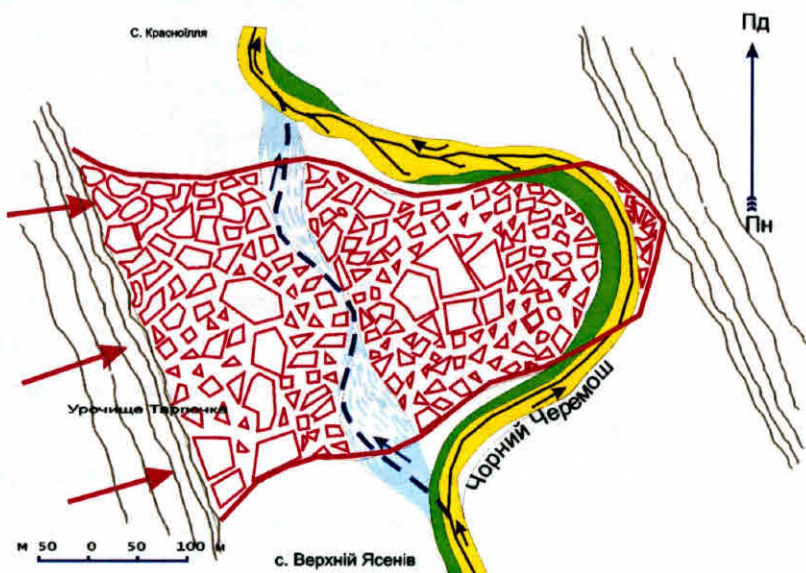


Рис. 4.44. Гігантський зсув-обвал в долині р.Чорний Черемош між сс.В.Ясенів та Краснолілля (О.М. Адаменко, М.М. Ілійчук, 2002 р.)

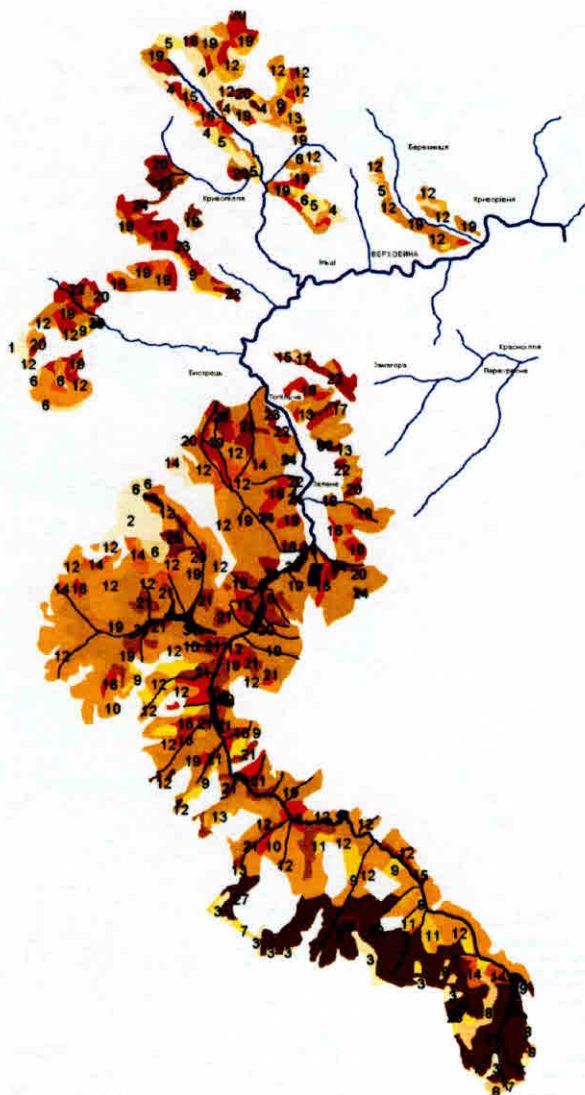
Зелена. Можливо джерелами забруднення тут є підприємства житлово-комунального господарства, лісопереробки та ін.

*Сучасні ріки Карпат* почали своє формування з кінця міоцену – початку пліоцену, тобто з того часу, коли з морських глибин океану Тетис почали рости гірські хребти. Нерівномірні підняття окремих тектонічних скиб-складок, обмежених насувами і розділяючих їх западин, приводило до неодноразових перебудов гідромережі, перехватів рік одна за одною, виникненням між хребтами озерних котловин, формуванням так званих антецедентних, ущелистих долин, що іноді прорізали хребет гірського пасма тощо [6].

Найбільша і головна ріка Гуцульщини – Ясиня-Черемоська давня – сформувалася в пліоцені, тобто кілька мільйонів років тому. Її розташування обмежувалось тодішніми хребтами, які не дуже за своїм простяганням співпадали з сучасними. Тому пліоценова долина тої могутньої ріки зовсім не співпадала з сучасною гідромережею. Окремі ділянки давньої долини нині використовуються сучасними ріками Чорною Тисою в районі с. Ясиня Рахівського району, Прутом у селищі Ворохта, лівими і правими притоками Чорного Черемоша на його меридіональному відтинку вище селища Верховина. Далі ця давня долина прослідковується в басейні ріки Білий Черемош і через район Путили вона простягається на південний захід до кордону з Румунією.

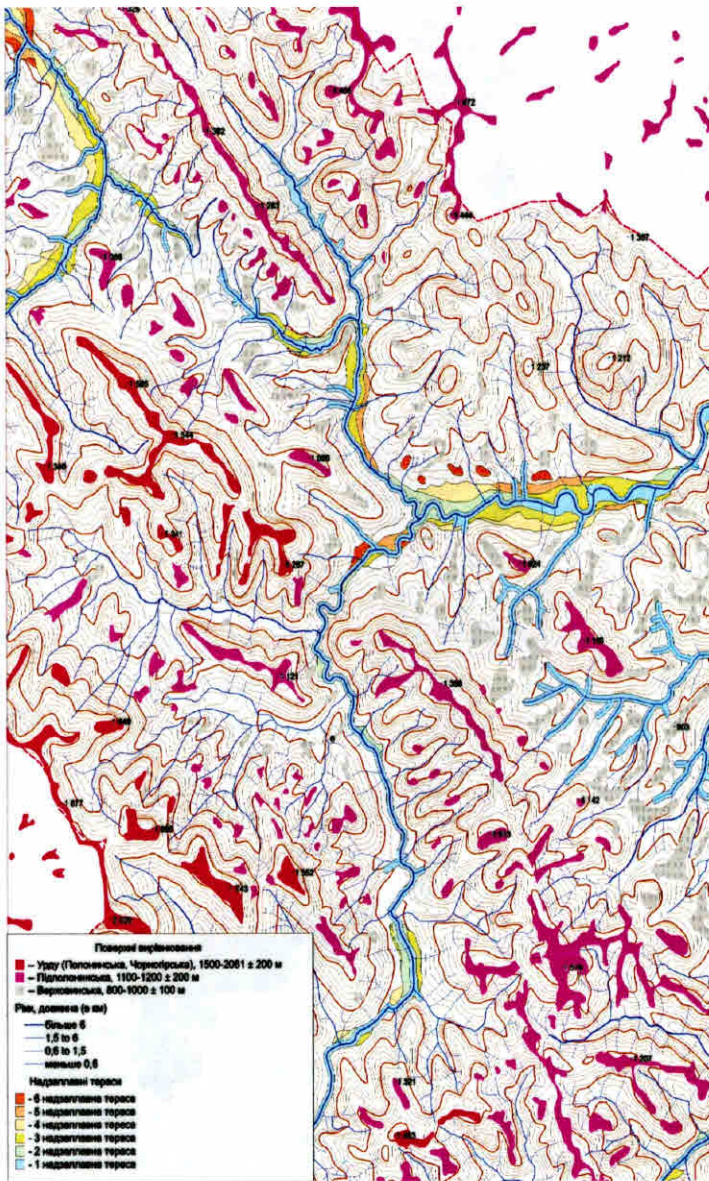
Про наявність Ясиня-Черемоської давньої долини писали багато дослідників: П.М. Цись (1963), І.Д. Гофштейн (1964), Р.О. Сливка [288], Я.С. Кравчук [168], М.О. Куниця, К.І. Геренчук, М.С. Кожуріна, Г.І. Раскатов та ін., але закартовані її релікти були зображені на геоморфологічній карті лише після наших досліджень за проектом TACIS (рис. 4.46).

*Сучасний стан гідросфери. Поверхневі, ґрунтові та підземні води. Поверхневі води* (рис. 4.49). Водні ресурси на території Верховинського району формують і регулюють переважно ріки, загальна кількість яких становить 1 239. Переважають малі річки. Великих рік всього дві – Білий та Чорний Черемош. Загальний об'єм місцевого стоку в середній за водністю рік становить 0,65 куб. км, а в маловодні знижується до 0, 28 куб. км. Крім річок і потоків, на території Верховинщини



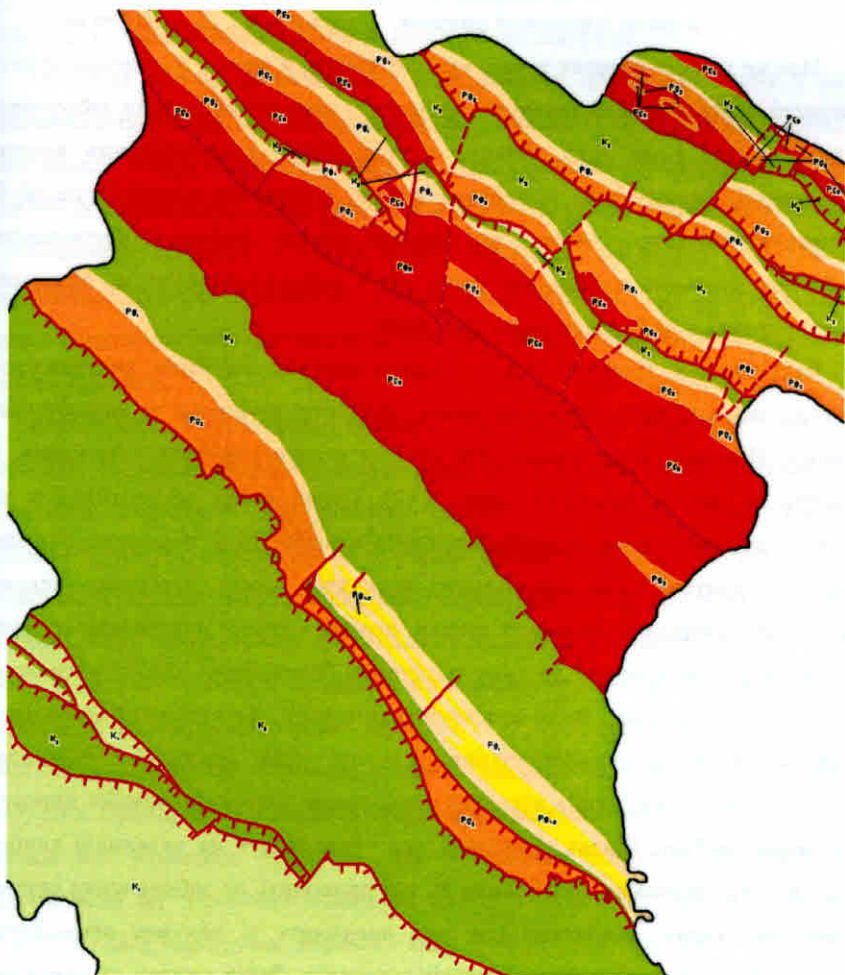
М 1 : 250 000

Рис. 4.45. Карто-схема ґрунтів. Автор М.М.Приходько (молодший) (2003)



М 1 : 50 000

Рис. 4.46. Геоморфологічна карта Верховинського району



М 1 : 150 000



Рис. 4.47. Гідрогеологічна карта Верховинського району

знаходиться декілька озер льодовикового і штучного походження, які займають незначну площу, а також мінеральні джерела – „Чорногірка”, „Буркут” та ін.

Майже на всіх берегах річок, які протікають в межах населених пунктів, розміщені неорганізовані звалища для сміття, що призводить до забруднення природних вод. Крім того, різними організаціями і громадянами ведеться безсистемний самовільний видобуток гравію і гравійно-піщаної суміші без врахування існуючих вимог, що завдає шкоди рибному господарству, призводить до зміни параметрів русел рік і руйнування берегів, пониження рівня ґрунтових вод і пересихання колодязів.

Підземні та ґрунтові води. Гідрогеологічна ситуація досліджуваної території визначається, головним чином, його структурними та кліматичними умовами. Підземні води приурочені до всіх стратиграфічних горизонтів, що виходять на денну поверхню (рис. 4.47). Серед порід четвертинного віку присутні відклади двох генетичних груп: алювіальні і комплекс схилових утворень. Ґрунтові води алювіальних відкладів мають порівняно невеликі площі розповсюдження (в межах заплав, першої і другої надзаплавних терас). Ґрунтові води відносяться до типу пластових безнапірних. Дебіт коливається від 0,9 до 2,0 м<sup>3</sup>/год. Води слабомінералізовані. Алювіальний горизонт є основним джерелом водопостачання. Ґрунтові води, пов'язані з відкладами схилового комплексу, мають характер верховодки. Водовміщуючими породами є суглинки, шебінь. Рівень ґрунтових вод знаходиться на невеликій глибині, часто спостерігається виклинювання їх, що приводить до заболочення окремих ділянок на схилах. Живлення цих вод проходить за рахунок атмосферних опадів та притоку води з більш древніх відкладів. Дебіт джерел не перевищує 0,005 л/с. До осені багато з них пересихає.

Для збереження різноманітності ландшафтів, багатого генофонду рослинного і тваринного світу, підтримання сприятливого екологічного балансу, проведення наукових досліджень, в тому числі і здійснення моніторингу в Івано-Франківський області і Верховинському районі зокрема, створена мережа природно-заповідних територій та об'єктів, формування якої почалось ще на початку ХХ століття. На

території Верховинського району нараховується 20 об'єктів природно-заповідного фонду, з них: 2 загальнодержавного та 18 місцевого значення.

Південна частина *Карпатського національного природного парку* в межах Верховинського району має площу 12 398 га, з них 6 941 га вкрита лісом, 5 457 га інших земель. Сюди входять Бистрицьке, Черногірське, Високогірне лісництва та землі інших користувачів. Саме тут на території району гори стають вищими, вінчає їх оспіваний у легендах та піснях масив Чорногора, на якій з гори Піп Іван відкривається чудовий краєвид на долину ріки Черемош. Тут височить кам'яна споруда високогірної метеоролого-астрономічної обсерваторії, місце сприятливе для розвитку туризму.

Рекреаційна і естетична цінність досліджуваної території формується величністю та красою навколишньої природи. Природні умови Верховинщини надзвичайно сприятливі для розвитку туризму і рекреації. Багата самобутня гуцульська культура, народні звичаї та обряди привертають увагу багатьох туристів. Все більшого розвитку набуває сільський зелений туризм. Карпати прекрасні в будь-яку пору року. Взимку сюди приїжджають тисячі прихильників гірськолижного спорту, а влітку – любителі активного відпочинку – пішохідного та велотуризму, рафтингу та сходжень на гірські вершини. Тут пролягає багато різноманітних туристичних маршрутів: гірських, водних, пішохідних, кінних, велосипедних, автобусних. Прихід весни в Карпати супроводжується масовими походами туристів-водників по Черемошу, тому що ріка повноводна тільки у цю пору року. Подорожувати по Черемошу можна на плотах і байдарках, надувних човнах і понтонах по двох маршрутах: перший – від с. Буркут до с. Устеріки (59 км), другий – від присілка Марієно до с. Устеріки (40 км). Цікавими є і гірські маршрути на вершини гір Піп Іван, Говерла, по хребтах, які є кордоном Верховинського району із Закарпаттям, до льодовикових озер Марічейка та Несамовите, які є рідкісним феноменом в гірській місцевості. В районі Буковецького та Кривопільського перевалів є прекрасні місця для польотів на дельтапланах та парaplанах. Взимку туристи мають можливість покататися на гірських лижах у Верховині та Ільцях.



Природа Верховинщини є надзвичайно сприятливою не тільки для повноцінного відпочинку, але й для лікування. Тут нараховується понад 100 джерел мінеральних вод усіх типів. Лише в с. Буркут та селищі Верховина знаходяться 10 досліджених джерел мінеральної води. Добовий дебіт води у двох свердловинах селища Верховина становить 796 м<sup>3</sup> на добу. Температура води в джерелах коливається від 7,3°C до 25°C, а мінералізація джерела "Альбин" в с. Буркут становить 3,6 г на 1 літр води.

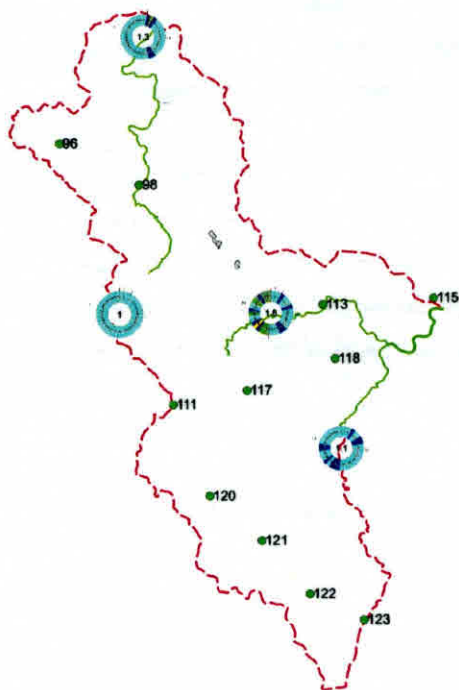
Верховинський край приваблює туристів своєю неповторною мальовничістю. На південному заході видно масив Чорногору, справа – вкритий лісом хребет Кострича, лівіше – вершини хребта Кринта, з півдня горизонт закриває вершина Магура, близько від центру селища, за рікою – невелика вкрита лісом гора Клифа, яка має форму кургану. Південно – західні схили Кринти займає полонина, звідси видніються величні масиви Чорногори, розвалини будівлі обсерваторії. Правіше – подібний на піраміду Смотров (1 901 м), далі йдуть вершини Мунчел (1 999 м), Гутин-Томнатик (2 016 м), скелясті Шпиці (2 035 м). Далі видніються Туркул (1 932 м), Брескул (1 910 м), справа Говерла (2 061 м) - найвища вершина Українських Карпат. На південь видно Гринявські і Чивчинські гори з полонинами. Внизу – долина Чорного Черемоша і села з присілками Бистрець, Дземброня. Там починається Чорногірський масив Карпатського біосферного заповідника. По схилах Кринти до Чорного Черемоша спускаються шумні гірські потоки.

*Сучасний стан довкілля та сучасна ситуація.* В межах Верховинського району зараз нараховується біля 30 підприємств, які мають зареєстровані джерела викидів. Низька відвідуваність цієї території обумовлюється поганим станом доріг. Все це свідчить про сприятливий стан та екологічну чистоту території.

Об'єми викидів в атмосферу на території Верховинського району за останні роки коливаються в межах від 26 до 52 тонн (в середньому – біля 40), що є дуже незначною кількістю для такого великого району. Серед інгредієнтів викидів в атмосферу переважає діоксид сірки, а на другому місці – тверді речовини. На цій території було відмічено забруднення природних геосистем радіоактивними викидами від аварії на Чорнобильській АЕС. Станом на середину 90-х років були

окремі плями забруднення більше 1 Кі/км<sup>2</sup>, але в 2007 р. таких перевищень вже не встановлено.

Об'єми скиду зворотних вод у водні об'єкти Верховинського району також незначні – згідно даних статистичної звітності в середньому скинуто протягом 2004-2007 рр. у поверхневій воді 13 тис. м<sup>3</sup>/рік стоків. Ці стоки зареєстровані тільки в селищі Верховина (рис. 4.48). Кількість відходів, яка утворюється на підприємствах Верховинського району, в 2004 і 2005 роках була стабільною – 2 705 тонн/рік, а в 2006 році її значення зменшилося майже в 3 рази – до 812,5 тонн. Серед відходів переважають кускові відходи деревини (65%). Тирси утворюється значно менше (35%). Відходи зареєстровані в 3 населених пунктах району.



M 1 : 150 000

Рис. 4.48. Карта екологічного стану поверхневих вод

*Оцінка сучасної ситуації у високогірній зоні Карпат виконана нами на ландшафтній основі (рис. 4.49). На карті відображені основні напрямки переносу компонентів переважаючими вітрами – *атмосферні потоки*; напрямки перенесення забруднювальних речовин поверхневими водами – *гідроміграційні потоки* (і перші і другі є новими геоскотипами, які винесені нами на Карту ландшафтно-геохімічного (геоекологічного) районування Карпатського регіону і Поділля – розд. 6); *трансгоскордонне забруднення* на пенепленізованих і денудаційних вершинних поверхнях хребтів та ін. Ці елементи сучасної ситуації використані нами для складання карти ландшафтно-геохімічного районування та розробки класифікації *регіональних і локальних структур* (рис.4.49).*

*Ландшафтно-геохімічні дослідження території локального рівня у масштабі 1:50 000 з метою оцінки сучасної ситуації для ландшафтно-геохімічного районування виконані за розробленою методикою [234] на територіях: Богородчанського району (рис. 4.50) і на суміжних територіях Тернопільської, Івано-Франківської та Закарпатської областей, Д.О. Зоріним [138, 142] у Дністровському каньйоні (рис. 4.51, 6.30), В.М. Триснюком [306] у Гусятинському і Л.Я. Вітко [23] у Борщівському та Чортківському (рис. 4.52, 4.53), а І.В. Триснюком у Кременецькому та Шумському районах Тернопільської області. Результати цих робіт враховані нами в процесі досліджень та підготовки монографії.*

## Ландшафтні місцевості

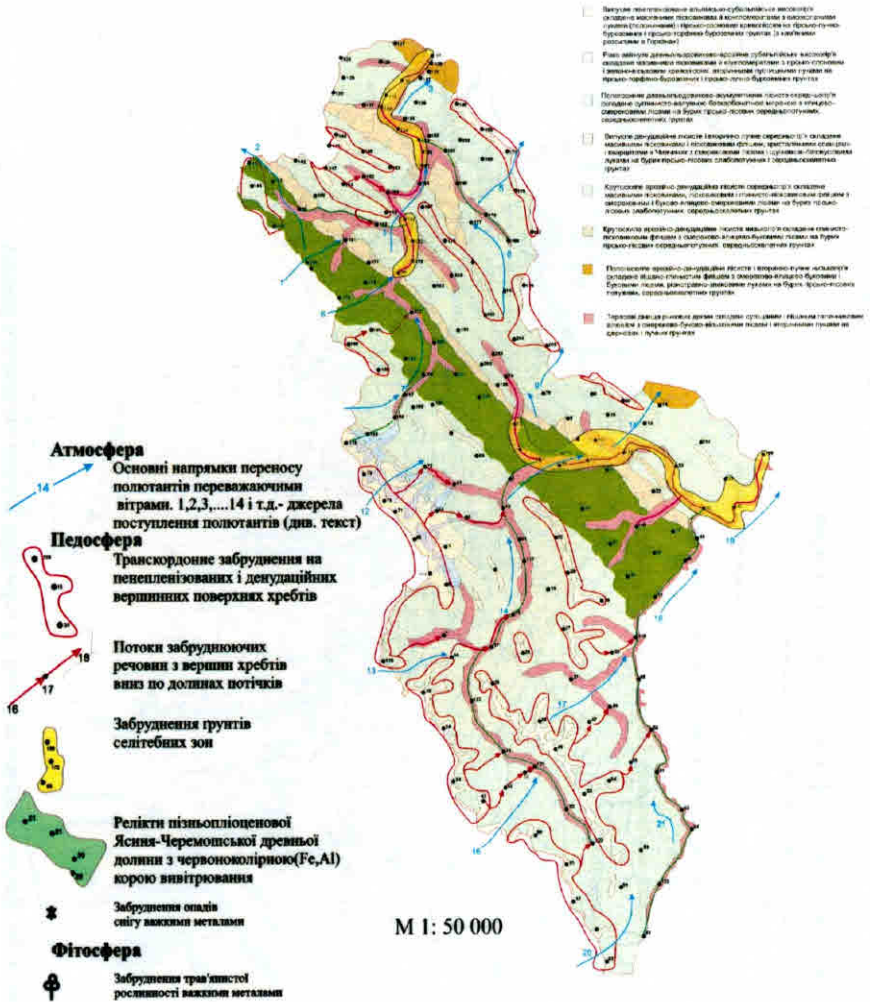


Рис. 4.49. Карта сучасної ситуації на території Верховинського району та Карпатського національного парку з виділенням ландшафтно-геохімічних структур

### Геоекологічні політони - точки відбору проб

- 0151 Геоекологічні політони Богородчанської районної системи екологічного моніторингу
- 136 Геоекологічні політони екологічного моніторингу Богородчанського газотранспортного вузла
- ▲66 Геоекологічні політони Івано-Франківської обласної системи екологічного моніторингу

IX- XII Профілі екологічного моніторингу Богородчанського району

IX- XII Магістральні газопроводи

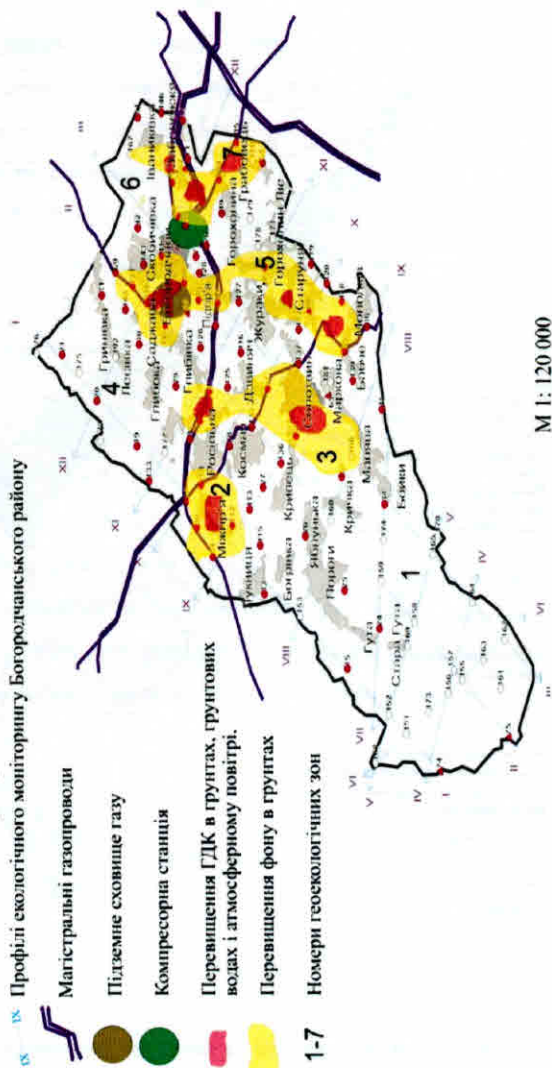
● Підземне сховище газу

● Компресорна станція

1-7 Перевищення ГДК в ґрунтах, ґрунтових водах і атмосферному повітрі.

1-7 Перевищення фону в ґрунтах

1-7 Номери геоекологічних зон



M 1: 120 000

Рис. 4.50. Карта сучасної ситуації на території Богородчанського району

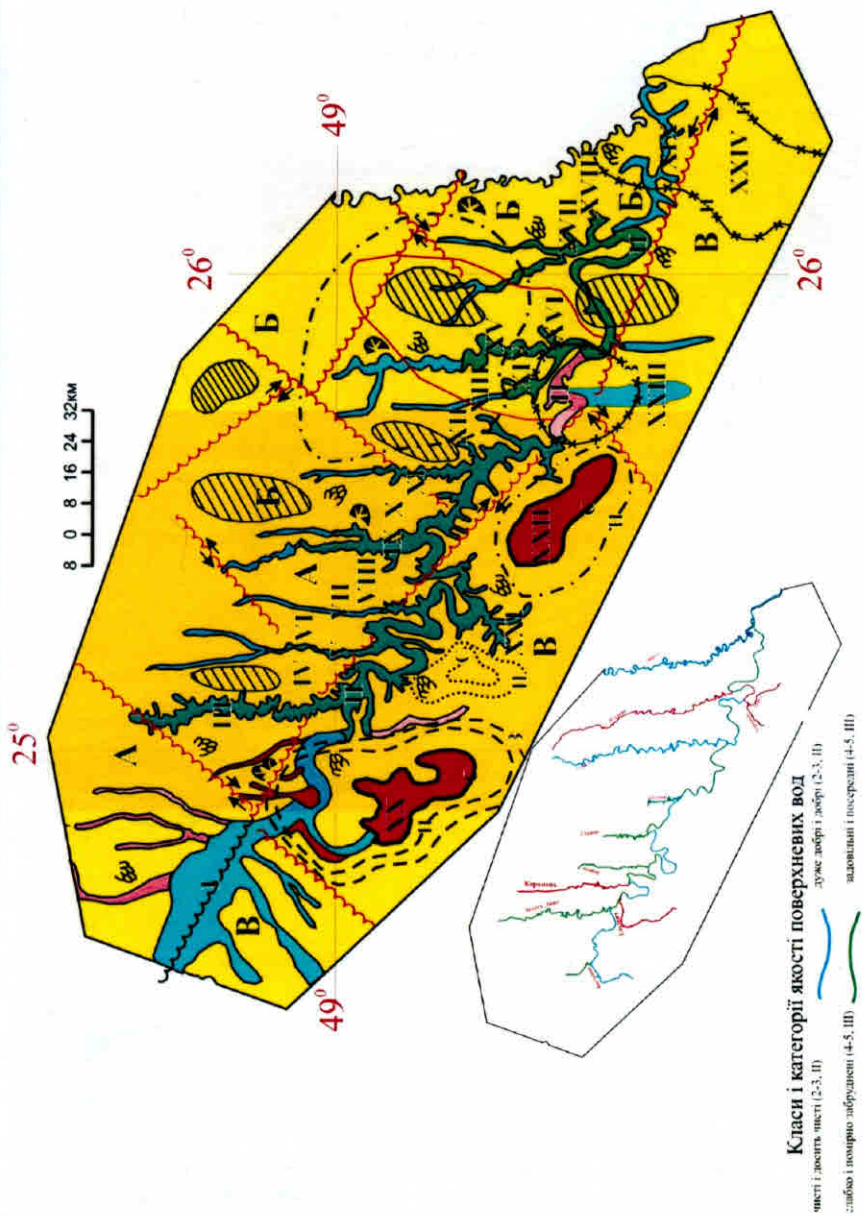


Рис.4.51. Карта сучасного стану та сучасної ситуації Дністровського каньйону [138,142]

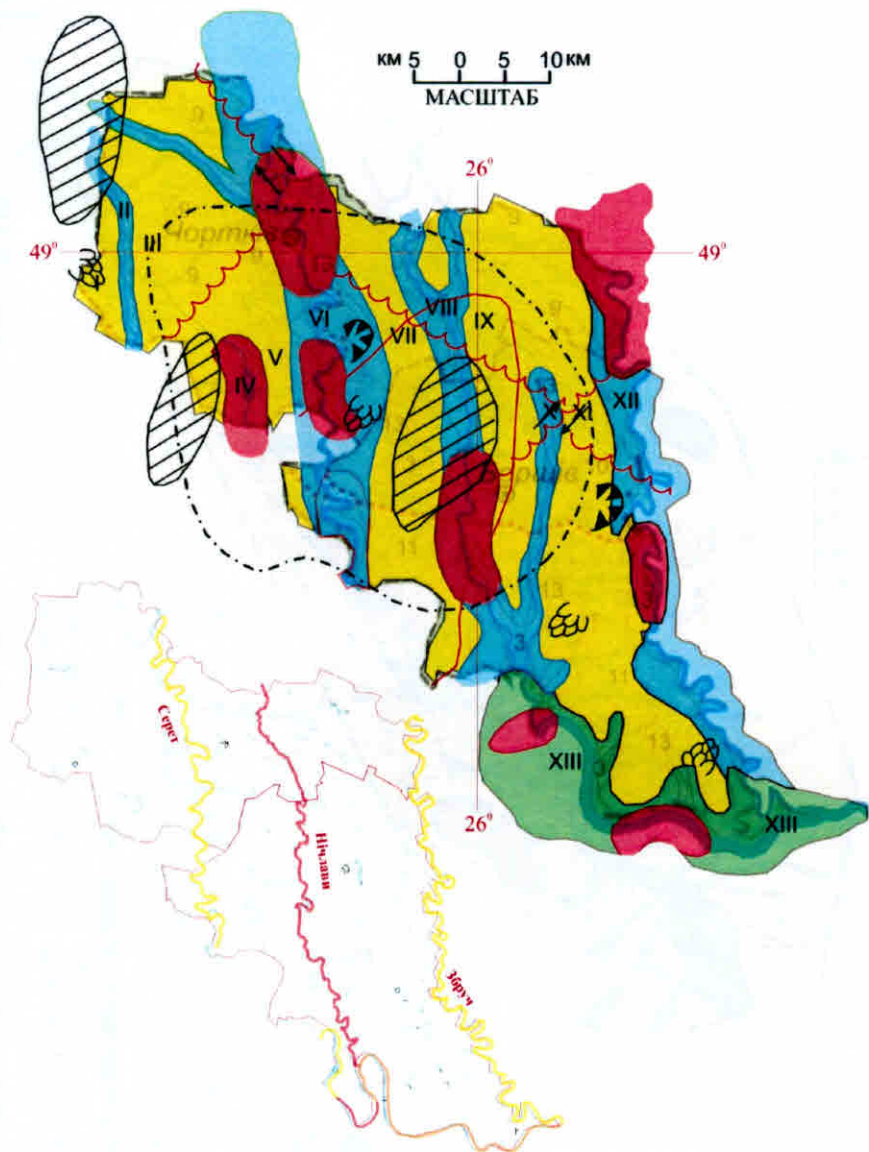
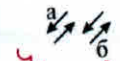






Рис. 4.52. Карта сучасного стану та сучасної ситуації Чортківського і Борщівського районів Тернопільської області [23]


## Умовні позначення до рис.4.52

### Екологічний стан основних геокомпонентів довкілля

#### Геологічне середовище

-  Сучасні активні геодинамічні зони стиснення (а) і розтягнення (б) земної кори, локальні здвиги та інші прояви неотектоніки
-  Глибинні розломи докембрійського фундаменту – зони сучасної тектонічної активності, виявлені геофізичними методами
-  Брахіантіклинальні структури в палеозойському чохлі (перспективні на нафту і газ), що проявляють сучасну тектонічну активність (за даними ДЗЗ)
-  Порухення геологічного середовища природними карстовими процесами – площі розповсюдження печер та поверхневих карстових форм
-  Порухення геологічного середовища техногенними процесами – кар'єрами з видобутку корисних копалин

#### Геоморфосфера

-  Порухення рельєфу природними процесами – зсувами та іншими екзогеодинамічними явищами (селями, обвалами, осипищами, суфозією, ерозією та ін.)

 Cs – Ареал радіаційного забруднення ґрунтів (1-2 ку/км<sup>2</sup>)

#### Класи і категорії вод за станом їх чистоти (забрудненості)

чисті і досить чисті (2-3, II)

слабко і помірно забруднені (4-5, III)

брудні (6, IV)

#### Класи і категорії вод за їх станом

дуже добрі і добрі (2-3, II)

задовільні і посередні (4-5, III)

погані (6, IV)

#### Екологічний стан геоекологічних (еколого-ландшафтних) зон та смуг

-  сприятливий
-  нормальний
-  задовільний
-  напружений

I, II, III...XIII – Геоекологічні смуги

 Границі ландшафтів

3, 9, 10, 11, 13 – Ландшафтні місцевості



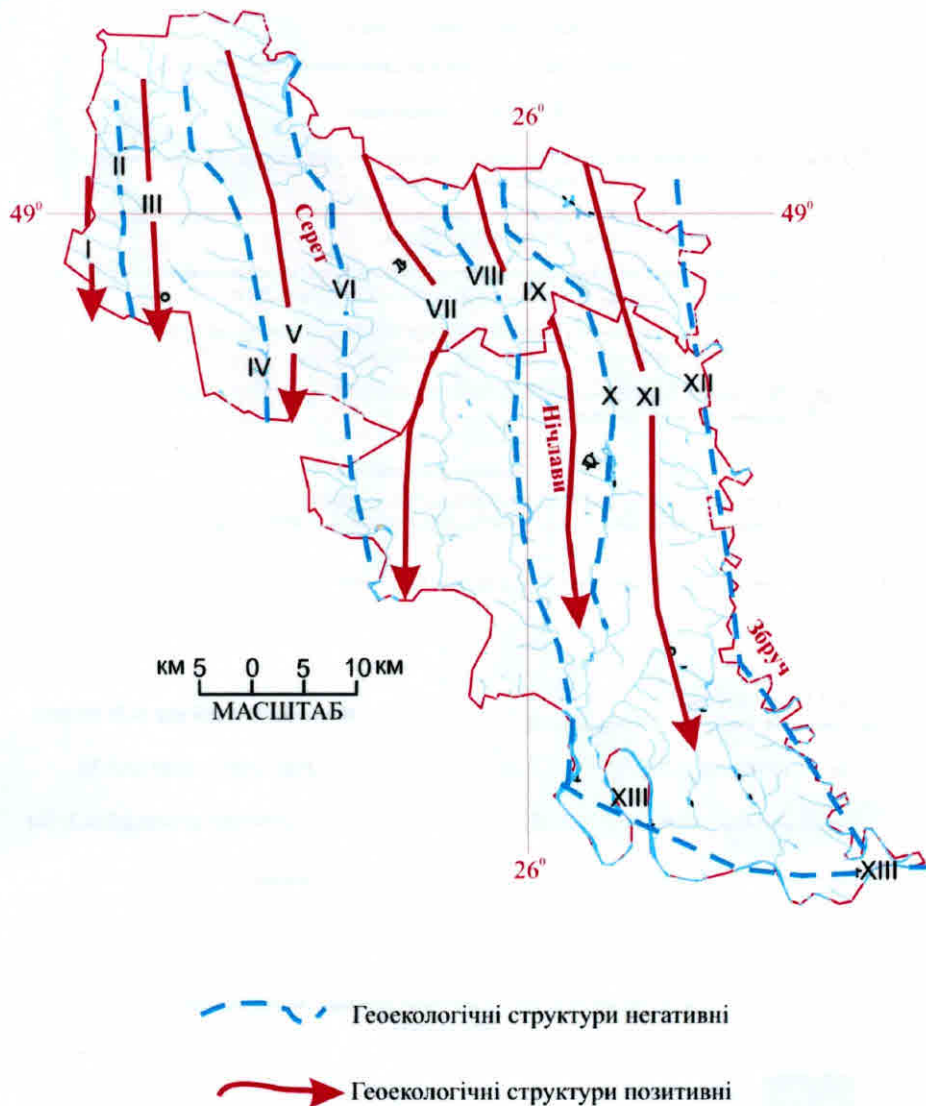


Рис. 4.53. Геоєкологічні структури Чортківського і Борщівського районів Тернопільської області [23]

## Висновки до розділу 4:

1. До локальних структур віднесені ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) зони і смуги, що відповідають ландшафтам і місцевостям. Техногенне забруднення в їх межах локалізується, як правило, по всій площі зони або смуги, за виключенням окремих випадків. Найбільш забрудненими виявляються смуги, що відповідають пониженим формам рельєфу – місцевостям заплав і низьких надзаплавних терас, куди виносяться і депонуються поллютанти. Це – ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) смуги концентрації. На підвищених формах рельєфу – місцевостях межиріччя і високих надзаплавних терас – формуються ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) смуги розсіювання.

2. В межах Прут-Дністровського межиріччя ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) зони і смуги орієнтовані в північно-західному – південно-східному напрямку, тобто співпадають з основним азимутом рози вітрів. Тому забруднювачі, як регіональні – від Бурштинської ТЕС – так і локальні – від місцевих джерел, ускладнюють ландшафтно-геохімічну структуру межиріччя, але не відхиляються істотно від ландшафтно-геохімічної структури. Лише радіаційний слід від Чорнобильської катастрофи має південно-західний напрямок і тому радіаційні плями у вигляді вузлів, еліпсів, ядер та окремих вогнищ-джерел „лягли” на вже сформовані ландшафтно-геохімічні зони і смуги під прямим кутом, порушивши загальну ландшафтно-геохімічну структуру.

3. При наявності такого потужного джерела, як Бурштинська ТЕС, ландшафтно-геохімічні смуги можуть не співпадати з ландшафтними місцевостями, тому що останні не спроможні „переробляти” велику кількість забруднень. Тому на карті Галицького району контури смуг мають складну „амебоподібну” форму: „щупальці” витягуються по радіусах від Бурштинської ТЕС, частково за межі ландшафтних місцевостей. Такі особливості розповсюдження структур необхідно враховувати при ландшафтно-геохімічному картуванні техногенно перевантажених територій.

4. На локальному ієрархічному рівні вдалося виявити ландшафтно-геохімічні бар'єри механічного (орографічного та радіаційного), фізико-хімічного та біогеохімічного типів, а також лінійні ландшафтно-геохімічні структури – атмо- і гідроміграційні потоки.

**РОЗДІЛ 5**  
**ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ**  
**ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОЇ ОЦІНКИ ТА РАЙОНУВАННЯ**  
**ТЕРИТОРІЙ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ**

Регіональний рівень ієрархічної системи територіальної екологічної (природно-техногенної) безпеки (рис. 1.14) представлений адміністративними областями – Івано-Франківською, Львівською, Закарпатською і Тернопільською у масштабі 1:200 000 і Карпатським регіоном в цілому у масштабі 1:500 000. Для побудови ГІС КСЕБ та ландшафтно-геохімічного (геоекологічного) районування геосистем регіонального рівня використані різномасштабні карти із атласів, публікацій геологів, геоморфологів, екологів, а також результати власних досліджень [10, 36, 37, 59, 60, 64, 65, 68, 69, 87, 98, 101, 102, 117, 126, 135, 163, 170-175, 203-238].

**5.1. Ландшафтно-геохімічні структури Івано-Франківської області**

Для кожної з областей Карпатського регіону нами разом з О.М. Адаменком, М.М. Приходьком і Д.О. Зоріним розроблені комп'ютеризовані системи територіальної безпеки. Розглянемо їх на прикладі Івано-Франківської області. Основна ідея роботи полягала в оцінці антропогенного впливу на природне середовище для обґрунтування ландшафтно-геохімічних засад раціонального природокористування в Івано-Франківській області [258, 259].

*Природокористування* – це раціональне використання природи (природного середовища) у всіх її проявах для задоволення економічних, екологічних, культурно-оздоровчих та інших потреб суспільства; раціональне більше з економічних ніж з екологічних точок зору, тобто без обмежень і можливостей самовідновлення. *Ресурсокористування* – це раціональне використання природних ресурсів (мінеральних, водних, кліматичних, земельних, рослинних, фауністичних, рекреаційних) з обмеженнями для можливості їх природного відновлення.

*Раціональне використання природних ресурсів* – це більше економічна категорія, ніж природознавча або екологічна, тому що раціональне – значить економічно доцільне, комплексне використання без втрати ресурсів.

Отже, найбільш сучасним терміном є *збалансоване ресурсокористування*, тобто таке використання природних ресурсів, яке передбачає не порушення балансу між використанням і можливостями природного самовідновлення ресурсів з метою забезпечення ними багатьох наступних поколінь, аж поки не будуть знайдені альтернативні замінники.

Дослідники акцентують увагу на тому, що взаємодія людини і природи має одновекторну спрямованість за принципом антропоцентричного гуманізму. Наслідком цього є поступове вичерпання природних ресурсів, руйнування природних ландшафтів і порушення екологічної рівноваги. Стратегічним напрямком розв'язання проблеми дотримання балансу між ресурсоенергопотребами суспільства і можливостями природи є раціоналізація природокористування. Розробці конструктивно-географічного напрямку і геоекологічних засад раціонального природокористування, формуванню основних концепцій і теорій ефективного освоєння природних ресурсів та оптимізації ландшафтів присвячені дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. Відмічається, що раціональне природокористування передбачає застосування ландшафтного і водозбірного підходів та оптимізації ландшафтів.

Обсяги використання того чи іншого ресурсу повинні відповідати природно-ресурсному потенціалу ландшафту. При відсутності такої відповідності в ландшафтах порушується динамічна рівновага і виникають несприятливі екологічні ситуації. Цим обумовлюється необхідність пошуку способів ведення господарської діяльності та управління природними ресурсами, які б забезпечували послаблення або уникнення таких ситуацій.

Концепція водозбору дає можливість узгодити заходи щодо оптимізації ландшафтів і використання природних ресурсів з особливостями водозбірних територій, починаючи з найменших (елементарних) водозборів. Водозбір річки, а у його межах ландшафтні системи виступають господарською просторовою одиницею

з визначеними межами, комплексом геоморфологічних, ґрунтових, кліматичних умов і природних ресурсів, що дозволяє обґрунтувати пріоритетні напрями, інтенсивність та структуру виробничо-господарської діяльності [261, 262].

Загалом аналіз літератури свідчить, що створення умов для зменшення негативного впливу господарської діяльності на природне середовище повинно реалізуватися через формування стійких ландшафтних систем за принципом відновлення природних ландшафтів шляхом ренатуралізації біогеоценотичного покриву, оптимізації ландшафтів та ефективного управління природними ресурсами. На регіональному рівні ці питання опрацьовані недостатньо. У зв'язку з цим, такі дослідження потребують подальшого розвитку, у тому числі і на території Івано-Франківської області, що і підтверджує своїми роботами М.М.Приходько та М.М. Приходько-молодший [261, 262]. Вони обґрунтували методологію досліджень, яка базується на системному аналізі будови природних, антропогенних і техногенних систем, кожен з елементів яких розглядається у взаємозв'язку з іншими. Основними методичними підходами були конструктивно-географічний і геоекологічний. На кожному етапі досліджень використано методи польових робіт, статистичний, порівняльно-аналітичний, систематизації та картографічний із застосуванням комп'ютерних програм MapInfo та Surfer.

*Оцінка антропогенного впливу на природне середовище дана М.М. Приходько-молодшим 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. м<sup>3</sup>); 8) коефіцієнти перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) елементів у компонентах ландшафту (вода, ґрунт) – відношення концентрації елемента у воді (ґрунті) до величини його ГДК.

Дослідження забруднення компонентів ландшафтів проведені шляхом аналізів 126 проб ґрунтів (рис. 1. 6), такої ж кількості проб ґрунтових вод та атмосферного повітря, які відбирались на ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) полігонах, рівномірно розміщених на території області. Проби поверхневих вод (119 проб) відбирались у період літньої межени на гідрохімічних створах відповідно до вимог ДСТУ-2001. Аналіз зразків ґрунту проводився рентгенофлюоресцентним методом. Проби вод аналізувались згідно загальноприйнятих методик в лабораторії державного управління екології та природних ресурсів в Івано-Франківській області, а атмосферне повітря – в ІФНТУНГ [261, 262].

*Природні умови, природні ресурси і ландшафти Івано-Франківської області* (площа 13,93 тис. км<sup>2</sup>, 2,4 % території України) – унікальні у біогеографічному відношенні (рис. 5.1).

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.

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 %),

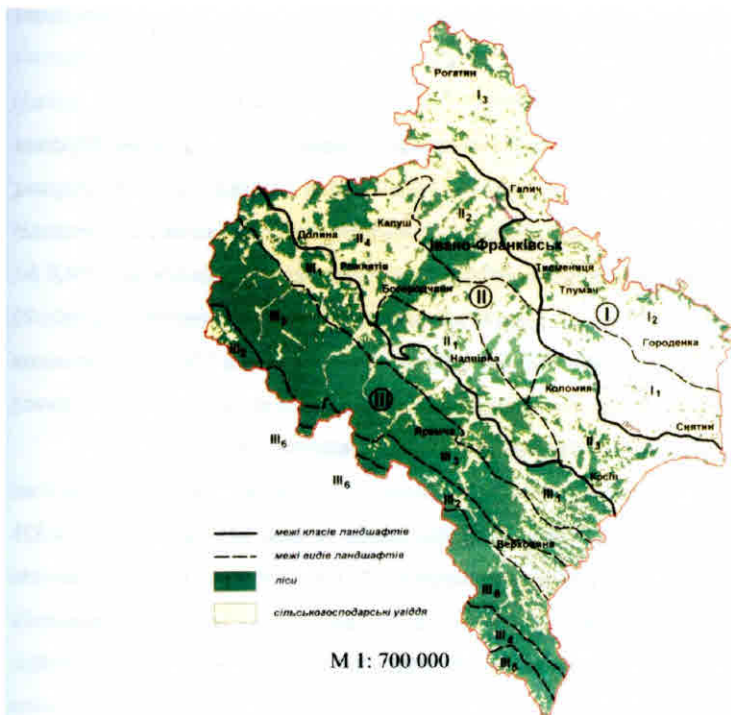


Рис. 5.1. Ландшафти Івано–Франківської області  
(Міллер, Петлін, Мельник, 2002)

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 0,26 га 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.

*Водні ресурси* представлені *поверхневими і підземними водами*. На території області формується 4,5 км<sup>3</sup> річкового стоку (8,6 % стоку річок України). За загальними об'ємами річкового стоку (8,69 км<sup>3</sup>) та об'ємом води на одну людину (6,1 тис. м<sup>3</sup>) 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<sup>3</sup> на добу (92,5 млн. м<sup>3</sup> в рік). За цим показником область займає 21 місце серед областей України.

*Лісові ресурси* оцінюються у 149,7 млн. м<sup>3</sup> деревини (8,8 % від запасу деревини у лісах України). Із загального річного приросту 4,4 м<sup>3</sup>/га вирубується 1,24 м<sup>3</sup>/га (28,2 % ростучого приросту). Від рубок головного користування заготовлюється 350 380 тис. м<sup>3</sup>, 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 [261, 262].

*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<sup>3</sup> (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*, що відрізняються між собою різноманіттям ландшафтотворчих компонентів і потенціалом стійкості. Ці відмінності зумовлюють необхідність різного за інтенсивністю і напрямом господарського використання ландшафтів.

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 екологічного стану* на природного середовища Івано-Франківської області проаналізовано чинники антропогенного впливу, дана оцінка освоєності та антропогенної трансформації ландшафтів. 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 % [261, 262].

Коефіцієнти антропогенної трансформації території 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 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 та сучасної ендеогединаміки в Івано-Франківській області (рис. 5.2), належать також велика кількість поселень і густота населення, викиди і скиди у навколишнє середовище забруднювальних речовин [261, 262].

Середня густота населення в області 100 осіб /км<sup>2</sup> (в Україні 80 осіб/км<sup>2</sup>). Найбільша густота населення (170–288 осіб / км<sup>2</sup>) 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<sup>2</sup>; демографічне навантаження – 0,0–1,2. Щільність поселень у рівнинних ландшафтах становить в середньому 0,085, передгірських – 0,066, гірських – 0,025 шт / км<sup>2</sup>, що у 2,5–8,5 рази більше, ніж в цілому по Україні (0,010 шт / км<sup>2</sup>).

У 2008 р. із стаціонарних джерел підприємствами області в атмосферу викинуто 181,1 тис. т, пересувними джерелами (240 тис. автомобілів) – 44,2 тис. т шкідливих речовин. У структурі викидів на SO<sub>2</sub> припадає 70–80 %, тверді викиди (вугільна зола, пил) – 10–20 %. За період 1981–2008 рр. в атмосферу викинуто понад 8,0 млн. т забруднювальних речовин. Щільність викидів на 1 км<sup>2</sup> в середньому по області становить 16,2 т (в Україні 6,8 т). За цим показником область займає 5 місце у державі. На одного жителя в середньому припадає 161,2 кг забруднювальних речовин. Основними забруднювачами атмосферного повітря є Бурштинська ТЕС, викиди якої у 2004 р. склали 153,4 тис. т, що становить 84,3 % від загальної кількості викидів стаціонарних джерел області, а також «Прикарпаттрансгаз» (12,5 тис. т), ПАТ «Івано-Франківськцемент» (1,7 тис. т), ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (0,8 тис. тонн).

В результаті проведених досліджень М.М. Приходько-молодшим [261] виявлені антропогенні аномалії з підвищеним вмістом (більше ГДК) у ґрунтах Со,

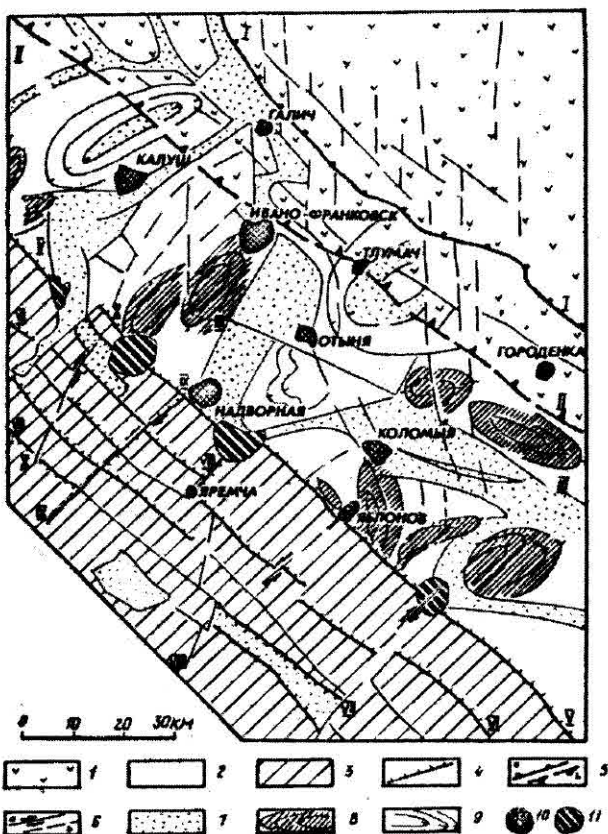


Рис. 5.2. Сучасна ендеогеодинаміка на території Івано-Франківської області (за даними Російського НДІ космоаерогеологічних методів)

Умовні позначення до рис. 5.2:

- 1 – стабільна платформа (Подільська височина),
- 2 – Передкарпатський прогин (передгірська височина),
- 3 – Карпатська гірсько-складчаста країна,
- 4 – головні глибинні розломи з максимальними амплітудами скидів у сучасному рельєфі,
- 5 – зони підвигу платформи (а – по краю прогину, б – під прогином),
- 6 – горизонтальні зміщення (а – повздовжні, б – поперечні),
- 7 – зони максимальних неотектонічних опускань (депресії),
- 8 – зони неотектонічних піднять (брахіантикліналі),
- 9 – синкліналі,
- 10 – населені пункти, 11 – найбільш сейсмонебезпечні ділянки.

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».

У водні об'єкти в 2008 р. скинуто 85,5 млн. м<sup>3</sup> 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.

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 «Магнісвий завод», ПАТ «Івано-Франківськцемент», ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» [261, 262].

Особливе значення для забезпечення стабільності ландшафтів має збереження і відновлення *біологічного і ландшафтного різноманіття* (від грец. *βίος* – життя, *різноманітність*, грец. *οἶκος* – оселя, середовище й *σβότημα* – утворення, складення) – різноманітність живих організмів з усіх джерел, яка містить, серед іншого, наземні, морські та інші водні екосистеми та екологічні комплекси, частиною яких вони є; це поняття включає різноманітність у межах одного виду, між видами й різноманітність екосистем [253]. З цією метою для території Івано-Франківської області розроблена структура регіональної екологічної мережі, основою (ядрами) якої є 457 природно-заповідних територій та об'єктів, загальною площею 189,3 тис. га, а також екологічні коридори, які розміщуються уздовж основних річок (Дністер, Прут, Свіча, Лімниця, Бистриця Солотвинська, Бистриця Надвірнянська, Рибниця, Черемош, Свірж і Гнила Липа).

Сучасні дослідження вчених надають деякі визначення біорізноманітності або різноманіття, що підтверджує важливість прикладних досліджень ландшафтів регіонального рівня. *Екосистемна біорізноманітність* – сукупність унікальних і типових лісових, лучних, болотних, степових, гірських, рівнинних, морських, річкових та інших угруповань. Кожна екосистема є неповторною і особливою навіть

за умови її типовості для району [311]. Щодо ПТС, то екосистемна біорізноманітність має дуальний зміст: як видова різноманітність біоугруповань і як різноманітність біосистем поєднаних із досліджуваною ПТС. У другому значенні вона стає різноманітністю біоландшафтною [255]. Існує ще декілька видів біорізноманітності, які надзвичайно часто використовуються в ландшафтознавчих експериментальних дослідженнях – це *морфометричне біорізноманіття*, тобто різноманіття, яке визначається за діаметрами дерев, їх щільністю, висотою, потужністю мохового покриву тощо. *Процесне біорізноманіття*, яке визначається за наявністю певних біопроектів, пов'язаних із «шкідливими» природними явищами, наприклад, вітровали, буреломи, сніголами тощо. *Біорізноманіття видове* – видове різноманіття вищих рослин, мохів, тваринного світу тощо у межах певної геосистеми (ландшафтної системи). Цей показник на сьогодні практично не використовується у ландшафтознавстві й тому важко оцінити його ефективність. Не зрозуміло навіть чи відповідає він, наприклад, структурно-емерджентній будові територіальної системи. *Біорізноманіття морфометричне* – (грец. *μορφή* – вид, форма й *μέτρον* – вимірюю) – усереднене різноманіття біоморфометричних показників в межах певної геосистеми (ландшафтної системи). Найчастіше використовується як індикатор середньоперіодичних явищ у геосистемах. Показник, який найчастіше використовується експериментальним ландшафтознавством для характеристики структурної внутрішньофаціальної організованості і тому є реальним відображенням структурно-стабілізаційних закономірностей системи [255].

Наявність загроз руйнування і забруднення природного середовища, а також вичерпання природних ресурсів обумовлює необхідність розробки і застосування системи раціонального природокористування і управління природними ресурсами, побудованої на принципах: «системність – безперервність – невиснажливе використання – відтворення – збереження – охорона». При цьому «управління» М.М.Приходько [261] розглядає як процес упорядкування системи з метою забезпечення її цілісності, підтримання заданого режиму функціонування для досягнення визначеної мети. Управляти ж процесами можна в конкретних, чітко

описаних за просторовими, часовими, структурними, функціональними і екологічними параметрами системах. Такими системами у природному середовищі є ландшафти.

Систему раціонального природокористування і управління природними ресурсами М.М. Приходько – молодший [262] визначає як упорядковану єдність заходів, що забезпечують тривале використання природно-ресурсного потенціалу і отримання максимально можливої кількості ресурсів, підтримання екологічної рівноваги і збереження ходу природних процесів у ландшафтах.

Інструментами системи раціонального природокористування і управління природними ресурсами є: 1) впровадження ландшафтно-водозбірної підходу до управління природними ресурсами; 2) визначення кількості природних ресурсів і пріоритетних функцій компонентів ландшафтів (рік, озер, боліт, рослинного покриву, ґрунтів) та врахування їх при плануванні використання ресурсів і соціально-економічного розвитку території; 3) встановлення обмежень обсягів використання ресурсів та освоєння території; 4) виявлення антропогенних чинників впливу на природне середовище, нормування антропогенних навантажень, оцінка сучасних ситуацій і сучасного стану ландшафту; 5) збереження та відтворення біологічного і ландшафтного різноманіття, ренатуралізація біогеоценологічного покриву, формування регіональної екологічної мережі.

Запропонована М.М.Приходьками [261, 262] модель системи раціонального природокористування і управління природними ресурсами має функціональні блоки, ієрархічний рівень структури, потоки інформації та систему прямих і зворотних зв'язків і ґрунтується на положенні про те, що зміни у системі зумовлені цими зв'язками. Вирішення питань раціонального природокористування і управління природними ресурсами будуть успішними лише за умови врахування питань охорони навколишнього природного середовища, а також ресурсо- і енергозбереження у всіх економічних і соціальних галузях (енергетика, промисловість, сільське, лісове і водне господарства, освіта, охорона здоров'я та ін.).

Взаємопов'язані проблеми раціонального використання природних ресурсів, захисту ґрунтів від ерозії, регулювання гідрологічного режиму рік і охорони поверхневих вод від вичерпання і забруднення є найбільш складними і важливими екологічними проблемами області. У зв'язку з цим, система виробничо-господарської діяльності повинна бути ґрунтоводоохоронною, а об'єктом комплексного управління – водозбір річки і сформовані в його межах ландшафти. На сільськогосподарських угіддях у рівнинних і передгірських ландшафтах рекомендується створювати ґрунтоводоохоронні комплекси, які М.М. Приходько та М.М. Приходько-молодший [261, 262] розглядають як сукупність впроваджуваних у межах елементарного водозбору або групи водозборів організаційних і захисних (біологічних, інженерно-технічних) меліоративних заходів, що створюють нову цілісність і забезпечують формування оптимізованих ландшафтів. Ґрунтоводоохоронний землеустрій і комплекс меліоративних заходів повинні здійснюватися усіма землекористувачами і землеволодільцями як обов'язковий елемент технологічного процесу виробництва.

Важливою категорією управління є контроль за результатами здійснених управлінських рішень. Способом контролю є моніторинг, система якою розроблена як структурна модель регіонального моніторингу і оптимальної мережі пунктів постійного спостереження (рис. 1.6) за різними компонентами довкілля (рис. 5.3). Особливе значення для забезпечення стабільності ландшафтів має збереження і відновлення біологічного і ландшафтного різноманіття. З цієї метою для території Івано-Франківської області розроблена структура регіональної екологічної мережі, основою (ядрами) якої є 457 природно-заповідних територій та об'єктів, загальною площею 189,3 тис. га, а також екологічні коридори, які розміщуються уздовж основних річок (Дністер, Прут, Свіча, Лімниця, Бистриця Солотвинська, Бистриця Надвірнянська, Рибниця, Черемош, Свірж і Гнила Липа).

Усі наведені вище матеріали дозволили нам побудувати *карту сучасної ситуації* в Івано-Франківській області (рис. 5.4). На основі цієї карти виконано *ландшафтно-геохімічне* або *геоекологічне* та *еколого-туристичне районування*



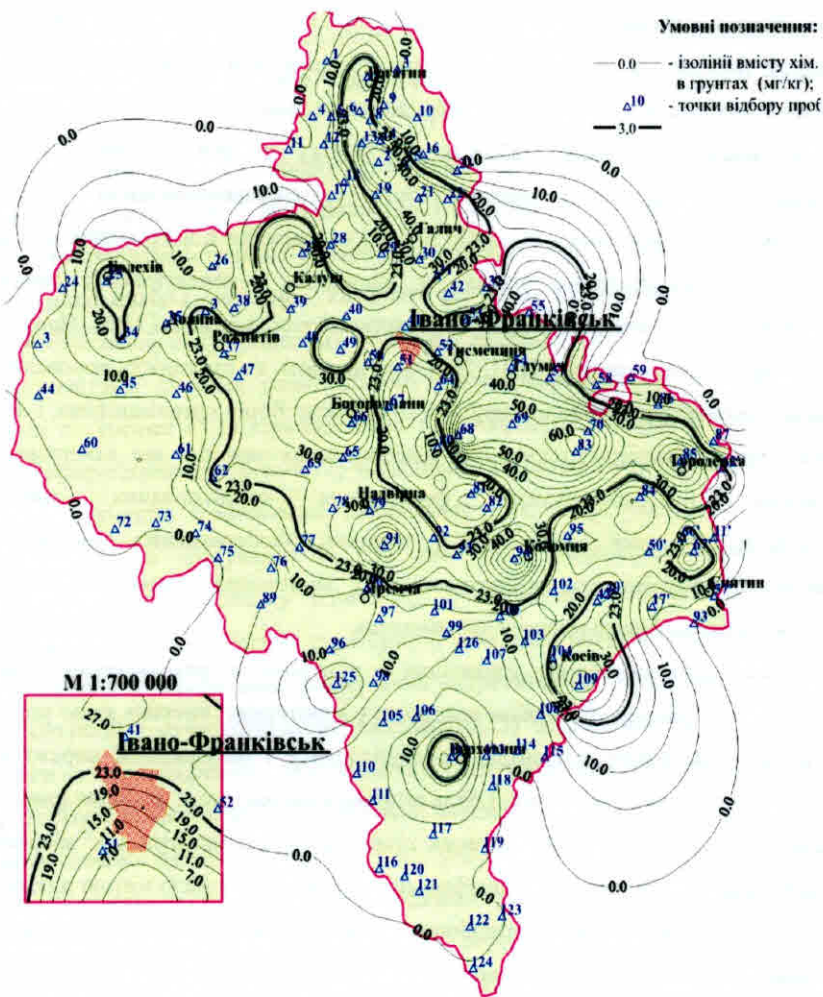


Рис. 5.3. Карта вмісту Zn в ґрунтах

(табл. 5.1, рис. 5.5). При розробці районування виявилось, що між *ландшафтно-геохімічними зонами і смугами* є необхідність виділити проміжні структури – *ландшафтно-геохімічні підзони* (табл. 5.1, рис. 5.5).

На карті еколого-туристичного районування виділено 5 зон туристичного використання території у залежності від їх екологічного стану:

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 ландшафтно-геохімічних 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 «Велічко», старі кар'єри 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, Гданьського інституту туризму, наукового товариства «Геосфера» неодноразово

**Ландшафтне та ландшафтно-техногеохімічне або геоекологічне районування Івано-Франківської області**

<b>Ландшафтне районування</b>	<b>Ландшафтно-техногеохімічне або геоекологічне районування</b>
<i><b>Класи ландшафтів</b></i>	<i><b>Геоекологічні зони</b></i>
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 сучасними станами
<i><b>Види ландшафтів</b></i>	<i><b>Геоекологічні підзони</b></i>
I <sub>1</sub> – пластово-ерозійні височинні ландшафти Покуття	Покутська з радіаційним забрудненням, з задовільним і напруженим сучасними станами
I <sub>2</sub> – пластово-ерозійні ландшафти Придністров'я з карстовими формами	Придністровська з задовільним сучасним станом
I <sub>3</sub> – пластово-горбогірні ландшафти Рогатинського Опілля	Опільська з незадовільним, складним і напруженим сучасними станами
II <sub>1</sub> – структурно-пластові ландшафти височин	Коломийсько–Косівська з задовільним сучасним станом
II <sub>2</sub> – денудаційно-аккумулятивні ландшафти височин	Калуська з незадовільними, складним і напруженим сучасними станами
II <sub>3</sub> – горбисто-грядові ерозійно-зсувні ландшафти межиріч	Рожнівська з задовільним сучасним станом
II <sub>4</sub> – ландшафти аккумулятивних улоговин	Долинсько–Рожнятівсько–Богородчанська з складним, напруженими і задовільним сучасними станами
III <sub>1</sub> – низькогірні флішеві ландшафти	Вишківсько–Делятинська зі сприятливим сучасним станом
III <sub>2</sub> – середньогірські ландшафти	Яремчансько–Ворохтянська з задовільним і сприятливим сучасними станами
III <sub>3</sub> – високогірно-полонинські ландшафти	Горгансько–Чорногірська зі сприятливим сучасним станом



## Карта еколого - туристичного районування

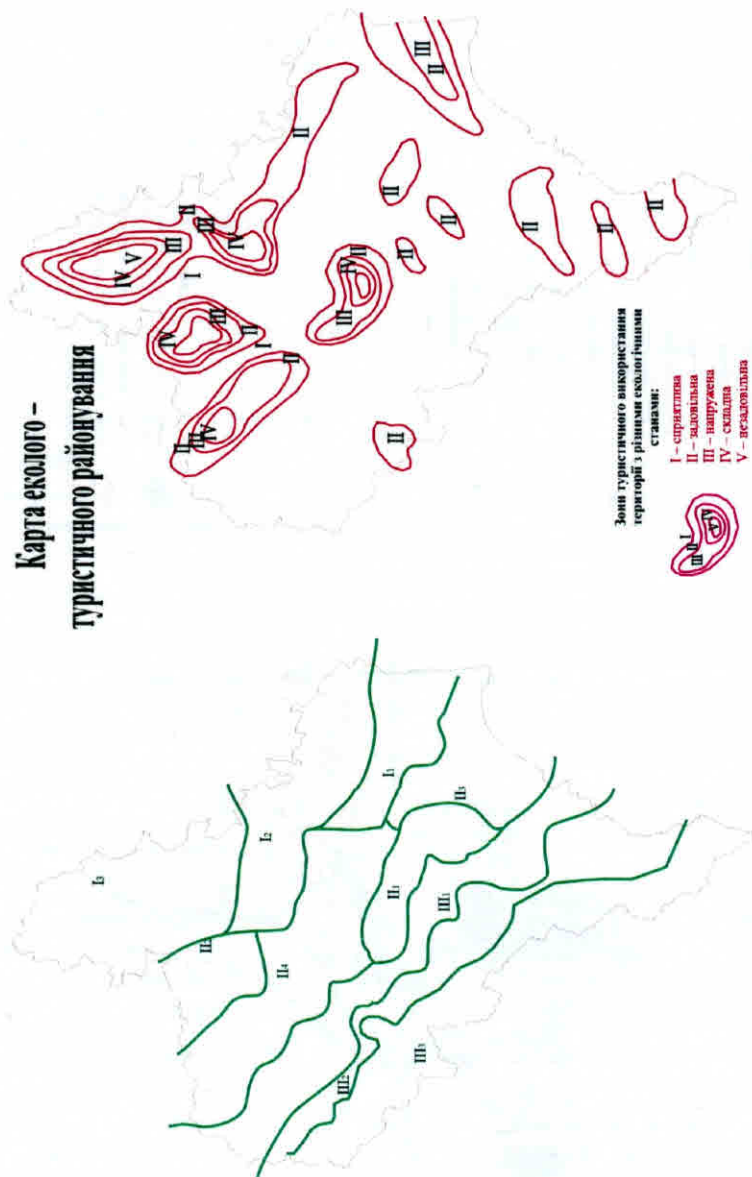


Рис. 5.5. Ландшафтно-геохімічні зони та підзони з туристичним районуванням

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.

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 Єзупіль, Колодіїв, Козина, Межигірці та ін.

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.

## **5.2. Ландшафтно-геохімічні структури Закарпатської області**

В 2001–2003 рр. при виконанні проекту ЄС TACIS „Вдосконалення транскордонної системи збереження природи Верховини” нами були проведені ландшафтно-геохімічні дослідження на території Закарпатської області. У польових роботах брали участь керівник проекту О.М. Адаменко, відповідальний виконавець Л.В. Міщенко, асистент М.Г. Грицюк, аспірант Д.О.Зорін та студенти-практиканти. Використані також матеріали С.С. Поп [260] та інших дослідників Закарпаття.

На площі біля 12,8 тис.км<sup>2</sup> була обґрунтована мережа з 152 точок спостережень, 17 з яких входять до Карпатського Єврорегіону (рис. 1.2). Точки спостережень рівномірно охоплюють Закарпатську область.

Робочий масштаб польових досліджень 1:300 000. Географічні координати точок спостережень наведено в таблиці 5.2.

Геоморфологія. Закарпаття – це переважно гірська область, оскільки не менше 4/5 її території займають гори та передгір'я. Лише на південному заході розташована низинна рівнина. Формування рельєфу Закарпатської області відбувалося при взаємодії двох протилежних сил: внутрішніх і зовнішніх. Сили, зумовлені внутрішніми процесами Землі, створили основні нерівності поверхні області – морфоструктури, а екзогенні сили, зумовлені дією поверхневих вод, льодовиків, живих організмів тощо, діючи на ці морфоструктури, урізноманітнили їх, утворивши форми рельєфу, які називаються морфоскульптурами [194, 260] (рис. 5.6).

Морфоструктури Закарпатської області надзвичайно різноманітні. Північно-східну гірську частину області складають Верховинська, Полонинська та Мармароська морфоструктури, що входять до складу Зовнішніх флішових Карпат. З південного заходу вони обмежені Пенінською морфоструктурою, яка є перехідною ланкою між Внутрішніми та Зовнішніми Карпатами. Передгір'я та рівнинну територію області займає Закарпатська морфоструктура, що в геоструктурному відношенні відповідає Закарпатському внутрішньому прогину. На південному заході розташована Панонська морфоструктура, яка є частиною обширного Панонського серединного масиву.

Верховинська морфоструктура приурочена в основному до Кросненської тектонічної зони, хоча, включає також незначні ділянки Скибової і Дуклянської зон Карпат [194]. Полонинська морфоструктура охоплює Дуклянську, Магурську, Поркулецьку, Черногірську та Рахівську тектонічні зони. Це найбільш підвищена частина Українських Карпат. В її будові беруть участь флішові утворення верхньокрейдового та палеогенового віку. Полонинська морфоструктура має середньовисотний гірський рельєф, якому властиві порівняно середні абсолютні висоти. Глибокі поперечні долини, що зв'язані з тектонічними розломами, розділяють Полонинську морфоструктуру на окремі морфоструктури більш

## База даних з відбору проб на території Закарпатської області

1	Закарпатська	1		22,25220299	48,50719452	Ратівці
2	Закарпатська	2		22,29045105	48,58428574	Минай
3	Закарпатська	3		22,35273743	48,6604538	Оноківці
4	Закарпатська	4		22,39011192	48,68255615	Невицьке
5	Закарпатська	5		22,44824791	48,72229004	Варочово
6	Закарпатська	6		22,5048542	48,75032043	Перечин
7	Закарпатська	7		22,50026512	48,79987717	Дубиничі
8	Закарпатська	8		22,67511177	48,88454437	хребет Великий Рожданів
9	Закарпатська	9		22,72778511	48,9210968	Вишка
10	Закарпатська	10		22,79794121	48,97368622	Луг
11	Закарпатська	11		22,36935043	48,27388382	Гетен
12	Закарпатська	12		22,41721535	48,35373306	Батьово
13	Закарпатська	13		22,45961571	48,41078949	Чомонин
14	Закарпатська	14		22,50048637	48,49049759	Зняцьково
15	Закарпатська	15		22,53239441	48,54595947	Середнє
16	Закарпатська	16		22,56823921	48,60112762	Гайдош
17	Закарпатська	17		22,60430145	48,65760422	гора Маковиця, 976 м
18	Закарпатська	18		22,63642883	48,7052269	Раково
19	Закарпатська	19		22,70090294	48,75826645	Турачки
20	Закарпатська	20		22,80646515	48,79438782	гора Полонина-Руна, 1479м
21	Закарпатська	21		22,88077736	48,8319397	гора Гостра, 1405 м
22	Закарпатська	22		22,95333862	48,86784744	Буковець
23	Закарпатська	23		22,75008011	48,67880249	Порошково
24	Закарпатська	24		22,87749863	48,6678009	Оленьово
25	Закарпатська	25		22,65063667	48,30858231	Гать
26	Закарпатська	26		22,6595974	48,36810684	Нижній Коронець
27	Закарпатська	27		22,73565483	48,54973221	Верхня Визниця
28	Закарпатська	28		22,87378311	48,52289963	Санаторій "Карпати"
29	Закарпатська	29		22,85848427	48,57723618	Сняк
30	Закарпатська	30		22,99049377	48,6977005	перевал Уклін
31	Закарпатська	31		23,09758759	48,75794983	Нижні Ворота
32	Закарпатська	32		23,01803207	48,7999382	хребет Велика Гранка, 1202м

\*Всього у базі даних 152 точки





низького порядку: Рівненську, Боржавську, Красненську, Свидовецьку, Черногірську.

Гравітаційні морфоскульптури – зсуви, осипища, обвали. В Закарпатській області найсприятливіші умови для розвитку зсувів у Солотвинській, Ясинській та Іршавській улоговинах. Розвиток зсувів тут зумовлений наявністю виходів на денну поверхню потужних пачок піщано-глинистих порід олігоцену та міоцену, неглибоким заляганням підземних вод, постійним підрізуванням схилів сучасними водотоками.

Осипища і обвали приурочені переважно до високих інтенсивно розчленованих ерозією ділянок рельєфу. Наявні вони також і на крутих берегах річок, що підрізуються. Значні осипища простежуються на крутих схилах Полонинського хребта, Свидовці, Черногори. Осипища порівняно невеликих розмірів у різних геоморфологічних районах приурочені до глибоких V-подібних річкових долин. Особливо багатий такими конусами осипищ район Рахівських гір.

*Сучасний стан ґрунтового покриття.* Ґрунтовий покрив Закарпатської області (рис. 5.6) сформувався під дією живих організмів на гірські материнські породи в різних умовах клімату, зволоження та рельєфу [260]. Формування сучасних ґрунтів відбувалося протягом всього голоцену. За характером рослинності, рельєфу, клімату та зволоження територія області виразно поділяється на дві частини – гірську й рівнинну.

У гірській частині ґрунтоутворення відбувається за буроземним типом. Основний фактор – гірський рельєф, який перерозподіляє рослинний покрив, тепло і вологу, викликає висотну ґрунтову поясність. Ґрунтоутворення на гірських схилах зумовлює абсолютну та відносну молодість ґрунтів, незначну потужність, розвиток природної денудації, прискорює викликану людською діяльністю площинну та лінійну ерозію.

На рівнинній частині ґрунтоутворення відбувається в умовах теплого та достатньо вологого клімату. Материнські породи тут давні та сучасні алювіальні, меншою мірою делювіальні відклади переважно важкого механічного складу. Рівнинність рельєфу та неглибоке залягання ґрунтових вод спричиняють значне

**оглесення** ґрунтів, а їх утворення під лісовою рослинністю накладає на ґрунтоутворення ще й підзолистий процес. Тому використання цих ґрунтів потребує цілого ряду заходів: осушення, ліквідації кислотності, постійного та значного внесення органічних і мінеральних добрив.

На ґрунтовій схемі області виділено 28 основних ґрунтових відмін. Найбільше значення мають ґрунти для розвитку сільського та лісового господарств (рис. 5.6, 5.7).

Для визначення сучасного стану ґрунтового покриву було проведено його опробування. За даними аналітичних досліджень, побудовані бази даних, що характеризують забруднення ґрунтів хімічними елементами різного ступеня токсичності. Було відібрано 149 проб на вміст таких токсичних компонентів: берилію, ртуті, миш'яку, кадмію, селену, свинцю, кобальту, молібдену, стронцію, міді, цинку, нікелю, хрому, ванадію, фенолу, нафтопродуктів, хлору та SO<sub>2</sub>. На основі бази даних побудовані електронні (комп'ютерні) поелементні техногеохімічні карти (рис. 5.8, 5.9).

Аналізуючи еколого-техногеохімічні карти розповсюдження берилію, міді, нікелю та молібдену в ґрунтах Закарпатської області, необхідно відмітити, що найвищі концентрації спостерігаються в південній, а також південно-західній частині області (мм. Солотвино і Мукачево) – точки відбору проб № 59ке (концентрація – 12,4 мг/кг) та № 42ке (концентрація – 18,2 мг/кг). Найбільший вміст токсичних компонентів спостерігається в точці відбору проб № 59ке, яка розташована на півдні області. Високі концентрації притаманні західним, південно-західним та частково центральним частинам даної території. Особливості розповсюдження забруднень використані нами далі у розділі 6 (рис. 6.8) при виділенні ландшафтно-геохімічних структур різного порядку і форми.

*Сучасний стан поверхневих та ґрунтових вод.* Закарпатська область розміщена в найбільш зволоженому регіоні країни, вкрита густою мережею річкових систем. По її території протікають 9 429 річок сумарною довжиною 19 866 км. Із них 9 277 – малих річок (довжиною до 10 км), що становить близько 79% всіх



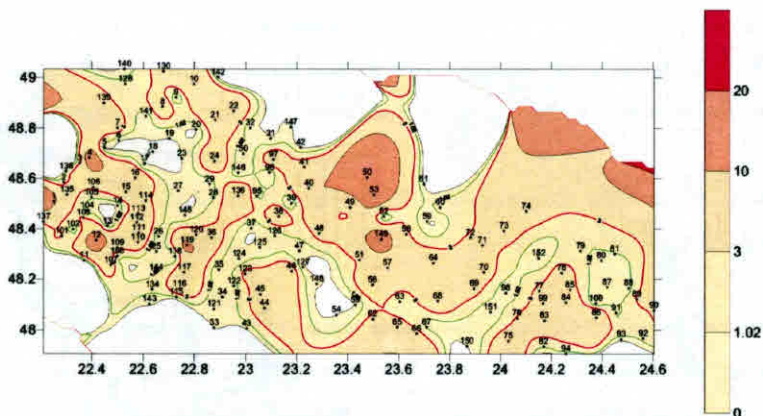


Рис. 5.8 Схема поширення міді (Cu) в мг/кг, в ґрунтах Закарпатської області  
М 1 : 500 000

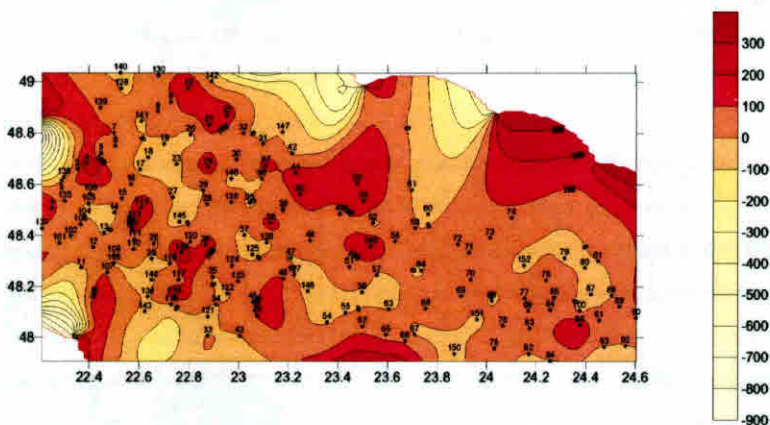


Рис. 5.11 Сумарна карта забруднення ґрунтів території Закарпатської області  
М 1 : 500 000

водотоків. Їх загальна довжина 16 248 км. Довжиною понад 10 км є 152 річки. Загальне простягання їх 3 618 км. Річок довжиною понад 100 км лише 4. Загальна площа водного дзеркала річок, каналів, озер і ставків становить понад 15 000 га (рис. 5.6).

При геохімічній оцінці поверхневих вод притримувались методики, затверджені Міністерством екології і природних ресурсів України [196, 197].

Сучасний стан р. Тиси. При злитті Білої та Чорної Тиси категорія якості води добра, а вже біля с. Великий Бичків вона змінюється на категорію 6 (погані). В точках відбору проб № 66 та № 65 категорія якості 4 (задовільні). На південному заході категорія якості води в р. Тисі 5 (посередні), а ближче до кордону з Угорщиною вона змінюється на 6, що характеризує стан води, як брудну.

На р. Уж переважає категорія якості води добра, лише у точці відбору проб № 138 вона змінюється на посередню. На відміну від р. Уж, вода у р. Латориці більш забруднена, у точці відбору проб № 104 категорія якості води задовільна, а в точках № 112 та № 145 вона посередня. Переважаючими категоріями якості води для р. Ріка є добра та задовільна.

Показником якості поверхневих вод є стан донних відкладів, в яких можуть накопичуватися багато шкідливих елементів. Відбір проб донних відкладів водойм і водотоків проводився для визначення вмісту таких елементів: ртуті, кадмію, цинку, міді, свинцю, нікелю, кобальту, молібдену, хрому, селену, заліза та алюмінію. Найвищі концентрації даних компонентів спостерігаються на північному заході, південному заході та південному сході. Аналізуючи особливості розповсюдження молібдену в донних відкладах Закарпатської області, необхідно відмітити, що найвищі концентрації містяться в точках відбору проб № 41 та № 116 (концентрація 0,55 мг/кг) (гора Великий Верх та с. Боржава).

Ґрунтові води – це перший від поверхні водоносний горизонт. Найбільший вміст важких металів спостерігається в точці відбору проб № 19ке, яка розташована на заході області. Високі концентрації також містяться в точках, які розкидані із північного заходу на південний схід. Наприклад, максимальна концентрація свинцю міститься в точці відбору проб № 88 (концентрація 0,2 мг/дм<sup>3</sup>) та № 50 (концентрація 0,1 мг/дм<sup>3</sup>). Географічна прив'язка – гора Говерла та с. Майдан відповідно. Максимальна концентрація сульфатів міститься в точці відбору проб № 21 (концентрація 430,9 мг/дм<sup>3</sup>), а також в точках № 44ке та № 28ке з концентрацією 420,1 мг/дм<sup>3</sup>.

*Сучасний стан атмосферного повітря* (табл. 5.3 – 5.5, рис. 5.11 – 5.16). Клімат Закарпатської області формується в результаті складної взаємодії

радіаційних умов, циркуляції атмосфери та рельєфу. Радіаційний режим території характеризується значеннями річного ходу прямої, розсіяної та сумарної радіації, радіаційного балансу й альбедо. На території області найбільші значення радіації припадають на липень, найменші – на грудень. Річні значення сумарної радіації на низовині майже на 16% більші, ніж у гірських районах. Період з додатним радіаційним балансом триває в Закарпатській області десять місяців. Із загальної кількості тепла, яку отримує поверхня області, найбільша кількість витрачається на випаровування, що свідчить про високу зволоженість. Радіаційні умови визначають особливості термічного режиму, але характер розподілу та річного ходу температури повітря і режим зволоження суттєво залежать від загальної циркуляції атмосфери та географічних факторів. Основними циркуляційними процесами формування клімату є перенос різноманітних повітряних мас, їх трансформація і утворення атмосферних фронтів, циклонічна та антициклонічна діяльність.

Всі форми циркуляції зумовлюють перевагу переносу повітряних мас з Атлантичного океану над переносом континентального повітря зі сходу. Наявність Карпат суттєво впливає на хід циркуляційних процесів, особливо на розповсюдження повітряних мас, швидкість і напрям переміщення атмосферних фронтів, виникнення місцевих циклонів.

Вивчення *сучасного стану атмосферного повітря* проводилось за допомогою аналізу відібраних проб (рис. 1.6, табл. 5.5, 5.11). В пробах атмосферного повітря визначався вміст кисню, азоту, вуглекислого газу, завислих речовин, бензину, толуолу, ксилолу, ацетону, бензолу, аміаку, фенолу, хлору, H<sub>2</sub>S, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> та важких металів: As, Hg, Cd, Se, Pb, Cu, Zn, Ni, Co, Mo, Cr, Fe (рис. 5.12 – 5.17).

Перевищення ГДК спостерігається по таких елементах: миш'яку – в 4 рази, ртуті – в 6 разів, кадмію – в 3,6 разів, селену – в 6 разів, свинцю – в 34 рази, міді – в 4,5 рази, цинку – в 36 разів, нікелю – в 4 рази, кобальту – в 3 рази, молібдену – в 5 разів, хрому – в 3 рази та заліза – в 9 разів. Максимальна концентрація миш'яку спостерігається у точці відбору проб № 19ке (концентрація 12,8·10<sup>-5</sup> мг/м<sup>3</sup>), що знаходиться у північно-західній частині даної території (м.Ужгород).

Таблиця 5.3

База даних забруднення атмосфери важкими металами в (мг/м<sup>3</sup>)

№ проб	As	Hg	Cd	Se	Pb	Cu	Zn	Ni	Co	Mo	Cr	Fe
ГДК	0,003	0,0003	0,0003	0,005	0,0003	0,001	0,05	0,001	0,001	0,02	0,0015	0,007
19КС	6,2	7,2	14,3	0	3,6	31,2	64,2	0	0	0	0	0
1	6,1	0	0	0	2,1	46,4	72,1	0	0	0	0	0
2	4,3	0	0	0	3,4	39,2	85,6	0	0	0	0	0
19КС	12,8	6,3	16,2	0	18,3	68,5	109,3	3,4	6,9	4,8	6,4	21,4
3	0	0	0	0	6,1	17,2	16,1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	7,2	24,3	14,3	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	5,4	35,1	69,1	0	0	0	0	0
6	4,3	5,1	18,1	0	4,8	36,9	75,8	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	3,6	41,4	96,3	0	0	0	0	0
20КС	0	6,3	19,2	0	2,1	19,2	89,1	0	0	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21КС	4,8	4,2	21,4	0	4,3	24,3	74,3	0	0	0	0	0
129	0	0	0	0	2,5	29,6	85,2	0	0	0	0	0
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	3,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	0	0	0	0	4,3	31,4	94,3	0	0	0	0	0
104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	0	0	0	0	4,3	0	0	0	0	0	0	0
106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5,1	4,3	14,3	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0
12	6,4	6,2	16,9	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	4,8	5,3	17,8	3,4	2,6	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	3,6	4,9	24,3	1,9	0	0	0	0	0	0	0	0
19	4,9	4,8	21,6	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28КС	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	6,1	3,6	9,2	4,3	0	0	0	0	0	0	0	0
29КС	7,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	4,9	4,3	11,4	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	3,9	4,9	12,9	2,9	8,1	0	0	0	0	0	0	0
108	4,8	5,1	17,8	3,6	7,4	0	0	0	0	0	0	0
109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	5,1	6,3	18,4	4,3	3,6	0	0	0	0	0	0	0
112	3,9	2,9	16,3	4,2	4,2	0	0	0	0	0	0	0
113	4,2	4,3	18,1	5,1	4,3	0	0	0	0	0	0	0
114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40КС	6,1	4,9	14,3	3,3	5,6	0	0	0	0	0	0	0
134	3,6	6,1	17,5	2,9	4,3	0	0	0	0	0	0	0
41КС	7,2	7,2	24,3	5,9	7,5	0	0	4,6	6,2	3,9	4,2	29,8
25	4,9	4,9	14,2	0	3,6	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	4,2	0	0	0	0	0	0	0
42КС	6,8	13,6	25,8	6,3	12,8	0	0	3,4	4,8	3,6	4,8	18,3
27	5,4	8,1	16,4	0	3,4	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	6,1	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	3,4	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	3,6	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43КС	0	0	0	0	4,3	0	0	0	0	0	0	0
44КС	0	0	0	0	2,9	0	0	0	0	0	0	0



Таблиця 5.4

## Коефіцієнт концентрації важких металів в атмосфері Закарпаття

№ проби	O2	N2	CO2	NO2	SO2	CO	Залежні розчинники			бензин	толуол	ксілол	ацетон	бензол	Сульфур
							8	9	10						
1	1	3	4	5	6	7				9	1	11	12	13	14
Фен	21,71	78,12	0,988	0,818	0,15	1,56	0,12	0,71	0,82	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
ЛІКС	1,009	0,9992	1,625	10,889	9,3333	12,148	13,333	20	14,516	66,667	0	11,111	0	11,111	150,16
2	0,899	1,03	6,625	11,889	10,667	11,407	13,333	22,958	20,968	100	31,154	32,099	242,47	34,648	242,47
ЛКС	0,889	1,0325	8	12,278	12	15,704	19,167	28,31	38,71	133,33	36,923	66,667	351,09	69,136	267,01
3	0,9	1,0297	8,875	11,833	15,333	12,148	11,667	29,437	35,484	66,667	27,308	27,308	21,252	23,457	21,252
4	1,007	0,9995	1,5	10,222	6	10,593	13,333	23,099	30,645	83,333	26,538	26,538	0	0	201,02
5	1,005	1,0005	1,375	10,611	10,667	10,074	15,833	20,141	29,032	116,67	0	0	0	0	204,78
6	1,005	1,0004	1,5	11,056	9,3333	7,5556	10	17,042	25,806	100	15	15	20,988	20,988	204,78
7	1,006	1,0001	1,375	0	0	0	0	14,507	22,581	0	0	0	0	0	25,088
20КС	1,005	1,0005	1,125	11,722	12,667	10,741	11,667	13,803	19,355	0	15,769	28,395	112,12	112,12	112,12
128	1,003	1,001	1,625	17	6	11,407	10,833	0	0	0	0	0	0	0	28,241
21УС	1,006	1,0003	2	9,6667	9,3333	12,074	10	0	0	0	0	0	0	0	29,074
129	1,004	1,0009	0,875	0	0	0	0	11,831	17,742	0	13,077	25,926	56,576	56,576	56,576
130	1,006	1	1,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
101	1,005	1,0005	1	10,778	10	11,704	9,1667	0	0	0	0	0	0	0	29,648
102	1,004	1,0008	0,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
103	1,005	1,0005	1,125	11,5	11,333	12,37	10	9,1549	14,516	0	25,385	11,111	93,37	11,111	93,37
104	1,007	0,9999	0,375	11,722	12,667	12,519	10,833	9,0141	12,903	0	20,769	19,753	98,18	19,753	98,18
105	1,008	0,9996	1,625	0	0	0	0	13,803	11,29	0	28,846	23,457	65,396	23,457	65,396
106	1,005	1,0005	1,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
11	0,967	1,0109	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
12	1,006	1	4,125	10,889	6	9,037	9,1667	0	0	0	0	0	0	0	23,093
13	1,005	1,0005	2,125	10,278	5,3333	7,4815	10	12,113	0	0	24,615	17,284	75,105	17,284	75,105
14	1,007	0,9995	1,625	13,556	10	12,148	12,5	21,268	25,806	133,33	27,308	55,556	299,47	55,556	299,47
15	1,005	1,0005	1,75	12	12,667	11,333	13,333	23,099	20,968	116,67	32,308	53,086	283,46	53,086	283,46
16	1,005	1,0004	4,125	11,5	10,667	9,9259	12,833	0	0	0	0	0	0	0	35,926
17	1,006	1,0001	1,425	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
18	1,005	1,0005	1,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
19	1,008	0,9996	1,625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
20	1,009	0,9992	0,875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
21	1,005	1,0005	1,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
22	1,003	0,9986	1,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
20КС	1,006	1,0003	1,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
8	1,004	1,0009	0,625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
9	1,006	1	1,625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12
10	1,005	1,0005	0,875	12	9,3333	11,926	15	20,141	19,355	150	31,923	53,086	310,76	53,086	310,76
20КС	1,004	1,0008	1,625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-12

Таблиця 5.5

Показник інтенсивності забруднення атмосфери Закарпаття газами по К<sub>кат</sub>

Ж.місяц	NO2	SO2	CO	Завислі речов.			безпаш	тодучо	аспало	алетон	безалк			H2S			Фенол	Cl2	Сума	
				5	6	7					8	9	10	11	12	13				14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
М	3	2	1	2	1	2	2	1	3	1	3	3	3	3						
ІКРС	15,825	76	5,46667	6,4	284	3	4	0	1,8	0	6	6	6	6	408,492					408,492
1	14,7	56	4,76667	7,6	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	87,0667					87,0667
2	16,05	64	5,13333	6,4	326	4,33333	6	2,31429	5,2	4,5	6,75	12	1,6	1,6	460,281					460,281
ІКРС	16,575	72	7,06667	9,2	402	8	8	2,74286	10,8	0	9	27	12	12	584,385					584,385
3	15,975	92	5,46667	5,6	418	7,33333	4	2,02857	11,2	0	6,375	0	4	4	571,979					571,979
4	13,8	36	4,76667	6,4	328	6,33333	5	1,97143	3,8	0	0	0	0	0	406,071					406,071
5	14,325	64	4,53333	7,6	286	6	7	0	0	0	0	0	0	0	389,458					389,458
6	14,925	56	3,4	4,8	242	5,33333	6	1,11429	3,4	0	0	0	0	0	336,973					336,973
7	0	0	0	0	206	4,66667	0	0	0	0	0	0	0	0	210,667					210,667
20КС	15,825	76	4,83333	5,6	196	4	0	1,17143	4,6	0	0	0	0	0	308,03					308,03
128	16,2	36	5,13333	5,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62,5333					62,5333
21КС	13,05	56	5,43333	4,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79,2833					79,2833
129	0	0	0	0	168	3,66667	0	0,97143	4,2	0	0	0	0	0	176,838					176,838
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
101	14,55	60	5,26667	4,4	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	87,2167					87,2167
102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4					4
103	15,525	68	5,66667	4,8	130	3	0	1,88571	1,8	3,5	0	0	0	0	234,077					234,077
104	15,825	76	5,63333	5,2	128	2,66667	0	1,54286	3,2	4,5	0	0	0	0	242,568					242,568
105	0	0	0	0	196	2,33333	0	2,14286	3,8	3	0	0	0	0	207,276					207,276
106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4					4
12	14,7	36	4,06667	4,4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	61,1667					61,1667
13	13,875	32	3,66667	4,8	172	0	0	1,82857	2,8	3	0	0	0	0	233,67					233,67
14	18,3	60	5,46667	6	302	5,33333	8	2,02857	9	3	0	0	0	0	419,129					419,129
15	16,2	76	5,1	6,4	328	4,33333	7	2,4	8,6	0	0	0	0	0	454,033					454,033
16	15,525	64	4,46667	7,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91,5917					91,5917
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
28КС	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0

Це пояснюється тим, що в місті розташовані промислові об'єкти, які забруднюють атмосферне повітря. Найнижчі концентрації можна побачити в центральній та південно-східній частині області. Підвищені концентрації кадмію відзначаються у точках відбору проб № 42кє ( $25,8 \cdot 10^{-5}$  мг/м<sup>3</sup>), яка знаходиться на заході даної території (м. Мукачєво), № 47 – в центрі (с. Луково), № 75 – на півдні (с. Великий Бичків) області із концентрацією  $24,3 \cdot 10^{-5}$  мг/м<sup>3</sup>. Найнижчі концентрації спостерігаються на півночі та південному сході. Максимальна концентрація ртуті

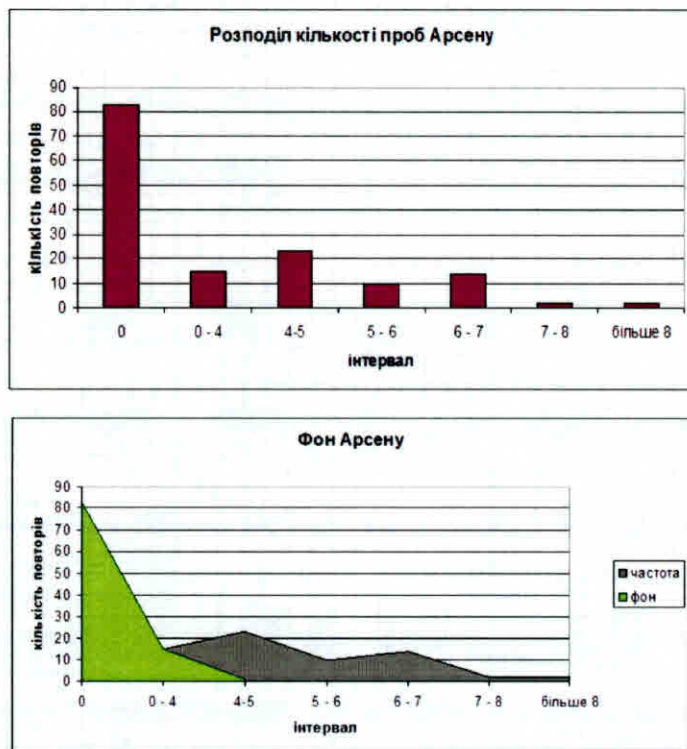


Рис. 5.12. Графічні розрахунки фонових вмістів компонентів довкілля на статистичних даних

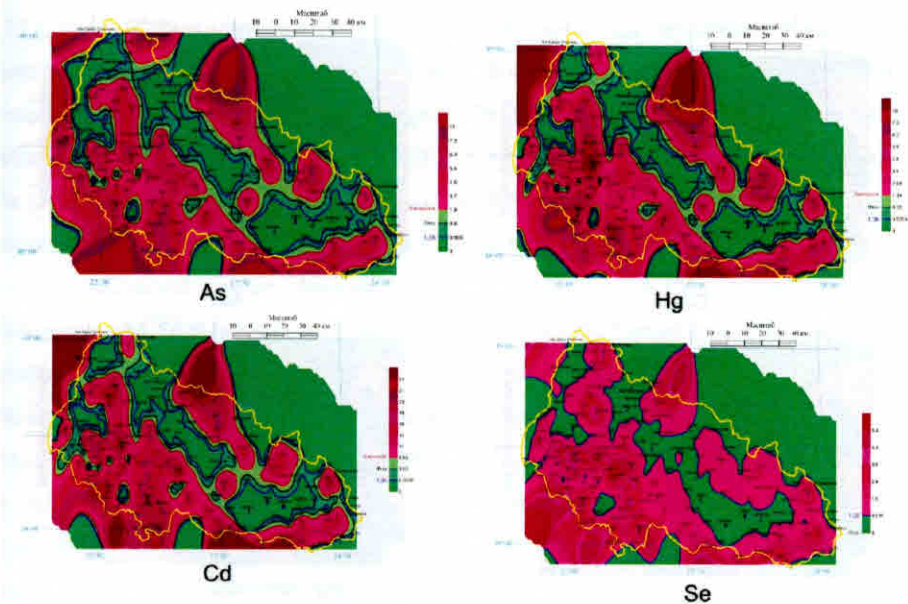


Рис. 5.13. Техногеохімічні карти забруднення атмосфери важкими металами, мг/м<sup>3</sup>

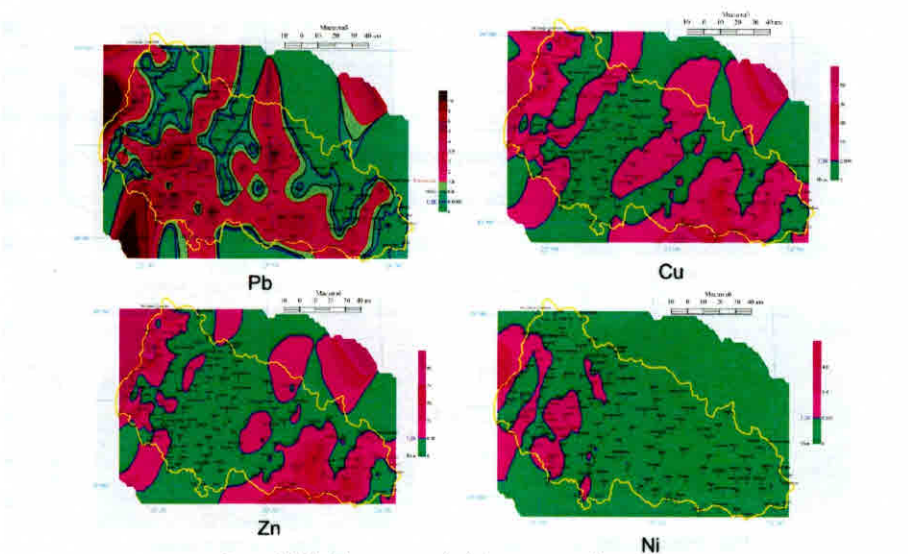


Рис. 5.14. Техногеохімічні карти забруднення атмосфери важкими металами, мг/м<sup>3</sup>

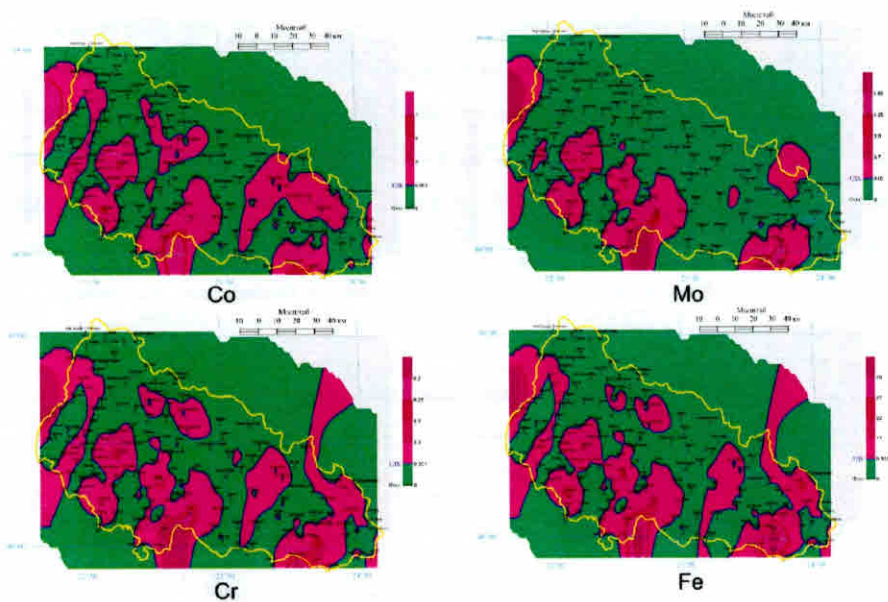


Рис. 5.15. Техногеохімічні карти забруднення атмосфери важкими металами, мг/м<sup>3</sup>

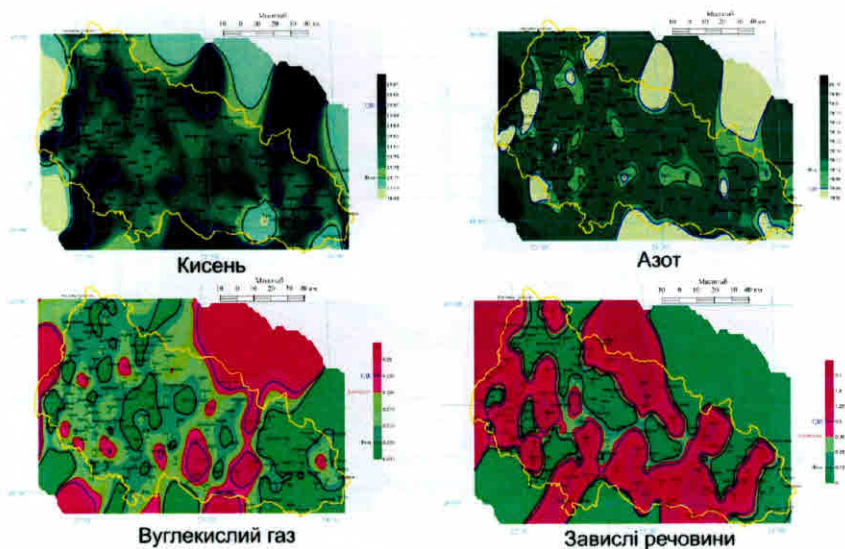


Рис. 5.16. Техногеохімічні карти атмосферного повітря, мг/м<sup>3</sup>

(13,6–5 мг/м<sup>3</sup>) знаходиться в точці відбору проб № 42ке (м. Мукачево). Найбільший вміст міді та цинку в атмосферному повітрі Закарпатської області спостерігається в точках відбору проб № 19ке (м.Ужгород), № 6 (с. Перечин) та № 7 (с. Дубиничі). Максимальна концентрація свинцю (18,3–5 мг/м<sup>3</sup>) міститься в точці відбору проб № 19ке (м. Ужгород), а селену – в точці № 36 (с. Луг) та 42ке. Отже, високий вміст важких металів притаманний західним та південно-західним районам області.

Найбільший вміст фенолу міститься в точці відбору проб № 19ке (концентрація 0,09 мг/м<sup>3</sup>) та 53ке (концентрація 0,07 мг/м<sup>3</sup>), а хлору в точках відбору проб № 72 (с. Руська Мокра) з концентрацією 0,13 мг/м<sup>3</sup>, № 19ке, № 53ке та № 65 з концентрацією 0,12 мг/м<sup>3</sup>. Високий вміст аміаку – в точках відбору проб № 34, № 35 (концентрація 0,9 мг/м<sup>3</sup>) та № 36 (концентрація 1,1 мг/м<sup>3</sup>), які розташовані в південно-західній частині області. Найбільші концентрації оксиду азоту в атмосферному повітрі Закарпатської області спостерігаються в точках № 53 та 42, які знаходяться в північній частині території, а також в точках № 121, № 33 – в південно-західній частині та № 59ке, яка розташована на півдні.

Атмосферні опади в вигляді снігу відбирались у відповідні пори року у водозбірні ємності з врахуванням рози вітрів. Аналіз забруднення атмосферних опадів (снігу) важкими металами показує, що найбільший їх вміст спостерігається на півдні та південному заході. Наприклад, найбільші концентрації цинку містяться в точках відбору проб № 124 (концентрація 121,4 мг/м<sup>3</sup>), № 10 (концентрація 101,4 мг/м<sup>3</sup>) та № 127 (концентрація 84,2 мг/м<sup>3</sup>), які знаходяться на південному заході, а також в точці № 14 (концентрація 88,1 мг/м<sup>3</sup>) – на заході області (рис.5.17).

Ландшафти Закарпаття (рис. 5.6) належать лише частково до низинних, а здебільшого це – гірські [192, 194]. Охарактеризуємо ландшафтні яруси Закарпаття. Заплавно-нижньотерасовий ярус включає річкові заплави, перші, другі та треті тераси у річкових долинах. Середньотерасовий ландшафтний ярус складається в основному із четвертих і п'ятих надзаплавних терас, які простягаються більш-менш широкими смугами вздовж підніжжя Вулканічного хребта і займають значну частину Солотвинської улоговини. Високотерасовий ландшафтний ярус найбільш поширений у міжгірських пониженнях. Вони дуже різноманітні, але з певним

наближенням їх можна згрупувати у три яруси: заплавно-нижньотерасовий, середньотерасовий, високо терасовий і утворюють природні ландшафти.

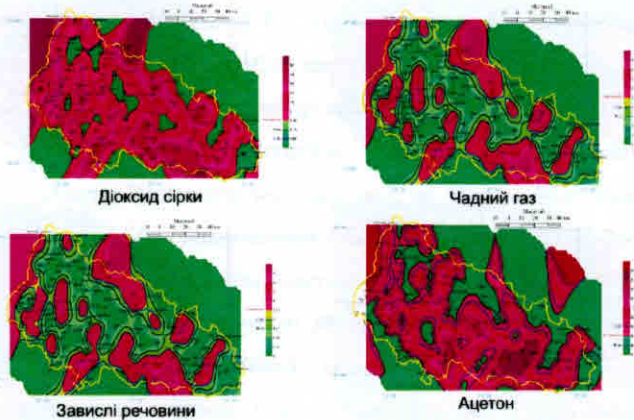


Рис. 5.17. Техногеохімічні карти інтенсивності забруднення атмосферного повітря за показником коефіцієнта небезпечності

На ландшафтну основу Закарпатської області ми нанесли аналітичні дані з забруднення (рис. 5.18) і таким чином побудували карту ландшафтно-геохімічного (геоекологічного) районування з виділенням цілого ряду структур регіонального і локального рівнів (табл. 5. 6, рис. 5. 19; рис. 6. 14, табл. 6. 3). В цілому територія Закарпатської області екологічно чиста. Окремі забруднені ділянки з перевищенням кларкових і регіональних фонових вмістів зустрічаються дуже рідко, лише поблизу м. Ужгород, Мукачеве, Хуст. Отже, Закарпаття – це одна із екологічно найбезпечніших областей України, де зберігаються прекрасні умови для оздоровлення населення, курортного лікування, розвитку туристичної індустрії.





## Ландшафтно-геохімічні структури Закарпатської області

Ландшафтно-геохімічні структури	Відповідність ландшафтним одиницям
<b>X. Карпатський геоекологічний регіон</b> (за Л.Л. Малишевою)	Гірсько-Карпатський фізико-географічний край
<b>41. Черемоський геоекологічний район</b> (за Л.Л. Малишевою)	Полонинсько-Чорногірська високогірна ландшафтна область
<b>11.011 Воловецько-Рахівська ландшафтно-геохімічна зона</b>	Ландшафтні місцевості:
<b>11.012 Свалявська ландшафтно-геохімічна підзона</b>	Кругосхиле ерозійно-денудаційне передгір'я складене масивними пісковиками і пісковиковим флішем з смерековими, буково-ялицево-смерековими і буковими лісами на бурих гірсько-лісових слабопотужних сильноскелетних ґрунтах
<b>11.013 Іршавсько-Тячівська ландшафтно-геохімічна підзона</b>	Круго- і пологосхиле ерозійно-денудаційне лісисте й вторинне лучне низькогір'я складене пісковиково-глинистим флішем, аргілітами і алевролітами з прошарками пісковиків і вапняковими скелями-стрімчаками з буково-ялицево-смерековими, грабово-дубово-буковими і буковими пралісами на бурих гірсько-лісових потужних слабоскелетних ґрунтах
<b>XI. Закарпатський геоекологічний район</b> (за Л.Л. Малишевою)	Закарпатська низовинна ландшафтна область
<b>42. Мукачівський геоекологічний район</b> (за Л.Л. Малишевою)	Вулканічно-Карпатська та Закарпатська низовинна ландшафтні області
<b>12.01 Ужгородсько-Виноградівська ландшафтно-геохімічна зона</b>	Ландшафтні місцевості різного типу
<b>12.011 Вулканічна (Вигорлат-Гутинська) ландшафтно-геохімічна підзона</b>	Кругосхиле ерозійно-денудаційне лісисте й вторинно лучне низькогір'я складене глинисто-пісковиковим флішем, аргілітами і алевролітами з прошарками пісковиків з базальтами, андезитами, туфами в межах Вулканічного хребта і вапняковими скелями-стрімчаками з дубовими, буковими, дубово-буковими і буково-ялицево-смерековими лісами на бурих гірсько-лісових середньопотужних середньоскелетних ґрунтах

Ландшафтно-геохімічні структури	Відповідність ландшафтним одиницям
12.012 Шардинська (Великокопанська) ландшафтно-геохімічна підзона	Слабохвильсті поверхні високих (VI–IX) терас складені галечниковим алловієм, що перекритий суглинками з дубово-буковими лісами на дерново-підзолистих глейових і буроземно-підзолистих ґрунтах (зайняті переважно орними землями)
12.013 Берегівсько-Тисенська ландшафтно-геохімічна підзона	Рівні, широкі, місцями заболочені поверхні середніх (IV–V) і низьких (I–III) терас складені галечниково-супісчано-суглинним алловієм і суглинками з дубово-буковими і грабово-дубовими лісами та луками на дерново-підзолистих глейових, дернових лучних, болотних ґрунтах (зайняті переважно орними землями)
<b>Ландшафтно-геохімічні структури невідповідні ландшафтним одиницям</b>	
Ландшафтно-геохімічні еліпси e <sub>1</sub> – Перегинський e <sub>2</sub> – Свалявський e <sub>3</sub> – Виноградівський (вулкан Чорна гора)	Накладене, неузгоджене з ландшафтними одиницями забруднення утворює самостійні ландшафтно-геохімічні структури, які ускладнюють внутрішню структуру
Ландшафтно-геохімічні плями П <sub>1</sub> – Мукачівська	Ландшафтно-геохімічні зони і підзони, можливо співпадають з урочищами або фаціями ландшафтів, що потребує додаткових, більш детальних досліджень
Ландшафтно-геохімічні овали розсіювання O <sub>7</sub> – Іршавський O <sub>8</sub> – Хустський	
Техногеоекологічні структури Урбосистеми Уж – Ужгородська	Неузгоджені з ландшафтними одиницями поселенські агломерації

X, XI, 41, 42, 11.01, 11.012, 11.013, 12.01, 12.011, 12.012, 12.013, e<sub>1</sub>, e<sub>2</sub>, e<sub>3</sub>, П<sub>1</sub>, O<sub>7</sub>, O<sub>8</sub>, Уж – нумерація ландшафтно-геохімічних структур відповідає Карті районування Закарпаття (рис. 5.19) та Карті районування Карпатського регіону і Західного Поділля (рис. 6.14, табл. 6.3).

### Умовні позначення районування

Геоселекційне районування (за Л.Л. Малишєвою)

- 41** Черноморський геоселекційний район  
**42** Мукачівський геоселекційний район

Ландшафтно-геохімічні структури (розробка автора)

- 11.011** Воловецько-Рахівська ландшафтно-геохімічна зона  
**11.012** Свалявська ландшафтно-геохімічна підзона  
**11.013** Іршавсько-Тячівська ландшафтно-геохімічна підзона  
**12.011** Вулканична (Винорал-Гутинська) ландшафтно-геохімічна підзона  
**12.012** Шардинська (Великокопачська) ландшафтно-геохімічна підзона  
**12.013** Беретівсько-Тисенська ландшафтно-геохімічна підзона  
 Ландшафтно-геохімічні структури невідповідні ландшафтним одиницям

Ландшафтно-геохімічні сілиси

- e<sub>1</sub>** – Перетинський; **e<sub>2</sub>** – Свалявський; **e<sub>3</sub>** – Виноралівський (вулкан Чорна гора)

Ландшафтно-геохімічні плями

- П<sub>1</sub>** – Мукачівська

Ландшафтно-геохімічні овали розсіювання

- O<sub>1</sub>** – Іршавський **O<sub>2</sub>** – Хустський

Техногенні структури

Багатокутні та несправильної форми структури



– Річкові долини (заплави I та II надалашні тераси) зі строкатим розподілом контурів різного екологічного стану (від нормального до нездоровляного)

Урбосистеми



Уж-Ужгородська урбосистема

Сучасний стан ландшафтно-геохімічних структур



Нормальний

Здоровляний

Нездоровляний

Напружений

Складний

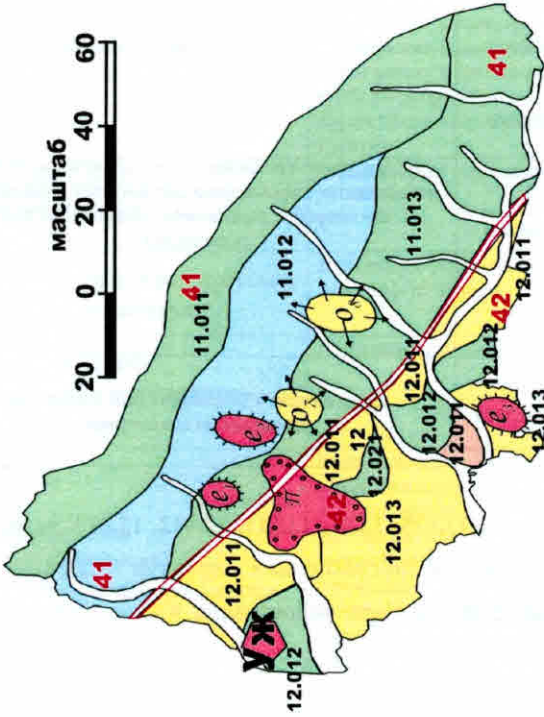


Рис. 5.19. Карта сучасного стану та сучасної ситуації території Закарпатської області з виділенням ландшафтно-геохімічних структур

### 5.3 Ландшафтно-геохімічні структури Карпатського регіону

Карпатський регіон включає Львівську, Івано-Франківську, Чернівецьку і Закарпатську області. Наукові засади геоекологічного моніторингу розробляли І.П. Герасимов, К.В. Ананічев, О.М. Адаменко, Ю.А. Анохін, Л.М. Філіппов, В.А. Ковда, В.А. Барановський, Ю.А. Ізраель, І.П. Ковальчук, І.М. Волошин, А.В. Мельник, Г.І. Рудько, С.Ю. Бортник, В.В. Стецюк, М.А. Голубець, П.Г. Шищенко, Л.Л. Малишева, Л.П. Царик, Г.І. Денисик, С.І. Кукуруза та багато інших. Стан біосфери може змінюватись під впливом природних та антропогенних чинників. За впливом природних чинників спостерігають метеорологічна та геофізична служби, а от за антропогенними впливами та їхніми наслідками необхідно вести спеціальні режимні спостереження. Систему повторних спостережень одного і більше елементів навколишнього середовища в просторі і в часі з певними цілями і згідно з попередньо підготовленою програмою називають моніторингом. На даний час діє Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», який визначає правові, економічні та соціальні основи організації охорони навколишнього середовища в інтересах нинішнього і майбутнього поколінь та Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» від 30 березня 1998р. № 391. Розширюється зміст терміну «*геоекологія*» і формується *ландшафтно-геохімічний (географо-екологічний) підхід* до вирішення певних проблем довкілля.

Цей підхід ґрунтується на уявленнях про природно-технічні та інтегральні геосистеми, що їх розглядають як середовища життєдіяльності людей і які підлягають управлінню з боку людини. *Моніторинг довкілля* – система повторних спостережень у просторі і часі за певними компонентами геосистеми, які перебувають під впливом природних і антропогенних факторів, і які вибрано з метою виявлення, оцінки, прогнозування та регулювання стану довкілля, умов функціонування геосистем та прийняття управлінських рішень щодо природно-техногенної безпеки і раціонального природокористування.

Аналіз природних умов Карпатського регіону України як чинників формування його сучасного стану ґрунтується на об'єднанні гірських і передгірських територій, що обмовлено цілісністю їхніх структурно-тектонічних і геоморфологічних, кліматичних і гідрографічних, флористичних і геоботанічних, зоогеографічних, ґрунтових і ландшафтних особливостей. Геологічне середовище – одна з найважливіших складових частин багатокomпонентної системи навколишнього природного середовища. Для Карпат характерна повздовжня морфоструктурна зональність, ускладнена поперечними долинами основних річок. У геологічній будові переважає крейдово-палеогеновий фліш, зустрічаються виходи юрських вапняків, кристалічних сланців. Неогенові вулканогенні утворення представлені андезитами, базальтами та їх туфами. Аналіз тектонічної схеми районування дозволяє виділити такі тектонічні зони: Скибова, Кросненська, Дуклянська, Черногірська, Рахівська, Магурська, Мармароська, Пенінська. Загальноприйнятим є поділ на Зовнішні і Внутрішні Карпати. Геодинаміка геологічних структур значно впливає на активізацію сучасних геоморфологічних процесів, які також ускладнюють екологічну ситуацію. Для досліджуваної території характерне вдале поєднання трьох основних груп корисних копалин: горючих, рудних і нерудних. В Карпатському регіоні виділяються Волино-Подільський, Передкарпатський та Закарпатський водонапірні басейни та Карпатська гірськоскладчаста гідрогеологічна область. Підземні води приурочені до всіх стратиграфічних горизонтів, що виходять на денну поверхню.

На території Карпатського регіону поширені дерново-підзолисті, сірі лісові та бурі гірсько-лісові, гірсько-лучні буроземні, чорноземні, торфово-болотні типи ґрунтів та відповідні їх види. Українські Карпати розташовані на Головному Європейському вододілі, звідки ріки стікають у Балтійське та Чорне моря. До басейну Балтійського моря належить водозбір р.Вісли, який заходить на територію Українських Карпат верхів'ями р. Сян. До басейну Чорного моря належать водозбори р. Дунаю та р. Дністра, а також р. Стир (притока Прип'яті). В Українських Карпатах спостерігається чіткий бар'єрний (по відношенню до основних хребтів) та висотний кліматоутворюючий ефекти, які проявляються в

своєрідному ході важливих екологічних характеристик: температури, кількості атмосферних опадів та тривалості вегетаційного періоду. Природа Карпатського регіону представлена складною системою територіальних одиниць, що створюють високогірний, середньогірний, низькогірний та передгірний яруси. Враховуючи спільність і подібність рис генезису морфоструктур та морфологічної будови, ландшафти даної фізико-географічної області об'єднують (Міллер Г.П., Мельник А.В., Федірко О.М., 1992) в декілька видів: структурно-ерозійних низькогір'їв, денудаційно-аккумулятивних височин, горбисто-грядових ерозійно-зсувних височин, горбисто-увалистих височин, аккумулятивних улоговин, зандрових рівнин, заболочених рівнин.

*Сучасна ситуація довкілля* – це стан, який характеризується поєднанням ландшафтних умов та проблем на певній території, які зберігаються незмінними протягом певного часу. Сучасну ситуацію можна аналізувати інтегральними синтетичними показниками. *Сучасний стан* формується сукупністю екоумов, екоситуацій та екопроблем.

Труднощі для оцінки сучасних ситуацій полягають, перш за все, у відсутності нормативних методів інтегральної оцінки забруднення як окремих середовищ (повітря, ґрунту, води) так і всієї системи в цілому. Державний контроль ведеться тільки за обмеженою кількістю найбільш поширених забруднювачів. В той же час, найбільшу небезпеку можуть представляти специфічні речовини, за якими не ведеться систематичного контролю. Найбільші труднощі пов'язані з тим, що нормативи, базовані на використанні ГДК, розроблялися для виявлення лише двох станів норми (при фактичних концентраціях нижче ГДК) і забруднення (вище ГДК).

Найцікавішою обставиною є те, що сучасна ситуація не може оцінюватися посправжньому глибоко в межах лише однієї чи навіть декількох типів територій. Лише аналіз даних на всіх суміжних територіях дає можливість оцінити ситуацію в цілому, що пов'язано з дією ефекту компенсації. Формування сучасних ситуацій пов'язано як із зовнішніми впливами на природні та техногенні об'єкти, так і з властивостями самих об'єктів, характером їхнього функціонування. Вплив на об'єкт викликає його реакцію, що залежить не тільки від сили впливу, але і від стійкості

об'єкту, його адаптаційних можливостей, відповідності типу впливу типам процесів, що відбуваються в об'єкті.

Для обґрунтування заходів, спрямованих на усунення негативних наслідків втручання людини в навколишнє природне середовище і покращання сучасної ситуації, розробки методів оптимізації природокористування з одержанням максимуму продукції при одночасному збереженні довкілля, необхідна організація регіонального екологічного моніторингу. Сучасні ситуації – динамічні. Прослідкувати та оцінити їх можна тільки з допомогою добре налагодженої системи моніторингу та системи постійно оновлюваних ландшафтно-геохімічних карт, створених з допомогою ГІС-технологій.

Для організації регіонального моніторингу довкілля Карпатського регіону О.В.Побігун [257] використала робочий масштаб польових досліджень – 1:500 000. Враховуючи відносно просту геологічну будову, поширення геологічних світ, характер переносу повітряних мас, великі контури ґрунтів та ландшафтне районування території на площі близько 56,6 тис. км<sup>2</sup> обрано 579 точок спостережень, які майже рівномірно охоплюють весь регіон досліджень в межах Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської, Чернівецької областей. Ми використали також дані по території Дністровської долининної екосистеми, включаючи і Тернопільську область (рис. 5.20 – 5.22).

Отримані дані при одноразовому обстеженні регіону (екологічному аудиті) є початковим (інвентаризаційним) етапом постійно діючого моніторингу. Таким чином, була досить рівномірно вивчена вся територія досліджуваного регіону. Під час маршрутів відбирались проби (зразки) атмосферного повітря, ґрунтових вод, ґрунтів (рис.5.23). Застосування нових інформаційних технологій дало змогу поєднати знання фахівців з геології, геохімії, географії та інших з можливостями оперативної обробки великих масивів даних. Метою комп'ютерної системи моніторингу регіону є збір інформації, її аналіз, формування пропозицій та рекомендацій для забезпечення безпечних умов життя населення та відновлення навколишнього природного середовища.

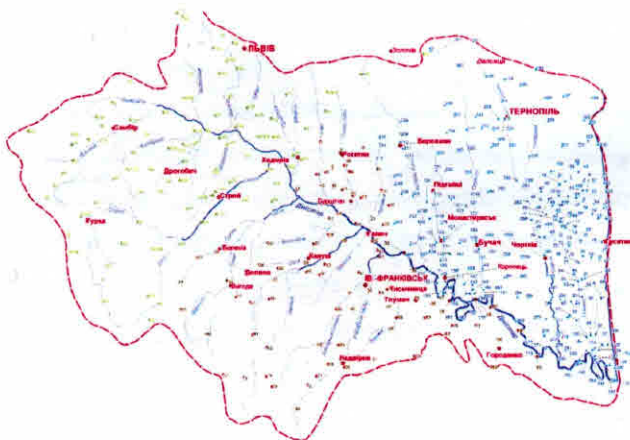


Рис.5.20. Карта фактичного матеріалу Дністровської долиної екосистеми

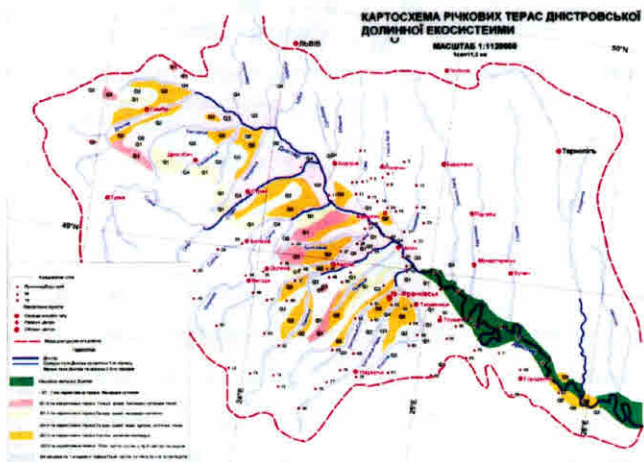
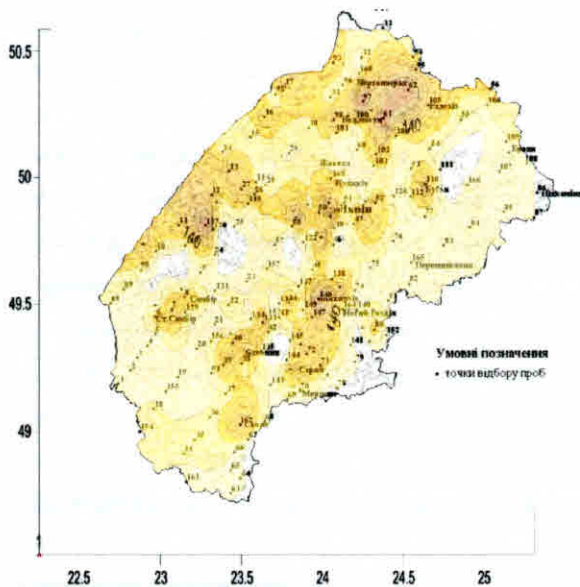


Рис. 5.21. Картохема річкових терас Дністровської долиної екосистеми





М 1 : 350 000

Рис. 5.22. Карта-схема забруднення ґрунтового покриття на фоні розташування точок відбору проб території Львівської області

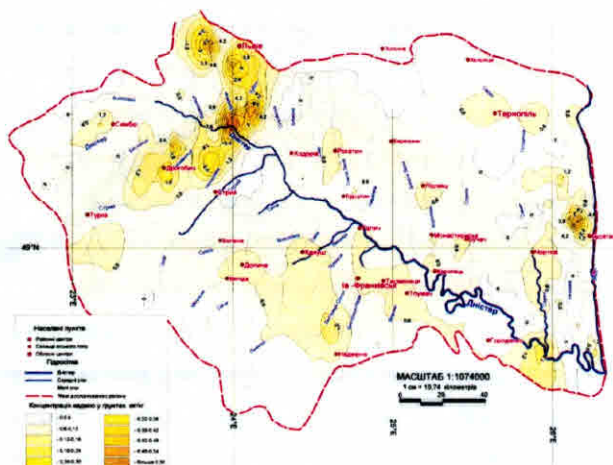


Рис. 5.23. Вміст кадмію у ґрунтах Дністровської долининної екосистеми

Пропонована система включає кілька різномасштабних рівнів. Основою системи є банк екологічної інформації, що складається з даних систем геоекологічного моніторингу довкілля Карпатського регіону. Це чотири блоки: «моніторингові дослідження», «оцінка стану довкілля», «прогноз стану» та «управління». Кожен з блоків містить дані по Карпатському регіону в цілому та окремо стосовно кожної з чотирьох областей, зібрані під час польових досліджень, та інші необхідні дані.

Кожен з підрозділів блоку «моніторингові дослідження» складається з інформаційних закладок: «проби», «дані останніх досліджень», «поповнення даних», «допоміжна інформація», «експорт», «інфо».

Блок «оцінка стану довкілля» складається з закладок: «таблиці», «карти екологічної ситуації», «інші тематичні карти», «графіки», «нормативні акти». Блок «прогноз» – дає можливість прогнозувати розвиток тієї чи іншої ситуації в залежності від різних сценаріїв розвитку території за електронними картами. Містить підрозділи – «таблиці» та «карти» по періодичності досліджень (по роках, місяцях). Блок «управління» містить текстову інформацію та експертні висновки аналізу та дослідження сучасного стану Карпатського регіону групою спеціалістів та фахівців різних галузей науки: екологи, геологи, гідрологи, метеорологи, що мають на меті оптимізувати ситуацію, що склалася, дати пропозиції щодо її покращення.

На комп'ютері моделюється *сучасний стан* трьох компонентів природно-антропогенних геосистем, прогнозуються їхні зміни природним шляхом та під впливом техногенного навантаження. Залежно від запланованого сценарію розвитку взаємодії між природою, господарством і суспільством задаються необхідні параметри на території, в галузі або на підприємстві. Оцінка сучасного стану довкілля виконується за показниками стану і структури геосистем, можливостями їхнього самовідновлення, характеристиками природного та антропогенного впливу техногенних об'єктів на геосистеми. Всі ці показники сучасного стану необхідно порівнювати з нормативними.

*Процес оцінки сучасного стану* завершується складанням цілого комплексу комп'ютерних (електронних) карт як окремих компонентів довкілля та окремих

елементів-забруднювачів, так і синтетичної (інтегральної) карти, на якій визначаються *ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) зони* різного ступеня екологічної напруги: умовно сприятливі, задовільні, напружені, критичні, катастрофічні (рис. 5.23 – 5.25).

Вся інформація накопичується в базі даних, що дозволяє оперативно вносити зміни у карту відповідно з динамікою природно-антропогенних геосферно-біосферно-соціосферних процесів. Аналіз інформації з карти дозволяє приймати керівні рішення. Створені електронні карти є динамічними, тобто при зміні хоча б одного з параметрів елементарної комірки йдуть зміни і всієї системи. Вони наділяються всіма семантичними атрибутами, перестаючи бути просто графічним зображенням. Це одна з особливостей, яка відрізняє ГС від систем автоматизованого картографування.

Бази даних з таблицями, що характеризують сучасний стан кожного окремого компоненту навколишнього середовища, були введені в персональний комп'ютер з використанням баз даних Microsoft Access та оброблені з допомогою геоінформаційної системи (ГІС) MapInfo та програми Surfer. Подальше аналітичне рішення задачі ґрунтується на створенні цифрової моделі місцевості за результатами польових досліджень. Таке рішення дає переваги в оперативному отриманні результатів, гарантує відсутність помилок.

О.В.Побігун [257] запропоновані методики реалізації моніторингу атмосферного повітря, ґрунтів та ґрунтових вод. *Оцінка сучасного стану атмосферного повітря* здійснювалась безпосереднім визначенням складу атмосферного повітря на вміст в ньому різних забруднювачів з відбором та аналізом проб повітря по моніторинговій мережі. Проводився аналіз проб на якісний та кількісний склад компонентів довкілля. В результаті обробки даних було побудовано геоелектронні карти поелементного вмісту забруднювальних речовин та по сумарному показнику забруднення атмосферного повітря, ґрунтових вод та ґрунтів.

За сумарним показником забруднення виділено *ландшафтно-геохімічні або геоекологічні райони* з умовно сприятливою ситуацією (СПЗ=1), задовільною

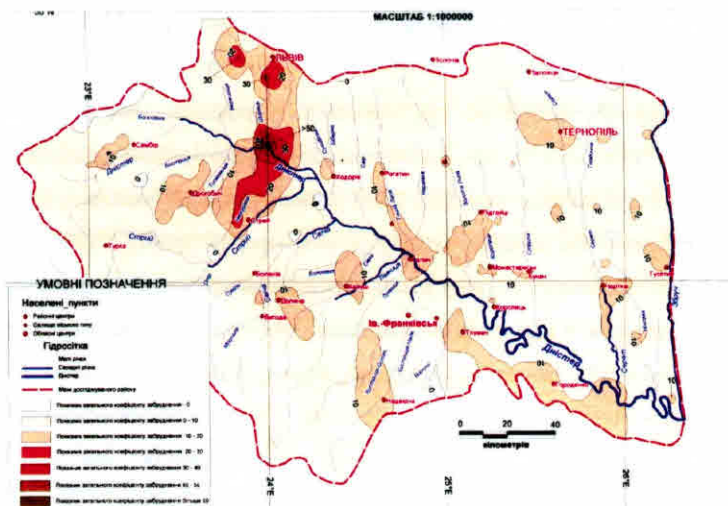


Рис. 5.24. Карта забруднення ґрунтів Дністровської долининної екосистеми важкими металами (за показниками загального коефіцієнту забруднення)

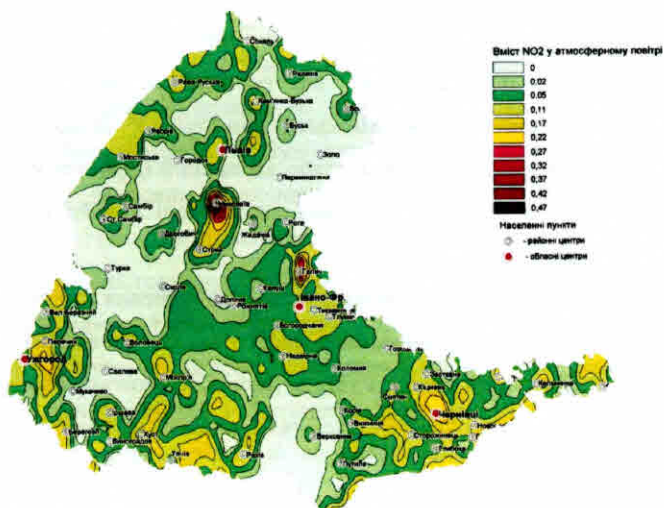


Рис. 5.25. Вміст оксиду азоту у атмосферному повітрі Карпатського регіону

( $1 < \text{СПЗ} < 5$ ), напруженою – ( $5 < \text{СПЗ} < 10$ ), критичною ( $10 < \text{СПЗ} < 100$ ), катастрофічною ( $\text{СПЗ} > 100$ ).

На переважній частині регіону, особливо у гірській частині Карпат, та на територіях, які прилягають до Тернопільської області, спостерігається умовно сприятлива ситуація приповерхневого шару атмосфери. Це зумовлено відсутністю у цих районах потужних джерел викиду в атмосферне повітря забруднювальних речовин. Майже по всьому регіону різко виражена напружена та критична ситуації атмосферного повітря. Катастрофічна ситуація спостерігається на південному заході Закарпатської області – Маюрки, Мукачево, Ясиня. В Івано-Франківській області – це Калуш, Івано-Франківськ, Бурштин, Болехів. Є місця з напруженою ситуацією у Чернівецькій області. Майже катастрофічної ситуації набули території Львівської області – Миколаїв, Львів, Червоноград, Ст.Самбір, Стебник. Більшість плям забруднення сконцентровано навколо промислових центрів: Миколаєва, Стрия, Долини, Дрогобича, Самбора, Яворова, Львова, Івано-Франківська, Бурштина, Калуша, Червонограда, Добротвора.

*Сучасний стан ґрунтового покриву* на переважній частині території Карпатського регіону є умовно сприятливий та задовільний, тут спостерігається допустимий рівень забруднення. Напружений рівень спостерігається у вигляді декількох значних за площею плям, що розташовані на територіях Івано-Франківської, Закарпатської та Чернівецької областей. У Закарпатській області задовільний рівень забруднення ґрунтів слабо виражений і простежується у вигляді декількох невеликих за площею плям, що розташовані в районі міст Ужгород, Мукачево, Виноградів, Свалява.

Зони критичного та катастрофічного рівнів забруднення ґрунтів розташовані, головним чином, на території Львівської області у вигляді як великих, так і малих плям (Миколаїв, Львів, Стрий, Буськ, Радехів, Яворів, Мостиська, Кам'янка-Буська); частково навколо міст Івано-Франківської та Чернівецької областей (рис. 5.23 – 5.25).

*Сучасний стан ґрунтових вод* на території є дуже несприятливим, тут переважають задовільні, напружені та критичні стани ґрунтових вод. Сприятлива

ситуація спостерігається у гірській частині і на територіях, прив'язаних до основних гірських хребтів. В Чернівецькій області стан ґрунтових вод є задовільним.

Особливо великі площі займають території з напруженим сучасним станом ґрунтових вод у межах Львівської та Івано-Франківської областей. Критична ситуація простежується в районі промислових центрів – Миколаїв, Жидачів, Стрий, Дрогобич, Долина, Рожнятів, Львів, Яворів, Радехів, Сокаль, Калуш, Івано-Франківськ, Надвірна, Тисмениця, Буськ.

### **Висновки до розділу 5:**

1. Ландшафтно-геохімічні дослідження територій регіонального ієрархічного рівня (адміністративних областей, Дністровської долинної геосистеми і Карпатського регіону в цілому) дозволили виділити як вже відомі з попередніх розділів ландшафтно-геохімічні зони і смуги, так і структури більш високого рангів – ландшафтно-геохімічні надзони та підзони. Надзони виділяються в тих випадках, коли не вдалось розчленувати класи або групи ландшафтів на дрібні одиниці – ландшафти. Підзони ж у геоекологічному районуванні „з'являються”, коли закартовані лише види ландшафтів, а до місцевостей справа „не дійшла”.

2. Обласні системи екологічного аудиту і моніторингу поки що тільки створюються. Фактичні матеріали не завжди дозволяють провести детальне районування подібно до того, як це було виконано для території Івано-Франківської області. Але сам принцип, запропонований нами для цієї області, методика ландшафтно-геохімічних досліджень відкриває перспективи вивчення будь-яких інших територій адміністративних областей України.

3. Ландшафтно-геохімічні структури Дністровської долинної геосистеми і Карпатського регіону в цілому досліджені нами методами регіонального екологічного аудиту. Вдалось розкрити головні особливості ландшафтно-геохімічної структури цієї великої за площею території. Вона теж поділяється на надзони, зони, підзони і смуги, про що детально буде сказано у 6 розділі нашої роботи.

**РОЗДІЛ 6**  
**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ**  
**ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ,**  
**ЛОКАЛЬНОМУ І ОБ'ЄКТОВОМУ РІВНЯХ**

**6.1 Ландшафтно-геохімічне районування території Карпатського регіону і Західного Поділля**

Головним положенням нашого дослідження, яке спрямоване на отримання нових наукових знань в галузі природничої географії та геохімії ландшафтів, є *типологічна класифікація ландшафтно-геохімічних структур регіонального, локального і об'єктового рівней* та розкриття закономірностей їх просторового розміщення на території Карпатського регіону і Західного Поділля – типових регіонів, що представляють як гірську так і рівнинну частини України. Новизна такого підходу до ландшафтно-геохімічного районування полягає в тому, що до наших досліджень таке районування, яке називали геоекологічним [179, 182], пропонувалось різними авторами лише для національного рівня, тобто у дрібному масштабі 1:1 000 000. Ми вважаємо, що при переході від національного до більш детальних рівней – регіонального (масштаб 1:200 000), локального (масштаб 1:50 000) і об'єктового (масштаб 1:10 000 і крупнішого), а такий перехід можливий лише там, де виконані детальні ландшафтно-геохімічні оцінки довкілля за усіма компонентами ландшафтів і визначено просторовий розподіл техногенного навантаження, – то при такому переході повинні змінюватись не тільки масштаби досліджень, а й *критерії виділення структур*. Наприклад, при геоекологічному районуванні національного рівня Л.Л. Малишева [179, 182] виділила 4 округи, 16 регіонів і 56 районів, ґрунтуючись на ознаках, які відрізняють одну таксономічну одиницю від іншої. Це:

- питома вага орних земель;
- сільськогосподарська освоєність території;
- антропогенна перетворюваність ландшафтів;

- питома вага кислих ґрунтів у складі орних;
- внесення добрив;
- використання хімічних засобів захисту рослин;
- забезпеченість водними ресурсами;
- забруднення поверхневих вод стічними водами;
- вміст забруднювальних речовин у водах;
- викиди в атмосферу;
- захворюваність населення середня;
- захворюваність онкологічна;
- смертність;
- смертність від хвороб системи кровообігу.

В.М. Гуцуляк [112] виконав еколого-ландшафтне районування Чернівецької області, яке „ ... базується на комплексній оцінці екологічної ситуації, потенціалу ландшафтно-антропогенних комплексів (ЛАК) з урахуванням специфіки адаптованих реакцій людини. В процесі аналізу і обліку вказаних характеристик ЛАК виділяються ландшафтно-екологічні системи. В залежності від значення інтенсивності й територіального поширення екологічних змін, зв'язаних з антропогенним впливом, ці системи ранжуються в таксономічний ряд індивідуальних одиниць локального та регіонального рівнів” [112, с.72].

При виділенні районів В.М. Гуцуляк враховує найбільш суттєві ознаки, які він називає геохімічними особливостями або критеріями:

- переважання і сполучення типологічних ландшафтно-геохімічних одиниць (сімейств, родів, видів);
- геохімічні особливості та якість ґрунтових і поверхневих вод;
- територіальні відмінності у вмісті і співвідношенні мікро- та макроелементів у компонентах ландшафту, який впливає на здоров'я населення;
- нозогенність ландшафтних комплексів (потенційні умови виникнення тих чи інших хвороб);
- місцезнаходження і характер територіальних антропоєкологічних систем, ландшафтно приуроченість населених пунктів та ін.;



- відносна однорідність виділених районів за даними методів математичної статистики;

- головними індикаторами геохімічної однорідності районів (ландшафтів) є макрокомпоненти ґрунтових вод.

В.М. Гуцуляк [112] на зазначених ознаках виділив в межах Чернівецької області 23 ландшафтно – геохімічних райони, кожний з яких має індивідуальну характеристику. Як видно із аналізу робіт В.М. Гуцуляка, основною задачею ландшафтно – геохімічного районування було вирішення медико-екологічних проблем Чернівецької області (алопеція та інші захворювання, спричинені складною еколого-техногеохімічною ситуацією).

Ю.А. Олішевська [241] запропонувала геоекологічне районування України також на національному рівні, ґрунтуючись на обчисленні геоекологічного потенціалу. Геоекологічний потенціал геосистем, за А.Г. Исаченко [150], – це якість середовища існування людей, можливість забезпечення населення необхідними харчовими продуктами, умовами праці та відпочинку і лікування. Геоекологічний потенціал Ю.А. Олішевська обчислює в цифровому виразі з врахуванням природного потенціалу, техногенного навантаження, потенціалу стійкості геосистем. Вона виділяє 11 геоекологічних регіонів і 76 геоекологічних районів на території України, які в окремих випадках співпадають з геоекологічним районуванням Л.Л. Малишевої [182]. Основними критеріями (принципами) геоекологічного районування Ю.А. Олішевська [244] вважає наступні:

- при виділенні геоекологічних регіонів необхідно оцінювати як особливості природного середовища так і зміненого середовища людською діяльністю;

- серед змінних, які оточують природні ландшафти, перевага надається тим, що найбільшою мірою визначають сучасну екологічну ситуацію та її можливі зміни;

- сучасні геоекологічні проблеми, геоекологічна ситуація та ризики, їх види та ймовірність виникнення слугують важливим критерієм виділення геоекологічних регіонів;

- при геоекологічному районуванні територіальні одиниці адміністративного поділу України не беруться до уваги.

Різні підходи до екологічного районування територій ми знаходимо також у роботах А.Г. Исаченка [150], В.М. Кочеткова [165], В.М. Пашенка [251], В.М. Разумовського [242], Б.И. Кочурова [166], К.Й. Кілінської [153]. В.М. Волошук, М.Д. Гродзинський, П.Г. Шищенко [108] пропонують виділяти наступні територіальні одиниці: геоекологічна зона – геоекологічний регіон – геоекологічна область – геоекологічний район – геоекологічний мікрорайон.

Враховуючи погляди попередніх дослідників, ми пропонуємо брати до уваги не тільки ґрунти, повітря чи води, а й комплекс компонентів ландшафту, його природний стан та перетворення під впливом техногенних навантажень. При цьому важливо застосовувати пряме вимірювання сучасного стану ґрунтів, донних відкладів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу, а також рослинності. Необхідно опиратись не тільки на те, що „впало” на ґрунт і рослинність з повітря або попало зі скидами стічних вод у гідросферу, а відбирати проби з усіх компонентів і таким чином оцінювати їх якість і сучасний стан.

Наші дослідження показали, що при переході від національного до більш детальних рівней районування набір ознак змінюється: деякі з них залишаються від національного рівня, а інші з’являються і стають значущими для відмінності між більш детальними об’єктами районування регіонального, локального і об’єктового рівней. При цьому структури національного рівня – округи, регіони і райони – залишаються, а всередині них виділяються *якісно нові*, підпорядковані першим ландшафтно-геохімічні структури регіонального, локального і об’єктового рівня, які ми і обґрунтовуємо у своєму дослідженні, пропонуючи наступний набір типологічних ознак таких структур:

- ландшафтна основа таксономічної одиниці;
- лісистість території;
- доля природно-заповідного фонду;
- викиди в атмосферне повітря;
- скиди у водне середовище;

- просторове розміщення твердих промислових і побутових відходів;
- антропогенна перетвореність ландшафтів;
- ендегодинамічна небезпека;
- ураженість екзогеодинамічними процесами;
- питома вага орних земель;
- площа поселенських (селитебних) територій;
- густота населення;
- сучасний стан довкілля (нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний) на території.

Протягом 2003–2013 рр. ми виконували польові ландшафтно-геохімічні дослідження з сучасного стану довкілля на території Івано-Франківської, Тернопільської, Львівської та Закарпатської областей у масштабі 1:200 000, міської території Івано-Франківська та ПАТ „Івано-Франківськцемент” у масштабі 1:10 000. Нами враховані також дослідження в межах Карпатського регіону, Дністровської долини геосистеми та Карпатського Євро регіону у масштабі 1:500 000. Це дало можливість побудувати базу даних та карту фактичного матеріалу, де враховані дані з 1 441 полігону – точок відбору проб з результатами аналізів на 6 основних хімічних забруднювачів – важких металів у різних природних середовищах – ґрунтах, поверхневих і ґрунтових водах, донних відкладах, атмосферному повітрі та рослинності (рис. 1.1, рис. 2.10, табл. 2.9). Ми винесли наші ландшафтно-геохімічні полігони на карту Л.Л. Малишевої [179] в межах Карпатського регіону і Західного Поділля (рис. 6.1), а також відокремили із таблиці кількісних характеристик геоекологічних регіонів України Л.Л. Малишевої [182] (табл. 6.2) ту її частину, яка стосується досліджуваної нами території (табл. 6.3). Із аналізу таблиці можна прийти до висновку, що набір ознак, які характеризують відмінності між геоекологічними регіонами, а таких ознак в таблиці 6.2 є п'ятнадцять, не завжди є значущими для розпізнавання образів, тобто геоекологічних регіонів. Кожна ознака має досить широкий діапазон змін, вони часто перекривають одна одну і тому зникає однозначна можливість відрізнити той чи інший регіон від сусіднього. Це примусило нас для ландшафтно-геохімічного

Таблиця 6.1

База даних техногенного забруднення  $S_T$  Карпатського регіону і Західного Поділля

№ п/д проб	Координати		Хімічні елементи $S_T$										СПЗ <sup>а</sup>	Географічна прив'язка
	x	y	ГДК	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Mn	4			
												2,1		
1.	50	25,5743	49,2040	1,6	0,6	3,6	2,3	1,2	0,01			1,538222944	Густинський район	
2.	51	25,5635	49,2153	1,4	1,1	1,3	1,6	2,3	0,03			1,869590909	Густинський район	
3.	52	25,5332	49,2333	1,2	0,1	1,4	1,9	2,4	1,02			1,031640693	Густинський район	
4.	53	25,5751	49,2411	0		7,3	1,3	2	1,06			2,741966697	Густинський район	
5.	54	26,1290	49,2259	0	0	1,2	1,2	1,6	0			0,077818182	Густинський район	
6.	55	26,4480	49,2352	0	0	0	0	0	0		0	0	Густинський район	
7.	56	26,2160	49,1833	0,03	1,8	5,4	9,8	63	1,5			4,797467532	Густинський район	
8.	57	26,4170	49,1748	1,4	0	1,2	1,2	1,4	0			0,742484848	Густинський район	
9.	58	26,1320	49,1610	0,01	1,4	4,9	7,2	61	1,6			4,179004329	Густинський район	
10.	59	25,5831	49,1346	0	0	1,1	0	0	0			0,036666667	Густинський район	
11.	60	25,5454	49,1640	0	0	1,9	1,3	1,3	1,4			0,449966697	Густинський район	
12.	61	25,4918	49,9160	0	0	4,2	6,1	6,1	0,6			0,461909091	Густинський район	
13.	62	25,5215	49,8390	0	0	3,6	5,4	5,4	0,3			0,347181818	Густинський район	
14.	63	25,5443	49,6570	3,9	0,18	4,9	35	35	3,2			5,456839827	Густинський район	
15.	64	25,5334	49,9200	0	0	1,9	3,6	3,6	0,1			0,189787879	Густинський район	
16.	65	25,5033	49,1150	0	0	1,6	2,4	2,4	0			0,170966697	Густинський район	
17.	66	25,4735	49,1350	0	0,9	6,9	2,5	2,5	0			3,270454545	Густинський район	
18.	67	25,4940	49,1010	0	0	7,4	0,9	0,9	0			2,492030303	Густинський район	
19.	68	25,4910	49,7400	0	0	2,3	0,3	0,3	0			0,085121212	Густинський район	
20.	69	25,4957	49,5270	0	0	3,2	0,9	0,9	0,1			0,157030303	Густинський район	
21.	70	25,5223	49,6510	3,6	0,24	2,4	3,9	3,9	3,9			4,828376623	Густинський район	
22.	71	25,5940	49,6100	0	0,7	6,4	2,4	2,4	0			2,900666697	Густинський район	
23.	72	26,2170	49,5420	3,2	0,9	5,1	2,5	2,5	0			4,194264069	Густинський район	
24.	73	25,5912	49,4150	3,1	0,6	6,1	3,6	3,6	0,2			2,430978355	Густинський район	
25.	74	25,5532	49,3700	0,01	0,85	10,2	5,4	5,4	8,6			4,866580087	Густинський район	
26.	75	25,5330	49,4190	0	0,7	7,9	4,5	4,5	0			3,460151515	Густинський район	

\*Всього 1 441 точок відбору проб

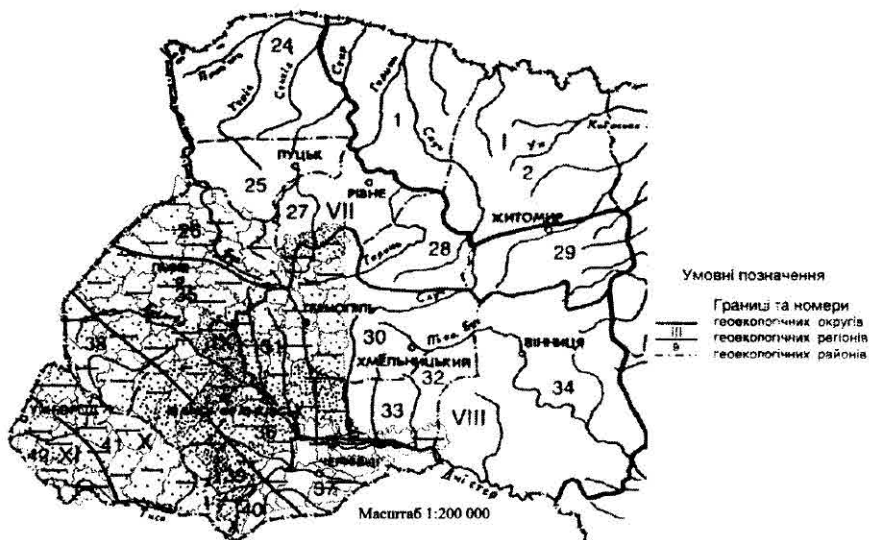


Рис. 6.1. Розміщення 1441 геоекологічного полігону Л.В. Міщенко на фоні геоекологічного районування України. Автори районування П.Г. Шищенко, Л.Л. Малишева, В.Г. Потапенко [179]

районування регіонального, локального та об'єктового рангів вибрати інший набір ознак, залишивши лише кілька параметрів, запропонованих Л.Л.Малишевою [182].

Таким чином, на досліджуваній території 6 елементів-забруднювачів ґрунтів, які є „скрізними” (Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni): проходять через усі об'єкти досліджень (регіони, області, райони, населені пункти і підприємства) і усі ієрархічні рівні (регіональний, локальний, об'єктовий) – з використанням ГІС-технологій та обґрунтованою нами технологією дозволило побудувати комп'ютерні (електронні) *техногеохімічні карти просторового розповсюдження важких металів Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni в ґрунтах* (рис. 6.2 – 6.7), а також *сумарного показника забруднення* (рис. 6.8).

Виявлено зони забруднення (вище ГДК), а також встановлено досить строката картина розподілу хімічних елементів як вище, так і нижче ГДК, що дає уяву про досить складне геохімічне поле в ґрунтах досліджуваного регіону.

Таблиця 6.2

## Кількісні характеристики геоекологічних регіонів України [182]

№ регіону	Геоекологічний регіон	Питома вага орних земель, %	Сільськогосподарська освоєність, %	Антропогенна перетворюваність ландшафтів, %	Питом а вага кислих ґрунтів у складі орних, %	Внесення добрив, т/га		Використання хімічних засобів захисту рослин кг/га	Забезпеченість водними ресурсами водного стоку	
						органічних	мінеральних		тис. м <sup>3</sup> /чол. рік	тис. м <sup>3</sup> /к м <sup>2</sup>
VI	Північно-Західний	35-45	55-65	60	35-40	12,5-14,5	0,17-0,23	3,0-3,8	0,75-1,5	130-250
VII	Подільський	25-50	30-60	60-65	45-55	14-16	0,23	2,9-3,5	2,2-4,5	150-500
IX	Прикарпатський	60-75	75-85	81-90	50	8,5-12	0,17	2,9-3,5	1,1-2,0	85-140
X	Карпатський	< 15	14-30	< 60	50   > 50	12-15	0,23	2,4-3,5	2,6-6,0	150-500
XI	Закарпатський	31-45	30-60	> 60	< 50	10-14	0,29	4,1-8,0	3,1-7,0	500-700

Закінчення табл. 6.2

Забруднення поверхневих вод стічними водами		Виділи в атмосферу				Захворюваність середня на 100000 чол.	Захворюваність онкологічна на 100000 чол.	Смертність від хвороб системи кровообігу на 100000 чол.		
		Виділи в атмосферу		тис.т	г/км <sup>2</sup>					
		без загал. об'єм, тис. м <sup>3</sup> /рік	з частковим очищенням, %						Видіст забруднюючих речовин, тис.т/рік	азот-амонійних
загал. об'єм, тис. м <sup>3</sup> /рік	%	органичних	нафтопродуктів	в	азот-амонійних					
35-65	92,7	3,3	2,4	0,4	0,9	200-300	62700-68200	225-270	1050-1150	600-700
15-50	84,7	15,3	1,7	0,2	0,2	300-450	65000-72250	205-250	950-1050	520-620
45-85	94,5	5,5	5,2	5,2	0,7	280-450	58000-63700	291-320	1300-1400	720-870
10-25	96,0	4,0	1,2	0,04	0,07	100-200	54800-60300	200-250	950-1050	420-520
26-50	91,7	8,3	1,5	0,05	0,2	100-200	52300-58000	200-250	950-1050	420-520

Таблиця 6.3

## Класифікація та типологічні ознаки геоекологічних структур національного, регіонального, локального та об'єктового ієрархічних рівнів (Л.В. Міщенко, 2011)

Географічний структурний рівень	Розміри, мкс та км	Морфометрична характеристика ландшафтно-екосистемних комплексів	Лісокристальність, %	Прогнозована лісокристальність, %	Текстурні показники			Аграрно-лісові ресурси, тис. га	Удовільнення лісових земель, %	Питома площа лісових земель, %	Питома площа територій, %	Питома площа населеної території, %	Класифікація в стані	
					Висота в метрах над рівнем моря, м	Склад ґрунтів, тис. га/тис. га	Температура, °С							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Національний рівень														
Господарський округ (ГДО)														
Горький-Дніпропетровський (ГД) та Львівський регіони (ЛР)														
Вінницький національний парк (ВНП)	190 x 60	Східно-лісвокарпатський географічний комплекс	28	12	200-300	31-65	1-5	60	Субокеанічний 2-3 біом	35	35-45	12	52	
25. Бурачківський ГЕОП	30x15	Лісовий комплекс	25	8						28				
26. Галицький ГЕОП	110x35	Лісовий комплекс	34	12						30				
27. Рівненський ГЕОП	80x23	Лісовий комплекс	26	6						40				
VIII. Подільський ГЕОП	180x120	Лісовий комплекс	22	18	300-490	15-50	1-12	60-65	Субокеанічний 3-4 біом	42	25-50	18	61	Річковий комплекс
30. Східнокарпатський ГЕОП	130x33	Лісовий комплекс	42	16						38				
31. Тернопільський ГЕОП	120x60	Лісовий комплекс	15	14						40				
33. Кам'янець-Подільський ГЕОП	100x40	Лісовий комплекс	18	24						35				
БК. Прикарпатський ГЕОП	300x70	Лісовий комплекс	36	14	280-490	45-85	8-10	80-90	Субокеанічний 4-6 біом	40	60-75	16	80	Річковий комплекс
35. Львівський ГЕОП	120x70	Лісовий комплекс	38	18						42				



Продовження таблиці 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
36. Івано-Франківський ЦЕРН	130x60	Червоногородська область	40	32										
37. Буковинський ЦЕРН	120x50	Червоногородська область	35	24										
38. Карпатський ЦЕРН	80x250	Горьківська обл. ф-л. геогр. ф-л.	56	22	100-200	10-25	1,2	< 60	Сайт: <a href="http://www.ferret.com.ua">www.ferret.com.ua</a>	25	< 15	5	16	
39. Буковинський ЦЕРН	60x90	Дніпропетровська обл.	61	20						18				
40. Тернопільський ЦЕРН	35x130	Сев.-зап. Україна	58	18						16				
41. Львівський ЦЕРН	40x70	Волинська обл.	60	26						25				
42. Чернівецький ЦЕРН	60x180	Дніпропетровська обл.	62	24						15				
43. Закарпатський ЦЕРН	35x120	Закарпатська обл.	36	10	100-200	25-50	2,5	> 60		18	30-45	15	65	
44. Миколаївський ЦЕРН	35x120	Дніпропетровська обл.	42	10						25				
45. Рівненський ЦЕРН	20x70	Миколаївська обл.	22	6	160-210	35-40	0,5-1	50-60		25	40-45	10	52	
46. Одеський ЦЕРН	15x50	Одеська обл.	21	4	170-220	24-60	0,7-1,5	60-65		30	45-50	14	50	
47. Одеський ЦЕРН	15x60	Одеська обл.	40	18	340-400	85-120	0,8-2,3	70-75		34	65-70	15	61	
48. Одеський ЦЕРН	20x115	Одеська обл.	20	15	260-300	15-25	1,2-3	60-65		38	70-75	12	72	

Продовження таблиці 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Безпечніший спосіб	1,2x40	Будівельний запис	25	2	1,80	35		60						
1.01- Волокна														Складний
1.02- Ручна	6x60	Ручна за один	21	4	1,80	35		50		16	42			Напружений
1.03- Виробничий	2,0x40	Виробничий за один	24	6	2,00	40		55		18	44			Напружений
1.04- Дворучна	1,2x40	Дворучна за один	21	2	1,70	37		60		24	45			Задочний
1.05- 3x4x1/2	1,5x70	3x4x1/2 за один	22	2	2,10	36		55		13	40			Складний
1.06- Плетена	1,0x25	Плетена за один	24	3	1,80	40		60		12	43			Задочний
2.01- Складний	1,0x40	Складний за один	18	1	1,70	25		65		16	50			Задочний
2.02- Ручна	5x15	Ручна за один	23	1	1,70	27		65		18	50			Напружений
2.03- Волокна	1,5x40	Волокна за один	16	2	2,00	35		61		30	42			Задочний
2.04- Дворучна	5x15	Дворучна за один	18	4	1,80	45		63		14	43			Задочний
2.05- Дворучна	1,5x35	Дворучна за один	22	12	1,70	31		62		15	50			Задочний
2.06- Ручна	5x20	Ручна за один	24	10	2,20	60		60		18	45			Задочний
2.07- Плетена	5x20	Плетена за один	27	5	3,40-3,50	85		70		24	63			Напружений
2.08- Дворучна	5x15	Дворучна за один	30	4	4,00-4,10	100		75		18	70			Напружений
3.01- Ручна	1,5x40	Ручна за один	27	2	3,40-3,50	85		70		16	65			Напружений
3.02- Плетена	1,5x20	Плетена за один	18	16	3,40-3,50	85		70		20	65			Напружений
3.03- Волокна	1,2x35	Волокна за один	15	3	3,40-3,60	85		70		24	64			Складний
3.04- Волокна	1,5x35	Волокна за один	14	1	3,40-3,50	85		75		18	68			Напружений
3.05- Плетена	1,5x25	Плетена за один	21	1	3,40-3,50	90		75		28	70			Напружений
3.06- Ручна	1,2x40	Ручна за один	22	3	3,40-3,60	100		75		18	65			Складний
3.07- Волокна	1,0x15	Волокна за один	16	5	3,70-3,90	120		75		24	65			Задочний
3.08- Волокна	5x15	Волокна за один	14	4	3,40-3,70	120		75		20	70			Задочний
4.01- Волокна	1,0x20	Волокна за один	20	12	2,60	15		60		32	70			Задочний
4.02- Волокна	5x10	Волокна за один	18	2	2,70	18		61		16	70			Напружений

Продовження таблиці б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4.03 - Діючий	10x20	8-місячий малюнок фр	15	2	260	16		63						Секретний
4.04 - Діючий	5x15	Діючий малюнок фр	16	4	270	15		66						Загрозливий
4.05 - Діючий	5x15	Діючий малюнок фр	15	1	390	15		65						Загрозливий
4.06 - Діючий	5x20	Діючий малюнок фр	13	1	390	18		61						Незрозумілий
4.07 - Діючий	10x25	Секретний малюнок фр	16	1	260	21		60						Незрозумілий
4.08 - Діючий	5x20	Секретний малюнок фр	20	5	270	22		60						Незрозумілий
4.09 - Діючий	20x50	Візуальний малюнок фр	20	8	260	18		60						Незрозумілий
4.10 - Діючий	15x25	Візуальний малюнок фр	18	2	300	17		61						Загрозливий
4.11 - Діючий	5x12	Примітивний малюнок фр	20	1	260	16		65						Загрозливий
4.12 - Діючий	10x15	Візуальний малюнок фр	20	10	260	20		64						Незрозумілий
4.13 - Діючий	10x15	Примітивний малюнок фр	20	10	270	22		61						Загрозливий
4.14 - Діючий	10x15	Примітивний малюнок фр	20	12	300	18		64						Загрозливий
5.01 - Діючий	5x5	Діючий малюнок фр	15	2	250	16		65						Незрозумілий
5.02 - Слайд	12x70	Слайд малюнок фр	14	4	240	2512		65						Загрозливий
5.03 - Діючий	35x5	Діючий малюнок фр	12	22	240	12		65						Незрозумілий
5.04 - Слайд	25x50	Слайд малюнок фр	15	8	300	45		70						Загрозливий
5.05 - Діючий	5x25	Примітивний малюнок фр	8	2	60	5		40						Незрозумілий
6.01 - Слайд	15x100	Слайд малюнок фр	22	4	24	2		15						Незрозумілий
6.02 - Слайд	20x10	Слайд малюнок фр	25	18	20	5		20						Незрозумілий
6.03 - Візуальний	20x70	Візуальний малюнок фр	26	4	15	2		10						Загрозливий
7.01 - Діючий	10x40	Діючий малюнок фр	24	5	22	5		12						Незрозумілий
7.02 - Слайд	10x10	Слайдний малюнок фр	22	10	8	12		15						Загрозливий
8.01 - Діючий: Візуальний: Мінімум	25x120	Візуальний: Примітивний: Мінімум	15	16	12000	85		80						Загрозливий

Продовження таблиці 6.3

		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9.01. Парківська (Хвалківська; Колодязька)	25х120	Ромківська; Косовська	20	6	43	60		65		38	65			Секція: парківська, хвалківська, колодязька
10.01. Поголівська-Воронівська	40х130	Поголівська-Воронівська в с.Лавки	61	48	15	5		5		24	5			Парківська, хвалківська, парківська
11.01. Водогрійська-Розівська	35х160	Водогрійська в с.Лавки	56	36	21	12		5		12	5			Хвалківська, парківська
12.01. Ужгородська-Виноградська	40х130	Ужгородська-Виноградська в с.Лавки	22	5	180	45		25		31	60			Парківська, хвалківська, парківська
13.01. Сілівська	20х70	Сілівський в с.Лавки	15	15	15	5		15		16	60			Хвалківська
14.01. Водогрійська	5х25	Водогрійська в с.Лавки	10	12	12	5		10		12	15			Парківська
15.01. Крушинська	10х45	Крушинський в с.Лавки	56	56	8	2		5		15	5			Парківська
16.01. Днішківська	55х80	Днішківський в с.Лавки	16	4	150	15		28		24	48			Хвалківська
17.01. Іршавська	3х80	Іршавський в с.Лавки	48	48	15	2		5		18	10			Парківська
18.01. Сушківська	20х100	Сушківський в с.Лавки	18	10	120	12		35		25	60			Хвалківська
19.01. Залішківська	35х80	Залішківський в с.Лавки	15	8	40	15		40		35	70			Хвалківська
20.01. Тернопільська	15х80	Тернопільська в с.Лавки	12	4	350	45		60		25	70			Парківська
21.01. Борівська	10х70	Борівський в с.Лавки	18	5	45	15		55		31	70			Хвалківська
22.01. Мокшанська	15х40	Мокшанський в с.Лавки	15	9	15	12		45		34	70			Хвалківська
23.01. Роводзьківська (Сторожківська)	15х40	Сторожківський в с.Лавки	16	4	5	5		30		28	65			Хвалківська
24.01. Золотий річище-Днішківська	10х25	Золотий річище-Днішківський в с.Лавки	21	12	40	25		45		24	35			Хвалківська
25.01. Іршавська-Сторожківська	30х80	Іршавська-Сторожківська в с.Лавки	18	2	16	22		75		35	75			Хвалківська
26.01. Пушківська	25х40	Пушківський в с.Лавки	25	10	12	15		75		36	75			Хвалківська

Продовження таблиці 6.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9.011- Катюха	20x35		15	2	370	65		85		11	48			Складний
9.012- Дашкало-Ворожиська	15x100		28	14	180	45		60		31	35			Зерновий
9.013- Малишине-Котичі	25x40		32	25	45	20		60		28	60			Зерновий
9.014- Ромашка	10x40		30	15	12	15		45		24	58			Зерновий
10.011- Волошково-Лозуватка	15x120		48	12	5	2		15		25	25			Напружений
10.012- Бельчинець-Ворожиська	10x120		62	54	5	2		10		34	15			Зерновий
10.013- Галицьке-Чорногора	10x115		65	45	5	2		12		18	10			Нормальний
11.011- Митрофан	10x160		55	20	12	5		10		16	8			Зерновий
11.012- Сиваківка	15x120		42	15	15	12		25		22	12			Нормальний
11.013- Довжичі-Гришка	15x160		28	12	10	10		22		28	65			Зерновий
12.011- Бузаківка (Відрізки-Сурішків)	15x120		31	12	8	8		12		24	40			Напружений
12.012- Широківка (Володимирівка)	10x60		22	8	12	12		18		31	60			Зерновий
12.013- Воронівське-Дубівка	15x70		12	2	22	25		48		33	75			Напружений
Господарчі саги комунгартів А-Видуватська	2x602	Лакони фін місцевості Боржавського району	24	2	15	5		45		24	65			Напружений
Б-Корошівка	2x60	і	22	4	15	5		25		25	70			Напружений
В-Варі шевська	1x40	Міжселищний сек	25	2	14	3		30		28	65			Напружений
Г-Сторожка	2x50	Лакони фін місцевої	24	2	21	6		35		32	70			Напружений
Д-Пучківка	1x40	Лакони фін місцевої	18	4	14	12		40		24	65			Напружений
Е-Діброва	0,5x25	Земельний	15	2	15	10		30		28	48			Напружений
Є-Сторожка	2x70	Територіальне	18	2	12	8		35		31	55			Напружений
Ж-Нижівка	1x40	Гуртовського	15	1	8	6		28		24	60			Напружений
З-Добуватка	2x120	Лакони фін місцевої	21	12	16	6		32		24	65			Напружений
І-Боржавка	2x10	Лакони фін місцевої	12	2	8	2		65		18	60			Складний
К-Сторожка	1x25	Пучківського	8	1	6	2		65		16	48			Складний
Л-Пучківка	2x60	Лакони фін місцевої	10	1	2	6		70		24	65			Складний

Продовження таблиці б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Господарчий сектор розповсюдження		Видатки на власність												
а-Господарський	5450	Врохальського	12	1	12	6		35		28	65			Задатковий
б-Середній	5460	Малицького ого	16	2	8	8		60		30	60			Задатковий
в-Бучацька	5480	Маларуцького	20	4	6	8		45		37	48			Задатковий
г-Дніпропетровська	5450	Малицького	12	2	4	4		54		36	56			Задатковий
д-Дніпропетровська	10660	Земельного	8	4	4	12		60		28	55			Задатковий
е-Дніпропетровська	5460	Тернопільського	12	6	6	10		58		24	64			Задатковий
ж-Дніпропетровська	5460	ро і	10	2	8	2		53		24	65			Задатковий
з-Дніпропетровська	5450	Господарського	14	8	12	2		66		26	60			Задатковий
и-Вінницька	1425	Маларуцького	8	1	6	4		65		18	58			Задатковий
й-Волинська	1425	Малицького	6	1	4	6		45		22	52			Відсутній
к-Волинська	1560	Полтавського	6	1	18	24		75		28	75			Відсутній
л-Львівська	0,3425	Маларуцького	8	2	2	8		48		18	45			Складний
Господарський сектор у межах виробничих та виробничих фондів Господарський сектор виробничий Господарський сектор Господарський сектор														
м-Львівська	5415	Ужгородського	88	25	1	2		17		24	12			Відсутній
н-Солонківська	5415	Малицького	16	2	18	24		75		32	75			Відсутній
о-Дніпропетровська	7425	Сторожинецького	32	2	28	12		80		31	60			Відсутній
п-Дніпропетровська	15620	Господарського	25	1	25	15		65		24	48			Відсутній
Господарський сектор Господарський сектор		в селі, за межами сільської												
р-Перемиська	547	Малицького	48	2	12	4		12		12	10			Відсутній
с-Самбірська	6411	Ужгородського	62	1	40	8		33		24	30			Відсутній
т-Вінницька	5410	Ужгородського	24	12	24	12		65		28	60			Відсутній
у-Тернопільська	8425	Малицького фінансово- кредитного по території Малицького Будинок делегатів розповсюдження	12	1	32	16		70		36	75			Відсутній

Продовження таблиці 6.3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Генеральний ліди															
а. Платів - Дніпрове	3х6			10	1	24	8		65		16	62			Немає значень
б. Мереже	4х9			34	12	8	2		12		20	10			Немає значень
в. Сиринське	3х4			36	2	2	1		22		10	10			Немає значень
г. Сидирів - Дніпрове	2х3			18	1	6	4		18		24	15			Немає значень
Генеральний керівник															
а. Хотинське	1х1			48	12	2	2		15		12	12			Немає значень
б. Рудківське	0,5х1			12	1	14	10		24		18	21			Немає значень
Генеральний вчений															
а. Мукачівське	20х25			15	2	16	12		75		12	65			Немає значень
б. Турбошанська	1,5х1,5			12	1	18	12		60		16	55			Немає значень
в. Підпорожницька	1,5х2,0			10	2	10	4		65		24	58			Немає значень
г. Сторожинська	1,5х2,2			8	1	12	6		65		22	62			Немає значень
Генеральний фахівець															
а. Сторожинський	5х22			16	2	14	4		15		32	10			Зачислений
б. Турківський	8х15			48	12	2	2		10		18	8			Скільки
в. Пустомитівський	8х12			12	1	14	12		30		30	22			Зачислений
г. Жалувальський	6х10			10	2	16	10		65		34	64			Зачислений
д. Дністророманівський	6х12			26	12	2	2		15		12	12			Нарушений
е. Боринський	10х12			12	3	6	2		60		28	48			Нарушений
ж. Іршавський	6х8			10	1	4	4		22		22	22			Нарушений
з. Хустський	8х15			24	2	18	16		30		33	15			Нарушений
Генеральний інженер-технолог															
а. Сторожинський	2х20			68	60	12	14		12		18	2			Скільки

Контакт  
з керівником  
з лабораторії

Закінчення таблиці б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Радіоприймач	5x20	Радіоприймач осяд.-Піск саяк від Чорноморськ ої інтегратори	15	2	16	2	65				32	65		Складний
Р-1-Бориславський	10x15	Злам сигналю відносно-відносно-уходо-геологічної мінералі	16	2	12	4	70				28	70		Складний
Фізіологічний	2x70	Фізіологічний уклад	65	15	24	12	40				24	24		Складний
6-1-Миколаївський	2x20	Блокуючий	32	2	12	4	65				18	60		Складний
Автоматичний	1x15	Вітровий поворот	48	14	4	2	10				12	8		Закручений
4-1-Прусак	1x20	Помічник	65	12	4	1	12				12	4		Закручений
Р-1-Бориславський	1x15	Поточний	25	10	6	1	8				16	2		Закручений
Г-1-Ворошиловський	1x10	Відривний	60	15	4	1	22				22	2		Закручений
Г-1-Ворошиловський	1x12	Водяний	52	38	8	2	12				18	6		Вигнутий
Г-1-Степанівський		роздатковий												
Химічний	0,2x10	Глибинний	2	0	36	65	90				8	2		Складний
8-1-Вино-Фрунзівський		Роздатковий												
Хімічний (полімерний)		Безручний з												
Хімічний (структурний)		автоматичним												
Ль-1-Львівський	20x20	структурний	2	0,5	48	80	90				12	5		Неповільний
Р-1-Вино-Фрунзівський	10x10	поверхневий	2	0,5	36	65	90				8	2		Неповільний
У-1-Ужгородський	8x10	агломератний	1	0,2	24	40	90				10	4		Неповільний
Ль-1-Львівський	10x12		1	0,1	20	40	90				6	8		Неповільний
У-1-Ужгородський		Не												
У-1-Ужгородський	10x18	співвідношення з	12	2	12000	24	95				28	48		Неповільний
Б-1-Бориславський	5x15	лазерний	24	1	24	18	95				38	62		Неповільний
М-1-Миколаївський	2x12	лазерний	12	1	48	12	80				16	75		Неповільний
М-1-Миколаївський	8x18	структурний	8	0,5	36	16	65				48	64		Неповільний
М-1-Миколаївський	3x12		4	0,5	48000	18	80				18	48		Неповільний
С-1-Степанівський	2x10		2	0,2	16	10	48				34	24		Неповільний



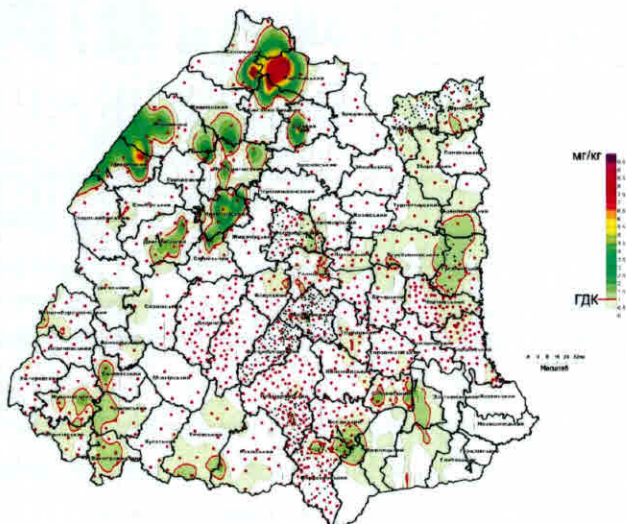


Рис. 6.2. Cd у ґрунтах Карпатського регіону і Західного Поділля

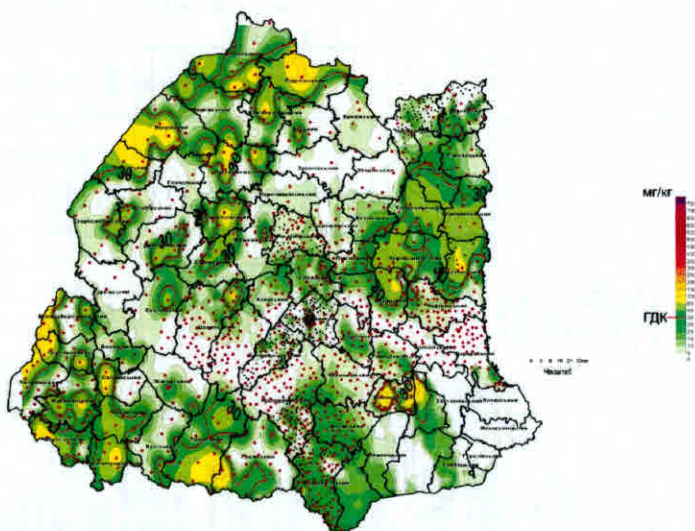


Рис. 6.3. Pb у ґрунтах Карпатського регіону і Західного Поділля

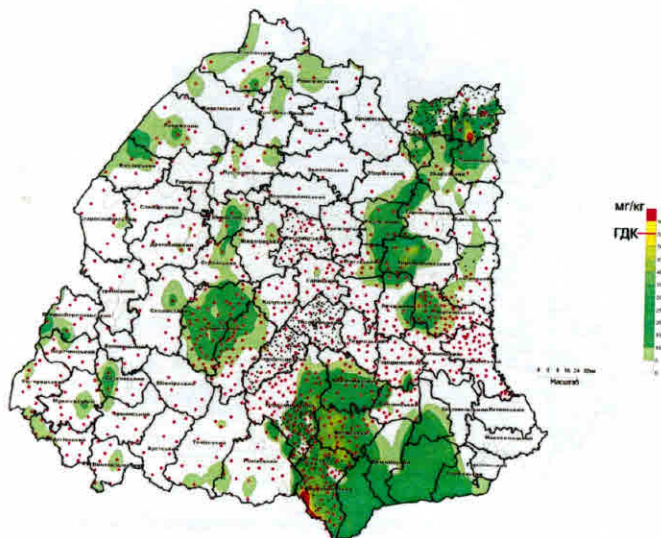


Рис. 6.4. Si у ґрунтах Карпатського регіону і Західного Поділля

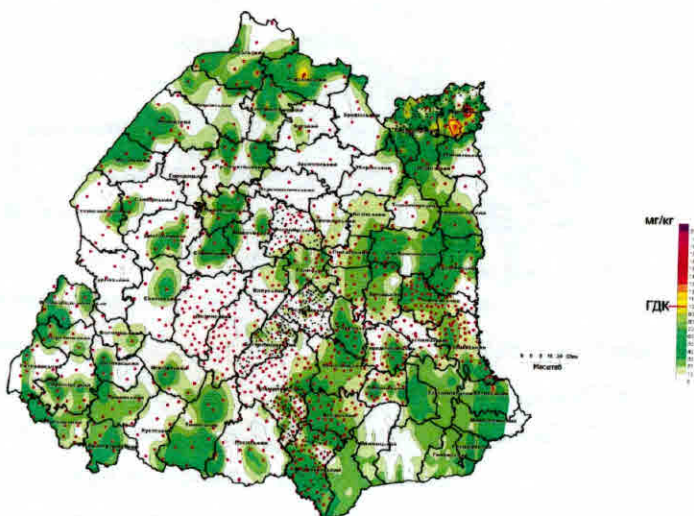


Рис. 6.5. Zn у ґрунтах Карпатського регіону і Західного Поділля

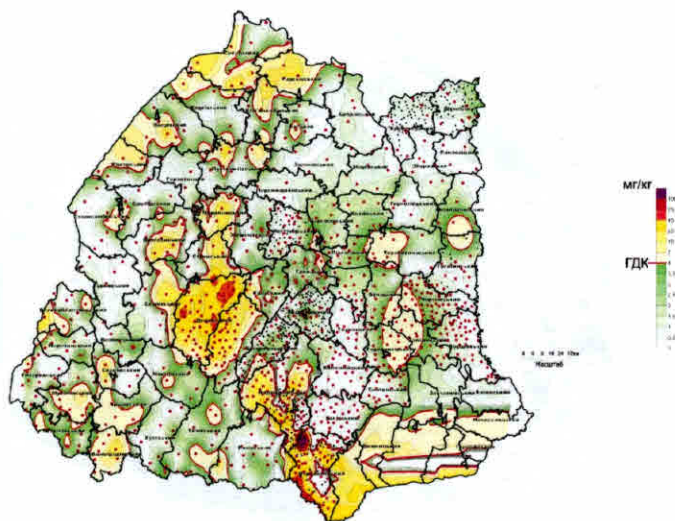


Рис. 6.6. Ni у ґрунтах Карпатського регіону і Західного Поділля

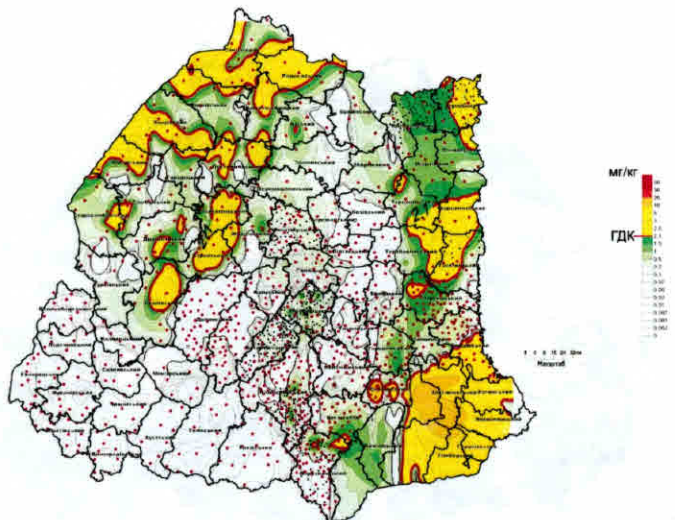


Рис. 6.7. Hg у ґрунтах Карпатського регіону і Західного Поділля

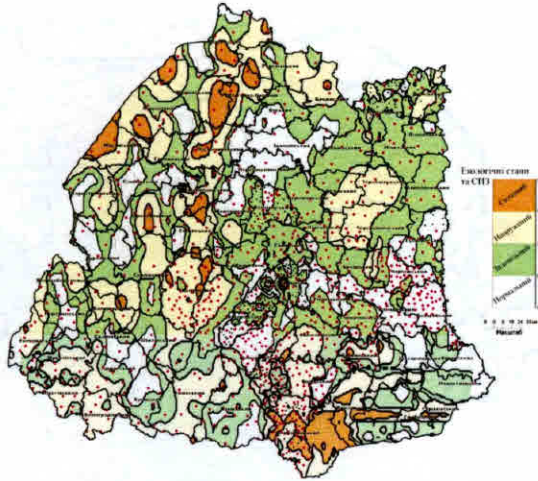
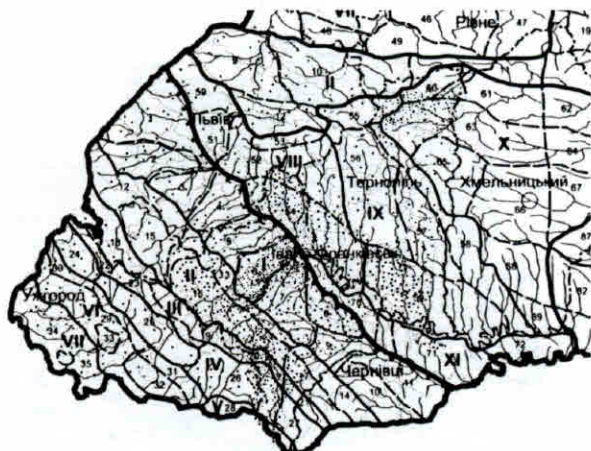


Рис. 6.8. Сумарний показник забруднення ґрунтів Карпатського регіону і Західного Поділля

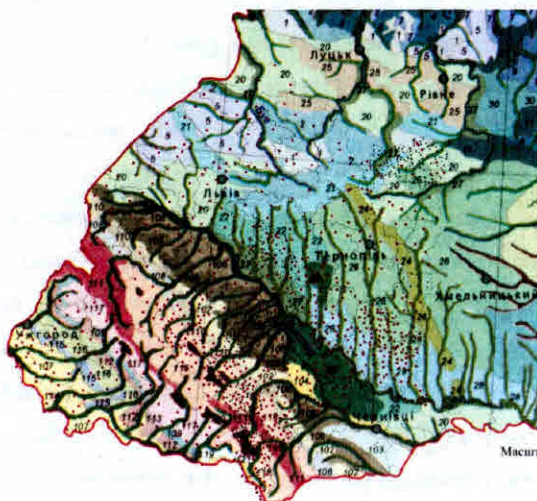
Порівняння виявлених геохімічних зон (рис. 6.2 – 6.8) з фізико-географічним (рис. 6.9), геоморфологічним та ландшафтним (рис. 6.10 – 6.13) районуванням дозволило виділити цілий ряд *ландшафтно-геохімічних структур регіонального, локального та об'єктового рівня* (рис. 6.14), які за *типологічними ознаками* складають „багатоповерхову” – *ієрархічну систему* (табл. 6.3).

Розроблена нами *класифікація структур регіонального, локального і об'єктового ієрархічних рівнів* (рис. 6.15, табл. 6.3) ґрунтується на врахуванні суттєвих ознак відповідно до теорії розпізнавання образів [266]. При цьому сама процедура розпізнавання об'єктів поділяється на три етапи: вихідні вимірювання, визначення характерних (суттєвих) ознак і прийняття рішень щодо класифікації об'єктів. Р.М. Рудий пише, що „...операція класифікації полягає в розподілі об'єктів за категоріями чи класами. При цьому кількість класів може збільшуватись при вдосконаленні датчиків. Операція попередньої обробки можна вважати фільтрацією. Оскільки кількість проявів, що характеризують той чи інший об'єкт, може бути нескінченно великою, то практично вибирають деяку обмежену кількість ознак” [266, с. 50].



Масштаб 1:600 000

Рис. 6.9. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів Л.В. Міщенко (2011) (точок відбору проб) на фоні фізико-географічного районування України. Автори карти О.М. Маринич, Г.О. Пархоменко, В.М. Пашенко, О.М. Петренко, П.Г. Шищенко, 2003 [188]



Масштаб 1:700 000

Рис. 6.10. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів Л.В. Міщенко (2011) (точок відбору проб) на фоні ландшафтної карти України. Автори карти О.М. Маринич, П.Г. Шищенко, 2006 [189]

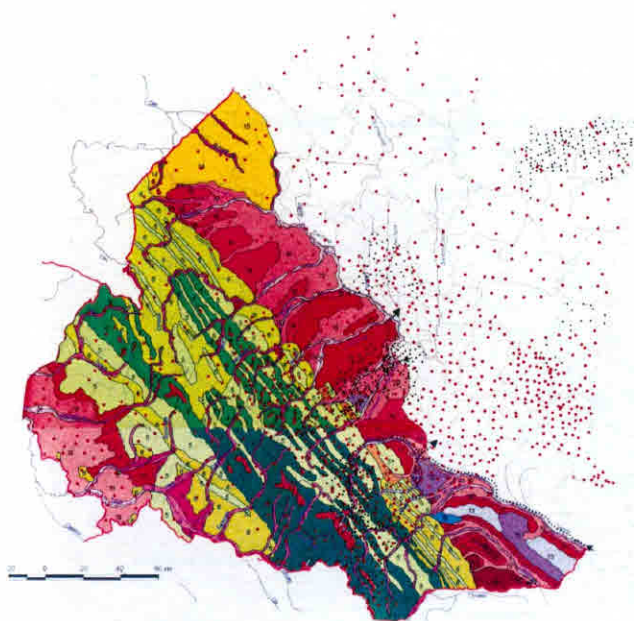


Рис. 6.11. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів Л.В. Міщенко (2011) (точок відбору проб) на фоні ландшафтної карти Карпатського регіону. Автор карти А.В. Мельник, 1999 [194]

В нашому дослідженні достатньою кількістю суттєвих ознак є чотирнадцять, тому що вони повністю забезпечують розпізнавання відмінностей між різними ландшафтно-геохімічними структурами, яких налічується 176 (табл. 6.3.). Із теорії розпізнавання образів відомо [266], що для знаходження характерних ознак об'єкта використовують три основних способи: кількісний, ймовірнісний і двійковий. „В кількісному способі значення ознак отримують в результаті вимірювання певної фізичної величини, наприклад, координат, температури, маси і т.д. В ймовірнісному способі кожному елементу множини  $X$  приводиться відповідна ймовірність появи цієї події. В двійковому способі йде мова про наявність або відсутність певної властивості” [266, с. 50]. В нашому випадку 14 суттєвих ознак обрані за всіма перерахованими способами.

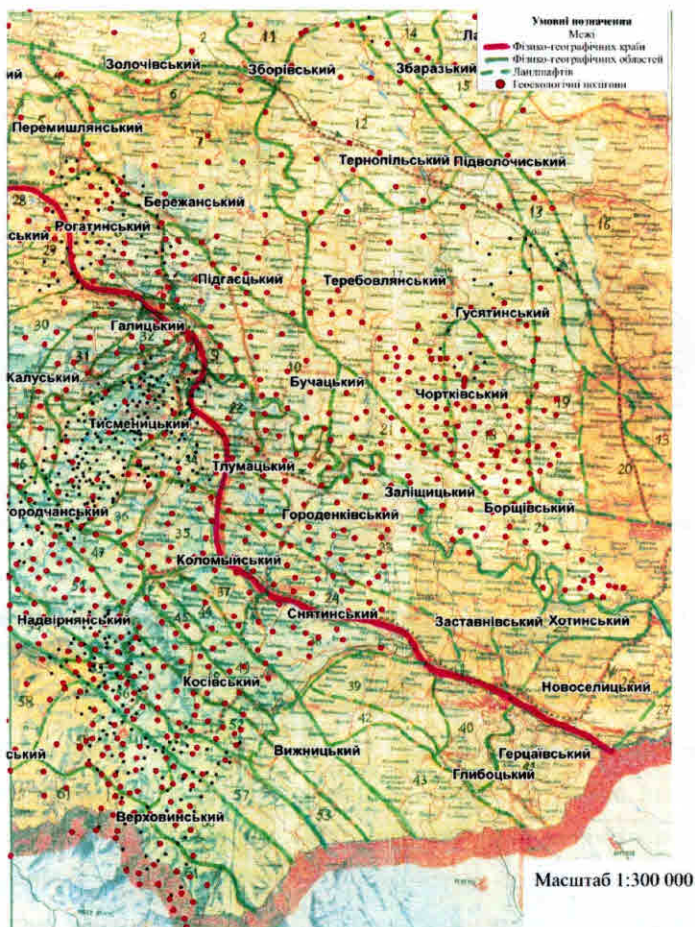
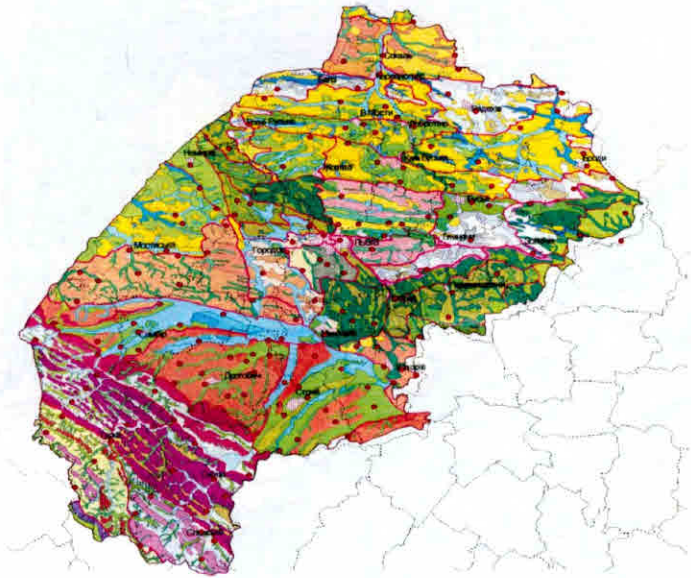


Рис. 6.12. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів Л.В. Міщенко (2011) (точок відбору проб) на фоні фізико-географічного районування Західного регіону України.  
 Автор районування О.Б. Загультська, 2004 [ 129 ] з використанням даних К.І. Геренчука, М.М. Койнова, П.М. Цися, 1964



М 1 : 500 000

Рис. 6.13. Розміщення ландшафтно-геохімічних полігонів Л.В. Міщенко (2011) (точок відбору проб) на фоні ландшафтнової карти Львівської області. Автор карти Б.П. Муха, 2003 [241]

На рисунку 6.14 наведені спочатку характеристики геоecологічних структур національного ієрархічного рівня, виділених Л.Л. Малишевою [282], а потім ландшафтно-геохімічні структури регіонального, локального і об'єктового ієрархічних рівнів, який пропонує автор монографії. Приводимо їх характеристику (табл. 6.3), не повторюючи тих параметрів, які є у таблиці 6.2. Всі виділені нами ландшафтно-геохімічні структури є *типологічними* і тому ми називасмо їх **геоекотипами**.



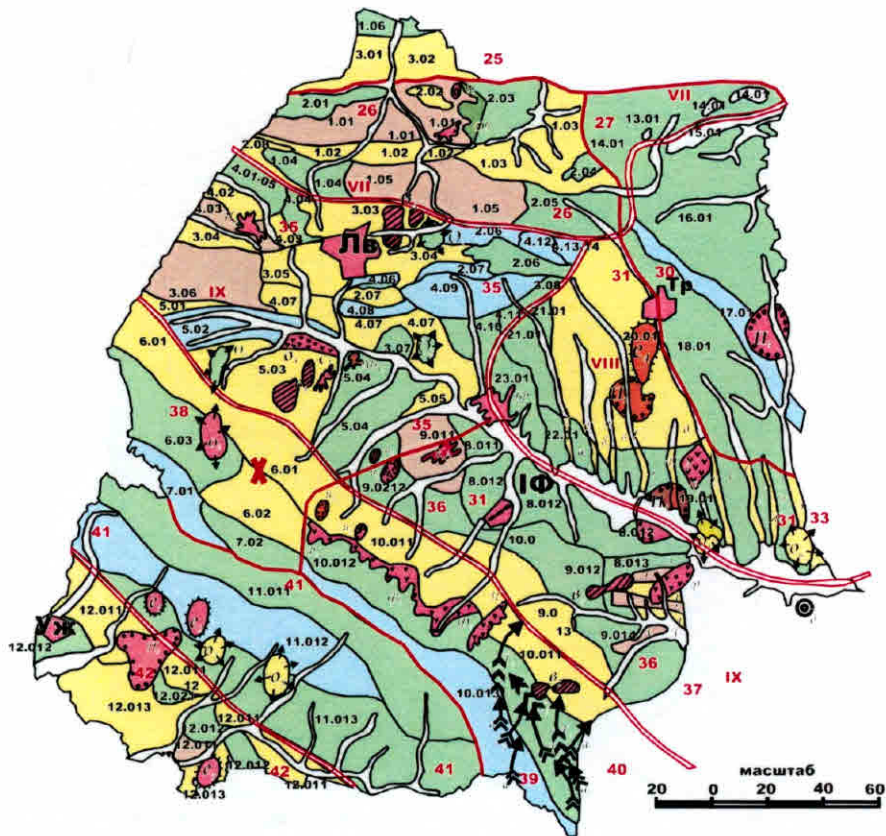


Рис. 6.14. Ландшафтно-геохімічне (геоекологічне) районування Карпатського регіону і Західного Поділля

## Умовні позначення до рис. 6.14

### «Ландшафтно-геохімічне районування Карпатського регіону і Західного Поділля»

#### Національний бібліотечний фонд

С.Л.Д. Малишева, Ш.Г. Тищенко, В.Г. Потемкина, 1995;  
Л.Д. Малишева, 1998, 2000

#### Західний геологічний округ:

##### VII. Північно-Західний геологічний регіон

25. Луцький геологічний район
26. Ізюмський геологічний район
27. Рівненський геологічний район
- VIII. Подільський геологічний регіон
30. Опольський геологічний район
31. Тернопільський геологічний район
32. Кам'янець-Подільський геологічний район

##### IX. Прикарпатський геологічний регіон

36. Івано-Франківський геологічний район
37. Буковинський геологічний район

##### X. Карпатський геологічний регіон

38. Бескидський геологічний район
39. Горьківський геологічний район
40. Івано-Франківський геологічний район
41. Чернівецький геологічний район

##### XI. Закарпатський геологічний регіон

42. Мукачевський геологічний район

##### VII

##### VIII

38 - Межі між регіонами

39 - Межі між районами

##### 38

##### 39

Регіональна, локальна і ме системна річка ландшафтно-геохімічного районування (виробнича лінія)

Природно-геохімічний структурний регіональний і територіальний річки

Забар'яні структури

Ландшафтно-геохімічні вузли та їх номери

1. Центральні-магістральні (Солотвинська)

2. Окремі-магістральні (Резнівецька - Червоноградська)

3. Опільська (Дніпровська - Пустомитівська)

4. Подільська (Перемішанська-Городишківська)

Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання та їх номери (а-л)

Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання та їх номери (а-л)

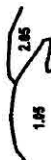
а - Гончарівська, б - Ожарівська, в - Бучачська,

г - Дорогичівська, д - Нирківська, е - Кастрівська,

є - Дніпровська, ж - Ісмаїлівська, з - Ісмаїлівська,

і - Стешківська, к - Святинська, л - Тройська

### Ландшафтно-геохімічні зони та їх номери



- 1.01 - Болотинська, 1.02 - Ратська,
- 1.03 - Верхньотирська, 1.04 - Добрянська, 1.05 - Кам'янська,
- 1.06 - Іваношівська, 2.01 - Солотвинська, 2.02 - Карпінська, 2.3 - Ратська, 2.4 - Ізюмська, 2.5 - Іваношівська, 2.6 - Буська, 2.07 - Підгородська, 2.08 - Підгородська
- 3.01 - Варська, 3.02 - Тарпалівська, 3.03 - Козинська, 3.04 - Балицька, 3.05 - Пустомитівська, 3.06 - Городишківська, 3.07 - Холмська, 3.08 - Борківська, 4.01 - Ратська, 4.02 - Вершньотирська, Метерська, 4.03 - Янівська, 4.04 - Дубровицька, 4.05 - Довжанська, 4.06 - Давидівська, 4.07 - Стелецька, 4.08 - Голотирська, 4.9 - Бобринська, 4.10 - Ратинська, 4.11 - Поноринська, 4.12 - Вершинська, 4.13 - Палакська, 4.14 - Попелівська, 5.01 - Добрянська, 5.02 - Саворська, 5.03 - Дрогобицька, 5.04 - Стрийська, 5.05 - Присівська, 6.01 - Борківська, 6.02 - Солотвинська, 6.03 - Верхньотирська, 7.01 - Турківська, 7.02 - Савельська, 8.01 - Покутсько-Присівська-Опільська, 9.01 - Перемішанська (Рожатинська-Козинська), 10.01 - Гривська (Полонська-Ревинська), 11.01 - Волосько-Ратинська, 12.01 - Ужгородсько-Виноградська, 13.01 - Галицька, 14.01 - Білогородська, 15.01 - Кременська, 16.01 - Тарпалівська, 17.01 - Тарпалівська, 18.01 - Гусинська, 19.01 - Залішківська, 20.01 - Тернопільська, 21.01 - Березівська, 22.01 - Мишківська, 23.01 - Жолотинська (Городишківська).

### Ландшафтно-геохімічні пізони та їх номери

##### 9.921

##### 16.911

- 8.011 - Дніпровсько-Дунайська, 8.012 - Тисменисько-Городишківська, 8.013 - Покутська, 9.011 - Кагульська, 9.012 - Дніпровсько-Рожатинська-Волосько-Козинська, 9.014 - Ратинська, 10.011 - Вишківсько-Дрогобицька, 10.012 - Яремчанська-Верховинська, 10.013 - Іваношівсько-Червоноградська, 11.011 - Могилівська, 11.012 - Савельківська, 11.013 - Рівнянсько-Ратинська, 12.011 - Вулицька (Виноград-Галицька), 12.012 - Шарнівська (Великопольська), 12.013 - Березівсько-Тисменицька.



## Умовні позначення до рис. 6.14

Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання та їх номери (а-з)

- а - Гончарівська, б - Озарнянська, в - Буцацька, г - Дорогомишська,  
 д - Нирківська, е - Каларівська, с - Глибтошська, ж - Гермаківська,  
 з - Неспільська, і - Спільська, к - Святинська, л - Троїцька.

Пророщено-антропогенні ландшафтно-геохімічні структури локального та об'єктового ієрархічних рівнів

*Ландшафтно-геохімічні структури континентальні*



*Ландшафтно-геохімічні вузли*

- в - Буцацький, в.- Святинський, в.- Дрогобицький,  
 в.- Пустомитнівський



*Ландшафтно-геохімічні сітєві*

- с - Перегінський, с.- Свалківський



*Ландшафтно-геохімічні ядра*

- я - Північно-Дніпське, ж.- Мгузівське,  
 я.- Світлицьке, я.- Східно-Дніпське



*Ландшафтно-геохімічні осередки-об'єкти*

- д.- Хотинське, д.- Равацьке



*Ландшафтно-геохімічні плями*

- п.- Мукавська, п.- Тернопільська,  
 п.- Південська, п.- Горделівська



*Ландшафтно-геохімічні маси розсіювання*

- о.- Самбірський, о.- Турківський, о.- Пустомитнівський,  
 о.- Жидківський, о.- Дністроканьонний,  
 о.- Боршівський, о.- Іршавський, о.- Хустський

*Ландшафтно-геохімічні бар'єри*



**Механічні**

- п.- Надвірнянський



**Річкові**

- р.- Чортківський



**Фізіко-хімічні**

- ф.- Довісько-Богородчанський

**Біогенні**

- б.- Миколаївський

**Антропогенні потоки**

- а.- Прутський, а.- Червоноскі

**Гідрологічні потоки**

- г.- Червоноскі, г.- Ворухівський, г.- Яремчанський

**Генетогенні зони**

- з.- Івано-Франківський

**Технологічні структури**

- Балтотурні та неієрархічної форми структури**

**Урбонетени**

- д.- Львівська, (ф.- Івано-Франківська, Уж.- Ужгородська,  
 Ір.- Тернопільська

**Техногенні ландшафтно-геохімічні (геохімічні) структури**

- е.- Бортківська, к.- Калуська, м.- Миколаївська,  
 п.- Новоавстрійська, до.- Доброградська, с.- Стебницька

– Річкові долини (заспані І та II відпалани тераси) зі структурами розподілом контури річкового стовбу (від нормального до інвазивного)

**Сучасний стан ландшафтно-геохімічних структур**

- |            |           |               |
|------------|-----------|---------------|
| Порушений  | Порушений | Незадовільний |
| Здовільний | Складний  | Незадовільний |

**Ландшафтно-геохімічні (геохімічні) політони**

Системи екологічної безпеки локального рівня для територій адміністративних районів, територій адміністративних областей

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

## 6.2 Природно- антропогенні ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) структури регіонального ієрархічного рівня

### Лінійні структури

**Ландшафтно-геохімічні надзони** – це структури найвищого рангу серед регіональних структур, які відповідають групам ландшафтів, об'єднаних єдиним контуром антропогенного впливу або техногенного забруднення.

Прикладом *структур* (ландшафтно-геохімічних надзон) можуть бути групи індивідуальних ландшафтів Північно-Західного та Прикарпатського регіонів (рис. 6.14): 1) Центрально-Малополіська (Сокальська), 2) Окраїнно-Малополіська (Радехівсько-Червоноградська), 3) Опільська (Львівсько-Пустомитівська) та 4) Подільська (Перемишлянсько-Городоцька) (рис. 6.13), виділені Б.П. Мухом [241].

В кожній групі є кілька ландшафтів, а загальна їх кількість сягає 36.

В свою чергу ландшафти поділяються на місцевості, яких є 39 (рис. 6.13) і вони позначені різними кольорами. Групи ландшафтів і відповідні *ландшафтно-геохімічні надзони* позначаються номерами від 1 до 4, а ландшафти від 1.01 до 4.14 (рис. 6.13). Характерний стільниковий або мозаїчний тип розподілу геоекологічних надзон (груп ландшафтів) і *геоекологічних зон* (ландшафтів) на території північної частини Львівської області (рис. 6.13). Ландшафтно-геохімічні надзони можуть бути виділені і в межах Карпатського регіону, де групи ландшафтів мають витягнуту лінійну форму і також охоплюють кілька ландшафтів, об'єднаних спільними контурами забруднення (Івано-Франківська та Закарпатська області). Зрозуміло, що при отриманні більш детальних даних при відповідному згущенні мережі полігонів *ландшафтно-геохімічні надзони* можливо будуть поділені на *зони, підзони і смуги*.

**Ландшафтно-геохімічні зони** – структури, що відповідають ландшафтам і мають спільні з ними контури забруднень. Так, у Тисменицькому районі (рис. 4.20) таке співпадання майже повне, а в Галицькому районі, де є потужне джерело забруднення – Бурштинська ТЕС – співпадання лише часткове, тому що, ландшафти неспроможні швидко „переробляти” ті забруднення, які „падають” на них від потужного джерела (рис. 4.31). Детально про це йшла мова у розділі 4.

**Ландшафтно-геохімічні підзони** – це структури, що підпорядковані ландшафтно-геохімічним зонам, тобто вони нижчі за рангом від зон, але вищі ніж наступні смуги. Як правило, *ландшафтно-геохімічні підзони* займають частину ландшафту, або об'єднують контурами забруднень кілька місцевостей (рис. 6.14). Такі структури виділені нами у Карпатському регіоні.

**Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації** – це лінійні структури, що відповідають ландшафтним місцевостям, з аномальним накопиченням забруднювальних речовин (рис. 6.14), які концентруються у понижених формах рельєфу (річкових долинах на рівні заплав, I і II надзаплавних терас). Міждолинні простори слугують зонами геохімічного виносу речовин і є *ландшафтно-геохімічними смугами розсіювання*. Вперше такі структури – смуги – були виділені нами у 2003р. на території Снятинського району, потім – у Галицькому районі (розділ 4) та на території виробничої діяльності ПАТ „Івано-Франківськцемент” (розділ 3). Прикладом таких структур можуть бути ландшафтно-геохімічні смуги на лівобережжі долини Дністра, в межах Чортківського, Борщівського і Заліщицького районів (рис. 4.53), закартовані Д.О. Зорінім [144].

### **6.3 Природно-антропогенні ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) структури локального та об'єктового ієрархічних рівнів**

**Ландшафтно-геохімічні ореоли концентрації** – це геоекологічні структури, утворені аномаліями підвищеного вмісту забруднювальних речовин різної в плані форми: вузли, еліпси, вогнища-джерела і плями (рис. 6.14), які розповсюджені, як правило, в межах ландшафтно-геохімічних смуг концентрації, ускладнюють їх внутрішню структуру, але можуть зустрічатись і окремо – на фоні ландшафтно-геохімічних надзон, зон і підзон.

**Ландшафтно-геохімічні вузли** (рис. 6.2, 6.14, 3.16) спостерігаються в районі Буковецького перевалу (**в<sub>1</sub>**) (між Косівським і Верховинським районами) і на території Снятинського району (**в<sub>2</sub>**), мають форму краватки-метелика. Такого ж

типу вузли, але розірвані у просторі, можна спостерігати у Дрогобицькому (**в<sub>3</sub>**) і Пустомитівському (**в<sub>4</sub>**) районах.

**Ландшафтно-геохімічні еліпси** (рис. 6.3, 6.6, 3.16) – це аномалії підвищеної концентрації вмісту забруднювальних речовин, що ускладнюють будову лінійних геоекологічних структур. Їх можна спостерігати в Закарпатті (рис. 6.3) – Перечинський (**е<sub>1</sub>**), Свалявський (**е<sub>2</sub>**), Виноградівський (**е<sub>3</sub>**) – і на Тернопільщині – Тернопільсько-Теребовлянський(**е<sub>4</sub>**) (рис. 5.19, 6.6).

Деякі ландшафтно-геохімічні еліпси несуть у собі *ландшафтно-геохімічні ядра* (рис. 6.6), ускладнюючи їх внутрішню будову, наприклад, кілька таких ядер (**я<sub>1</sub>**, **я<sub>2</sub>**, **я<sub>3</sub>**, **я<sub>4</sub>**) можна спостерігати у Долинському районі.

**Ландшафтно-геохімічні плями** (рис. 6.6) – мають складну, неправильну у плані форму. Іноді вони не мають конкретної „прив’язки” до тої чи іншої структури, а „розливаються” у просторі, накриваючи кілька геоекологічних структур. Це – Мукачівська (**п<sub>1</sub>**) на Закарпатті, Теребовлянська (**п<sub>2</sub>**) та Підволочиська (**п<sub>3</sub>**) на Тернопільщині і Городенківська (**п<sub>4</sub>**) на Івано-Франківщині плями.

**Ландшафтно-геохімічні овали розсіювання** – структури, за генезисом протилежні ореолам концентрації, тому що в їх межах відбуваються розсіювання геохімічних елементів, тобто це понижені значення геохімічного поля. Такі структури нагадують сідловини рельєфу: вони розташовані між ореолами концентрації, „дренують” їх, вилуговуючи речовини, які потім мігрують в понижені форми рельєфу. Такі овали розповсюджені на території Львівської-Самбірський (**о<sub>1</sub>**), Турківський (**о<sub>2</sub>**), Пустомитівський (**о<sub>3</sub>**), Жидачівський (**о<sub>4</sub>**), Тернопільської-Дністровськоканьйонний(**о<sub>5</sub>**), Борщівський (**о<sub>6</sub>**) та Закарпатської-Іршавський (**о<sub>7</sub>**), Хустський (**о<sub>8</sub>**) областей (рис. 6.14, 5.19).

**Ландшафтно-геохімічні бар’єри**. Під впливом різних факторів міграція хімічних елементів може змінюватись і вони концентруються на певних ділянках, які О.І. Перельман [253] у 1961 році назвав ландшафтно-геохімічними бар’єрами (ЛГБ). Це ділянки з підвищеним вмістом елементів, де перевищено фонові значення. Л.Л.Малишева пише: „Вони виникають за умов значного зменшення

швидкості водної, вітрової, біогенної, гравігенної міграції, що спостерігається при різкій зміні природних і техногенних умов міграції (господарського використання геосистем, окисно-відновних та лужно-кислотних умов, вмісту гумусу, гранулометричного і мінералогічного складу тощо. Така різка зміна умов міграції виникає в місцях контакту контрастних за фізико-хімічними властивостями геосистем (латеральні ландшафтно-геохімічні бар'єри) або біогеогоризонтів (радіальні ландшафтно-геохімічні бар'єри). Іншими словами, ЛГБ – це ділянки ландшафтно-геохімічних систем, де різка зміна умов міграції призводить до накопичення хімічних елементів” [182, с. 239].

Існує кілька класифікацій ЛГБ у залежності від їх параметрів – характерних ознак: розміру, форми, механізму масопереносу, походженням, механізму утворення і провідним видом міграції (механічної, фізико-хімічної, біогенної). На досліджуваній території нами виявлені три класи ЛГБ, а саме – механічні (орографічні і радіаційні, фізико-хімічні, біогеохімічні) (рис. 6.8), а також *атмоміграційні та гідроміграційні потоки* (рис. 4.49).

**Механічні (орографічні) ЛГБ** – утворились внаслідок наявності природних або антропогенних перешкод на шляху міграції хімічних елементів: зміни кутів нахилу поверхні, поява штучних насипів (дамб, шляхів сполучення і т.д.), різкої зміни гранулометричного складу відкладів (піски-глини, суглинки-торф), видування вітром або вимивання водою частини розрізу та ін.

В наших дослідженнях механічні (орографічні) ЛГБ зафіксовані в місцях контакту крутих схилів і горизонтальних поверхонь заплав та низьких надзаплавних терас – Надвірнянський ЛГБ ( $n_1$ ) на правому борту долини ріки Бистриці Надвірнянської в районі сс. Пнів, Пасічна, Зелена та в інших місцях.

**Механічні (радіаційні) ЛГБ** – виникли внаслідок осаду радіації із південно-західного сліду від Чорнобильської катастрофи при зменшенні швидкості вітру. Такі ЛГБ зафіксовані нами у Івано-Франківській області ( $p_1$ ) і Чортківському районі ( $p_2$ ) Тернопільської області [234] (рис. 5.4, 4.56, 6.14).

**Фізико-хімічні ЛГБ** – локалізуються в місцях зміни окисно-відновних умов геохімічної міграції, зміни валентності, оглеювання ґрунтів в умовах лучно-

болотних ландшафтів та ін. (Долинсько-Рожнятівсько-Богородчанський (Ф<sub>1</sub>) ЛГБ та ін.) (рис. 6.14).

**Біогеохімічні ЛГБ** утворюються за рахунок біогенного поглинання елементів, біоаккумуляції, розкладу органічної речовини, біогенного мінералоутворення. Як правило біогеохімічні бар'єри приурочені до заболочених ландшафтних місцевостей Полісся та озеровидних розширень долини Дністра (Миколаївський (б<sub>1</sub>), Галицький (б<sub>2</sub>) ЛГБ та ін. – рис. 6.14).

**Атмоміграційні та гідроміграційні потоки** – це лінійні ЛГБ, що повторюють контури річкових долин, вздовж яких проходять шляхи міграції поллютантів вітровими потоками (а<sub>1</sub>, а<sub>2</sub>) або поверхневими водами (г<sub>1</sub>, г<sub>2</sub>, г<sub>3</sub>) (рис. 4.49). „Розвантаження” потоків на поверхню ґрунтів і в рослинний покрив відбувається періодично, в різних частинах долини, у залежності від сезонних метеокліматичних та гідрологічних умов.

Дещо обособлено виділяються **геопатогенні зони**, які виявлені поки що тільки в межах Івано-Франківської урбосистеми (рис. 3.22). Природа їх вивчається. Є певний зв'язок з розломами, потоками ґрунтових вод, карстом і техногенними об'єктами.

## **6.4 Техногенні структури**

### **Багатокутні та неправильної форми структури**

**Урбосистеми** – це специфічні ландшафтно-геохімічні структури, які відрізняються як від геоecологічних структур національного рівня (округів, регіонів і районів Л.Л. Малишевої [182]), так і від структур регіонального рівня. Ми віднесли їх до локального рівня (розділ 3). Урбосистеми є неузгодженими, накладеними на усі попередньо охарактеризовані структури (табл. 6.3, рис. 6.14) і представлені на досліджуваній території містами Львів, Івано-Франківськ, Тернопіль і Ужгород.

Урбосистема Івано-Франківська (ІФ) описална у розділі 3. Приведемо коротку характеристику міста Львова (ЛВ) [182]. Це – адміністративний центр



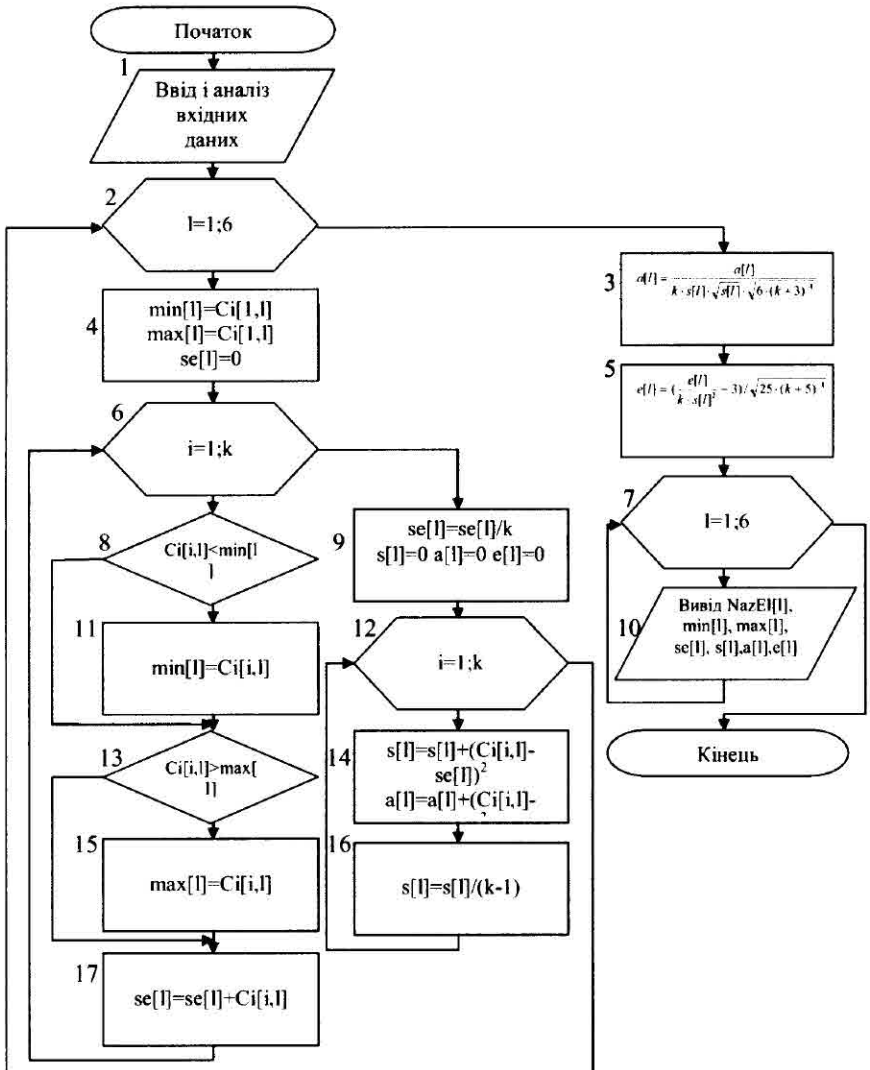
одноіменної області, займає 155 км<sup>2</sup> площі і нараховує близько 0.8 млн. чол. населення. Місто розкинулось на вододілі Чорного і Балтійського морів. Тут розташовані витoki р. Полтви (доплив Західного Бугу) і р. Зубрі (доплив Дністра). В геоморфологічному відношенні Львів займає улоговину, оточену денудаційними останцями – височинами у 25–40 м. Місто недостатньо забезпечено водою. Це – важливий промисловий, транспортний і культурний центр Західного регіону нашої держави. В структурі виробництва переважає машинобудування та металообробка, виробництво будівельних матеріалів, легка, харчова промисловість. Сучасний стан міської території різний – від нормального в зелених зонах до складного в промзонах і центрі міста. Загальний обсяг викидів від стаціонарних і пересувних джерел 78,3 т/рік у 2011 р. (10,7 т/рік від стаціонарних джерел). В цілому Львів в екологічному відношенні знаходиться в значно кращому стані ніж обласні центри сходу і півдня країни.

**Техногенні ландшафтно-геохімічні структури** (табл. 6.3) – утворені при взаємодії крупних технічних об'єктів (Бурштинська ТЕС (Бр), Добротвірська ТЕС (Дб), Калуський гірничо-промисловий комплекс (Кл), Миколаївський цементний комбінат (Мк), Новояворівський (Ня), Стебницький (Ст), Новороздільський (Нр) сірчані кар'єри і т. ін.) з ландшафтною структурою (рис. 6.14). При цьому, як уже було описано нами у розділі 4 при характеристиці Галицького району і Бурштинської ТЕС (рис. 4.31, 4.33), вплив від крупних технічних об'єктів настільки сильний, що ландшафти неспроможні „переробити” велику кількість викидів і скидів і тому ореоли забруднень не співпадають з контурами ландшафтних структур. *Форми техногенних ландшафтно-геохімічних структур* – амєбоподібні.

В цілому виявлені і описані вище ландшафтно-геохімічні структури (рис. 6.15), регіонального, локального і об'єктового рівнів утворюють на території Карпатсько-Подільського регіону досить складну *ієрархічну систему таксонів різного порядку* (рис. 6.15, 6.16).



## Графічний алгоритм програми ECOSTAT для розрахунку статистичних параметрів



Мусієнко та ін., 2004). *Ієрархія систем сильна (дерева)* – ієрархія, коли між рівнями ієрархічної структури існують взаємовідношення строгого підпорядкування компонентів (вузлів) нижче розташованого рівня одному з компонентів вище розташованого рівня, тобто відношення деревовидного порядку [89]. *Ієрархія систем слабка* – зв'язки в межах одного рівня ієрархії. Той самий вузол нижче розташованого рівня водночас може бути підпорядкований декільком вузлам вище розташованого рівня [89]. *Ієрархія структурна*, головним змістом якої є складова природа вищих рівнів щодо рівнів нижчих. Те, що для вищого рівня є структура – порядок, для нижчого – безструктурний елемент хаоса, будівельний матеріал (В.Г. Буданов, 2007).

Виділені нами *ландшафтно-геохімічні структури у Карпатському регіоні і Західному Поділлі* свідчать про *різний сучасний стан* (від сприятливого і нормального до складного) та *строкату сучасну ситуацію*. При цьому для кожного ландшафтно-геохімічного регіону, району чи зони є свій набір екологічних проблем, які можуть бути спільними в межах регіону, але відрізнятись на рівні зон і смуг. Тому для кожної ландшафтно-геохімічної структури необхідно *розробити індивідуальні заходи* з охорони природних ландшафтів та збалансованого ресурсокористування.

## **6.5 ГІС – моделі ландшафтно-геохімічного районування**

*Геоінформаційні моделі ландшафтно-геохімічного районування* (рис. 6.17, 6.18) створені нами для екологічно безпечного збалансованого ресурсокористування з метою сталого розвитку та управління станом довкілля. Сталій розвиток ми розуміємо як гармонізація взаємовідносин у системі ЕКОЛОГІЯ (природа) – ЕКОНОМІКА (господарство) – СУСПІЛЬСТВО (людина). Про стратегію сталого розвитку багато задекларовано і написано. Ми поставили перед собою задачу конкретизувати, що таке сталий розвиток і які процедури необхідно виконати, щоб його забезпечити?

Виходячи із загальноприйнятого поняття тріади екологія – господарство – суспільство, ми моделюємо кожну підсистему тріади на основі ГІС – технологій, які використовувались у розділах 3 – 6. Так підсистема ЕКОЛОГІЯ – це сучасний стан природного середовища і природних ресурсів (рис. 6.18), що складається з 8 компонентів: геологічного середовища, геофізичних полів, геоморфосфери, гідросфери, атмосфери, педосфери, фітосфери і зоосфери. Всі вони разом утворюють природні ландшафти – основу сучасних ландшафтно-геохімічних структур.

Підсистема ЕКОНОМІКА – це екологічно безпечний розвиток господарства на засадах збалансованого ресурсокористування, який створює техносферу, що впливає на природне середовище і природні ресурси. Внутрішня будова техносфери досить складна і її вплив на природні геосистеми визначається кількома десятками *поелементних і покомпонентних ландшафтно-геохімічних карт* (рис. 6.17), які в результаті прозорого накладання (рис. 6.19), дають нам інтегровану карту контурів забруднення території у вигляді сумарного показника забруднення. Цей контур накладаємо на ландшафтну карту і отримуємо *ландшафтно-геохімічні структури* як взаємодію природних геоструктур і техногенного забруднення. При цьому обов'язково враховуються природні геохімічні ландшафти і природні геохімічні поля, на тлі яких розвиваються техногенні геохімічні поля, які виражені *техногеохімічними картами*. На прикладі досліджуваного Карпатсько-Подільського регіону виділяється лише три класи природних геохімічних ландшафтів – кислі, глєсві і кальцієві, тому їх не трудно врахувати при побудові карти ландшафтно-геохімічного районування. Основою цієї карти є фактичний матеріал з техногенного забруднення, який отриманий нами при аналізі проб ґрунтів, атмосферного повітря, ґрунтових і поверхневих вод, донних відкладів та рослинності на 1441 ландшафтно-геохімічному полігоні. Враховуючи, що кожна проба аналізувалась не менше ніж на 12 інгредієнтів, ми отримаємо більше ста тисяч екологічних параметрів ( $1441 \text{ полігон} \times 6 \text{ компонентів} \times 12 \text{ інгредієнтів} = 103\,752$ ). Зрозуміло, що сумісний аналіз цих параметрів можливий тільки при використанні ГІС – технологій.

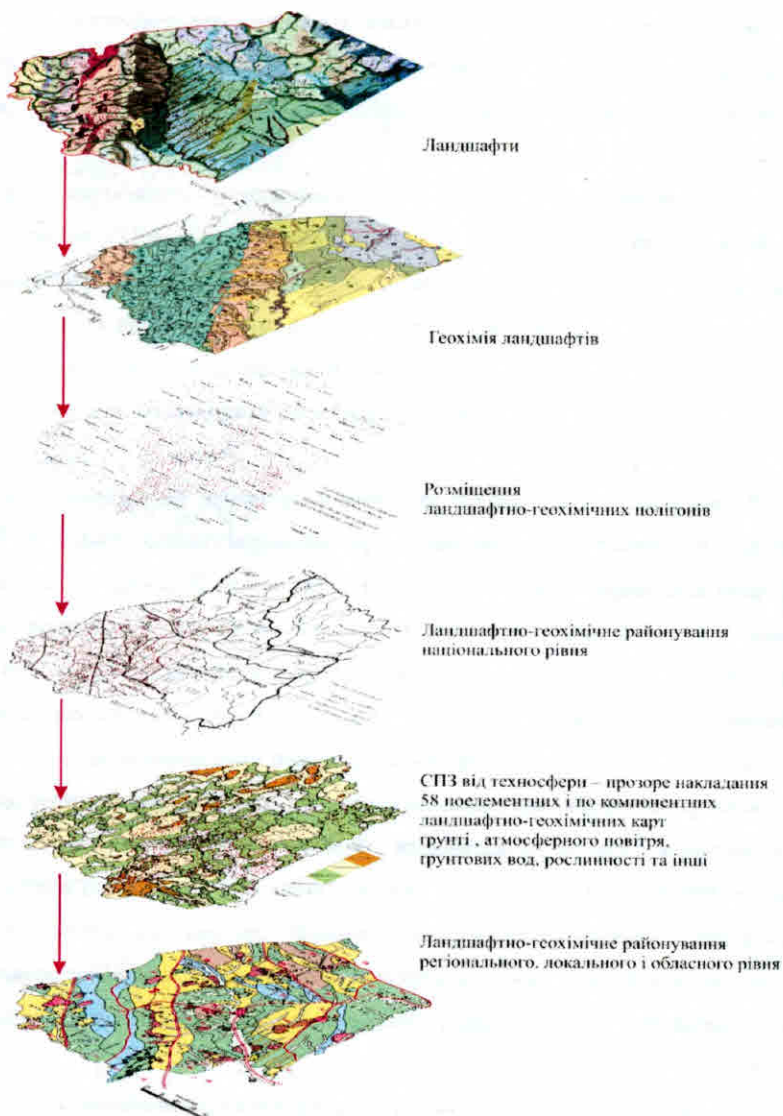


Рис. 6.17. ГІС-технологія побудови карти ландшафтно-геохімічного районування регіонального, локального і об'єктового рівней

I. нарешті, третя підсистема тріади СУСПІЛЬСТВО охоплює лише просторові особливості розподілу на досліджуваній території демографічних показників і захворюваності населення. Результуючим параметром буде сумарний показник захворюваності, який характеризує комфортність проживання людей у якісному довкіллі (рис. 6.18).

Запропоновані нами ГІС – *моделі ландшафтно-геохімічного районування* розроблені на матеріалах Карпат і Західного Поділля (рис. 6.17), які отримано на основі власних досліджень (розділи 2 – 6), а також з використанням карт „Національного атласу України” (рис. 6.18). Ці моделі можна розповсюдити на будь-який регіон, якщо дослідник буде мати достатню кількість конкретних параметрів, що характеризують як природний стан компонентів ландшафтів, так і їх техногенне трансформування.

Із наведених ГІС – моделей «впливає» висновок, що забезпечення сталого розвитку на засадах збалансованого ресурсокористування (рис. 6.17, 6.18), дозволило нам запропонувати конкретний зміст тріади Природа – Господарство – Людина для гармонізації їх відносин. Розроблена також ГІС – технологія побудови карт сучасного стану, сучасної ситуації та карт ландшафтно-геохімічного районування для *управління станом довкілля Карпатського регіону і Західного Поділля*. Цю *технологію* ландшафтно-геохімічного моделювання пропонуємо також для *ландшафтно-геохімічної оцінки та створення систем – структурної організації* 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.

Подальші ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) дослідження як Карпатсько-Подільського регіону так і України в цілому, при умові деталізації ландшафтно-геохімічного картування, дозволять уточнити *запропоновану систему ландшафтно-геохімічного районування на регіональному, локальному і об'єктовому рівнях*.

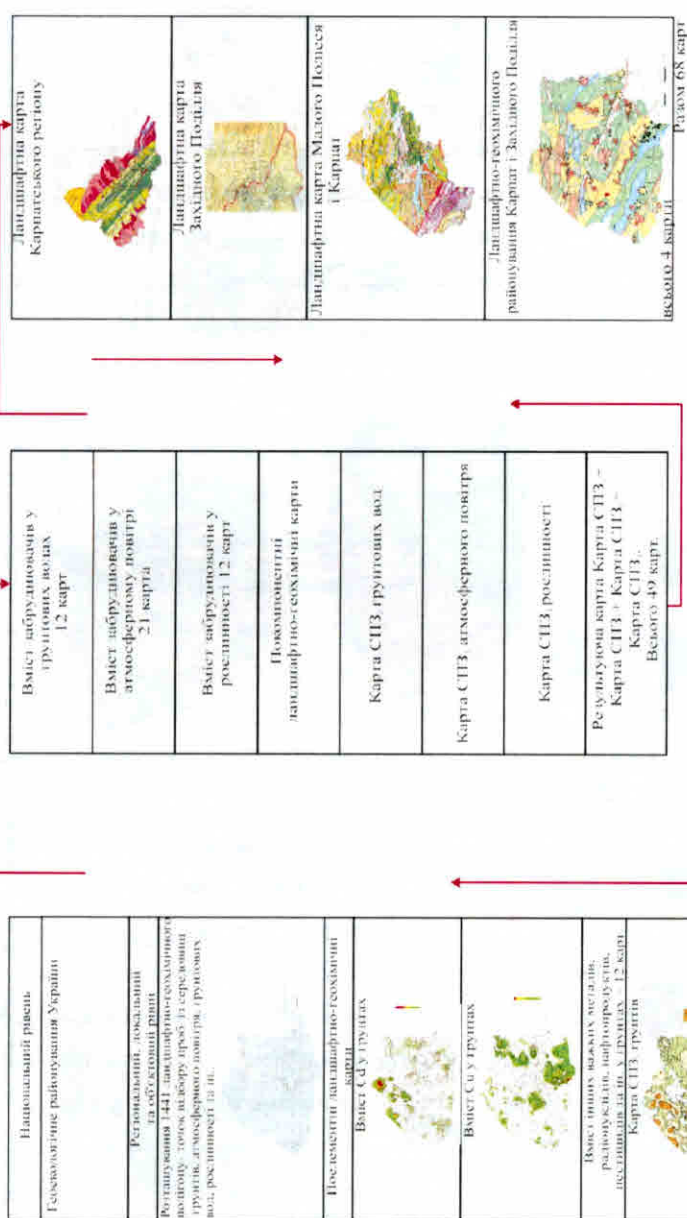


Рис. 6.18. ГІС – технологія побудови ландшафтно-геохімічних карт та карт ландшафтно-геохімічного районування на регіональному, локальному та об'єктовому рівнях





## Висновки до розділу 6:

1. Виходячи із аналізу існуючих схем районування природних умов та природних ресурсів України – тектонічного, четвертинних відкладів, небезпечних ексogeодинамічних процесів, гідрогеологічного, ґрунтового, еколого-геологічного, мінерально-ресурсного, геоботанічного, фізико-географічного, геоморфологічного і ландшафтного – авторка монографії розробила принципи ландшафтно-геохімічного районування як систему фізико-географічного обґрунтування структурної організації досліджуваної території Карпатського регіону і Західного Поділля на регіональному, локальному і об'єктовому рівнях. Це – комплексне використання геолого-геоморфологічних, фізико-географічних, структурних, ландшафтних, кліматичних, ґрунтово-рослинних природних ознак спільно з контурами розповсюдження природних і техногенних геохімічних полів, що в певних умовах створюють аномальні зони поширення забруднювальних речовин.

2. Автор провела детальні ландшафтно-геохімічні дослідження в процесі екологічного аудиту та моніторингу довкілля на різних ієрархічних рівнях – регіональному, локальному, об'єктовому та обласному, районному, населеного пункту і промислового підприємства. Це дало змогу виявити геохімічні поля та аномалії забруднень в середовищах ґрунтового і рослинного покривів, поверхневих і ґрунтових вод та атмосферного повітря. Порівняння виявлених геохімічних аномалій з ландшафтами дозволило виявити регіональну, локальну та об'єктову ієрархічну систему структурної організації досліджуваної території.

3. База даних з геохімічних параметрів вивчених середовищ довкілля включає 1441 ландшафтно-геохімічний полігон, де відбирались і аналізувались проби на 6 основних забруднювачів по всій досліджуваній території і на 12–21 забруднювач в окремих районах. З використанням ГІС-технологій побудовані комп'ютерні (електронні) техногеохімічні карти розповсюдження хімічних елементів, а також карта сумарного показника забруднення, які свідчать про складне природно-геохімічне поле.

4. Порівняння техногеохімічних карт з ландшафтними дозволило вперше виділити „багатоповерхову” ієрархічну систему структур, суттєві ознаки яких відповідають закону розпізнавання образів. Це наступні структури: ландшафтно-геохімічні надзони, зони і підзони, ландшафтно-геохімічні смуги концентрації та розсіювання, ландшафтно-геохімічні ореоли концентрації різної морфології (вузли, еліпси, вогнища-джерела, ядра. плями), ландшафтно-геохімічні овали розсіювання, ландшафтно-геохімічні бар’єри різних класів (механічні – орографічні і радіаційні, фізико-хімічні, біогеохімічні), атмоміграційні та гідроміграційні потоки, техногенні структури – урбосистеми. Дещо осторонь стоять геопатогенні зони, поки що нез’ясованої природи.

5. Розроблена ГІС – технологія побудови карт сучасного стану, сучасної ситуації та карт ландшафтно-геохімічного районування для управління станом довкілля Карпатського регіону і Західного Поділля. Для кожної ландшафтно-геохімічної структури будь-якого порядку є свій набір проблем, тому для них необхідно розробити індивідуальні заходи з охорони довкілля та екологічно безпечного збалансованого ресурсокористування. Цю технологію ландшафтно-геохімічного картування ми пропонуємо для оцінки стану довкілля інших регіонів України та зарубіжжя.

## РОЗДІЛ 7

### **ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОГО (ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО) РАЙОНУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ У ЗОНІ ВПЛИВУ НАФТОГАЗОВИХ РОДОВИЩ ТА ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВОГО ГАЗУ**

На сучасному рівні розвитку природничих наук 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.

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 [52], Н.Ф. Реймерса [263], Г.О. Білявського [52, 53], А. Kloke [342] і I. Thornton [356, 357], 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 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 (2011) розрахував кількісні інтервали забруднень, межі яких фіксуються пігментацією тих чи інших видів бактерій.

Нормальний розвиток природного середовища В.А. Барановський і П.Г. Шищенко [44, 323] оцінювали показниками його стійкості, а Ю.А. Олішевська [241] 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 [144], 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 (див. розділ 2).

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. 1.11) за результатами екологічного аудиту території Карпатського регіону і Західного Поділля, де розташоване 91 родовище нафти і газу (рис. 7.1, табл. 7.1) та площа проектного видобутку сланцевого газу (рис. 7.2), та ґрунтуючись на базах даних інформації (табл. 7.1, 7.2), карти нафтогазогеологічного районування Західного регіону України (рис. 7.1) (Атлас родовищ нафти і газу України, 1998), карти районування

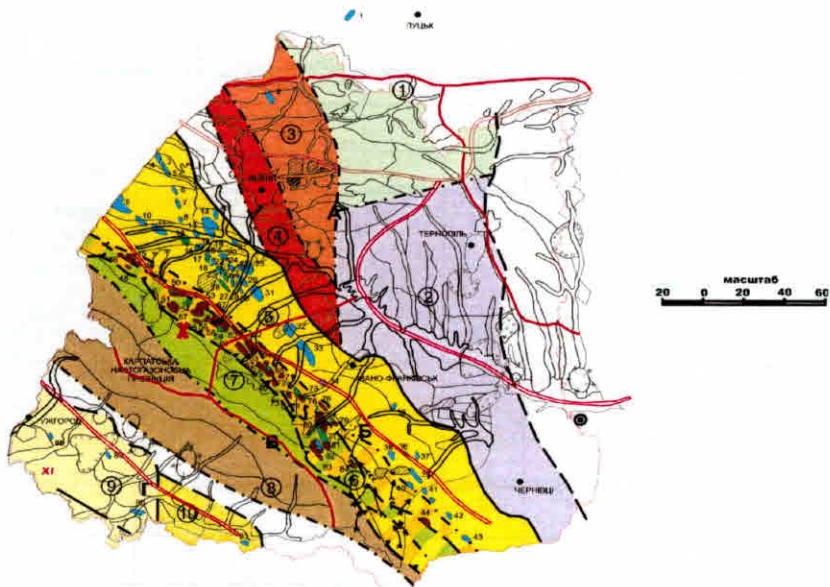


Рис. 7.1. Карта нафто та газогелогічного районування [Атлас родовищ нафти і газу України. За ред. Іванюти та ін. в VIт., Львів. – 1998]

### **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).

## Розподіл родовищ по нафтогазоносних областях та районах

Області	Райони	Родовища					Всього
		нафтові	нафтогазові	нафтогазоконденсатні	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
<b>Всього</b>		<b>31</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>44</b>	<b>6</b>	<b>91</b>

Карпатського регіону та Західного Поділля (рис. 6.14) та поелементних техногеохімічних картах (рис. 7.3, 7.4) тих же регіонів.

На таких картах показані фонові ( $C^i_{\phi}$ ), аномальні ( $C^i_a$ ) концентрації забруднювальних елементів, їх гранично допустимі концентрації ( $C^i_{гдк}$ ) та ізоконцентрати ( $ik$ ) інших вмістів. Розрахунки  $C^i_{\phi}$ ,  $C^i_a$ ,  $ik$  ми виконуємо за існуючими методиками (див. розд. 2, 3). Але в зв'язку з тим, що такі розрахунки досить складні і рутинні (табл. 2.4 (розділ 2), табл. 7.1, 7.2), пропонується автоматизувати цей процес, розробивши 2 нові комп'ютерні програмні продукти ECPHONE і ECOSTAT (див. розділ 2).

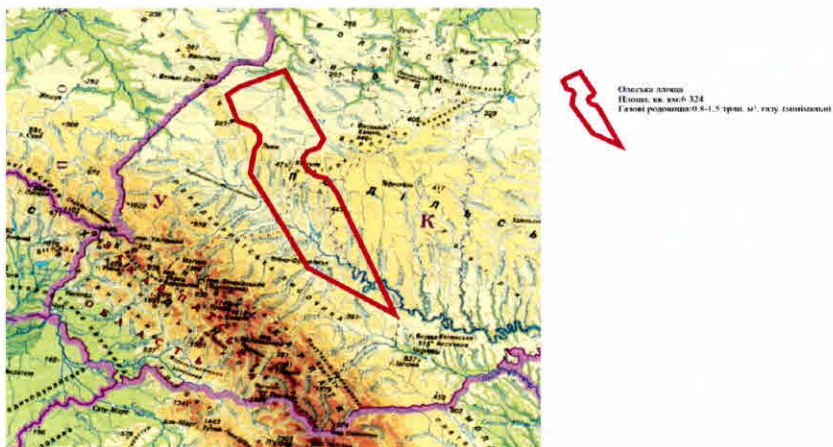


Рис.7.2. Географічне положення Одеської площі проєктованого видобутку сланцевого газу

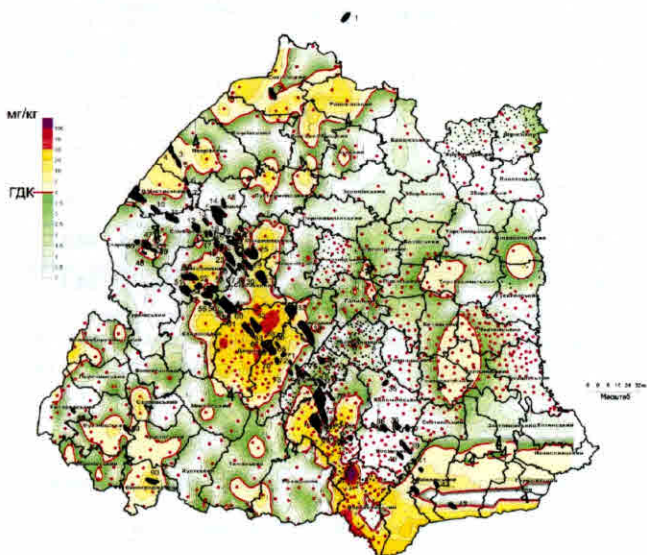


Рис. 7.3. Місцезнаходження нафтогазових родовищ на фоні розповсюдження Ni у ґрунтах Карпатського регіону і Західного Поділля

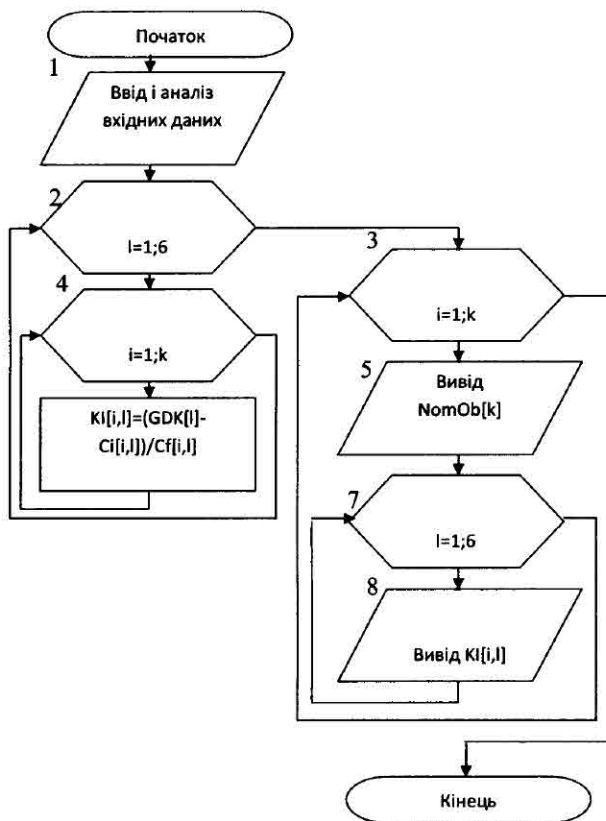


**База даних з вмісту важких металів (С<sub>1</sub>) у ґрунтах біля нафтогазових об'єктів  
Карпатського регіону і Західного Поділля,  
за даними атомноадсорбційного аналізу**

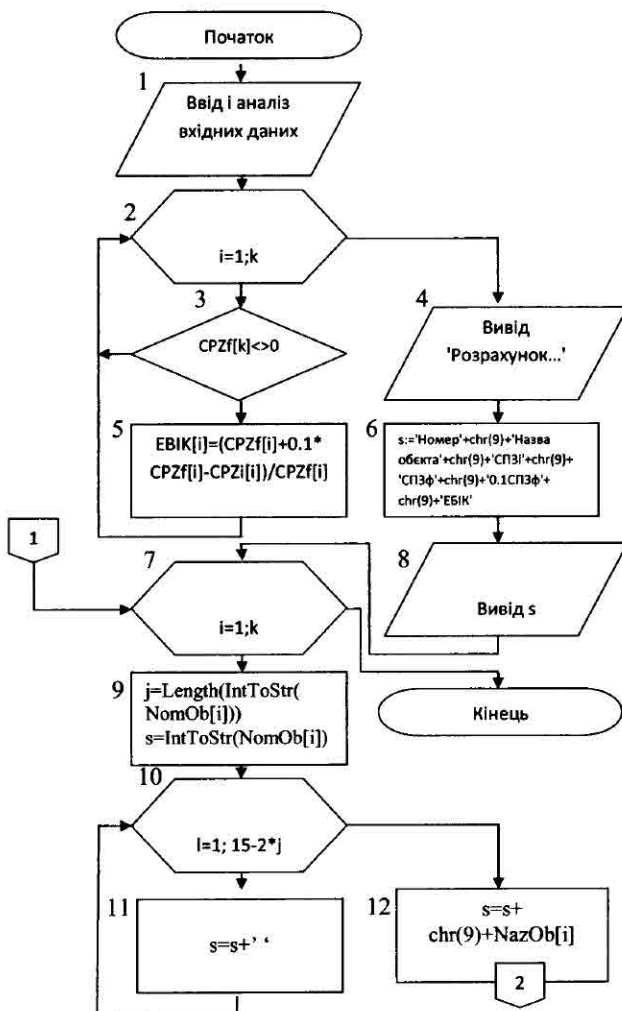
<i>№ № нафтогазових об'єктів</i>	<i>Hg</i> 2,1	<i>Cd</i> 0,6	<i>Pb</i> 32	<i>Cu</i> 3	<i>Zn</i> 23	<i>Ni</i> 4
1	0,1	0	1,2	0,1	1,6	0,4
2	0,02	0	1,6	0,2	2,9	0,6
3	0,81	0	6,9	0,6	3,1	0,1
4	0,54	0	4,3	1,1	4,2	0
5	0,48	0	0,6	0,9	1,6	0
6	1,8	0,03	5,6	0,05	1,2	0,03
7	1,8	0	6,1	0,1	0,8	0
8	1,9	0,4	2,1	0,2	0,3	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 (ландшафтно-геохімічний полігон) відбору проб з результатами атомноадсорбційних аналізів на вміст важких металів

Для кількісної оцінки концентраційних інтервалів безпеки життєдіяльності (КІ<sub>бж</sub>) нами разом з М.В. Крихівським розроблена нова комп'ютерна програма INTERCONCSAFATYLIFE, а для кількісної оцінки безпеки природно-антропогенних геосистем (ЕБІК) – нова комп'ютерна програма ECOSAFATYGEOSYSTEM (табл. 7.3, 7.4).

**Графічний алгоритм програми INTERCONCSAFATYLIFE розрахунку концентраційних інтервалів безпеки життєдіяльності**

**Графічний алгоритм програми ECOSAFATYGEOSYSTEMS розрахунку безпечних для існування геосистем інтервалів концентрацій забруднювачів**





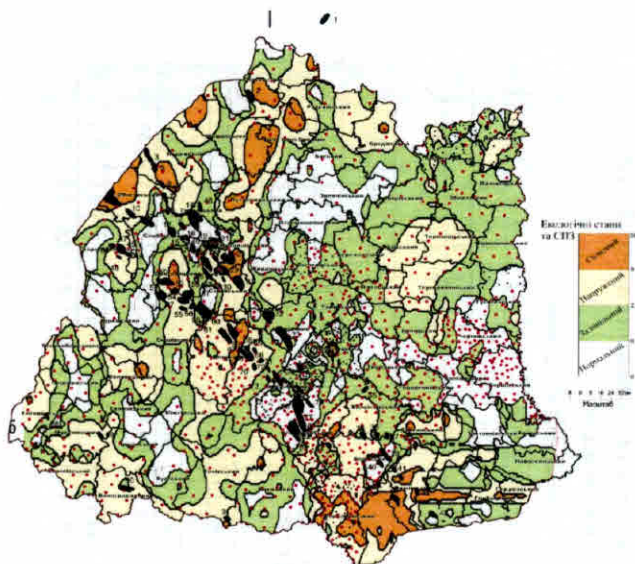


Рис. 7.4. Місцезнаходження нафтогазових родовищ на фоні розподілу сумарного показника забруднення ґрунтів Карпатського регіону та Західного Поділля

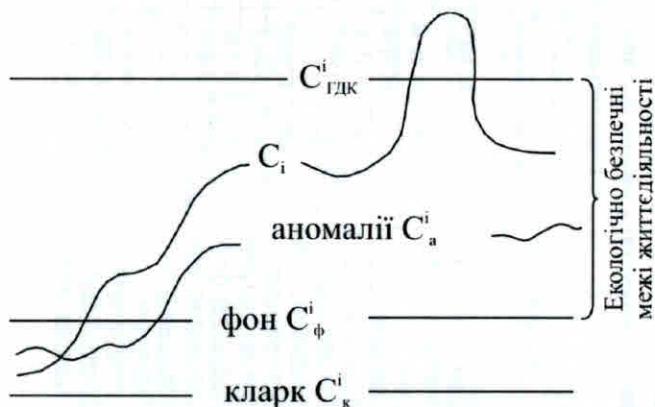


Рис. 7.5. Екологічно безпечні межі життєдіяльності людини

$KI_{бж}$  – це інтервал між сумарною концентрацією техногенно небезпечних для життєдіяльності людини забруднювачів та фонову концентрацією, яка не загрожує

життю (рис. 7.5).  $KI_{\text{бж}}^i$  складається з концентраційних інтервалів кожного і-того забруднювача  $KI_{\text{бж}}^i$ .

Якщо в певній точці концентрації елементу, наприклад П्लумбуму,  $C_{Pb}^i$  знаходяться між рівнями гранично допустимих концентрацій  $C_{ГДК}^i$  і регіональним фоном  $C_{\phi}^i$ , тобто  $C_{ГДК}^i > C_{Pb}^i > C_{\phi}^i$ , то формула для розрахунків  $KI_{\text{бж}}^i$  буде мати наступний вигляд:

$$KI_{\text{бж}}^i = \frac{C_{ГДК}^i - C_{Pb}^i}{C_{\phi}^i} \quad (7.1)$$

і результат буде позитивним.

Якщо ж аномальні концентрації  $C_{Pb}^i$  знаходяться вище ГДК, тобто  $C_{Pb}^i > C_{ГДК}^i > C_{\phi}^i$ , то формула залишається такою ж, а результат буде зі знаком (-), тобто  $KI_{\text{бж}}^{Pb}$  буде небезпечним для здоров'я людини. Загальний  $KI_{\text{бж}}$  буде дорівнювати:

$$KI_{\text{бж}} = \sum_1^n \frac{C_{ГДК}^i - C_{\phi}^i}{C_{\phi}^i}, \quad (7.2)$$

тобто сумарний показник  $KI_{\text{бж}}$  буде враховувати всі забруднюючі елементи (речовини), яких у нашому прикладі 6 (табл. 7.2);

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

$C_{ГДК}^i$  – гранично допустима концентрація і-того елементу;

$C_{\phi}^i$  – фоновий вміст і-того елементу.

*ЕБІК* – екологічно безпечний для існування геосистем інтервал концентрації забруднювачів (рис. 7.6) розташований між фоновим сумарним показником забруднення ( $СПЗ_{\phi}$ ) 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.

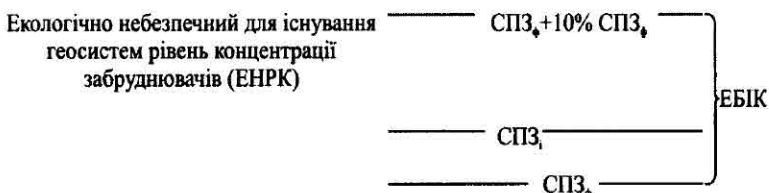


Рис. 7.6. Екологічно безпечний інтервал концентрації забруднювальних речовин для нормального розвитку геосистем (ЕБІК)

Звідси

$$ЕБІК = \sum_1^n \frac{(СПЗ_\phi + 0.1СПЗ_\phi) - СПЗ_i}{СПЗ_\phi^i}, \quad (7.3)$$

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

*n* – кількість врахованих забруднювачів;

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

$СПЗ_\phi$  – сумарний показник забруднення і-того елемента (речовини);

$СПЗ_\phi^i$  – фоновий сумарний показник забруднення і-того елемента (речовини);

$СПЗ_\phi$  розраховується за формулою:

$$СПЗ_\phi = \sum_1^n \frac{C_i}{C_\phi}; \quad (7.4)$$

а  $СПЗ_i$  – за формулою:

$$СПЗ_i = \sum_1^n \frac{C_i}{n}. \quad (7.5)$$

Користуючись базами даних (табл. 7.1 – 7.6), та запропонованими новими комп'ютерними програмами, розраховуємо показники  $KI_{6*}$  та *ЕБІК* для територій

розміщення нафтогазових родовищ (табл. 7.6) та зображаємо отримані результати графічно (рис. 7.7, 7.8).

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.



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

Нафтогазові об'єкти	$KI_{\text{жж}}^j = (C_{\text{зд}}^j - C_j) / C_j^j$						$\text{ЕБІК} = (СПЗ_{\phi} + 0,1 СПЗ_{\phi} - СПЗ) / СПЗ_{\phi}$						
	$KI_{\text{жж}}$	$KI_{\text{зд}}$	$KI_{\text{р}}$	$KI_{\text{св}}$	$KI_{\text{тв}}$	$KI_{\text{ф}}$	$KI_{\text{жж}}$	$KI_{\text{NI}}$	$KI_{\text{Бжк}}$	$СПЗ_1$	$СПЗ_{\phi}$	$0,1 СПЗ$	$СПЗ$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Волино-Подільської нафтогазової області													
1. Локачинське газове		16					16	2,4	4,98	0,498			
2. Великомоствіське газове		20					20	0,9	3,09	0,309			
Родовища Передкарпатської нафтогазової області													
Родовища Більче-Волицького нафтогазового 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. Нікловиське 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. Хіднівське газове	1	1	20	2	3	3	5	0,86	57,28	5,72			1,08
10. Салковницьке 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. Новосіцівське 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. 7.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15. Майнішкє газове	-5	-8	-12	-20	-15	-12	-12	1,71	51,47	5,15	0,97
16. Сусолішкє газове	-3	-5	-8	-12	-12	-8	-8	0,16	30,14	3,01	0,62
17. Грушівськє газоконденсатне	-2	-4	-7	-7	-10	-12	-7	0,44	24,23	2,42	0,63
18. Східно-Довгівськє газове	-1	-5	-8	-15	-6	-13	-8	0,36	22,18	2,21	0,61
19. Південно-Грaбнішкє газове	-5	-7	-11	-17	-12	-14	-11	0,31	21,16	2,11	0,64
20. Меденішкє газове	-5	-8	-11	-16	-11	-15	-11	0,28	24,13	2,41	0,65
21. Малогорожанськє газове	-3	-5	-15	-12	-12	-13	-15	0,19	16,26	1,62	0,52
22. Опарськє газове	-7	-12	-16	-31	-19	-11	-16	0,18	13,14	1,31	0,54
23. Летнішкє газоконденсатне	-8	-11	-16	-32	-18	-11	-16	0,22	12,15	1,21	0,53
24. Грушівськє газове	-2	-3	-15	-10	-16	-14	-15	0,24	14,13	1,41	0,55
25. Більче-Волинськє газове	-1	-6	-7	-6	-10	-12	-7	0,35	12,24	1,22	0,58
26. Гайськє газоконденсатне	-2	-5	-8	-18	-7	-8	-8	0,34	13,39	1,33	0,57
27. Кавськє газове	-1	-7	-7	-2	-11	-14	-7	0,42	16,12	1,61	0,53
28. Глинківськє газове	-1	-6	-8	-14	-8	-11	-8	0,38	12,13	1,21	0,55
29. Угерськє газове	-2	-3	-9	-18	-12	-10	-9	0,26	14,83	1,48	0,48
30. Південно-Угерськє газове	-3	-2	-9	-17	-13	-10	-9	0,24	19,34	1,93	0,49
31. Дашавськє газове	-2	-5	-9	-18	-12	-10	-9	0,34	28,13	1,81	0,47
32. Кадобнянськє газове	1	1	5	1	1	1	5	0,39	36,31	3,63	0,28
33. Гринівськє газове	1	1	5	1	1	1	5	0,34	34,86	3,48	0,27
34. Богородчанськє газове	3	5	4	6	4	2	4	0,46	41,12	4,11	0,34
35. Черсаківськє струшківськє газове	4	7	7	10	8	6	7	0,38	36,14	3,61	0,33
36. Пилипівськє газове	6	8	12	21	13	12	12	0,24	18,25	1,82	0,25
37. Дебелянівськє газове	4	6	10	17	12	11	10	0,28	16,44	1,64	0,27

Продовжж. табл. 7.6

<i>I</i>	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. Краснійське газове	5	9	12	16	15	15	12	0,41	51,86	5,18	0,31
44. Лопушянське 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 нафтогазового району											
47. Старосамбірське нафтове нафтове	12	18	17	22	25	15	17	0,36	34,16	3,42	0,31
48. Південно-Монастирське 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. Іванківське нафтогазоконденсатне	-35	-45	-45	-55	-35	-55	-45	0,24	39,75	3,97	1,82
53. Орив-Удичнянське нафтове	-15	-25	-32	-20	-44	-56	-32	0,43	26,29	2,63	1,05
54. Соколовське нафтове	-20	-30	-34	-40	-45	-35	-34	0,46	63,10	6,31	1,05
55. Заволівське нафтове	-25	-45	-45	-35	-55	-65	-45	0,59	16,74	1,67	1,12
56. Південно-Стинявське 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. 7.6

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
58. Стіваське нафтове	-5	-20	-29	-55	-35	-40	-29	0,47	54,13	5,41	1,10
59. Семітнівське нафтове	-2	-3	-15	-5	-25	-5	-15	0,85	63,19	6,32	0,95
60. Тянівське нафтогазоконденсатне	-3	-2	-6	-10	-8	-7	-6	0,64	59,71	5,97	0,92
61. Янівське нафтове	-2	-3	-5	-3	-5	-12	-5	0,55	48,64	4,86	0,91
62. Південно-Долінське нафтогазоконденсатне	-5	-17	-12	-16	-4	-18	-12	0,49	44,85	4,48	0,98
63. Долінське нафтове	-5	-20	-13	-20	-5	-15	-13	0,44	51,68	5,17	0,97
64. Виноградсько-Вінницьке нафтове	-10	-12	-17	-23	-24	-16	-17	0,39	57,38	5,74	1,06
65. Четнівське 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. Славське нафтове	-12	-17	-24	-36	-27	-29	-24	0,55	64,68	6,47	0,91
68. Рожнівське нафтове	-5	-15	-14	-20	-16	-24	-14	0,85	56,74	5,67	0,94
69. Славсько-Глибинне нафтове	-10	-12	-16	-18	-14	-26	-16	0,68	50,91	5,09	0,97
70. Рівнянське нафтове	-5	-17	-15	-15	-6	-12	-15	0,64	53,65	5,36	0,98
71. Підписівське 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. Росльнянське нафтогазоконденсатне	1	6	7	8	8	12	7	0,39	44,81	4,48	0,48
75. Космашьке 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. Півньське нафтове	5	15	12	20	8	12	12	0,46	59,78	5,98	0,55

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
78. І вільське нафтове	5	20	13	15	9	16	13	0,44	50,81	5,08	0,56
79. Південно-І вільське нафтогазоконденсатне	3	7	12	24	14	12	12	0,46	53,16	5,32	0,55
80. Пасічянське 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. Добушанське нафтове	5	5	12	17	15	18	12	0,29	48,74	4,87	0,53
83. Вистришське нафтове	2	4	8	18	8	8	8	0,36	51,16	5,12	0,51
84. Микучинське нафтове	5	3	9	13	10	14	9	0,24	48,91	4,89	0,45
85. Страшевське нафтове	3	7	13	17	14	24	13	0,34	51,26	5,13	0,35
Родовища Карпатської нафтогазоносної області											
86. Стрітьбиське 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 газозносної 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 ГЕС	-25	-31	-45	-29	-16	-24	-45	0,74	58,13	5,81	0,97
93. Добротвірська ГЕС	-29	-36	-38	-72	-15	-38	-38	0,86	69,75	6,97	1,15
94. Івано-Франківськелемент	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

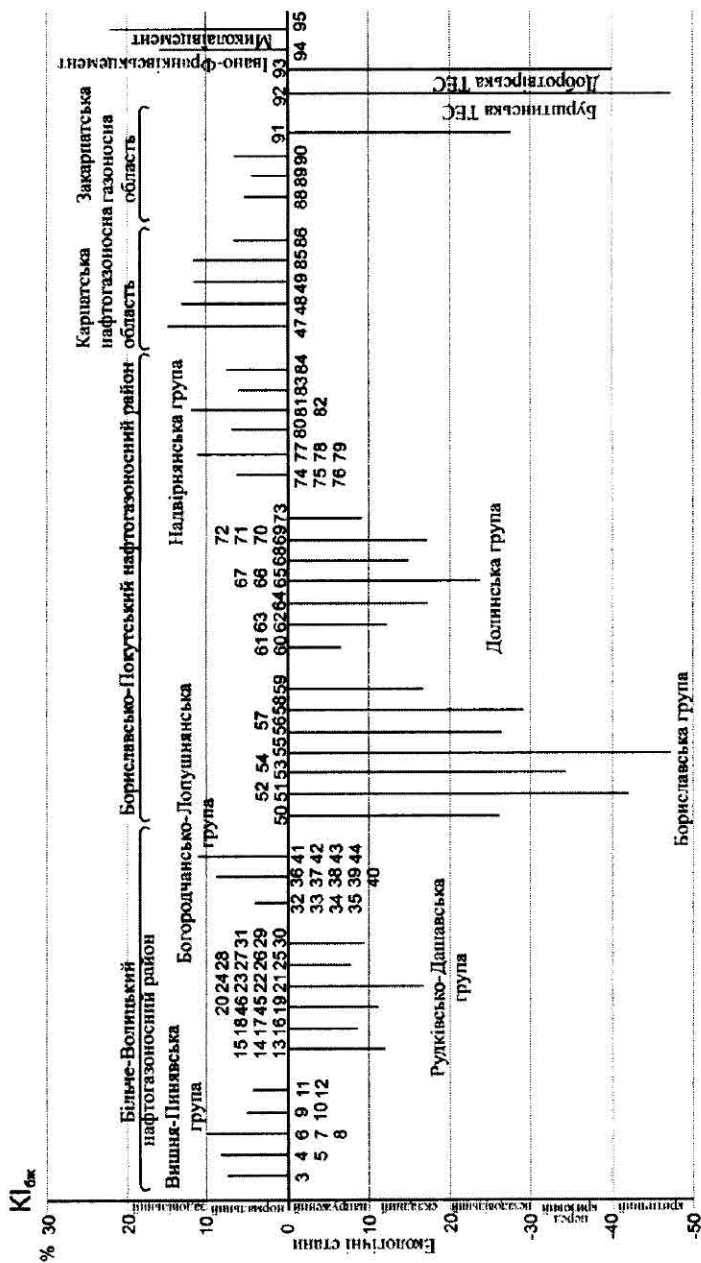


Рис. 7.7. Концентраційні інтервали безпеки життєдіяльності в зоні впливу нафтогазових об'єктів та їх порівняння з енергетичними об'єктами та виробництвами цементу



## Висновки до розділу 7

Із проведених досліджень видно, що різні групи нафтогазових родовищ по-різному впливають на безпеку життєдіяльності населення.

1. Вишня-Пинявська, Богородчанська та Надвірнянська групи, а також нафтогазові об'єкти Карпатської нафтогазоносної і Закарпатської газоносної областей створюють нормальний та задовільний екологічні стани довкілля у зоні їх впливу (рис. 7.8).

2. Рудківсько-Дашавська та Долинська групи більш небезпечні для стану довкілля, тому що у зоні їх впливу екологічний стан напружений і складний, що негативно впливає на стан здоров'я населення (рис.7.8).

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 (рис. 7.8). 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 місці – нафтогазові родовища, а далі – виробники цементу та інші промислові підприємства (рис. 7.7, 7.8).

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 90%) 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 – 90%) і передкризового (більше 90%) 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 обґрунтовані 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. Такий же висновок відноситься і до Олеської площі, де планується видобувати сланцевий газ (рис. 7.2).

Перш ніж починати будь-яку господарську діяльність на Олеській площі, а це – сусідні частини території Івано-Франківської та Львівської областей, необхідно визначитись з такими питаннями:

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 силуру у природних відслоненнях Дністровського каньйону (сс. Трубчин, Дністровське, Окопи) та в інших місцях на півдні Тернопільської області. Там не потрібно бурити дорогі свердловини, тому що силурійські породи виходять на денну поверхню.

2. Для видобутку сланцевих газів потрібна велика кількість води для буріння та гідророзриву пластів через перфоровані бурильні труби. Чи достатньо буде поверхневих вод на Олеській площі? Цю задачу можна вирішувати шляхом визначення гідроекологічного потенціалу, який дозволяє оцінити ресурси поверхневих вод, що можуть бути використані без ушкодження для гідроекосистем.

3. Екологічну безпеку території та населених пунктів Олеської площі ми можемо оцінити за існуючими в Україні державними нормативами. Такий досвід отримала автор 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. Авторка розробила ландшафтно-геохімічне районування Карпатського регіону та Західного Поділля, куди входить і Олеська площа. В результаті виявлено ландшафтно-геохімічні структури – зони, підзони, смуги, ядра, овали та ін., в межах яких при взаємодії техногенного навантаження з природними ландшафтами склались різного ступеня сучасні стани – від нормального і задовільного до напруженого і складного.

4. Взаємодія з громадськістю – 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 прийнято одностайне рішення не давати погодження на використання Олеської площі для видобутку сланцевого газу. Основний аргумент – протести місцевого населення. Спеціальних досліджень тут поки що не проводилось.

Кафедра екології ІФНТУНГ має певний досвід у роботі з громадськістю при вирішенні екологічних проблем. Під керівництвом 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 (оцінка впливів на навколишнє середовище) розробки нафтогазових родовищ у Карпатах. Були проведені громадські слухання у багатьох населених пунктах на території нафтогазовидобування, як це передбачено у вимогах до ОВНС західних країн. Населення схвалило результати цього проекту.

Розроблені та запропоновані інформаційні технології з використанням нових комп'ютерних програм та ГІС після їх втілення у практику ландшафтно-геохімічних досліджень дозволять значно підвищити ефективність моделювання і прогнозування стану навколишнього природного середовища для захисту природно-антропогенних геосистем та безпеки життєдіяльності людини.

## ВИСНОВКИ

1. Огляд попередніх досліджень з визначення сучасної ситуації на територіях свідчить, що найбільш ефективним методом такого оцінювання є класичний метод фізичної географії, ландшафтознавства та геохімії – ландшафтно-геохімічне картування. Тому авторка в своєму дослідженні створила моделі і технології ландшафтно-геохімічного оцінювання територій, не виключаючи при цьому інші напрямки – еколого-геологічний, геоекологічний, еколого-ландшафтний та еколого-геохімічний. Авторка розробила власну методику визначення сучасної ситуації. Отже, ландшафтно-геохімічні основи оцінювання територій є однією із основних процедур у створенні геоінформаційних комп'ютеризованих систем районування для територіальної екологічної (природно-техногенної) безпеки.

2. Виконані експериментальні дослідження усіх 10 компонентів природно-антропогенного середовища, які включають: 1) польові експедиційні ландшафтно-геохімічні дослідження територій; 2) аналітичні визначення забруднювальних речовин у компонентах довкілля; 3) комп'ютерну обробку аналітичних даних з використанням сучасних ГІС – технологій; 4) побудову електронних поелементних і покомпонентних техногеохімічних карт, карт сучасного стану і сучасної ситуації; 5) ландшафтно-геохімічне районування території та розробка конкретних пропозицій з оптимізації та покращання стану довкілля.

Польові експедиційні дослідження включали екологічні маршрути, відбір проб (зразків) із різних середовищ – ґрунтів, поверхневих, ґрунтових і підземних вод, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу, донних відкладів, рослинності, сільськогосподарської продукції тваринного і рослинного походження. Аналітичні визначення забруднювальних речовин у відібраних пробах здійснювались у лабораторних умовах методами атомно-адсорбційної спектрофотометрії, рентгенофлюоресцентного, хроматографічного та інших аналізів. Комп'ютерна обробка аналізів, побудова баз даних, електронних техногеохімічних карт та ландшафтно-геохімічне районування було завершальною стадією оцінювання сучасного стану геосистем.

3. Ландшафтно-геохімічну оцінку територій та комп'ютерне картографічне моделювання здійснено на різних ієрархічних рівнях: на об'єктовому, локальному, регіональному та узгоджено з національним та міждержавним у відповідних масштабах, але за єдиною методикою. Кожний наступний рівень враховував особливості попереднього від міждержавного до об'єктового. В зв'язку з тим, що аналіз ландшафтно-геохімічної інформації відбувається з використанням сучасних ГІС – технологій, ця інформація концентрувалась у відповідних базах даних, окремо для кожного із 10 компонентів навколишнього середовища. Комп'ютеризована система територіальної безпеки (КСЕБ) включає сім основних блоків: концептуальні основи безпеки, визначення сучасної ситуації, оцінка впливів на навколишнє середовище, моніторинг довкілля та моделювання і прогнозування стану геосистем, екологічний ризик, безпека життєдіяльності та екологічний менеджмент. Сучасна ситуація оцінюється ландшафтно-геохімічними методами і є основою районування для розробки рекомендацій з оптимізації стану довкілля. Оцінка впливів на навколишнє середовище визначає внесок кожного промислового чи іншого підприємства у загальний стан компонентів довкілля та ситуацію на території. Моніторинг довкілля забезпечує стеження за динамікою змін у навколишньому середовищі для своєчасного реагування та прийняття відповідних заходів. Моделювання та прогнозування стану довкілля дозволяє розробляти різні сценарії соціально-економічного розвитку території. Екологічний ризик та безпека життєдіяльності оцінює стан здоров'я населення – залежності від можливостей природи і потреб господарства. Екологічний менеджмент, як завершальний блок систем територіальної (природно-техногенної) безпеки, є науково-обґрунтованою основою для збалансованого розвитку території в екологічно безпечних межах.

4. В результаті ландшафтно-геохімічного оцінювання геосистем об'єктового, локального та регіонального рівнів вперше складена карта сучасного стану та сучасної ситуації, виконано районування Карпатського регіону і Західного Поділля, основою яких є:

- бази даних з результатами аналізів проб атмосферного повітря, ґрунту, поверхневих та ґрунтових вод, донних відкладів, рослинності;

- кореляційний аналіз вмісту забруднювачів з відповідною характеристикою джерел надходження;

- електронні карти сучасного стану для кожного досліджуваного компонента довкілля на вміст найбільш розповсюджених елементів-забруднювачів;

- карти сучасного стану всіх компонентів у відповідності до обчисленого коефіцієнта сумарного показника забруднення;

- карта сумарного забруднення як інтеграція забруднювачів у всіх компонентах довкілля;

- аналіз сучасного стану техногенно зміненого та урбанізованого середовища, що дає можливість обґрунтування постійно діючого моніторингу та систем територіальної безпеки основних компонентів довкілля.

Вперше виділені локальні ландшафтно-геохімічні структури: зони і смуги, що відповідають ландшафтам і місцевостям. Техногенне забруднення в їх межах локалізується, як правило, по всій площі зони або смуги, за виключенням окремих випадків. Найбільш забрудненими виявляються ландшафтно-геохімічні смуги, що відповідають пониженим формам рельєфу – місцевостям заплав і низьких надзаплавних терас, куди виносяться і депонуються поллютанти. Це – ландшафтно-геохімічні смуги концентрації. На підвищених формах рельєфу – місцевостях межиріч і високих надзаплавних терас – формуються ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання. На локальному ієрархічному рівні вдалося виявити ландшафтно-геохімічні бар'єри механічного (орографічного та радіаційного), фізико-хімічного та біогеохімічного типів, а також дуже цікаві лінійні структури – атмо- і гідроміграційні потоки.

Ландшафтно-геохімічні дослідження територій регіонального ієрархічного рівня (адміністративних областей, Дністровської долини геосистеми і Карпатського регіону в цілому) дозволили виділити як ландшафтно-геохімічні зони і смуги, так і структури більш високого рангу – ландшафтно-геохімічні надзони та підзони. Надзони виділяються в тих випадках, коли не вдалось розчленувати класи або групи ландшафтів на дрібні одиниці – ландшафти. Підзони ж у ландшафтно-

геохімічному районуванні „з’являються”, коли закартовані лише види ландшафтів, а до місцевостей справа „не дійшла”.

Деталізуючи існуючу схему геоecологічного (ландшафтно-геохімічного) районування України з виділенням округів, регіонів і районів, автор провела детальні ландшафтно-геохімічні дослідження на різних ієрархічних рівнях – регіональному, обласному, районному, населеного пункту і промислового підприємства. Це дало змогу виявити геохімічні поля та аномалії забруднень в середовищах ґрунтового і рослинного покривів, поверхневих і ґрунтових вод та атмосферного повітря. Порівняння виявлених геохімічних аномалій з ландшафтами дозволило виявити регіональну, локальну та об’єктову ієрархічну систему ландшафтно-геохімічних структур. База даних з геохімічних параметрів вивчених середовищ довкілля включає 1441 полігон, де відбирались і аналізувались проби на 6 основних забруднювачів по всій досліджуваній території і на 12-21 забруднювач в окремих районах. З використанням ГІС-технологій побудовані комп’ютерні (електронні) техногеохімічні карти розповсюдження хімічних елементів, а також карта сумарного показника забруднення, які свідчать про складне природно-техногенне геохімічне поле.

5. Порівняння техногеохімічних карт з ландшафтними дозволило вперше виділити „багатоповерхову” ієрархічну систему ландшафтно-геохімічних структур (геоекотипів), суттєві ознаки яких відповідають закону розпізнавання образів. Це наступні структури: ландшафтно-геохімічні надзони, зони і підзони, ландшафтно-геохімічні смуги концентрації та розсіювання, ландшафтно-геохімічні ореоли концентрації різної морфології (вузли, еліпси, вогнища-джерела, ядра, плями), ландшафтно-геохімічні овали розсіювання, ландшафтно-геохімічні бар’єри різних класів (механічні – орографічні і радіаційні, фізико-хімічні, біогеохімічні), атоміграційні та гідроміграційні потоки, техногенні структури – урбосистеми та геопатогенні зони поки що не зовсім з’ясованої природи. Для кожної ландшафтно-геохімічної структури будь-якого порядку є свій набір проблем, тому для кожної з них необхідно розробити індивідуальні заходи з охорони довкілля та збалансованого природокористування.

6. Практичне втілення розробленого автором монографії ландшафтно-геохімічного районування з використанням ГІС- технологій та 4 нових комп'ютерних програмних продуктів ECOPHONE, ECOSTAT, INTERCONCSAFATYLIFE та ECOSAFATYGEOSYSTEM – показано на прикладі оцінки техногенного впливу на довкілля 91 нафтогазового родовища Західного регіону України та проектованого видобутку сланцевих газів на Олеській площі Поділля.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авессаломова И.А. Экологическая оценка ландшафтов: учебное пособие / И.А. Авессаломова. – М.: изд-во МГУ, 1992. – 89 с.
2. Адаменко О.М. Екологічна геологія: підручник [для студентів екологічних, геологічних, географічних спеціальностей вищих навчальних закладів] / О.М. Адаменко, Г.І. Рудько – Київ: Манускрипт, 1998. – 350 с.
3. Адаменко О.М. Вплив природних екологічних факторів, внесення добрив та техногенного забруднення на урожайність сільськогосподарських культур / О.М. Адаменко, М.В. Фербей, Л.В. Міщенко, Н.В. Фоменко, Г.І. Антонішин // Науковий вісник Інституту менеджменту та економіки. – 2000. – 2. – С. 161–174.
4. Адаменко О.М. Екологічний аудит територій /О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Факел, 2000. – 342 с.
5. Адаменко О.М. Кафедра екології. Науково-дослідний інститут екологічної безпеки і природних ресурсів /О.М. Адаменко. – Івано-Франківськ, 2000. – 24 с.
6. Адаменко Олег. Новий опорний розріз антропогену на Тернопільщині / Олег Адаменко, Лариса Міщенко, Василь Триснюк, Мар'ян Радванський // Наук. записки Тернопільського педун-ту ім. В. Гнатюка. – 2003. - №1(7). – С. 15-18.
7. Адаменко О.М. Проблеми підтоплення та шляхи його попередження на території Тернопільської області / О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, В.М. Триснюк, О.В. Сінгалевич, О.В. Пендерецький, Л.В. Плаксієв // Нагальні питання вирішення проблеми підтоплення ґрунтовими водами територій міст та селищ міського типу: друга міжнар. наук.-практич. конф., 28-31 жовтня 2003 р. – Київ: Знання, 2003. – С. 26-28.
8. Адаменко О.М. Екологічне картування / О.М. Адаменко, Г.І. Рудько, Л.М. Консевич. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2003. – 580 с.
9. Адаменко О.М. Ієрархія геоінформаційних систем екологічної безпеки Центральної та Східної Європи, Карпатського Євросереєгону, адміністративних областей, районів і міст західного регіону України / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, О.М. Журавель, А.С. Луценко, Л.В. Міщенко, І.А. Абушева, Л.Д. Потравич, Л.В.

Плаксій, М.М. Приходько, Н.О. Зоріна, Д.О. Зорін // Вісник Дніпропетровського ун-ту. Геологія. Географія. – 2003. – вип. 5. – С. 131-135.

10. Адаменко О.М. Геоінформаційні системи екологічної безпеки об'єктів нафтогазового комплексу /О.М. Адаменко, З.М. Лободіна, А.С. Луценко, Л.В. Міщенко, А.Б. Здинянчин, Д.О. Зорін та ін. // Матеріали науково-практичної конференції “Екологічні проблеми нафтогазового комплексу”, 23-27 лютого 2003 р., Яремче. – Київ: Знання, 2003. – С. 28-30.

11. Адаменко О.М. Скала Подільська – унікальна палеогеографічна пам'ятка четвертинного періоду Поділля на Тернопільщині /О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, В.М. Триснюк, М.І. Радванський // Вісник Львівського національного ун-ту ім. І. Франка. Серія географічна. – 2003. – вип. 29. – ч. 2. – С. 7-11.

12. Адаменко О.М. Оцінка природно-ресурсного потенціалу Івано-Франківської області для розробки стратегії просторового планування / О.М. Адаменко, О.В. Пендерський, Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна, Д.О. Зорін // Природно-ресурсний потенціал в системі просторового розвитку. Збірник наук. праць Ін-ту регіональних досліджень НАНУ. - Вип. 2(XLVI) - Львів, 2004. – С. 113-122.

13. Адаменко О.М. Проблеми раціонального водокористування в Україні /О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Л.В. Плаксій // Ресурси природних вод Карпатського регіону: III міжнар. наук.-практич. конф., Львів 15-16 червня 2004 р. – Львів, 2004. – С.7-15.

14. Адаменко О.М. Геохронология геоморфологических уровней в Карпатах /О.М. Адаменко, Л.В. Мищенко, А.С. Луценко, И.А. Абушева, М.М. Приходько, Д.А. Зорин. // Рельефообразующие процессы: теория, практика, методы исследования: XXVIII Пленум Геоморфологической комиссии РАН, 20-24 сентября 2004 г. – Новосибирск, 2004. – С. 11-12.

15. Адаменко О.М. ГІС – технології оцінки екологічної ситуації для управління екологічною безпекою / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, З.М. Лободіна, А.С. Луценко, Л.В. Міщенко, О.М. Журавель, О.В. Пендерський, Д.О. Зорін, Н.О. Зоріна, Л.В. Плаксій, М.М. Приходько, І.А. Абушева, Л.Д. Потравич, В.С.

Скрипник, Н.В. Фоменко, О.В. Побігун, Л.М. Кудряк // Вісник Кременчуцького держ.політехн. ун-ту. - Вип. 5(28). – 2004. – С. 149-152.

16. Адаменко О.М. Екологічна безпека рекреаційної зони Кримського Приазов'я в зв'язку з розробкою морських і континентальних нафтогазоконденсатних родовищ // О.М. Адаменко, І.Г. Максимовських, Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна, Д.О. Зорін, А.Б. Здинячнин: матеріали Міжнародної наукової конференції. – Сімферопіль, 29-31 травня 2004. – С. 148-149.

17. Адаменко О.М. Екологія міста Івано-Франківська / О.М. Адаменко, Є.І. Крижанівський, Є.М. Нейко, Г.Г. Русанов, О.М. Журавель, Л.М. Міщенко, Н.І. Кольцова. – Івано-Франківськ: Сіверсія МВ, 2004. – 200 с.

18. Адаменко О.М. Стратегія створення системи екологічної безпеки Івано-Франківської області: матеріали науково-практичної конференції “Івано-Франківщина – поступ у майбутнє”. – Івано-Франківськ, 17 лютого 2004. – С. 11-12.

19. Адаменко О.М. ГІС – технології екологічного аудиту та екологічного моніторингу урбоекосистем / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко та ін.: Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: тезисы докл. междунар. науч.-практич. конф. – Донецк – Авдеевка, 15-18 мая 2004. – С. 175-176.

20. Адаменко О.М. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, О.М. Журавель, В.М. Триснюк, Д.О. Зорін та ін. // Український географічний журнал. – 2004. – №2. – С. 22-32.

21. Адаменко О.М. Використання геоінформаційних систем для визначення екостанів та екоситуацій адміністративних областей та районів, населених пунктів Західного регіону України / О. Адаменко, Я. Адаменко, В. Триснюк, О. Журавель, З. Лободіна, Л. Міщенко, В. Скрипник та ін. // Екологічна географія, історія, теорія, методи, практика: тези доп. II міжнар. наук. конф. – Тернопіль, 27-29 травня 2004. – С. 114-115.

22. Адаменко О.М. Пропозиції про створення геоінформаційної системи екологічної безпеки ієрархічних рівнів Східної Європи, України, Карпатського регіону, області, районів і населених пунктів /О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, О.В.

Пендерещкий, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, Н.О. Зоріна, А.С. Луценко, О.М. Журавель, В.С. Скрипник, Л.Я. Вітко // Теоретичні, регіональні, прикладні напрямки розвитку антропогенної географії та ландшафтознавства: II міжнар. наук. конф., 5-8 жовтня 2005 р. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2005. – С. 4-5.

23. Адаменко О.М. Пропозиції по створенню геоінформаційної системи екологічної безпеки ієрархічних рівнів Східної Європи, України, Карпатського регіону, областей, районів і населених пунктів / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, О.В. Пендерещкий, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, Н.О. Зоріна, А.С. Луценко, О.М. Журавель, А.Д. Стефанів, В.С. Скрипник, Л.Я. Вітко // Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ – технологій у сприянні вирішення проблем Прикарпаття: регіональна нарада, 15-17 листопада 2005 р. – Івано-Франківськ, 2005. – С. 44-45.

24. Адаменко О.М. Пропозиції по створенню геоінформаційної системи екологічної безпеки ієрархічних рівнів Східної Європи, України, Карпатського регіону, областей, районів і населених пунктів /О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін та ін. // Ландшафти та геоекологічні проблеми Дністровсько-Прутського регіону: наук. конф., 15-18 грудня 2005 р.: тези доп. – Чернівці, 2005. – С. 4-5.

25. Адаменко О.М. Геоінформаційна система екологічного стану водних та інших природних ресурсів адміністративного району /О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін та ін. //Ресурси природних вод Карпатського регіону: Четверта міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 травня 2005 р. – Львів, 2005. – С. 7-13.

26. Адаменко О.М. Геоінформаційна система екологічної безпеки та екологічного аудиту територій // О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін та ін. // Система екологического менеджмента ISO 14001. Экологический аудит: науч.-практич. семинар, 12-13 мая 2005 г.: тезисы докл. – К. 2005. - С. 393.

27. Адаменко О.М. Геоінформаційні технології екологічного аудиту антропогенних ландшафтів / О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна, Д.О. Зорін // Ресурси природних вод Карпатського регіону: матеріали п'ятої міжнар. наук.-практ. конф. – Львів, 25-26 травня 2006. – С. 6-7.

28. Адаменко О.М. “Парк льодовикового періоду” в Старуні /О.М. Адаменко, Д.О. Зорін, Л.В. Міщенко // Виявлення фауни і флори останнього зледеніння: Друга міжнар. наук. конф., 8-10 жовтня 2007 р. – Івано-Франківськ, 2007. – С. 29-31.

29. Адаменко О.М. Конструктивно-екологічний напрямок природоохоронної діяльності /Адаменко О.М. // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки “Галицька академія”. – 2007. - №1. – С. 54-58.

30. Адаменко О.М. Мій дім – університет /О.М. Адаменко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2007. – 336 с.

31. Адаменко О.М. Наш майбутній дім – Екоєвропа /О.М. Адаменко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2007. – 428 с.

32. Адаменко О.М. ГІС – технології оцінки екологічної ситуації для управління екологічною безпекою / О.М. Адаменко, О.М. Карпаш, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, Н.О. Зоріна, Л.В. Плаксієв // Нафтогазова енергетика. – 2007. -№1(2). – С. 78-81.

33. Адаменко Я.О. Структура будови баз даних екологічної інформації /Я.О. Адаменко. В кн.: Нетрадиційні енергоресурси та екологія України. – К.: Манускрипт, 1996. – с 111-123.

34. Адаменко Я.О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук. – Івано-Франківськ, 2006. - 39 с.

35. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь / Э.Б. Алаев. – М.: Мысль, 1984. – С. 116-117.

36. Андрианов М.С. Клімат. Природа Українських Карпат / М.С. Андрианов. – Львів: вид-во Львівськ. ун-ту, 1968. – С. 87-101.

37. Андриенко Т.Л. Природа Украинской ССР. Растительный мир /Т.Л. Андриенко, О.Б. Блюм, С.П. Вассер и др. – К.: Наук.думка, 1985. – 208 с.

38. Андрусевич Н. Огляд екологічного права Європейського союзу / Н. Андрусевич // Вісник екологічної адвокатури. – 2003. - №21. – С. 13-19.

39. Андрущенко Г.А. Грунти західних областей України / Г.А. Андрущенко. – Львів – Дубляни: ЛСПІ, 1970. – ч. I. – 184 с.
40. Атлас. Геологія і корисні копалини України. – Київ: ГУГКК, 2001. – 168 с.
41. Атлас Івано-Франківської області (за ред. О.І. Шаблія). – М.: ГУГК, 1990. – 32 с.
42. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. – М., 1978
43. Багров М.В. Землезнаство / М.В. Багров, В.О. Боков, І.Г. Черваньов. – К.: Либідь, 2000. – 464 с.
44. Баранов Ю.Б. Толковый словарь по геоинформатике / Ю.Б. Баранов, А.М. Берлянт, А.В. Кошкарєв, Б.Б. Серапинас, Ю.А. Филиппов, 1997 // <http://biology.krc.karelia.ru/misk/geoinf/titul.htm>.
45. Барановський В.А. Екологічний атлас України / В.А. Барановський. – К.: Географіка, 2000 – 42 с.
46. Барановський В.А. Екологічна географія і екологічна картографія / В.А. Барановський. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 252 с.
47. Барановський В.А. Україна. Стійкість природного середовища / В.А. Барановський, П.Г. Шищенко. – К.: Всеукр. екол. ліга, 2002. – 14 с.
48. Барталанфи Я. Общая теория систем – обзор проблем и результатов / Я. Барталанфи // Системные исследования: Ежегодник. М.: Наука, 1969. – С. 30-54.
49. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация / А.М. Берлянт. – М.: Мысль, 1986. 238 с.
50. Беручашвили Н.Л. Этология ландшафта и картографирование состояния природной среды / Н.Л. Беручашвили. – Тбилиси: изд-во Тбил. ун-та, 1989. – 196 с.
51. Білобран О. Управління в сфері охорони довкілля та природокористування в Україні: проблеми та шляхи вирішення / О. Білобран. – К.: ВЕГО “Мама-86”, 2003. – 160 с.
52. Білявський Г.О. Основи екології, теорія і практикум: навчальний посібник [для студентів вищих навчальних закладів] / Г.О. Білявський, А.І. Бутченко, В.М. Навроцький. – К.: Лібра, 2002. – 352 с.

53. Білявський Г.О. Основи загальної екології / Г.О. Білявський, М.М. Падун, Р.С. Фурдуй. – К.: Либідь, 2005. – 367 с.

54. Бобра Т.В. Экологический аудит / Т.В. Бобра: учебное пособие (для студентов высших учебных заведений). – Симферополь: Таврический нац. ун-т им. В.И. Вернадского, 2004. - 100 с.

55. Богуцький А.Б. Антропогенні денудаційні поверхні вирівнювання північного краю Подільської височини /А.Б. Богуцький, Й.М. Свинко // Доп. АН УРСР. Сер. Б. – 1975. - №6. – С. 433-435.

56. Богуцький А.Б. Четвертинні відклади / А.Б. Богуцький // Природа Тернопільської області. – Львів: Вища школа, 1989. – С. 28-36.

57. Боков В.А. Основы экологической безопасности: учебное пособие [для студентов высших учебных заведений] / В.А. Боков, А.В. Луцкич – Симферополь: Сонат, 1998. – 224 с.

58. Бондар О.І. Впровадження європейських стандартів і нормативів у Державну систему моніторингу довкілля України: науково-методичний посібник / О.І. Бондар, О.Г. Тараріко, Є.М. Варламов та ін. – К.: Інрес, 2006. – 264 с.

59. Бондарчук В.Г. Геоморфологія УРСР (геологічний розвиток рельєфу УРСР) /В.Г. Бондарчук. – К., 1949. –242 с.

60. Бондарчук В.Г. Тектоорогенія / В.Г. Бондарчук. – К.: Радянська школа, 1949. – 124 с.

61. Бондарев И. Историческая экология цивилизации. ч. I. Палеоэкология прародины человека /И. Бондарев. – Тбилиси, 2003. – 247 с.

62. Буравльов Є.П. Загальнодержавний моніторинг техногенної безпеки /Є.П. Буравльов, В.В. Гетьман // Екологія і ресурси. – 2005. – вип.11. – С. 48-58.

63. Бутарина М.В. Инженерная экология и экологический менеджмент /М.В. Бутарина, П.В. Воробьев, А.П. Дмитриева и др. – М.: Логос, 2003. – 528 с.

64. Бучинский И.Е. Климат Украины в прошлом, настоящем и будущем / И.Е. Бучинский. – К.: Сельхозиздат., 1963. – 308 с.

65. Веклич М.Ф. Основні етапи розвитку річкових долин / М.Ф. Веклич //Геоморфологія річкових долин України. – К.: Наук. думка, 1965. – С. 7-26.

66. Вернадский В.И. Несколько слов о ноосфере /В.И. Вернадский //Успехи современной биологии. – Вып. 2, - 1944. – С. 113-120.
67. Виноградов А.П. Биогеохимические провинции / А.П. Виноградов // Труды Юбилейной сессии, посвященной 100-летию со дня рождения В.В. Докучаева. – М. – Л., 1949. – 124 с.
68. Вишневський П.Ф. Зливи і зливовий стік на Україні /П.Ф. Вишневський. – К.: Наук. думка, 1964. – 290 с.
69. Вишневський В.І. Ріки і водойми України. Стан і використання /В.І. Вишневський. – К.: Віпол, 2000. – 376 с.
70. Волошин В.В. Проблеми поліпшення стану навколишнього середовища та їх програмне забезпечення /В.В. Волошин, І.О. Горленко, В.П. Кухар, Л.Г. Руденко //Український географічний журнал. – 1993. - №1. – С. 9-13.
71. Волошин В.В. Концептуальні засади сталого розвитку регіонів України /В.В. Волошин, В.М. Трегубчук // Регіональна економіка. – 2002. - №1. – С. 7-22.
72. Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу /Волошин І.М. – Львів: Простір, 1998. – 356 с.
73. Волошин І.М. Еколого-географічні особливості Західного Поділля /Волошин І.М., Третякова П.І.: Україна та глобальні процеси: географічний вимір. – Київ – Луцьк, 2000. – С. 16-20.
74. Воропай Л.И. Методологические основы разработки проблем рационального природопользования /Л.И. Воропай //Физическая география и геоморфология. – 1981. - №25. – С. 3-10.
75. Воскресенский С.С. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей /С.С. Воскресенский, О.К. Леонтьев, А. И. Спиридонов и др. – М.: Наука, 1980. – 343 с.
76. Гавриленко О.П. Екогеографія України: Навч. посіб. – К.: Знання, 2008. – 646 с.
77. Галицкий В.И. Методические рекомендации по ландшафтным исследованиям на территории Украинской ССР в целях рационального



природопользования / В.И. Галицкий, В.Т. Гриневецкий, М.С. Давыдчук. – К.: Отд. географии АН УССР, 1982. – 28 с.

78. Гарбук С.В. Космические системы дистанционного зондирования Земли / С.В. Гарбук, В.Е. Гершензон. – М.: изд-во РАН, 1999. –296 с.

79. Геоботаничне районування Української РСР (за ред. А.І. Барбарович). – К.: Наук. думка, 1977. – 301 с.

80. Географічна енциклопедія України. – К.: Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана, томи 1, 2, 3. – 1989, 1990, 1993.

81. Генсірук С.А. Регіональне природокористування: навч. посібник /С.А. Генсірук. – Львів: Світ, 1992. – 336 с.

82. Герасимов И.П. Принципы и методы геосистемного мониторинга /И.П. Герасимов // Изв. АН СССР, сер. географ. – 1982. - №2. – С. 5-12.

83. Геренчук К.И. Геомофология Подолии / К.И. Геренчук // Ученые записки Черновицкого ун-та. – 1950. - вып. 2. - №8. – С. 89-111.

84. Геренчук К И. Вопросы среднемасштабного картирования ландшафтов /К.И. Геренчук // Географический сборник Львовского ун-та. – 1957. – вып. 4. – С. 105-113.

85. Геренчук К.І. Природно-географічний поділ Львівського та Подільського економічних районів / К.І. Геренчук, М.М. Койнов, М.П. Цись. – Львів, 1964. – 220 с.

86. Геттнер А. География: Ее история, сущность и методы: Пер. с нем. / А. Геттнер. – Л.; М.: Госиздат, 1930. – 416 с.

87. Гідросфера. Відбір проб для визначення складу і властивостей стічних та технологічних вод / Гідросфера. – КНД 211.1.0.009 – 94.

88. Глазовская М.А. Опыт составления ландшафтно-геохимической карты мира как основы экологического картирования и прогнозирования / М.А. Глазовская // География и природные ресурсы. – 1993. - №1. – С. 5-10.

89. Голышев Л.К. Системный подход к анализу и проектированию сложных систем. – К.: ГП «Информационно-аналитическое агентство», 2011. – 555 с.

90. Голубец М.А. Актуальные вопросы экологии / М.А. Голубец. – К.: Наукова думка, 1982. – 158 с.
91. Голубець М.А. Антропогенні зміни біоценотичного покриву в Карпатському регіоні /М.А. Голубець, І.І. Козак, М.П. Козловський та ін. – К.: Наукова думка, 1994. – 166 с.
92. Голубець М.А. Від біосфери до соціосфери / М.А. Голубець. – Львів: Поллі, 1997. – 256 с.
93. Голубець М.А. Плівка життя /М.А. Голубець. – Львів: Поллі, 1997. – 186 с.
94. Голубець М.А. Екосистемологія / М.А. Голубець. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.
95. Голубець М.А. Екологічна ситуація на північно-східному макросхилі Українських Карпат. За ред. М.А. Голубця / М.А. Голубець, О.Г. Марискевич, М.П. Козловський та ін. – Львів: Поллі, 2001. – 162 с.
96. Голубець М.А. Біотична різноманітність і наукові підходи до її збереження /М.А. Голубець. – Львів: Ліга-Прес, 2003. –33 с.
97. Голояд Б.Я. Екологічні основи захисту гірськолісових басейнових екосистем від шкідливих екзогенних процесів в Українських Карпатах /Б.Я. Голояд, І.І. Бойчук. – Івано-Франківськ, 2001. –389 с.
98. Гожик П.Ф. Аллювіальні відклади головних річкових систем УРСР. Том II (Антропоген. Четвертинні відклади). – К.: Наук.думка, 1969. – С. 229-253.
99. Горленко И.О. Проблемы комплексного развития территорий / И.О. Горленко, Л.Г. Руденко, С.Н. Малюк и др. – К.: Наук. думка, 1994. – 296 с.
100. Готинян В.С. Що таке ГІС / ДЗЗ – технології та їх місце в структурі геопросторових даних / В.С. Готинян: регіональна нарада, 13-14 червня 2007 р. – Тернопіль, 2007. – С. 7-38.
101. Гофштейн І.Д. Неотектоніка і морфогенез верхнього Придністров'я / І.Д. Гофштейн. – К.: вид-во АН УРСР, 1962. – 131 с.
102. Гофштейн И.Д. Неотектоника западной Волыно-Подольи /И.Д. Гофштейн. – К.: Наук. думка, 1979. – 153 с.

103. Гриневецкий В.Т. Аудит ландшафтознавчий / В.Т. Гриневецкий // Географічна енциклопедія України. – К.: УРЕ, 1990. – Т.1 – С. 54 – 55.
104. Гринин А.С. Экологический менеджмент: учеб. пособие [для студ. вузов] / А.С. Гринин, Н.А. Орехов, С. Шмидхейни. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2001. – 206 с.
105. Гришанков Г.Е. Введение в физическую географию: предмет и метод: Учеб. пособие. – К.: О-во «Знання», КОО, 2001. – 249 с.
106. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтової екології: підручник [для студ. вищих навч. закл.] / М.Д. Гродзинський. – К.: Либідь, 1993. – 224 с.
107. Гродзинський М.Д. Стійкість екосистем до антропогенних навантажень /М.Д. Гродзинський. – К., 1995. – 233 с.
108. Гродзинський М.Д. Ландшафтне різноманіття як компонента сталого розвитку /М.Д. Гродзинський, П.Г. Шищенко // Проблеми сталого розвитку України. – К.: БМТ, 2001. – С. 243-263.
109. Грубрин Ю.Л. Геоморфологическое районирование /Ю.Л. Грубрин //Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. – М.: ГУГК, 1978. – С. 76.
110. Гуцуляк В.М. Основи ландшафтознавства: навчальний посібник [для студ. вищих навч. закл.] /Гуцуляк В.М. – К.: НМК ВО, 1992. – 60 с.
111. Гуцуляк В.М. Ландшафтно-геохімічна екологія: навчальний посібник [для студ. вищих навч. закл.] / Гуцуляк В.М. – Чернівці: Рута, 1995. – 317 с.
112. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: навчальний посібник [для студ. вищих навч. закл.] / Гуцуляк В.М. – Чернівці: Рута, 2002. – 272с.
113. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: Навч. посібник. - 2-ге вид. доп. / В.М. Гуцуляк. – Чернівці: ТОВ «Видавництво «Наші книги», 2010. – 312 с., іл., карти.
114. Данилишин Б.М. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / Б.М. Данилишин, С.І. Дорогунцов, В.С. Міщенко та ін. – К.: РВПС України, 1999. – 716 с.

115. Дашковський О.А. Екоінформаційні, багатопараметрові газоаналітичні прилади і системи екологічного моніторингу довкілля /О.А. Дашковський, І.А. Міхеєва, В.П. Приміський // Вісті Академії інженерних наук України. Спеціальний випуск. Екологія. – 2002. - №2. – С. 6-14.
116. ДБН А.2.2 – 1 – 2003. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд /ДБН... - К., 2004. – 21 с.
117. Демедюк М.С. Четвертинні відклади / М.С. Демедюк // Природа Івано-Франківської області – Львів: вид-во Львівського ун-ту, 1973. – С. 25-31.
118. Демек Я. Теория систем и изучение ландшафтов /Я. Демек. – М.: Прогресс, 1977. – 222 с.
119. Денисик Г.І. Антропогенні ландшафти Правобережної України: історико-географічний аналіз, регіональні структури, оптимізація: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора географ. наук, спец. 11.00.01 “Фізична географія, геохімія та геофізика ландшафтів” / Денисик Г.І. – К., 1999. – 34 с.
120. Довгий С.О. Інформатизація аерокосмічного землезнавства / С.О. Довгий, В.І. Лялько, О.М. Трофимчук, О.Д. Федоровський та ін. – К.: Наук.думка, 2001. – 148 с.
121. Докучаев В.В. К учению о зонах природы / В.В. Докучаев. – М.: изд-во АН СССР, 1949. – С. 453-481.
122. Долішній М.І. Економічний розвиток і екологічна безпека: шлях України /М.І. Долішній, В.С. Кравців // Проблеми сталого розвитку. – К., 1998. – С. 88-100.
123. Дорогунцов С.І. Оптимізація природокористування: навч. посібник в 5 томах. Т.1. Природні ресурси: еколого-економічна оцінка / С.І. Дорогунцов, А.М. Муховиков, М.А. Хвестик – К.: Кондор, 2004. – 291 с.
124. ДСТУ ISO 14010-97. Настанови щодо здійснення екологічного аудиту. Загальні принципи. – К.: Держстандарт України, 1997. – 23 с.

125. ДСТУ ISO 14011-97. Настанови щодо екологічного аудиту. Процедури аудиту. Аудит систем управління навколишнім середовищем. – К.: Держстандарт України, 1997. – 18 с.

126. Дублянський В.Н. Карстовые пещеры Украины / В.Н. Дублянський, А.А. Ломаев. – К.: Наукова думка, 1980. – 136 с.

127. Єгорова Т.М. Ландшафтна екологія України (геохімічні аспекти) / Т.М. Єгорова. – Кам'янець-Подільський: Видавець Зволейко Д.Г., 2009. – 192 с.

128. Екологічна енциклопедія України в 3х томах. – Київ: Укр. екол. ліга, 2006

129. Загульська О.Б. Ландшафти Західного Поділля і Українських Карпат / О.Б. Загульська // Путівник екскурсії Міжнародної наукової конференції “Ландшафтознавство: традиції і тенденції”, 8-12 вересня 2004. – Київ: Обрії, 2004. – 46 с.

130. Заиканов В.Г. Методические основы комплексной геоэкологической оценки территории / В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова. – М.: Наука, 2008. – 81 с.

131. Заставецька О.В. Географія Тернопільської області /О.В. Заставецька, Б.І. Заставецький, Д.В. Ткач. – Тернопіль, 1994. – 224 с.

132. Зарицкий П.В. Геохимия окружающей среды: учебное пособие [для студ. высш. учеб. зав.] / П.В. Зарицкий. – Харьков: Организац.-издат. отдел НМЦ, 2007. – 234 с.

133. Збірник міжнародно-правових актів у сфері охорони довкілля /Збірник... - 2-ге видання, доповнене. – Львів: Екоправо, 2002. – 178 с.

134. Звонкова Т.В. Географическое прогнозирование : учеб. пособие [для студ. высш. учеб. зав.] / Т.В. Звонкова. – М.: Высшая школа, 1987. – 190 с.

135. Зінько Ю. Концепція транс'європейських природоохоронних поясів та розбудови екологічної мережі України / Ю. Зінько, Я. Кравчук, В. Брусак // Україна та глобальні процеси: географічний вимір. – Київ-Львів: Обрії, 2000. – Том 3. – С. 24-27.

136. Зорін Д.О. Створення геоінформаційної системи екологічного моніторингу Галицького району / Д.О. Зорін, Л.В. Міщенко // Екологічні проблеми

регіонів України: наук. конф. студентів, магістрів і аспірантів, 25-26 травня 2005 р.: тези доп. – Одеса, 2005. – С. 60-61.

137. Зорін Д.О. Методика оцінки екологічного стану екосистем при екологічному аудиті / Д.О. Зорін //Наукові записки Вінницького держ. педаг. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Серія: географія. – 2006. – вип.11. – С. 61-64.

138. Зорін Д.О. Дністровський каньйон: еколого-туристичний нарис /Д.О. Зорін. – Тернопіль: Новий колір, 2007. – 48 с.

139. Зорін Д.О. Шляхи подолання екологічної кризи в західному регіоні України / Д.О. Зорін // Вісник Дніпропетровського університету. Геологія. Географія. – 2007. – вип.9. – С. 42-47.

140. Зорін Д.О. Екологічні проблеми нафтогазових провінцій України /Д.О. Зорін: матеріали наук.-практ. конф. “Екологічні проблеми нафтогазоносного комплексу України” (с.Синяк Закарпатської області, 26 лютого-2 березня 2007 р.) – К.: Знання, 2007. – С. 32-33.

141. Зорін Д.О. Екологічний моніторинг природно-антропогенних геоекосистем в нафтогазопромислових регіонах /Д.О. Зорін //Наукові вісті. Інститут менеджменту та економіки “Галицька академія”. – 2007. – спецвипуск. – С. 62-68.

142. Зорін Д.О. Дністровський каньйон – один із головних коридорів екологічної мережі природоохоронних територій України / Д.О. Зорін //Науковий вісник Волинського держ. ун-ту ім. Л. Українки. – 2007. – вип.11, частина 2. – С. 307-312.

143. Зорін Д.О. Екологічна оцінка стану атмосферного повітря Подільського Придністров'я / Д.О. Зорін, Л.Я. Вітко: матеріали науково-практичної конференції: Коктебель, АР Крим, 4-8 червня 2007 р. – К.: НПЦ Екологія Наука Техніка, 2007. – С. 84-85.

144. Зорін Д.О. Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної екологічної мережі України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геологіч. наук: спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” /Д.О. Зорін – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.

145. Иванов С. Геоэкология Нововолинского горнопромышленного района: монография / Евгений Иванов, Иван Ковальчук, Оксана Терещук. – Луцк: Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2009. – 208 с.
146. Израэль Ю.А. Проблемы мониторинга и охраны окружающей среды /Ю.А. Израэль. – Ленинград, 1989. – 389 с.
147. Исаченко А.Г. Охрана природы и кадастр ландшафтов /А.Г. Исаченко //Изв. ВГО. – 1973. –Т. 105. – вып. 3. – С. 216-222.
148. Исаченко А.Г. Ландшафтно-географические основы рационального использования, преобразования и охраны природной среды /А.Г. Исаченко //Человек и среда обитания. – Ленинград, 1974. – С. 33-43.
149. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды. Географический аспект /А.Г. Исаченко. – М.: Мысль, 1980. – 264 с.
150. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование /А.Г. Исаченко. – М.: Высшая школа, 1991. – 366 с.
151. Ішук С.І. Промислові комплекси України. Наукові основи територіальної організації / С.І. Ішук. – К.: Паливода, 2003. – 248 с.
152. Касимов Н.С., Геннадиев А.Н. Геохимия ландшафтов и география почв: основные концепции и подходы // Весник Московского ун-та. Серия 5. География. – 2005. - № 2. – С. 10-17.
153. Клініська К. Дефініції прогнозування природно-господарських комплексів та деякі концептуальні положення // Науковий вісник Чернівецького ун-ту. Вип. 158: Географія. – Чернівці: ЧНУ, 2002. – С.3-8.
154. Киндюк Б.В. Коливання водності малих річок України /Український географічний журнал. – 2004. - №2. – С. 33-37.
155. Климчук А.Б. Геолого-гидрогеологические условия развития и генезис крупных карстовых пещер Запада Украины / А.Б. Климчук, В.Н. Андрейчук //Пещеры в глинах и ангидратах. – Пермь, 1988. – С. 12-25.
156. Ковалев А.П. Некоторые проблемы теоретической географии /А.П. Ковалев // Физическая география и геоморфология. – 1988. – Вып.35. – С. 67-73.

157. Ковальчук І.П. Антропогенные эрозионные процессы в Западной Подолии и их интенсивность / И.П. Ковальчук. Рельеф и хозяйственная деятельность. – М.: изд-во Моск. филиала Географ. общ-ва СССР, 1982. – С. 34-42.
158. Ковальчук І.П. Регіональні закономірності поширення і тенденції розвитку яркових систем басейну Дністра / І.П. Ковальчук, М.Я. Симоновська // Вісник Львівського ун-ту. Серія географічна. – 1992. – вип.18. – С. 16-19.
159. Ковальчук І.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз. – Львів: Інститут українознавства, 1997. – 440 с.
160. Ковальчук І.П. Геоекологічний аналіз Західного регіону України /І.П. Ковальчук // Регіональна політика України: наукові основи, методи, механізми. – Львів, 1998. – ч. III - С. 132-139.
161. Ковальчук І.П. Багаторічна динаміка стоку річок верхньої частини басейну Дністра /І.П. Ковальчук, А.І. Михнович // Вісник Львівськ. ун-ту. Серія географічна. – 2003. – вип.29. – ч.І. – С. 136-147.
162. Ковальчук І.П. Геоекологія Розточчя / І.П. Ковальчук, М. Я. Петровська. – Львів: вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2003. – 192 с.
163. Коржик В.П. Антропогенные изменения ландшафтов Северной Буковины и актуальные задачи регионального природопользования: автореф. дис. на соиск. учен. степени кандидата географ. наук: спец. 11.00.01 - “Фізична географія, геофізика та геохімія ландшафтів” / В.П. Коржик. – К., 1992. – 24 с.
164. Коробейнікова Я.С. Оцінка екологічного стану геологічного середовища та рекреаційних можливостей Долинського району Карпат: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата геологіч. наук: спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” / Я.С. Коробейнікова. – К., 2002. – 19 с.
165. Кочетков В.М. Моделирование состояния природных экосистем для экологического мониторинга /В.М. Кочетков, Е.Н. Черемшина, О.В. Митракова, А.В. Любимова // Геоинформатика. – 2004. - №3. – С. 90-94.
166. Кочуров Б.И. Экологический риск и возникновение острых экологических ситуаций /Б.И. Кочуров //Изв. РАН. Серия географии. – 1992. - №2. – С. 112-122.



167. Кошкарев А.В. Программы, проекты, базы и банки данных географических и картографических автоматизированных информационных систем / А.В Кошкарев // Картография и геоинформатика. – М.: ВИНТИ АН СССР, 1991. – Т. 14. – С. 118-176.

168. Кравчук Я.С. Геоморфология Передкарпаття / Я.С. Кравчук. – Львів: Меркатор, 1999. – 188 с.

169. Красовський Г.Я. Інвентаризація водойм регіону з застосуванням космічних знімків і геоінформаційних систем / Г.Я. Красовський, О.С. Волошкіна, І.Г. Пономаренко, В.А. Слободян // Екологія і ресурси. – 2005, вип.11. – С. 19-41.

170. Кубинська Л. Моніторингові дослідження поверхневих вод ПЗФ НПП “Подільські Товтри” / Л. Кубинська, Н. Чайка, Л. Люблінська // Роль природно-заповідних територій Західного Поділля та Юри Ойцовської у збереженні біологічного і ландшафтного різноманіття. – Гримайлів, 2003. – С. 203-207.

171. Кузьменко Е.Д. Екологоорієнтовані методи збереження та відновлення рекреаційно-туристичного потенціалу регіонів України / Е.Д. Кузьменко: матеріали III міжнародної наук.-практичної конференції “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення (Алушта, 10-14 вересня 2007 р.). – Київ-Харків. – 2007. – С. 88-92.

172. Куприянова Т.П. Обзор представленный об устойчивости физико-географических систем / Т.П. Куприянова // Устойчивость геосистем. М.: Наука, 1983. – С. 7-13.

173. Кучерявий В.О. Урбоекологія / В.О. Кучерявий. – Львів: Світ, 1999. – 360 с.

174. Лаверов С.Б. Геоэкология: теория и некоторые вопросы практики / Лаверов С.Б. // Изв. Всесоюз. Геогр. об-ва. – 1989. – 121, вып. 2. – С. 119-126.

175. Ласкарев В.Д. Геологические исследования в юго-западной России / В.Д. Ласкарев // Труды Геолкома. – Санкт-Петербург, 1914. – 112 с.

176. Личков Б.Л. Об эпэйрогенических движениях на Русской равнине / Б.Л. Личков // Труды Геоморфологического ин-та. – М., 1934. – вып.10. – С.5-80.

177. Лопушняк Я.І. Забруднюючі речовини в атмосферному повітрі Покуття /Я.І. Лопушняк, В.Г. Омельченко, Л.В. Міщенко, О.М. Журавель, Н.В. Журавель //Наукові вісті Ін-ту менеджменту та економіки. – 2002. - №2. – С. 159-165.

178. Лунгерсгаузен Г.Ф. Геологічна еволюція Поділля і Південного Надністров'я / Г.Ф. Лунгерсгаузен // Праці молодих вчених. – К.: вид-во АН УРСР, 1941. – С. 9-90.

179. Малишева Л.Л. Принципи і методи геоекологічного районування території України /Л.Л. Малишева, П.Г. Шищенко, В.Г. Потапенко // Вісник Київського ун-ту. Серія Географія. – 1995. – вип. 41. – С. 3-13.

180. Малишева Л.Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій / Л.Л. Малишева. – К.: Редакційно-видавнич. центр “Київський ун-т”, 1997. – 264 с.

181. Малишева Л.Л. Теорія і методика ландшафтно-геохімічного аналізу й оцінки екологічного стану територій / Л.Л. Малишева: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора географ. наук: спец. 11.00.01 “Фізична географія, геофізика і геохімія ландшафтів”. – К. – 1998. –32 с.

182. Малишева Л.Л. Геохімія ландшафтів: навчальний посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / Л.Л. Малишева. – К.: Либідь, 2000. – 472 с.

183. Мамай И.И. Динамика ландшафтов / И.И. Мамай. – М.: изд-во МГУ. – 1992. – 167 с.

184. Маринич О.М. Про походження врізаних меандрів р. Дністра / О.М. Маринич // Наук. записки Київського ун-ту. – 1950. – вип.9. – №4. – С. 19-24.

185. Маринич А.М. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / А.М. Маринич, В.М. Пашенко, П.Г. Шищенко. – К.: Наукова думка, 1985. – 225 с.

186. Маринич А.М. Географические аспекты природопользования в условиях научно-технического прогресса / А.М. Маринич, В.М. Пашенко. В кн.: Конструктивно-географические основы рационального природопользования в Украинской ССР. Теоретические и методологические исследования. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 9-15.

187. Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К.: Знання, 2003. – 479 с.
188. Маринич О.М. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О.М. Маринич, Г.О. Пархоменко, О.М. Петренко, П.Г. Шищенко // Український географічний журнал. – 2003, №1. – С. 16-20.
189. Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К.: Знання, 2006. – 511 с.
190. Мариняк Я.О. Основи моделювання стану довкілля / Я.О. Мариняк. – Тернопіль, 2000. – ч. I. – 132 с.
191. Маца К.А. Антропогенная нагрузка на территорию (природный комплекс): к проблеме сущности и методов измерения / К.А. Маца // Антропогенная географія і ландшафтознавство в XX і XXI ст. Вінниця-Воронеж, 2003. – С. 65-70.
192. Мельник А.В. Ландшафтний моніторинг / А.В. Мельник, Г.П. Міллер. – К., 1993. – 147 с.
193. Мельник А.В. Основи регіонального еколого-ландшафтного аналізу / А.В. Мельник. – Львів: Літопис, 1997. – 229 с.
194. Мельник А.В. Українські Карпати: еколого-ландшафтне дослідження. – Львів: вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 1999. – 286 с.
195. Мельник А.В. Особливості сучасного екологічного стану геоконкомплексів Українських Карпат / А.В. Мельник // Вісник Львівськ. ун-ту. Серія географічна. – Вип.29. – ч. II. – 2003. – С. 214-221.
196. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.
197. Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води. – К.: Символ-Т, 1998. – 43 с.
198. Міллер Г.П. Розробка ландшафтних основ природокористування на Чорногірському стаціонарі / Г.П. Міллер // Вісник Львівськ. ун-ту. Серія географічна. – 1982. – Вип. 13. – С. 10-14.
199. Міллер Г.П. Ландшафтознавство: теорія і практика / Г.П. Міллер, В.М. Петлін, А.В. Мельник. – Львів: видавнич. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2002. – 172 с.

200. Мильков Ф.Н. Физическая география: учение о ландшафте, географическая зональность / Ф.Н. Мильков. – Воронеж: изд-во Воронеж. ун-та, 1986. – 328 с.

201. Митчелл Э. Руководство по ГИС-анализу. Ч. 1: Пространственные модели взаимосвязи / Э. Митчелл. – К.: ЗАО ЕСОММ Со, Стилос, 2000. – 198 с.

202. Міхелі С.В. Галузева структура сучасного українського ландшафтознавства / С.В. Міхелі // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрій», 2009. – Вип. 55. – С. 99-109.

203. Міщенко Лариса. Геоекологічний аудит та моделювання екосистем Покуття /Лариса Міщенко // Наукові записки Тернопільського держ. педагогіч.ун-ту. Серія Географія, 2003. – №1(7). – С. 87-89.

204. Міщенко Л.В. Екологічний аудит – нова навчальна дисципліна для екологічних і географічних спеціальностей з використанням геоінформаційних технологій / Л.В. Міщенко, Л.В. Плаксіє: II міжнар. конф., присвячена 130-річчю Укр. геогр. тов-ва: 27-28 квітня 2003 р.: тези доповідей. – К.: Обрії, 2003. – С. 290-291.

205. Мищенко Л.В. Экологический аудит состояния окружающей среды и корреляция здоровья населения с экологическими факторами / Л.В. Мищенко // II междунар. научно-практ. конф. “Экология: образование, наука, промышленность и здоровье” //Вестник Белгородского гос. технолог. ун-та им. В.Г. Шухова. – 2004. - №8. – часть II. – С. 127-128.

206. Міщенко Л.В. Методика комплексних геоекологічних досліджень передгірських територій /Л.В. Міщенко // Ландшафтознавство: традиції і тенденції: міжнар. наук. конф., 8-12 вересня 2004 р. – Львів, 2004. – С. 98-100.

207. Міщенко Лариса. Екологічні дослідження міської території Івано-Франківська /Лариса Міщенко // Наукові записки Тернопільського держ. педун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Географія – 2004. - №2. – С. 205-211.

208. Міщенко Л.В. Наукова школа раціонального використання і захисту природи Адаменка Олега Максимовича / Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна // Науковий

вісник нац. техніч. ун-ту нафти і газу. – Івано-Франківськ, 2004. – №3(9). – С. 118-123.

209. Міщенко Лариса. Геоекологічні проблеми Дністровсько-Прутського регіону /Лариса Міщенко // Ландшафти та геоекологічні проблеми Дністровсько-Прутського регіону: міжнар. наук. конф., 15-18 грудня 2005 р. – Чернівці, 2005. – С. 59.

210. Міщенко Л.В. Новітні технології у дистанційному навчанні / Л.В. Міщенко // Концептуальні підходи до діагностики оцінки рівня знань студентів, впровадження системи комп'ютерного тестування та їх вплив на підвищення якості підготовки фахівців: науково-методич. конф., 27-28 грудня 2005 р. – Івано-Франківськ, 2005. – С. 46-48.

211. Міщенко Л.В. Система екологічного менеджменту і аудиту (СЕМА) як одна з передумов екологічної політики держави / Л.В. Міщенко //І-й Всеукраїнський з'їзд екологів, 4-7 жовтня 2006 р.: тези доповідей. – Вінниця: Універсум, 2006. – С. 323.

212. Міщенко Л.В. Удосконалення природокористування в Карпатському регіоні в контексті сталого розвитку /Л.В. Міщенко // Географія та екологія: наука і освіта: І Всеукраїнська наук.- практич. конф., 20-21 квітня 2006 р. в м. Умані. – Київ, 2006. – С. 108-109.

213. Міщенко Л.В. Оцінка впливу золошлаковідвалів Бурштинської ТЕС на довкілля / Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна // Екологічна безпека техногенно перевантажених регіонів та раціональне використання надр: науково-практич. конф., 4-8 червня 2007 р., м. Коктебель, АРК – Київ: Знання, 2007. – С. 85-87.

214. Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій як складова екологічної безпеки держави /Л.В. Міщенко // Молодь у вирішенні регіональних та транскордонних проблем екологічної безпеки: Шоста міжнар. наук. конф., 11-12 травня 2007 р. – Чернівці: Зелена Буковина, 2007. – С. 136-138.

215. Міщенко Л.В. Оцінка екологічного стану екосистем Прикарпаття методами екологічного аудиту територій / Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін // Екологічна

безпека: проблеми і шляхи вирішення: III міжнар. наук.-практич. конф., 10-14 вересня 2007 р., Алушта, АР Крим. – Харків. – 2007. – С.116-119.

216. Міщенко Л.В. Екологічна стандартизація нафтогазовидобування підприємств /Л.В. Міщенко // Екологічні проблеми нафтогазового комплексу: Третя міжнар. наук.-практич. конф., 26 лютого – 2 березня 2007 р., Закарпатська обл. – Київ: НПП “Екологія Наука Техніка”, 2007. – С. 33-34.

217. Міщенко Л.В. Екологічний аудит територій /Л.В. Міщенко, М.Г. Гришок: навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни. – Івано-Франківськ: Інститут менеджменту та економіки “Галицька академія”, 2008. – 272 с.

218. Міщенко Л.В. Оцінка впливу золошлаковідвалів Бурштинської ТЕС на довкілля / Л.В. Міщенко, Н.О. Зоріна // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. - №2. – С. 46-51.

219. Міщенко Лариса. Екологічна оцінка стану демосфери та захворюваності населення на Прикарпатті / Лариса Міщенко // Наукові записки Тернопільського національного пед. ун-ту ім В. Гнатюка. – 2008. - № 1. – Вип.23. – С. 177-183.

220. Міщенко Л.В. Геоінформаційна система екологічного аудиту адміністративного району / Л.В. Міщенко // Екологічні проблеми техногенно-навантажених регіонів: Міжнар. наук.-практич. конф., 12-14 травня 2008 р. – Дніпропетровськ, 2008. – С. 56-57.

221. Міщенко Л.В. Геоекологічне районування Карпатського регіону і Поділля: теоретичне обґрунтування та практичне використання / Л.В. Міщенко // Український географічний журнал. – 2009. – № 4 – С. 7 – 12.

222. Міщенко Л.В. Геоінформаційна система екологічного аудиту та екологічного моніторингу на території м. Івано-Франківська / Л.В. Міщенко // Наук. записки Вінницького державного педун-ту ім. М. Коцюбинського: Географія – 2009. - №17. – С. 118-124.

223. Міщенко Л.В. Геоекологічні дослідження Карпатського регіону та екологічний туризм / Л.В. Міщенко // Дністровський каньон – унікальна територія

туризму: Міжнар. наук.-практич. конф. (16-18 травня 2009 р.) – Тернопіль, 2009. – С. 206-208.

224. Міщенко Л.В. Визначення принципів організації єдиної державної системи екомоніторингу на прикладі Карпатського регіону / Л.В. Міщенко // Збірник наукових статей. II Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2009). – м. Вінниця (23-26 вересня 2009 р.). – Вінниця: ФОП Данилюк, 2009. – С. 129-131.

225. Міщенко Л.В. Геоморфологічні принципи регіонального геоecологічного районування Карпат і Поділля / Л.В. Міщенко // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип. 56. – С. 135 – 143.

226. Міщенко Л.В. Ландшафтні та геоecологічні структури в басейні нижніх течій річок Бистриць Солотвинської і Надвірнянської (Прикарпаття) /Л.В. Міщенко. – Чернівці: Зелена Буковина, 2009. – С. 136-138.

227. Міщенко Л.В. Проблеми екологічного аспекту у військовій діяльності та можливі шляхи їх вирішення /Л.В. Міщенко // Фізична географія і геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрії», 2009. – Вип. 55. – С. 118 – 126.

228. Міщенко Л.В. Техногенне забруднення ґрунтового покриву приміської території Івано-Франківська. // Збірник наукових праць «Сучасні проблеми збалансованого природокористування». Спеціальний випуск до IV наук. - практичн. конф. – Подільський аграрно-техн.університет. – Камінець-Подільський, 2009. – С. 166-170.

229. Міщенко Л.В. Методологія, методи організації та проведення екологічного аудиту територій (на прикладі Карпатського регіону) / Л.В. Міщенко // Вісник Одеського національного ун-ту: Географічні та геологічні науки. – 2009. Том №14. Вип.16. – С. 88-102.

230. Міщенко Л.В. Екологічна оцінка стану та якості підземних вод приміської зони Івано-Франківська. / Л.В. Міщенко // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцький національний технічний ун-т. – 2009. Вип.26. – С. 192-197.

231. Міщенко Л.В. Екологічний стан ґрунтового покриву Тисменицького району Івано-Франківщини. /Л.В. Міщенко // Географія і сучасність.«Науковий часопис». Збірник наукових праць Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. – К. : 2009. Серія 4. Вип. 12(22). – С. 42-47.

232. Міщенко Л.В. Оцінка основних медико-демографічних проблем території Прикарпаття /Л.В. Міщенко // Економічна та соціальна географія: Науковий збірник – КНУ ім. Т. Шевченка. – К.: ВГЛ «Обрії». – Вип. 1(61). – 2010. – С. 96-102.

233. Міщенко Л.В. Ландшафтно-геохімічні основи екологічного аудиту територій (на прикладі Карпат і Поділля) / Л.В. Міщенко // Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия "География". – Т. 24 (63), №1. – 2011. – С. 89-99.

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

235. Міщенко Л.В. Історія еколого-геохімічних досліджень ландшафтів Західного регіону / Л.В. Міщенко // Збірник наукових праць «Природа Західного Полісся та прилеглих територій». Волинський національний університет ім. Лесі Українки. – 2012. Вип. № 9. – С.11-16.

236. Міщенко Л.В. Комп'ютерні програми оцінки екологічного стану екосистем та безпеки життєдіяльності населення у зоні впливу нафтогазових родовищ/ О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, М.В. Крихівський // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-технічний журнал. – №2(6). – 2012. – Івано-Франківськ: Симфонія форте. – С. 32-53.

237. Міщенко Л.В. Комп'ютерна програма ECOSTAT для статистичної обробки екологічної інформації / Л.В.Міщенко, М.В.Крихівський // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-технічний журнал. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2013. – №1(7). – С.95–104.

238. Міщенко Л.В. Комп'ютерна програма «Обчислення фонів, аномалій та ізоконцентрат для побудови геоекологічних карт 10–ти мікроелементів в ґрунтах» / Л.В. Міщенко, М.В.Крихівський // *Авторське свідоцтво № 47045* «Свідоцтво про



реєстрацію авторського права на твір». Державна служба інтелектуальної власності України. – 02.01.2013.

239. Мойсенков О.В. Эколого-геохимический анализ промышленного города (на примере г. Тольятти): автореф. дис. на соиск. учен. степени кандидата географ. наук: спец. "Геоэкология" / О.В. Мойсенков. – М., 1989. – 38 с.

240. Муха Б. Зміни кліматичних параметрів верхів'я басейну ріки Дністер за останні 40 років /Б. Муха, Р. Гулянич // Вісник Львівськ. ун-ту. Серія географічна. – Вип. 29. – ч. I. – 2003 – С. 66-70.

241. Муха Б.П. Ландшафтна карта Львівської області масштабу 1:200000 / Б.П. Муха // Вісник Львівськ. ун-ту. Серія географічна, вип. 29 ч.1. – 2003. – С. 58-65.

242. Навчально-краєзнавчий атлас Тернопільської області. – Львів: Аріша, 2000. – 26 с.

243. Національний атлас України. – Київ: ДНВЦ «Картографія», 2007. – 440с., 875 іл.

244. Олішевська Ю.А. Геоєкологічне районування: теоретико-методичний та практичний аспекти: монографія / Ю.А. Олішевська. – К.: Сталь, 2009. – 244 с.

245. Остапчук И.О. Подходы к оценкам экологических рисков и экологических ситуаций / И.О. Остапчук // Фізична географія та геоморфологія. – К.: ВГЛ «Обрій», 2010. – Вип. 2 (59). – С. 52-57.

246. Палієнко В.П. Геоморфологічне районування / В.П. Палієнко // Географічна енциклопедія України. Том I. – К., 1989. – С. 256-257.

247. Палиенко В.П. Отражение динамики блоков фундамента в новейшей тектонике и рельефе / В.П. Палиенко // Геотектоника Вольно-Подолли. – К.: Наукова думка, 1990. – С. 203-209.

248. Палієнко В.П. Загальні положення морфоструктурно-неотектонічної ГІС для оцінки сучасної тектонічної активності структур / В.П. Палієнко, Р.О. Спиця. В кн.: Україна та глобальні процеси: географічний вимір. VIII з'їзд Укр. географ. товариства. – Луцьк: Вежа, 2000. – т. II. – С. 133-136.

249. Палієнко В.П. Загальне геоморфологічне районування території України / В.П. Палієнко, М.Є. Баршевський, С.Ю. Бортник, Е.Т. Палієнко, Б.О. Вахрушев, Я.С. Кравчук, Р.М. Гнатюк, Ю.М. Зінько // Український географічний журнал. – 2004., №1. – С. 3-11.

250. Парпан В.І. Деякі результати моніторингових досліджень лісових екосистем Карпат / В.І. Парпан, Ю.С. Шпарик, П.Д. Марків // Науковий вісник Львівськ. лісотехн. ун-ту. – 1999. – Вип.9-10. – С. 42-46.

251. Пашенко В.М. Теоретические проблемы ландшафтоведения /В.М. Пашенко. – К., 1993. – 284 с.

252. Пендерещкий О.В. Екологія Галицького району / О.В. Пендерещкий. – Івано-Франківськ: Нова зоря, 2004. – 198 с.

253. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман. – М.: Высшая школа, 1966. – 392 с.

254. Перехрест С.М. Шкідливі стихійні явища в Українських Карпатах та засоби боротьби з ними / С.М. Перехрест, С.Г. Кочубей, О.М. Печковська. – К.: Наукова думка, 1971. – 200 с.

255. Петлін В.М. Екологічні механізми організації природних територіальних систем/ В.М. Петлін. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. – 304 с.

256. Петлін В.М. Конструктивна географія / В.М. Петлін. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – 544 с.

257. Побігун О.В. Геоекологічний моніторинг Карпатського регіону України як основа раціонального природокористування / О.В. Побігун: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата географічних наук: спеціальність 11.00.11 “Конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів”. – Львів, 2005. – 20 с.

258. Позаченюк Е.А. Введение в геоэкологическую экспертизу. Междисциплинарный подход, функциональные типы, объектные ориентации / Е.А. Позаченюк. – Монография.- Симферополь: Таврия, 1999. – 413 с.

259. Полюнов Б.Б. Учение о ландшафтах / Б.Б. Полюнов. – М.: изд-во АН СССР, 1956. – 232 с.

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

261. Приходько М.М. Управління природними ресурсами та природоохоронною діяльністю / М.М. Приходько, М.М. Приходько (молодший). – Івано-Франківськ: Фоліант, 2004. – 847 с.

262. Приходько М.М. Оцінка антропогенного впливу на природне середовище та обґрунтування геоекологічних засад раціонального природокористування в Івано-Франківській області: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата географ. наук: спец. 11.00.11 “Конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів” / М.М. Приходько. – Львів, 2005. – 18 с.

263. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник/ Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

264. Росляков Н.А. Экогеохимия Западной Сибири / Н.А. Росляков, В.П. Ковалев, Ф.В. Сухоруков, Ю.Г. Щербаков и др. – Новосибирск: изд-во СО РАН, 1996. – 248 с.

265. Руденко Л.Г. Тенденції взаємодії суспільства і природи та їх прояв на теренах України у ХХ ст. / Л.Г. Руденко // Український географічний журнал. – 2008. - № 1. – С. 6-14.

266. Рудий Р.М. Конспект лекцій з аерофотознімання та дистанційного зондування / Р.М. Рудий. – Івано-Франківськ: Факел, 2001. – 72 с.

267. Рудько Г.І. Геологія з основами геоморфології: Підручник для студентів екологічних і географічних спеціальностей вищих навчальних закладів/ Г.І. Рудько., О.М. Адаменко, О.В.Чепіжко, М.Д. Крочак. – Чернівці: Букрек, 2010. – 400 с., іл.

268. Рудько Г.І. Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі/ Г.І. Рудько., О.М. Адаменко. – К.: Вид-во “Академпрес”, 2009. – 512 с.

269. Рудько Г.І. Конструктивна геоекологія: наукові основи та практичне втілення / Г.І. Рудько., О.М. Адаменко. – Ч.: ТОВ “Маклаут”, 2008. – 320 с.

270. Рудько Г.І. Моніторинг геологічного середовища Карпатського регіону (наукові та методичні аспекти) / Г.І. Рудько. В кн.: Геоекологія України. – К.: Манускрипт, 1993. – С. 38-49.

271. Рудько Г.І. Техногенні чинники екологічних змін геологічного середовища Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну / Г.І. Рудько, М.Д. Бойчук // Вісник Укр. будинку економіч. та наук.-техн. знань. – К.: Знання, 1998. - №4. – С. 92-95.

272. Рудько Г.І. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища / Г.І. Рудько. – Львів: видавнич. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2001. – 359 с.

273. Рудько Г.І. Екологічна безпека та раціональне природокористування в межах гірничопромислових та нафтогазових комплексів (наукові та методологічні основи) / Г.І. Рудько, Л.Є. Шкіца. – К.: Нічлава, 2001. – 528 с.

274. Рудько Г.І. Екологічний моніторинг геологічного середовища: підручник [для студ. вищих навч. закладів] / Г.І. Рудько, О.М. Адаменко. – Львів: видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2001. – 260 с.

275. Рудько Г.І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові і методичні основи) / Г.І. Рудько, С.В. Гошовський. – К.: Нічлава, 2006. – 464 с.

276. Саєт Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саєт, Б.А. Ревич, Е.П. Янина и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.

277. Свынко И.М. Основные черты новейшей тектоники северной части Подолии / И.М. Свынко // Материалы по четвертичному периоду Украины. – К.: Наук. думка, 1974. – С. 376-385.

278. Светличный А.А. Географические информационные системы: технология и приложения / А.А. Светличный, В.Н. Андерсон, С.В. Плотницкий. – Одесса: Астропринт, 1997. – 196 с.

279. Світличний О.О. Основи геоінформатики. Навчальний посібник / О.О. Світличний, С.В. Плотницький. – Суми: Університетська книга, 2000. – 295 с.

280. Сербенюк С.Н. Автоматизация в тематической картографии / С.Н. Сербенюк., В.С. Тикунов. – М.: изд-во МГУ, 1984. – 107 с.

281. Сербенюк С.Н. Картография и геоинформатика – их взаимодействие / С.Н. Сербенюк. – М.: изд-во МГУ, 1990. – 159 с.
282. Серов Г.П. Экологический аудит (Концептуальные и организационно-правовые основы) / Г.П. Серов. – М.: Экзамен, 2000. – 766 с.
283. Сетров М.И. Информационные процессы в биологических системах / М.И. Сетров. – Л.: Наука, Ленингр. отд., 1975. – 155 с.
284. Сивий М.Я. Мінеральні ресурси Поділля: конструктивно-географічний аналіз і синтез / М.Я. Сивий. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2004. – 656 с.
285. Силур Подолии. Путеводитель экскурсии. Под ред. Айзенверга Д.Е. – К.: Наукова думка, 1963. – 86 с.
286. Симонов Ю.Г. Географическое соседство и методы его измерения / Ю.Г. Симонов // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 1970. - №4. – С. 42-48.
287. Скрипник В.С. Оцінка впливів об'єктів нафтогазового комплексу на антропогенні ландшафти Прикарпаття / В.С. Скрипник // Наукові записки Вінницького держ. педагогіч. ун-ту ім. М. Коцюбинського. Серія: географія, 2005. – вип. 10. – С. 30-35.
288. Сливка Р.О. Геоморфологическая карта. Масштаб 1:200000. Схема комплексного использования и охраны земельных ресурсов Ивано-Франковской области / Р.О. Сливка. – Львов: Гипроводхоз, 1977. – 24 с.
289. Словник-довідник з агроєкології / За ред. О.І. Фурдичка. – К.: Основа, 2007. – 272 с.
290. Солнцев Н.А. Основные проблемы советского ландшафтоведения / Н.А. Солнцев // Известия Всесоюзного Географического общества, 1962. – вып. 1. – С. 3-14.
291. Солнцев Н.А. К теории природных комплексов / Н.А. Солнцев // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 1968. - №3. – С. 14-27.
292. Солнцев Н.А. Проблемы устойчивости ландшафтов // Вести. Моск. унта. Сер. География. – 1984. - № 1. – С. 14-19.
293. Сохацький М.П. Печери Поділля / М.П. Сохацький // З археології України і Юри Ойцовської. – Ожсов, 2001. – С. 15-126.

294. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах /В.Б. Сочава. – Новосибирск, 1978. – 319 с.
295. Спиридонов А.И. Геоморфология Европейской части СССР /А.И. Спиридонов. – М.: Высшая школа, 1972. – 335 с.
296. Спиця Р.О. Структурно-геоморфологічний аналіз здвигової неотектонічної компоненти на території Волино-Подільської плити та Передкарпатського прогину /Р.О. Спиця. – К., 2003. – 20с.
297. Спиця Р.О. Морфоструктура, новітня і сучасна геодинаміка зони взаємодії Українських Карпат і платформених рівнин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата географ. наук: спец. 11.00.04 “Геоморфологія і палеогеографія” / Р.О. Спиця. – К., 2003. – 20 с.
298. Стецюк В.В. Передумови та зміст еколого-геоморфологічних досліджень / В.В. Стецюк // Вісник Київського ун-ту. Серія географічна, 1996. – вип.43. – С. 26-31.
299. Стецюк В.В. Сучасний морфогенез та рельєф морфокліматичної зони як екологічний чинник: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора географ. наук: спец. 11.00.04 “Геоморфологія і палеогеографія”. – К., 1998. – 34 с.
300. Сухарев С.М. Основи екології та охорони довкілля / С.М. Сухарев, С.Ю. Чундак, О.Ю. Сухарева. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 394 с.
301. Теоретические проблемы и опыт экологического мониторинга. Отв. ред. В.Е. Соколов и К.И. Базилевич. – М.: Наука, 1983. – 253 с.
302. Тикунов В.С. Географические информационные системы: сущность, структура, перспективы / В.С. Тикунов // Картография и геоинформатика. – М.: ВИНТИ АН СССР, 1991. – Т.14. – С. 6-79.
303. Топчієв О.Г. Екологічна безпека і раціональна територіальна організація суспільства / О.Г. Топчієв // Український географічний журнал. – 1993. – №2. – С. 3 –7.
304. Топчієв О.Г. Основи суспільної географії / О.Г. Топчієв. – Одеса: Астропринт, 2002. – 560 с.

305. Триснюк В.М. Геоекологічний моніторинг Подільських Товтр в межах Гусятинського району Тернопільської області: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата географ. наук: спец. 11.00.11 “Конструктивна географія та раціональне використання природних ресурсів” / В.М. Триснюк. – Чернівці, 2004. – 20 с.
306. Триснюк В.М. Екологія Гусятинського району Тернопільської області / В.М. Триснюк. – Тернопіль: Терно-граф, 2005. – 225 с.
307. Трофимов А.М. Геоинформационные системы и проблемы управления окружающей средой / А.М. Трофимов, М.В. Панасюк. – Казань: изд-во КазГУ, 1984. – 142 с.
308. Туныця Ю.Ю. Экономические проблемы комплексного использования и охраны лесных ресурсов / Ю.Ю. Туныця. – Львов: Высшая школа, 1976. – 215 с.
309. Тютюнник Ю.Г. Оптимизация природной среды – поляризация коэволюции ландшафтов / Ю.Г. Тютюнник // География и природные ресурсы. – 1992. – №1. – С. 28-35.
310. Фесюк В.О. Конструктивно-географічні засади формування екологічного стану великих міст Північно-Західної України / В.О. Фесюк – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 344 с.
311. Фізична географія Української РСР. – К.: Вища школа, 1982. – 207 с.
312. Царик Л.П. Еколого-географічні дослідження – історична ретроспектива / Л.П. Царик // Історія української географії. – Тернопіль, 2000. – №1. – С. 62-68.
313. Царик Л.П. Природні рекреаційні ресурси: методи оцінки і аналізу / Л.П. Царик, Г.В. Чернюк. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 188 с.
314. Царик Л.П. Географічні засади формування і розвитку регіональних природоохоронних систем (концептуальні підходи, практична реалізація) / Л.П. Царик. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2009. – 320 с.
315. Цись П.М. Геоморфология УРСР / П.М. Цись. – Львів: вид-во Львівськ. ун-ту, 1962. – 224 с.
316. Чайковський М.П. Дністровський каньйон / М.П. Чайковський. – Львів: Каменярь, 1981. – 76 с.

317. Чебаненко И.И. Геотектоника Вольно-Подолли / И.И. Чебаненко, В.А. Великанов, В.Г. Верховцев и др. – К.: Наукова думка, 1990. – 116 с.
318. Черванев И.Г. Городская среда Харькова: географический анализ загрязнения, самоочищение земель, возможные влияния на здоровье /И.Г. Черванев, Куок Бинь Лыонг, А.А. Щуканова. – Харьков, 1994. – 80 с.
319. Шаблій О.І. Основи загальної суспільної географії / О.І. Шаблій. – Львів: вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2003. – 444 с.
320. Швецс Г.И. Теоретические основы эрозиоведения /Г.И. Швецс. – Киев-Одесса: Вища школа, 1981. – 224 с.
321. Швецс Г.И. Природопользование. Теоретические основы и методы управления / Г.И. Швецс // Физическая география и геоморфология. – 1988. – Вып.35. – С. 3-9.
322. Шевчук В.Я. Екологічний аудит / В.Я. Шевчук, Ю.М. Саталкін, Навроцький В.М. – Київ: Вища школа, 2000. – 344 с.
323. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география / П.Г. Шищенко. – К.: Вища школа, 1988. – 192 с.
324. Шкіца Л.Є. Екологічна безпека гірничопромислових комплексів Західного регіону України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 21.06.01 “Екологічна безпека” / Л.Є. Шкіца. – Івано-Франківськ, 2006. – 36 с.
325. Яковлев Е.А. О структуре оценки и управлении экологическим риском геологической среды Украины / Е.А. Яковлев // Геологический журнал. – 1993. – №2. – С. 41-52.
326. Яковлев Е.А. Экологическая геология. На черте двух наук / Е.А. Яковлев // Минеральные ресурсы Украины, 1994. – 1. – С. 15-22.
327. Яковлев Є.О. Нафтохімічне забруднення як новий фактор екологічного ризику геологічного середовища /Є.О. Яковлев // Мінеральні ресурси України, 1997. – 2. – С. 14-21.



328. Янковська Л.В. Еколого-географічне районування Тернопільської області /Л.В. Янковська // Наукові записки Тернопільського держ. пед. ун-ту. Серія: Географія, 2003. - №2. - С. 156-162.

329. Яцишин А.М. Кореляція терас Дністра у межах Прикарпаття з основними стратиграфічними горизонтами лесово-грунтової серії Волино-Поділля / А.М. Яцишин // Сучасні тенденції і проблеми розвитку географічної науки: міжнар. конф. до 120-річчя географії у Львівському ун-ті, 24-26 вересня 2003 р.: тези доп. - Львів: вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2003. - С. 285-287.

330. Яцик А.В. Водогосподарська екологія в 4-х томах, 7 книг / А.В. Яцик. - К.: Генеза. - 2004. - Т.3. - 496 с.

331. Adamenko O.M., Kryzhanivsky Y.I., Vekeryk V.I., Stelmakh O.R., Mishenko L.V., Zorina N.O., Zorin D.O., Ambrozyak M.V. A concept of an internation "Ice-Age Geopark" as an ecology-tourist center in Starunia former ozokerite mine, fore-Carpatian region, Ukraine / O.M. Adamenko, Y.I. Kryzhanivsky, V.I. Vekeryk, O.R. Stelmakh, L.V. Mishenko, N.O. Zorina, D.O. Zorin, M.V. Ambrozyak // Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia - the area of discoveries of wooly rhinoceroses. - Warszawa, Krakow. - 2005. - P. 205-209.

332. Audits II. Agra Earth an Environmental Ltd. / Audits II. - Calgary: Canada, 1995, P.13-21.

333. Bogucki A. Historia badan czwrtorzędu I rzezyby Naddniestrza Halickiego/ A. Bogucki, M. Zanczont? A. Yacysyn // Studia geologica Polonica. - Vol. 119. Czesc III. - 2002. - P. 27-32.

334. Burrough P.A. Principles of Geographical information systems for land resources assessment. - Oxford: Clarendon Press, 1986. - 193 p.

335. Core Curriculum i GIS /M.F. Croodchild, K.K. Kemp (eds.). - Santa Barbara: National Center for Geographical Information and Analysis University of California, 1991. - Vol. 1-3.

336. Darnley A.G. The Internation Geochemical Mapping Project - a Contribution to Environment Studies / A.G. Darnley // Chemistry the Environment a Proc. Reg. Symposium in Brisbane. - London, 1990. - P. 35-58.

337. Environmental auditing: an introduction and practical guide / Environmental // The British Library, 1993. - №3. - 78 p.
338. Gore A. Earth in the Balance. Ecology and the Human Spirit / A. Gore. - New York: Plume, 1993. - 394 p.
339. Holowkiewicz E. Las na Podolu / E. Holowkiewicz. - Lwow: Sylwan, 1890. - 116 s.
340. Industrial Waste Audit and Redaction Manual / Industrial ... // Published by the Ontario Waste Management Corporation (OWMC) with the original assistance of Canviro Consultants. - 1993. - 38p.
341. Izrael Yu.A. The problem of air pollution and other aspects of environmental pollution. The concept of monitoring and regulating the quality of the environment / Yu.A. Izrael. - Geneva: WMO, 1979. - №517. - P. 3-9.
342. Kloke A. Content of arsenic, cadmium, chromium, fluorine, lead, mercury and nickel in plants grow on contaminated soil, papers presented at United Nations-ECE Symp. On Effects of Air-borne Pollution on Vegetation / A. Kloke. - Warsaw. - 1979. - 20. - 192 p.
343. Kurzek T. Przewodnik po wojewodztwie Tarnopolskiem / T. Kurzek. - Tarnopol, 1936. - 304 s.
344. Zanczont M.L. Lessy i terasy Naddniestrza halickiego / M.L. Zanczont, A.B. Bogucki, A.M. Yacysyn // VI Zjazd Geomorfologow Polskich. Zelona Gora, 11-14 wrzesnia 2002. - Warszawa, 2002. - S. 89.
345. Lomnicki A. Atlas Geologiczny Galicyi / A. Lomnicki. - Lwiw, 1905. - 332 s.
346. Mann R.F. Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1 / R.F. Mann. - SCORE. Rep.3. - Toronto, 1973. - 130 p.
347. Mishchenko L. THE PROCEDURE OF ECOLOGICAL ESTIMATION OF TECHNOGENIC INFLUENCE ON LANDSCAPE TRANSFORMATION / L. Mishchenko, Y. Adamenko // Scitntific Bulletin. Mineral resources and enviroment engineering. - Baia Mare: Editura Universitatii de Nord, 2012. - P. 79-83.

348. Nriagu I.O. A global assesment of natural Sources of atmospheric fracemetals /I.O. Nriagu // Nature, 1989. – V.338. - №6210, PP. 47-49.
349. Pedro G. Distribution des principoux types dfalteration chimique a la Surfacedu globe / G. Pedro // Geographic Phys. At Geologie. – Peru, 1968. – PP. 457-470.
350. Pollution monitoring and research in the farmwork of MAB Programme. – Moscow, 23-26 Apr. 1974. – MAB rep., ser. №20, Paris: UNESCO, 1974, PP. 58-63.
351. Romer E. Kilka przyczynkow do historji doliny Dnistry / E. Romer. – Krakow: Kosmos. – t. XXXI. – 1906. – S. 363-386.
352. Star I. Geographical Information Systems An Introduction. / I. Star, I. Estes // University of California, Santa Barbara, New Jersey, 1990. – 303 p.
353. Szafer W. Las i step na zachodniem Podolu / W. Szafer. – Krakow, 1935. – 119 s.
354. Teisseyre H. Paleomorfologia Podola (wiadomosc tymczasowa) / H. Teisseire // Spr. Komis. Fiziograf. – Krakow, 1894. - №29. – S. 186-191.
355. Teisseyre H. Problemy morfologiczne wschodniego Podkarpacia / H. Teisseyre // Spr. Polsk. Inst. Geol. – 1932-1933. – t.VII. – Warszawa, 1933. – S. 421-464.
356. Tornton J. Aspects geochemistry and health in the United Kingdom / J. Tornton, U.S. Webb // Origin and Distribution of the Elements. – 1978: Pergamon Press. – Vol.II, PP. 791-805.
357. Vitec I.D. Accuracy in Geographic Information System: an assesment of internet and operational errors / I.D. Vitec, St.I. Walsh, M.S. Gragory. – Record 9h Symp. Spat. Technol. Remote Sens. Today and Tomorrow. Sioux Falls, S.D., 2-4 Oct., 1984. Proc. Silver Spring, 1984. – P. 296-302.
358. [europa.eu.int/scadplus/leg/en/s15000.htm](http://europa.eu.int/scadplus/leg/en/s15000.htm) – резюме законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища (загальні положення, сталий розвиток, управління відходами, забруднення шумом, забруднення повітря, зміна клімату, охорона та управління водними ресурсами, охорона природи та біорізноманіття, охорона ґрунтів, хімічні продукти, цивільний захист, навколишнє середовище: співпраця з третіми країнами).

359. [europa.eu.int/comm/environment/air\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/environment/air_en.htm) – регулювання атмосферного забруднення та якість повітря в ЄС.

360. [europa.eu.int/comm/environment/land\\_use/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/environment/land_use/index_en.htm) – правове регулювання використання землі в ЄС.

Наукове видання

**МІЩЕНКО Лариса Володимирівна**

**ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННА  
БЕЗПЕКА ТЕРИТОРІЙ ЗАХІДНОГО  
РЕГІОНУ УКРАЇНИ**

Наукова монографія  
за редакцією доктора геолого-мінералогічних наук,  
професора О. М. Адаменка

Редактор: О. М. Адаменко

Комп'ютерний макет: Л. В. Міщенко

Коректор: О. М. Голіней

Підп. до друку 20.02.2014. Формат 60x84/16.  
Папір офс. 80 г/м<sup>2</sup>. Гарнітура Тип Таймс.  
Друк цифровий. Ум. друк. 26,27 арк.  
Зам. № 38 від 20.02.2014, наклад 100 прим.

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

Видання: 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.