

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ІВАНО-ФРАНКІВСТКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАФТИ І ГАЗУ**

**КАТЕРИНА РАДЛОВСЬКА**

**ЛОКАЛЬНИЙ МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ ДЛЯ  
АДМІНІСТРАТИВНИХ РАЙОНІВ І ТЕРИТОРІАЛЬНИХ  
ГРОМАД**

**МОНОГРАФІЯ**

**За редакцією  
доктора технічних наук О. С. Волошкіної**

Івано-Франківськ  
2015

УДК 550.4:502.175

ББК 28.081

Р 15

*Затверджено вченою радою Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу як підручник для спеціальностей  
протокол №11/558 від 03.12.2015.*

**Р е ц е н з е н т и:**

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

**С. Ю. БОРТНИК** – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри землезнавства та геоморфології Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка

**О. М. МАНДРИК** – доктор технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної роботи ІФНТУНГ

**Радловська К. О.**

Р 15 Локальний моніторинг довкілля для адміністративних районів і територіальних громад : монографія / за ред. О. С. Волошкіної – Івано-Франківський націон. технічн. ун-т нафти і газу. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2015. – 167 с.

**ISBN 978-966-97500-5-1**

Обґрунтовані оптимальні мережі екологічного моніторингу для комп'ютеризованих систем екологічної безпечної території Рогатинського та Богородчанського районів Івано-Франківської області та територіальних громад, де виконані екологічні маршрути та відібрані проби ґрунтів, поверхневих вод, донних відкладів, ґрунтових вод, атмосферного повітря і частково рослинності, які проаналізовані різними методами. Розроблений необхідний комплекс природоохоронних заходів, що ґрунтуються на базі загальної екологічної політики в Карпатському регіоні.

УДК 550.4:502.175

ББК 28.081

ISBN 978-966-97500-5-1

© Радловська К. О., 2015  
© Зорін Д. О. (обкладинка), 2015  
© ІФНТУНГ, 2015

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	5
ВСТУП .....	6
<b>Розділ 1. АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОБЛЕМОЮ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Історія досліджень проблем моніторингу довкілля для безпеки на національному і регіональному рівнях.....	8
1.2 Екологічні дослідження на локальному рівні.....	10
1.3 Сучасні методи екологічних досліджень з використанням картографії, геоінформаційних систем, дистанційного зондування Землі та комп'ютерної техніки.....	17
Висновки до розділу 1.....	18
<b>Розділ 2. МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЛОКАЛЬНОГО РІВНЯ.....</b>	<b>19</b>
2.1 Розроблення мережі системи екологічного моніторингу та екологічної безпеки територій Рогатинського та Богородчанського районів та територіальних громад.....	19
2.2 Польові екологічні маршрути.....	31
2.2.1 Відбір проб ґрунтів за системою екологічного моніторингу.....	32
2.2.2 Відбір проб поверхневих і ґрунтових вод та донних відкладів.....	34
2.2.3 Відбір проб атмосферного повітря, опадів дощу і снігу.....	34
2.2.4 Відбір проб рослинності.....	35
2.3 Аналітичні роботи.....	35
2.4 Бази даних екологічної інформації.....	38
Висновки до розділу 2.....	38
<b>Розділ 3. ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НА ОСНОВІ ГІС І ДЗЗ ГЕОЕКОСИСТЕМ НА ТЕРИТОРІЇ РІВНИННОГО РАЙОНУ.....</b>	<b>39</b>
3.1 Природні умови та природні ресурси Рогатинського району та його територіальних громад .....	39
3.1.1 Геологічне середовище та мінерально-сировинні ресурси.....	39
3.1.2 Геофізсфера .....	46
3.1.3 Геоморфосфера .....	46
3.1.4 Гідросфера та водні ресурси.....	48
3.1.5 Атмосферне повітря і кліматичні ресурси.....	49
3.1.6 Ґрунтовий покрив та земельні ресурси.....	50
3.1.7 Фітосфера та біологічні ресурси.....	53
3.1.8 Зоосфера .....	56
3.1.9 Демосфера .....	57
3.1.10 Техносфера .....	57
3.1.11 Забруднення водних об'єктів, атмосферного повітря та ґрунтів техногенними джерелами .....	59
3.2 Визначення сучасної екологічної ситуації з використанням геоінформаційних технологій .....	60
Висновки до розділу 3.....	96

<b>Розділ 4. ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НА ОСНОВІ ГІС І ДЗЗ ГЕОЕКОСИСТЕМ НА ТЕРИТОРІЇ ПЕРЕДГІРСЬКОГО ТА ГІРСЬКОГО РАЙОНІВ З РОЗДІЛЕННЯМ НА ПРИРОДНИЙ І ТЕХНОГЕННИЙ ГЕОХІМІЧНІ ФОНИ.....</b>	<b>97</b>
4.1 Природні умови та природні ресурси Богородчанського району та його територіальних громад .....	97
4.1.1 Геологічне середовище та мінерально-сировинні ресурси.....	98
4.1.2 Геоморфосфера .....	100
4.1.3 Геофізсфера .....	100
4.1.4 Водні ресурси.....	101
4.1.5 Атмосферне повітря і кліматичні ресурси.....	102
4.1.6 Ґрунтовий покрив та земельні ресурси.....	103
4.1.7 Фітосфера та біологічні ресурси.....	103
4.1.8 Зоосфера .....	104
4.1.9 Демосфера .....	105
4.1.10. Техносфера .....	105
4.2 Визначення сучасної екологічної ситуації з використанням геоінформаційних технологій .....	106
4.2.1 Побудова баз даних екологічної інформації.....	106
4.2.2 Методи роздільного визначення $C_{\phi}$ , природного $C_{\phi}^n$ та техногенного $C_{\phi}^T$ геохімічних фонів.....	106
4.2.3 Побудова техногеохімічних карт з роздільним визначенням природного і техногенного геохімічних фонів.....	113
Висновки до розділу 4.....	114
<b>Розділ 5. ГІС АДМІНІСТРАТИВНОГО РАЙОНУ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ МОНІТОРИНГОМ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДООХОРОННИМИ ЗАХОДАМИ.....</b>	<b>139</b>
5.1 Характеристика геоінформаційних систем моніторингу довкілля Рогатинського і Богородчанського районів.....	139
5.2 Використання ГІС-технологій для геоекологічного (ландшафтно-геохімічного) оцінювання геосистем та природно-техногенної безпеки територій .....	146
5.3 Деталізація космічного моніторингу за даними наземних досліджень..	148
5.4 Пропозиції щодо охорони та поліпшення стану довкілля у районах та територіальних громадах .....	154
Висновки до розділу 5.....	156
ВИСНОВКИ .....	158
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА.....	160



## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВАТ – відкрите акціонерне товариство

ВМ – важкі метали

ГДВ – гранично допустимі викиди

ГДК – гранично допустима концентрація

ГІС – геоінформаційні системи

ГОСТ – государственный общестроительный стандарт

ГСТ – государственный стандарт України

ДСТУ – держані санітарні технічні умови

ЕОМ – електронна обчислювальна машина

ЕМВ – електромагнітне випромінювання

ЗР – забруднювальна речовина

ІФІНГ – Івано-Франківський інститут нафти і газу

ІФНТУНГ – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

КСЕБ – комп'ютеризована система екологічної безпеки

ЛВУМГ – лінійне виробниче управління магістральних газопроводів

НАНУ – Національна академія наук України

ПК – персональний комп'ютер

ПСГ – підземне сховище газу

СЕС – санітарно-епідеміологічна станція

ТЕС – теплова електростанція

Активні техногенні зміни у довкіллі вимагають адекватного реагування виконавчих та контролюючих державних органів. У зв'язку з тим, що довкілля і природні ресурси мають складну багатокомпонентну будову, оцінку їх екологічної безпеки для збалансованого використання можна виконати тільки з використанням сучасних ІТ, ДЗЗ та ГІС.

Сучасний стан довкілля є глобально змінений. Від природних територіальних комплексів – ландшафтів – відбувається перехід до природно-антропогенних геосистем (ПАГС) або геоекологічних структур шляхом геохімічних змін. Тому екологічна безпека та екологічна оцінка на усіх ієрархічних рівнях – від територій держави, регіонів, областей до районів, населених пунктів і окремих підприємств або екологічний територіальний аудит та моніторинг довкілля є важливим засобом збереження стійкої рівноваги у системі природа-господарство-людина. Саме тому монографія присвячена вдосконаленню систем моніторингу довкілля на локальному рівні адміністративних районів та територіальних громад.

Автор працює в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу (ІФНТУНГ), брала участь як виконавець у фінансованих Міністерством освіти та науки України держбюджетних НДР кафедри екології інженерно-екологічного інституту ІФНТУНГ : «Розроблення та запровадження державної системи моніторингу навколишнього природного середовища (Створення та забезпечення функціонування центру моніторингу довкілля) в Івано-Франківській області» (2006-2008 рр.) (ОБ-2/2008 № держреєстрації 0108U009406), № Д-14-11-П «Розроблення моделей збалансованого ресурсокористування та екологічної безпеки геосистем в регіоні Українських Карпат» (2011-2012 рр.) (№ держреєстрації 0111U001360), а також – проекту Івано-Франківської обласної ради за кошти Кабінету Міністрів України «Створення Дністровського інженерно-екологічного полігону для розробки протипаводкових заходів та підвищення екологічної безпеки території Івано-Франківської області», грантової угоди «Управління забрудненими нафтопродуктами ділянками (HUSKROU/1001/110)» в рамках Програми транскордонного співробітництва Угорщина-Словаччина-Румунія-Україна (2012-2015 рр.) та кафедральної держбюджетної теми «Екологічна безпека територіально-адміністративних одиниць» (2009-2014 рр.), виконаної протягом основного робочого часу.

Необхідно було: вдосконалити системи екологічної безпеки, екологічного територіального аудиту та моніторингу довкілля для типової території адміністративних районів і територіальних громад з використанням геоінформаційних технологій. Це в даний час, коли в Україні розпочинається адміністративно-територіальна реформа, особливо актуально: сільські громади добровільно об'єднуються у територіальні громади, яким передається від районних рад, а останнім – від обласних і від центральної влад у Києві багато повноважень, в тому числі і бюджетних. Йде децентралізація влади на усіх рівнях. Наприклад, у Івано-Франківській області, в межах 14 адміністративних районів буде утворено на добровільній основі від 74 до 40 територіальних громад, у тому числі у Рогатинському районі – 3 громади (Рогатинська, Нижньолипецька і Букачівська), а в Богородчанському – 5 громад (Богородчанська, Солотвинська, Старобогородчанська, Старунська, Яблунівська, а можливо й Манявська). Територіально громади в певній мірі співпадають з нашими геоекологічними структурами, які виділила при геоекологічному районуванні автор монографії. Тобто кожна територіальна громада має своє геоекологічне обґрунтування як природничий аргумент її виділення. Це буде висвітлено у 3 і 4 розділах монографії.

Для досягнення поставленої мети виконано такі завдання:

- проаналізовано існуючі системи екологічних оцінок сучасної ситуації та виділено не відслідковані патентами, невиявлені та невивчені проблеми екологічної безпеки;
- обґрунтовано необхідну мережу геоекологічних полігонів для екологічного територіального аудиту та екологічного моніторингу досліджуваної території;
- проведено екологічні маршрути, відібрати проби на аналіз вмісту забруднювальних речовин у різних компонентах геоекосистем – ґрунтах, водах, атмосферному повітрі, опадах дощу і снігу та рослинності;
- виконано аналітичні лабораторні роботи з визначенням вмісту забруднювачів у компонентах довкілля;

- проведено комп'ютерну обробку отриманих результатів з використанням ГІС для наповнення баз даних екологічної інформації та побудови еколого-техногеохімічних карт;
- теоретично обґрунтовано та запроваджено систему моніторингу довкілля на прикладах двох адміністративних районів та їх територіальних громад з використанням методів ДЗЗ/ГІС/ІТ шляхом деталізації методами наземних екологічних досліджень на території впливу Бурштинської ТЕС та урбоекосистеми міста Івано-Франківська;
- запропоновано необхідний комплекс природоохоронних заходів для адміністративних районів і територіальних громад з метою управління екологічною безпекою.

*Об'єктом досліджень* є екологічні процеси в довкіллі та в його компонентах на прикладі Рогатинського та Богородчанського адміністративних районів Івано-Франківської області.

*Предметом дослідження* є взаємозв'язки та взаємозалежності між екологічними станами різних компонентів довкілля, що створюють сучасну екологічну ситуацію на територіях адміністративного району та територіальних громад.

*Методи досліджень.* Експерименти виконано з використанням сучасних методів: рентгенофлюоресцентного, хроматографічного, атомно-адсорбційного та інших. Розрахунки фонових і аномальних вмістів забруднювальних речовин для наповнення баз даних виконано з застосуванням експериментально-статистичних методів планування експерименту та використанням програмного забезпечення «Surfer» та «MapInfo».

Під час роботи над монографією та дослідженнями, що лягли в її основу, автор користувалась конструкціями члена-кореспондента НАНУ О. М. Трофімчука, докторів наук О. С. Волошкіної, О. М. Адаменка, Я. О. Адаменка, О. М. Мандрика, Г. І. Рудька та ін. Усім – щира подяка. Особлива подяка за допомогу Н. О. Зоріній, Д. О. Зоріну, Л. В. Зотовій та іншим колегам з кафедри екології ІФНТУНГ й Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАНУ.

## Розділ 1

### АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОБЛЕМ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ

#### 1.1 Історія досліджень проблем моніторингу довкілля для безпеки на національному і регіональному рівнях

Проблеми моніторингу довкілля як складової частини екологічної безпеки території розглянуті в багатьох опублікованих роботах. Сам термін «моніторинг довкілля» з'явився перед проведенням у 1972 р. Стокгольмської конференції ООН з навколишнього середовища [49, 239, 242], а основні його елементи спочатку були описані у роботах R. Mann [239], Ю. А. Израеля [234] та И.П. Герасимова [49] прийняті радою керуючих Програмою ООН з проблем навколишнього середовища (ЮНЕП) у Найробі (Кенія, лютий 1974 р.). У цьому документі були викладені основні положення та цілі програми глобальної системи моніторингу навколишнього середовища та приділено увагу, з одного боку, попередженню про зміни стану природного середовища, пов'язані із забрудненням, а з іншого – попередженню загрози здоров'ю людини, загрози стихійних лих, а також екологічним проблемам.

Детальне обговорення основних завдань моніторингу, а також різноманітних аспектів, пов'язаних з обґрунтуванням та реалізацією систем моніторингу, відбулось на міжнародному симпозиумі з комплексного глобального моніторингу забруднення навколишнього природного середовища в Ризі в грудні 1978 р. [91, 234].

На сьогодні 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. Державній охороні і регулюванню використання на території України підлягають: навколишнє природне середовище як сукупність природних і природно-соціальних умов та процесів; природні ресурси, як залучені в господарський обіг, так і не використовувані в народному господарстві в даний період (земля, надра, води, атмосферне повітря, ліс та інша рослинність, тваринний світ), ландшафти та інші об'єкти. Згідно із цим Законом, спеціально уповноважені органи державної виконавчої влади спільно створюють і забезпечують функціонування Державної системи, яка регулюється двома постановами Кабінету Міністрів України: «Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища» (постанова Кабінету Міністрів від 23.09.1993 р. № 785) та «Положення про Державну систему моніторингу довкілля України» (постанова КМУ від 30.03.1998 р. № 391) та керівним документом РД 211.0.8.107-05 «Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня». Розроблено також окремі відомчі положення з моніторингу вод, ґрунтів та атмосферного повітря [124, 125, 139, 140]. Ці документи узгоджують у певній мірі систему екологічного моніторингу довкілля України з аналогічними системами інших країн на підставі узгоджених міжнародних стандартів і вимог в сфері охорони навколишнього середовища і екологічної безпеки життєдіяльності суспільства. Загальнодержавна програма моніторингу включає сукупність завдань, що ґрунтуються на законодавчій та нормативно-правовій базі державного значення, і дозволяють реалізувати основні цілі моніторингу із залученням засобів та систем як у національному, так і в регіональному масштабах, тобто від 1 : 3000 000 – 1 : 000 000 до 1 : 500 000 – 1 : 200 000). Однак більш детальні масштаби екологічного моніторингу на локальному (1 : 50 000) та об'єктовому (1 : 10 000 – 1 : 1000) рівнях поки що не забезпечені відповідними розробками та документами [196].

Але саме на локальному (територія адміністративного району та територіальних громад) та об'єктовому (територія окремого населеного пункту або підприємства) рівнях можна виявити і вивчити процес забруднення та механізми самоочищення навколишнього середовища, тому що геохімічні процеси, які проходять на поверхні літосфери, мають зональний і локальний та об'єктовий характер і тому можна прослідкувати як геохімічну зональність, так і конкретну техногеохімічну специфіку того чи іншого ландшафту. Вона виражається в якісних і кількісних

закономірностях розподілу хімічних елементів у ландшафтах, ґрунтах та ґрунтових водах, в інших компонентах довкілля. Тому автор обрала поки що недостатньо розроблені особливості моніторингу довкілля на ієрархічному локальному рівні двох типових для рівнинних, передгірських і гірських територій адміністративних районів та територіальних громад як первинних комірок регіонального, національного і глобального екологічного моніторингу [130, 131]. Іншою причиною вибору об'єкта досліджень є потреба формування екологічної політики на принципово нових засадах. Ядром цієї концепції є здоров'я людини і вона передбачає врахування не тільки традиційних і відомих забруднювачів, джерел ризику, а й малопомітних і потенційно небезпечних факторів та процесів, які можна виявити, ідентифікувати їх природу та рекомендувати заходи знешкодження тільки при детальних дослідженнях.

За останні 15-20 років розроблено багато методів оцінювання сучасної екологічної ситуації для моніторингу довкілля та екологічної безпеки на територіях різного ієрархічного рівня досліджень. Кількість публікацій на цю тему перевищує кілька сотень найменувань. Тому враховуються лише головні, узагальнювальні роботи, які Л. В. Міщенко [129-133] розділила на ряд напрямків: еколого-геологічний; геоекологічний; еколого-ландшафтний; еколого-геохімічний; конструктивно-техноекоекологічний.

Першими екологічну оцінку геоекологічного середовища почали інженерні геологи, гідрогеологи і геологи [77, 97, 189, 190, 220, 221], які ввели спеціальний термін «екологічна геологія». В Україні еколого-геологічний напрямок успішно розвивають О. М. Адаменко і Г. І. Рудько [2, 180], Г. І. Рудько [181-183], Л. Є. Шкіца [219], Є. О. Яковлев [220, 221], М. Ю. Журавель [84], В. А. Боков і А. В. Лушик [23], Е. Д. Кузьменко [108] та багато інших. В основі еколого-геологічного напрямку лежить картування антропогенної трансформації геологічного середовища, побудова моделей технічно-природних систем, оцінка ризиків змін літосфери для людини, радіогідроекогеохімічні аспекти в зв'язку з Чорнобильською катастрофою, еколого-геологічне картування та ін.

Геоекологічний напрямок розвивають в основному геоморфологи – І. П. Ковальчук [98-102], В. В. Стецюк [206], В. П. Палієнко [142-146], М.М. Приходько [163-165], Р.О. Спиця [201-203] та багато інших. Основними об'єктами досліджень є тектонічна будова, літогенна основа, зміни морфоструктур і морфоскульптур (горизонтальне і вертикальне розчленування рельєфу, річкова мережа, деформації вершинної поверхні та базисів ерозії), сільськогосподарська освоєність території, техногенне навантаження, зміни лісистості і т. ін.

Еколого-ландшафтний напрямок започаткували географи. Він виник у зв'язку з розвитком ландшафтознавства, як теорії так і практики. Його прихильники – А. Г. Исаченко [92], Н. А. Солнцев [199], Ю. Г. Симонов [195], В. Б. Сочава [200], Ф. Н. Мильков [127] в СРСР і в Росії, Г. П. Міллер [128], В. М. Петлін [155, 156], А. В. Мельник [122, 123], І. М. Волошин [38-40], О. М. Маринич, В. Г. Потапенко, П. Г. Шищенко [117-120, 216-218], Г. І. Денисик [71] та багато інших в Україні – визначають сучасну екологічну ситуацію на основі ландшафтного аналізу і тих трансформаційних змін, яких зазнають природно-територіальні комплекси під впливом людської діяльності. Широко використовуються порівняльно-картографічні методи.

Еколого-геохімічний напрямок має свої глибокі корені в роботах В. В. Докучаєва [74], Б. Б. Полинова [159], Ю. Е. Саєта [184] та ін. Засновником його є А. И. Перельман [153]. В Україні значний внесок у розвиток ландшафтно-геохімії та геохімії навколишнього середовища внесли В. М. Гуцуляк [64-67], Л. Л. Малишева [114-116], Л. В. Міщенко [129-135] та ін. Відмінним від попередніх є те, що цей напрямок широко використовує кількісні показники забруднення компонентів довкілля на основі польового геохімічного картування територій. Він найбільш поширений у геохімічних, ґрунтознавчих та інших дослідженнях.

В останні роки запропоновано ще кілька напрямків оцінювання сучасної екологічної ситуації, серед яких одним із перспективних, на нашу думку, є конструктивно-техноекоекологічний напрямок О. М. Адаменка [5, 46, 126]. В його працях наголошено, що – конструктивна екологія – це частина «Великої екології» М. Ф. Реймерса [178], яка не тільки діагностує стан навколишнього природного середовища та прогнозує його еволюцію, а й пропонує конкретні шляхи його оптимізації і покращення, конструює такі природно-технічні геосистеми, які забезпечують сталий гармонійний розвиток системи людина – природа -

техносфера. Згідно з цим напрямком, вже проведено дослідження в межах таких адміністративних районів: Снятинського – Л. В. Міщенко [129-135], Гусятинського – В. М. Триснюк [81, 207], Галицького – О. В. Пендерецький [149-152], Надвірнянського – В. С. Скрипник [197], Івано-Франківської області – М. М. Приходько [163-165], Карпатського регіону – О. В. Побігун [157], м. Івано-Франківська – Н. В. Фоменко. Основна відмінність цього напрямку в тому, що він поєднує усі попередні напрямки, аналізує усі 10 компонентів довкілля еколого-техногеохімічними методами, а потім синтезує усі отримані матеріали на карті сучасної екологічної ситуації.

У дослідженнях автора [168, 171, 175, 240] дістали подальший розвиток ідеї О. М. Адаменка, який розробив ГІС комп'ютеризованої системи екологічної безпеки (КСЕБ) для територій Європейського Союзу, Карпатського Євросоюзу, України та кількох її областей, особливо в його монографіях «Наш майбутній дім – Екоєвропа» (2009) [5] і «Конструктивна екологія» (2014) [6].

У пропонованій монографії ми доповнюємо КСЕБ локальним рівнем для адміністративних районів та територіальних громад. На відміну від О. М. Адаменка, автор вперше пропонує нову еколого-технологічну модель моніторингу довкілля та екологічної безпеки, що вдосконалює розрахунки геохімічних фонів, аномалій та ізоконцентрат, а також вперше запроваджує роздільне визначення природного геохімічного фону та техногенних забруднень антропогенно змінених ландшафтів.

Це ґрунтується на значному ущільненні мережі спостережень на територіях локального рівня, що дозволяє порівнювати забруднені ландшафти з незміненими в межах природно-заповідного фонду.

## **1.2 Екологічні дослідження на локальному рівні**

Івано-Франківщина – Прикарпаття – це чудове місце зі своїми природними умовами і багатими рекреаційними ресурсами, заглибленою у тисячоліття історією, стародавніми містами з унікальною в Європі і світі архітектурою, художніми промислами, розмаїттям етнографічних пам'яток. Природні умови і ресурси тут ідеальні для відпочинку, лікування, активного туризму, заняття різними видами спорту.

Прикарпаття (Богородчанський район) і Поділля (Рогатинський район) завжди приваблювало людей – від їх появи в долині Дністра в ранньому палеоліті (біля 1 млн р. тому) до наших днів, про що свідчать численні стоянки наших предків. Але наукові дослідження розпочалися тут з XVII ст.

В останні десятиліття різко зріс вплив людини на навколишнє середовище, стало зрозуміло, що безконтрольна експлуатація природи може призвести до вкрай негативних наслідків. Необхідні глибші геоекоекологічні дослідження, виникла потреба в детальнішій інформації про стан біосфери. Екологія та екологічні дослідження мають дуже давню історію. Накопичення відомостей про спосіб життя, залежність від зовнішніх умов та характер розподілу рослин і тварин започатковані в далеку давнину. У працях Арістотеля (384-322 до н. е.) та його учня – «батька ботаніки» Теофраста Ерезійського (371-280 до н. е.) описано багато видів тварин та наведено відомості про своєрідність рослин у різних умовах, залежність їх росту від типу ґрунту й клімату.

В епоху Відродження особливого розвитку набули роботи перших систематиків А. Цезальпіна (1519-1603), Д. Рея (1627-1705), Ж. Турнефора (1656-1708) та інших про залежність рослин від умов проростання, обробітку, про місця їх поширення. У працях А. Реомюра про комах (1734), А. Трамбле про гідр та моховаток (1744) наведено багато екологічних відомостей. У працях XVIII ст. С. П. Крашенинникова, І. І. Лепьохіна, П. С. Палласа та інших географів і натуралістів вивчалися впливи на взаємопов'язані зміни клімату, рослинності й тваринного світу. Вплив зовнішніх умов на будову організму тварин вивчав французький природодослідник Ж. Бюффон (1707-1788). Автор першого еволюційного вчення Жан-Батіст Ламарк (1744-1829) вважав найважливішою причиною пристосувальних

змін організмів, еволюції тварин і рослин вплив «зовнішніх обставин».

З появою на початку XIX ст. біогеографії екологічне мислення набуває подальшого розвитку. Цьому сприяють праці О. Гумбольдта з географії рослин (1807), К. Глогера про зміни птахів під впливом клімату (1833), Т. Фабера про особливості біології північних птахів (1826), К. Бергмана про географічні закономірності у зміні розмірів теплокровних тварин (1848). О. Декандоль детально описав вплив окремих факторів середовища на рослини.

У 1859 р. Ч. Дарвін у книзі «Походження видів шляхом природного добору, або збереження обраних порід у боротьбі за життя» показав, що «боротьба за існування» в природі, під якою він розумів усі форми зв'язків виду із середовищем, призводить до природного добору, тобто є рушійним чинником еволюції.

У 1866 р. завдяки Е. Геккелю нова галузь знань, що пов'язувала взаємовідносини живих істот та їх зв'язки з неорганічними компонентами середовища («боротьба за існування»), дістала назву «екології». У другій половині XIX ст. змістом екології було в основному вивчення способу життя рослин і тварин та адаптації їх до кліматичних умов. В цій галузі ботанік Й. Вармінг обґрунтував поняття про життєву форму (1895). А. М. Бекетов виявив зв'язок особливостей аналітичної й морфологічної будови з їх географічним поширенням.

У 1877 р. німецький гідробіолог К. Мебіус обґрунтував уявлення про біоценоз як закономірне поєднання організмів у певних умовах середовища. Праці російських учених С. І. Коржинського та Й. К. Пачоського сприяли відособленню вчення про рослинні угруповання в окрему галузь ботанічної екології. Визначальні положення вчення про ліс як цілісну природну систему, розробили Г. Ф. Морозов і В. М. Сукачов.

На початку XX ст. сформувались екологічні напрями гідробіологів, фітоценологів, ботаніків і зоологів, у кожному з яких розвивались певні напрями екологічної науки. Значний внесок у розвиток ідей загальної біоценології зробили праці В. М. Сукачова, Б. О. Келлера, В. В. Альохіна, Л. Г. Раменського, О. П. Шенникова, а за кордоном – Ф. Клементса у США, К. Раункієра в Данії, Г. Дю Ріє у Швеції, І. Браун-Бланке в Швейцарії. У 30-40-х роках з'явилися зведення з екології тварин, у яких зазначено теоретичні проблеми загальної екології: К. Фрідерікса, Ф. Боденгеймера та ін. У 1938 р. Д. М. Кашкаров опублікував перший підручник у Радянському Союзі з основ екології тварин. Біоценологічні основи паразитології розробляли В. О. Догель, Є. М. Павловський і В. М. Беклемішев.

У 30-х роках XX ст. сформувалась нова галузь екологічної науки – популяційна екологія, засновником якої є англійський учений Ч. Елтон. Подальшому розвитку популяційної екології сприяли роботи О. М. Северцова, С. С. Шварца, М. О. Наумова, Г. О. Вікторова, Є. Н. Сімської та ін. У 1935 р. англійський учений А. Генслі запровадив поняття екосистеми. Американський учений Р. Ліндемман запропонував основні методи розрахунку енергетичного балансу екологічних систем.

Для вивчення зв'язків людини з навколишнім середовищем учені почали вивчати всі компоненти середовища. Великим кроком у вивченні цієї проблеми – вчення про ландшафт, основоположником якого вважають В. В. Докучаєва, який першим висунув ідею географічної зональності. Значний внесок у розвиток вчення про зони природи зробили також Г. Н. Висоцький, Л. С. Берг, А. Н. Краснов та ін.

А. О. Григор'єв звернув увагу на організацію процесів у ландшафті, обґрунтував поняття про географічну оболонку. С. В. Калесник зазначав, що ландшафт хоча є індивідуальним, має зв'язок з географічною оболонкою, він звернув увагу на польове ландшафтне знімання. Н. А. Солнцев [199] на основі польових досліджень показав, що ландшафт є неоднорідною структурою, має морфологічні частини, тобто він розглянув питання морфології ландшафту.

На Україні ідеї А. А. Григор'єва розвивав у своїх роботах В. П. Попов. Походження сучасних ландшафтів тісно пов'язано з палеогеографічними умовами в антропогені. Фундаментальні дослідження з палеогеографії четвертинного періоду виконали І. П. Герасимов і К. К. Марков [49, 50], М. Ф. Веклич [27-29] та його учні – Н. О. Сіренко, Ж. М. Матвійшина, Н. М. Герасименко та ін.

Проблеми природного районування, походження та історії розвитку природних комплексів, роль геолого-геоморфологічних факторів у формуванні ландшафтів України

висвітлено у роботах В. Г. Бондарчука, П. К. Заморія, П. С. Погребняка та ін. [24, 25].

Дослідженню складної структури природних територіальних комплексів Карпат, зокрема, їх генезису, тенденцій розвитку, можливостей господарського використання та іншим проблемам були присвячені роботи К. І. Геренчука, М. А. Гвоздецького, С. А. Генсірука, Я. Р. Дорфмана, А. Я. Новаковського, Г. М. Ігнатієва, К. Г. Тарасова, Г. П. Міллера, Є. М. Раковської, А. М. Рябчикова, П. М. Цися, О. Є. Щукіної та ін.

На сучасному етапі активно розвиваються методи еколого-ландшафтного, медико-екологічного, техногеохімічного картування різних регіонів України (А. В. Антипова, Н. Г. Важенін, І. М. Волошин, І. О. Горленко, В. С. Горбатов, В. М. Гуцуляк, А. В. Дончева, В. С. Давидчук, А. П. Золовський, Р. Ф. Зарудна, М. Г. Зирін, М. І. Коронкевич, Б. І. Качуров, А. М. Молочко, Е. Є. Маркова, Г. О. Пархоменко, Л. Г. Руденко та багато інших).

Детальні роботи такого плану виконав А. В. Мельником [122, 123] для Івано-Франківської області. Важливе методичне значення має робота Л.Л. Малишевої [114-116] з оцінювання екологічного стану територій ландшафтно-геохімічними методами [116], а також дослідження В. М. Петліна [155, 156], І. П. Ковальчука [98-102], В. М. Гуцуляка [64-67] та багатьох інших.

Важливим періодом вивчення природи, особливо геології Карпат – Передкарпаття був період з 1887 до 1911 років, коли група австрійських та польських геологів працювала над складанням «Геологічного атласу Галичини». У межах Передкарпаття район Тисмениця-Тлумач описали А. Альт і Ф. Беняш (1887), район Надвірної – Р. Зубер (1888), Долини – Є. Дуніковський (1891), район Стрия, Калуша, Галича – В.Тейсейр (1900-1906), Івано-Франківська та Коломиї – Я. Ломницький (1905) [231, 232, 238, 242, 245].

Під час складання карт «Геологічного атласу Галичини» було зроблено значний крок уперед з вивчення пліоцен – четвертинних відкладів, що в свою чергу, дало можливість використовувати ці дані для робіт з геоморфології, а потім і геоекології Передкарпаття.

Найбільш інтенсивним періодом вивчення природи Передкарпаття слід вважати період з 1920 до 1938 рр. У цей період опубліковано роботи К. Толвінського, в яких розглянуто основні питання геологічної будови Карпат і Передкарпаття. У 1938 р. за редакцією К. Толвінського видано геологічну карту Карпат і Передкарпаття в масштабі 1 : 200 000.

Велике значення для пізнання геоморфології Передкарпаття мали роботи Я. Чижевського [229], в яких він робить цікаві висновки щодо розвитку долинних систем. Крім того, Я. Чижевський вперше провів досить детальне геоморфологічне районування Передкарпаття. Детальному і всебічному вивченню геоморфології Передкарпаття присвячені роботи Г. Тейсейра [244, 245].

У перші роки після другої світової війни вивченням геології Карпат і Передкарпаття займаються А. А. Богданов, О. С. В'ялов, М. В. Муратов та інші [43]. Роботи цих авторів присвячені питанням стратиграфії, тектоніки та історії розвитку Карпат і Передкарпаття.

Інтенсивне вивчення геологічної будови Передкарпатського прогину численними експедиціями та науково-дослідними установами в 60-80-ті роки ХХ ст. сприяло появі багатьох цікавих робіт. Серед них слід відзначити роботи О. С. В'ялова, Г. Н. Доленка, В. В. Глушка, Й. Д. Гофштейна, Я. О. Кульчицького, М. Р. Ладиженського, В. Н. Утробіна та ін. Найбільш детальну, одну з перших, схему тектонічного поділу та стратиграфії неогенових молас Передкарпаття розробил О. С. В'ялов. Вивченню четвертинних відкладів Передкарпаття присвячені роботи Г. І. Раскатова, П. С. Самодурова, І. Л. Соколовського, О. Д. Штогриня, М. С. Демедюка [70] та ін.

Одночасно з геологічними дослідженнями проводяться і геоморфологічні. Вже протягом перших 5-6-ти післявоєнних років з'являються відомі роботи з геоморфології Карпат і Передкарпаття Г. П. Алфер'єва, В. В. Буцури, Н. П. Єрмакова, П. М. Цися. Важливу роль у становленні сучасних уявлень про історію розвитку гідрографічної сітки в Прикарпатті відіграла робота К. І. Геренчука. На його думку, річкові перехвати і своєрідний характер розчленування Передкарпаття є перш за все результатом диференційованих рухів. У дещо пізнішій роботі по Передкарпаттю К. І. Геренчук зробив спробу геоморфологічного аналізу тектоніки цієї території.



П. М. Цись вперше в 1951 р. склав схему геоморфологічного районування західних областей України. З 1961 до 1969 рр. він розглядає широке коло питань з геоморфології Карпат та Передкарпаття. Це, насамперед, питання морфогенезу, геоморфологічного районування, неотектоніки, морфоструктур і морфоскульптур, сучасних геоморфологічних процесів [211].

Геоecологічні дослідження розвивались у процесі екологізації географії, зокрема, ландшафтознавства (ландшафтна екологія), коли помітно зростає чисельність наукових досліджень у цьому напрямку : К. Троль, В. Б. Сочава [200], П. С. Погребняк, А. А. Краукліс, О. М. Маринич [120], Г. П. Міллер [128], П. Г. Шищенко [216-218], Г. І. Швєбс, М. Д. Гродзинський [62, 63], В. М. Пащенко [118, 148], В. О. Шевченко, В. М. Гуцуляк [64-67], О. Г. Топчієв, В. О. Боков [23], І. М. Волошин [38-40], Л. Л. Малишева [114-116], В. Ю. Некос, А. В. Мельник [122, 123] та інші [185-186, 210].

Виникла необхідність осмислення основних принципів і методів дослідження, які б забезпечили можливість глибокого синтезу знань про взаємопроникнення закономірностей різної природи – природничо-наукових і соціальних. Проводиться пошук єдиного підходу до вивчення явищ, які лежать у середовищі цієї взаємодії. Еколого-географічні дослідження в Україні успішно розвиваються в інституті географії НАНУ (О. М. Маринич, Л. Г. Руденко, Л. М. Шевченко, В. П. Гриневецький, В. М. Пащенко, В. С. Давидчук, Г. О. Пархоменко, В. О. Шевченко, В. А. Барановський та ін.), Київському національному університеті ім.Т.Шевченка (П. Г. Шищенко, М. Д. Гродзинський, Л. Л. Малишева), Львівському національному університеті ім. І. Франка (Г. П. Міллер, І. М. Волошин, А. В. Мельник, В. М. Петлін) та ін. Неможливо не повертатись постійно до праць В. І. Вернадського [30], який перший розкрив геохімічний зміст перетворення природи діяльністю людини (розробив вчення про ноосферу – особливий стан еволюції біосфери) і виділив новий вид геохімічної міграції – біогенну міграцію 3-го роду, яка викликана людським розумом і прогресом. Цим В. І. Вернадський заклав методологічний принцип вивчення навколишнього середовища, який використовували у подальшому його послідовники.

Особливе значення для еколого-геохімічних досліджень має встановлення В. В. Ковальським порогових концентрацій хімічних елементів для організмів, а також створення А. П. Виноградовим вчення про біогеохімічні ендемії. Досить повно розроблено питання теорії і практики геохімії ландшафтів та її ролі для науки про навколишнє середовище у працях М. А. Глазовської, С. Н. Касимова, О. І. Перельмана, Ю. Е. Саєта, В. К. Лукашова, М. Ф. Мирляна, Л. М. Шевченко, Л. Л. Малишевої, В. М. Гуцуляка.

На сучасному етапі має місце значний розвиток ландшафтно-екологічних досліджень як в Україні, так і за кордоном [225, 226, 233, 235-328, 241]. У 1982 р. створено Міжнародну асоціацію ландшафтно-екології (IALE), проведено численні наукові симпозиуми та конференції в різних країнах. З 1987 р. виходить журнал “Landscape Ecology”.

Стан біосфери змінюється під впливом природних та антропогенних факторів. На відміну від змін стану біосфери, які викликаються природними причинами, її зміни під впливом антропогенних факторів можуть проходити дуже швидко. Так зміни, які відбуваються з цих причин у деяких елементах біосфери за останні декілька десятків років, можна порівняти з природними змінами, що проходять за тисячі і навіть мільйони років. Природні зміни стану навколишнього середовища, як короточасні, так і довготривалі, спостерігають і вивчають геофізичні служби (гідрометеорологічн, сейсмічна, іоносферна, гравіметрична, магнітометрична та ін.).

Переходячи до характеристики екологічної вивченості Богородчанського та Рогатинського районів Івано-Франківщини, слід зауважити, що спеціальних досліджень стану довкілля тут майже не проводились. Екологічні проблеми локального характеру вирішували при розвідці та експлуатації родовищ нафти та газу. Так, у 1965 р. Гринівське газове родовище введено в промислову експлуатацію. У 1970 р. підрахован запас природного газу за методом падіння тиску. Наприкінці 1978 р. експлуатаційний фонд складався з 18 свердловин, з середнім відбором газу – 219, 8 тис. м<sup>3</sup>/доб. Було розроблено відповідні заходи для збереження довкілля при розробці родовищ.

В історії геофізичної і геологічної вивченості Прикарпаття слід відмітити три періоди:

дорадянський (до 1939 р.), радянський і пострадянський. У 1905 р. в районі селища Богородчани проведено геологічне знімання масштабу 1 : 75 000, яке дозволило провести стратиграфічне розчленування розрізу і дати тектонічну інтерпретацію робіт з виділенням окремих елементів тектоніки. У 1939 р. проведено геологічне знімання масштабу 1 : 25 000, що дозволило уточнити стратиграфічну схему. Потім протягом 1948-1952 рр. проведено геологічні і сейсмологічні роботи. У цей час І. З. Гонтовий і А. Д. Рейхер, за даними сейсморозвідувальних робіт, встановили підняття в районі Богородчан, Волосова та Отинії. У 1952 р. пробурено 2 регіональні профілі структурно-пошукових свердловин по лінії Івано-Франківськ-Богородчани і Волосів-Чернівці. У 1953 р. «Укрзападнефтегазразведка» на території Братківці і Горохолина проводили структурно-пошукове буріння. За результатами буріння до найбільш перспективних районів було віднесено район селища Богородчан і села Волосів, Намічені також заходи зі збереження навколишнього природного середовища.

В. В. Глушко, В. Г. Корнеєв в 1953 р. склали атлас геологічних карт Передкарпаття. З 1966 до 1971 р. на території Богородчанського району пробурено 13 розвідувальних і 10 експлуатаційних свердловин. У проектах на ці роботи розроблено деякі природоохоронні заходи.

У результаті буріння уточнено геологічну будову територій, доведено, що в районі Богородчан у насуві молас, крім балчиської і стебницької світ, вклинені верхньотортонські відклади, виділені і оконтурені газоносні горизонти, показано, що велику роль у збереженні покладів газу має літологічна змінність відкладів тортону [13-15].

У 1970 р. об'єднання «Укрзападнефтегаз» підрахувало запаси Богородчанського родовища [78, 79]. У 1977 р. Львівська КНДЛ УкрНДІГаз склала технологічну схему створення Богородчанського підземного сховища газу (ПСГ) на базі Богородчанського газового родовища. Закачування газу в ПСГ почато в 1979 р. з відповідними природоохоронними заходами.

Вивчаючи тектонічну будову Передкарпатського прогину, різні дослідники склали різноманітні схеми його районування. Найбільш прийнятою є схема, запропонована в 1969 р. В. С. Буровим, В. В. Глушком, В. А. Шакіним, П. Ф. Шпаком, згідно з яким Передкарпатський прогин поділений на три зони : зовнішню (Більче-Волицьку), Самбірську та Бориславсько-Покутську. Детальний аналіз геологічного розвитку прогину, а також дані, які отримані в результаті глибинного буріння і сейсморозвідувальних робіт, проводили в 1970 р. М. І. Шубін та в 1974 р. Ю. З. Крупський, які також розробляли запобіжні заходи щодо захисту природи.

У 1979 р. під керівництвом Ю.З. Крупського та М.І. Атаманюка Івано-Франківський інститут нафти і газу (ІФІНГ) провів геохімічне обстеження Богородчанського газового родовища та сусідніх територій. У 1974 р. А. Маркович досліджував зсування гірських порід при проведенні підземних розробок. У 1976 р. А. І. Міхельман дослідив вплив фізичних полів на обладнання і технологічні процеси в газовій промисловості. У цьому ж році Ю. Г. Гаген дослідив напружений стан ділянок газопровода «Братерство» в небезпечній зоні Карпат.

У період 1977-1985 рр. Й. В. Перун присвячує свою наукову діяльність розробленню технологічного забезпечення експлуатаційної надійності газопроводів, які прокладені в гірських умовах Карпат, шляхом зниження напруженого стану труб та прогнозуванню і стабілізації зсувних процесів. У 1981-1982 рр. Й. В. Перун розробив технологію зниження активності зсувних процесів у найбільш небезпечних ділянках газопроводів «Братерство», а в 1985 р. під його керівництвом досліджено напружений стан металу труб і прогнозування зсувів на газопроводах ПО «Експорттрансгаз». Поряд з ним вдосконаленням технологічних процесів транспорту і зберігання нафти і газу в 1981 р. займався В. К. Касперович. В 1982 р. Й. В. Перун паралельно до цих досліджень займався проблемою охорони праці та навколишнього середовища при проведенні гірничих робіт.

У 1977 р. К. Д. Фролов свою наукову діяльність присвятив вдосконаленню технологічних процесів транспорту та зберігання нафти і газу. З 1979 до 1982 рр. під керівництвом В. І. Романюка вдосконалено способи фізико-хімічних впливів на присвердловинну зону газоносних пластів з аномально низькими пластовими тисками на підземних газосховищах Прикарпаття.

У 1980 р. В. М. Глобова досліджувала і розробляла наукові основи підвищення якості та надійності будівничо-монтажних робіт спорудження магістральних трубопроводів і підземних газонафтоховищ. М. І. Атаманюк у період 1980-1985 рр. проводив газохімічні випробовування з метою контролю герметичності і охорони довкілля на станціях підземного зберігання газу. Протягом 1981-1982 рр. Л. Я. Сайдаковський займався дослідженням геодезичними методами деформацій газокомпресорних станцій газопроводів «Братерство» і «Союз» у гірських умовах Карпат та розробленням технологічних процесів за допомогою геодезичного забезпечення при будівництві газопроводу «Уренгой-Ужгород» в гірських умовах. А вже в 1985 р. Л. М. Перович присвятив свої наукові дослідження деформаціям інженерних споруд газокомпресорних станцій газопроводів «Уренгой-Ужгород», «Братерство» і «Союз». У цьому ж році Г. М. Лисяний працював над розробленням засобів впливу на свердловинну зону водоносних пластів, щоб покращити умови праці і зменшити шкідливі викиди в атмосферне повітря.

У 1992 р. А. Я. Жарновський, В. О. Гулин, Я. Ю. Савчук працювали над регулюванням р. Саджавки на ділянці зсуву біля Богородчанського підземного сховища газу. У 1992-1993 рр. під керівництвом Л. М. Перовича, М. П. Лісевича визначено деформації земної поверхні та дослідження вертикальних переміщень земної поверхні і свердловин на території Богородчанського підземного сховища газу. У результаті досліджень 1994-1996 рр. розроблено висновки про зсувні процеси на території Богородчанського підземного сховища газу.

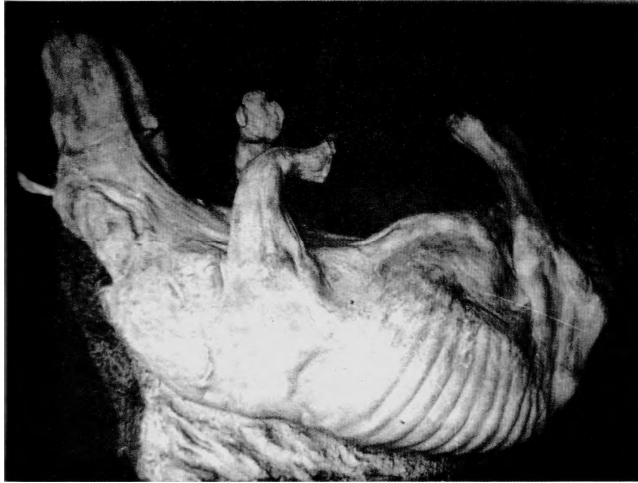
Під керівництвом Г. І. Рудька [180-183] в межах Богородчанського газосховища досліджено зсувний схил після фази його катастрофічної активізації в літньо-осінній період 1996 р. та розроблено заходи з інженерного захисту територій, під керівництвом С. П. Шмата проведено роботи зі стабілізації зсуву. У 1997 р. на замовлення Богородчанського управління підземного зберігання газу виконано гідрогеологічне обґрунтування експлуатації Старо-Богородчанського родовища прісних підземних вод у районі с. Старі Богородчани.

В умовах зростаючого антропогенного впливу на навколишнє середовище постало питання щодо нормування якості атмосферного повітря та гідросфери. З цією метою для об'єктів «Прикарпаттрансгаз» затверджені і діють технічні звіти інвентаризації видів та обсягів забруднювальних речовин, які викидають в атмосферне повітря стаціонарні джерела Богородчанської станції підземного зберігання газу і Богородчанське лінійне виробниче управління магістральних газопроводів, та Нормативи гранично допустимого скиду речовин, що надходять із зворотними (дощовими і талими) водами після виробничого майданчика Богородчанської станції підземного зберігання газу та Богородчанського лінійного виробничого управління магістральних газопроводів.

Перший проект нормативів гранично допустимих викидів (ГДВ) розробляла науково-виробнича бригада співробітників Івано-Франківського інституту нафти і газу згідно з договором між управлінням магістральних газопроводів «Прикарпаттрансгаз» та ІФІНГ.

З 1999 по 2004 рр. діють технічні звіти інвентаризації видів та обсягів забруднювальних речовин, які викидають в атмосферне повітря стаціонарні джерела Богородчанська СПЗГ та Богородчанським ЛВУМГ. Проекти виконано відповідно до вимог «Водного Кодексу України», Постанови Кабінету Міністрів України «Про порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимого скидання забруднюючих речовин та перелік забруднюючих речовин, скидання яких нормується» від 11 вересня 1996 р., «Інструкції про порядок розроблення і затвердження нормативів гранично допустимих скидів (ГДС) забруднюючих речовин у водні об'єкти із зворотними водами», затвердженої Міністерством охорони навколишнього середовища України від 15 грудня 1994 р.

Дуже цікавий геодинамічний об'єкт, який привертає увагу вже більше ста років, розташований на досліджуваній нами території біля с. Старуня. У 2007 р. вивпнилось 100 років знахідкам забальзамованих у давньому (24000-10 000 років тому) озокеритовому озері волохатих носорогів та інших тварин так званої мамонтової фауни (рис. 1.1). Палеонтологічні рештки знайшли польські гірники і геолога на глибинах від 27 до 12 м від поверхні [161-164]. Після закриття копалень тут проводили розвідку Старунського родовища нафти. Грязьові вулкани Старуні відкрив та вивчав В. М. Клярівський і Н. Х. Білоус, а пізніше О. М. Адаменко та О. Р. Стельмах [141, 166, 167, 204, 205, 224] (рис. 1.1, 1.2).



**Рисунок 1.1 – Гіпсовий відбиток носорога у позиції його залягання у відкладах**



**Рисунок 1.2 – Кратер грязьового вулкану**

У 1977 р. у Старуні на ділянці озокеритового родовища виник єдиний у Карпатах грязьовий вулкан, який періодично через кілька кратерів викидає грязь-нафтову суміш з гідротермальними мінералами – піритом, халькопіритом, сфалеритом, галенітом, галітом та ін. Старі свердловини виділяють гази, високомінералізовані води, нафту. Грязьовий вулкан активізує свою діяльність перед сейсмічними поштовхами від ближніх (Румунія) і дальніх (Кавказ) землетрусів.

На ділянці Старуні, яку вивчають за власною ініціативою геологи, геофізики, геохіміки та екологи Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу з 1974 р., виявлено сучасні радіоактивні аномалії, значне перевищення у різних компонентах доквілля вмісту важких металів та нафтопродуктів. Вивченню грязьового вулканізму велику увагу приділяли О. М. Адаменко та Г. І. Рудько [2, 47, 83, 183, 205], які віднесли вулкани на території с. Старуня до техногенного типу грязьових, виникнення яких пов'язане з інтенсивними розробками нафтового родовища.

Дослідження геології, геоморфології, четвертинних відкладів, неотектоніки дозволили прийти до висновку про сучасну високу ендеодинамічну активність цієї ділянки, що сприяє розвитку небезпечних екзогенних процесів. Ця ділянка може бути виділена як геодинамічний полігон для усього Карпатського регіону.

Археологи Івано-Франківська та Львова знайшли в околицях с. Старуні 12 палео- та мезолітичних стоянок древньої людини, а польські палеонтологи відмічали наявність на черепках носорогів отворів від списів древніх мисливців. Не виключено, що під час детальних обстежень, буріння свердловин і розкопок буде оконтурено древнє озокеритове озеро-болото, в якому можуть бути виявлені унікальні забальзамовані рештки древніх тварин і наших предків-кроманьйонців, мисливців епохи палеоліту та мезоліту. За поданням учених ІФНТУНГ, Старуню визнано геологічним пам'ятником природи і її охороняє місцева влада.

Враховуючи велику цінність Старунського геодинамічного полігону для науки і практики (прогноз землетрусів, фауна, сліди давніх людей, генезис озокериту і нафти), польські вчені Краківської гірничо-металургійної академії та Інституту геологічних наук Польської Академії наук разом з науковцями ІФНТУНГ провели спільні дослідження Старуні протягом 2004-2006 рр. за рахунок грантів Європейського Союзу [141, 166, 167]. Після всебічного вивчення геодинамічний полігон Старуні визначено як пам'ятник природи світового значення та об'єкт міжнародного туризму. О. М. Адаменко [5, 204, 205, 224] запропонував організувати тут міжнародний еколого-туристичний центр – Парк Льодовикового періоду.

Отже, незважаючи на певну кількість екологічних досліджень, у цілому територія Прикарпаття практично ще мало вивчена. Досліджувались лише порушення геологічного

середовища природними зсувними процесами, вплив будівництва магістральних газопроводів на геоморфосферу і літосферу, вплив Богородчанської компресорної станції та Богородчанського підземного сховища газу на атмосферу і гідросферу. Немає площинної оцінки екологічного стану території за компонентами навколишнього середовища, не визначений поки що техногенний вплив промислових об'єктів на природні геосистеми. Тому і виникла необхідність детальних досліджень на Прикарпатті. На території Рогатинського району проведено лише окремі екологічні дослідження, які узагальнені у монографії М. М. Приходька зі співавторами [163].

### **1.3 Сучасні методи екологічних досліджень з використанням картографії, геоінформаційних систем, дистанційного зондування Землі та комп'ютерної техніки**

Нові перспективи використання картографії в сучасному суспільстві відкривають можливості широкого застосування ІТ/ГІС/ДЗЗ для побудови електронних карт, які зберігаються в пам'яті комп'ютера і виводяться за запитом користувача на екран монітора. Картографія стає високоавтоматизованим і високо оперативним напрямом інформаційного забезпечення повсякденної діяльності і побуту людей [87-90, 136, 137].

Карти стали суспільно необхідним видом інформації. Вони необхідні і органам державного управління, і регіональним органам влади, і науковим закладам, і проектувальникам інженерних споруд, і туристам. Характерною рисою сучасного картографування стала не тільки його орієнтація на широке коло споживачів, а й необхідність участі в картографічному процесі спеціалістів ряду галузей знань. Один з напрямків комплексного картографування зародився в нашій країні на базі застосування засобів космічного дистанційного зондування Землі в інтересах вивчення природних ресурсів. Очевидно, надалі комплексне картографічне вивчення природно-економічного потенціалу на основі космічної інформації з урахуванням динаміки природного середовища і на основі використання накопичених банків даних може і повинно стати важливим елементом геоінформаційних автоматичних систем управління економікою.

Розроблені засади екологічного картування та оцінювання екологічної ситуації за допомогою карт на основі польових і лабораторних досліджень. Такі фрагменти роботи з застосуванням великомасштабного знімання виконано, наприклад, у Дніпропетровську, Чернівцях, Харкові, Донецьку та на інших територіях (В. М. Гуцуляк, М. В. Кушинов, Г. Я. Красовський, І. Г. Черваньов, Ю. О. Израель). На основі розробок І. М. Волошина [38] складено серію карт міста Мукачеве Берегівською геоекологічною експедицією.

Великомасштабні екологічні, ландшафтно-екологічні, меліоративні, радіаційні, медичні моніторингові дослідження виконав І. М. Волошин на основі власних методичних засад. Він зазняв гірськоулоговинні, рівнинні, урбанізовані, зрошувані, підчорнобильські еталонні ділянки, ландшафтні екополігони [38].

Такий напрям досліджень зумовлений ще й тим, що в Україні екологічні і ландшафтно-екологічні роботи, екологічну оцінку значних площ, адміністративно-територіальних одиниць (за винятком дрібномасштабних радіаційних досліджень) на основі єдиних засад не проводять, що в майбутньому не дозволить узагальнювати та комп'ютеризувати результати досліджень.

Вагомий внесок у розвиток екології зробив М.А. Голубець [53-58], а еколого-географічного картування зробив В. А. Барановський [16-18]. Останній під керівництвом Л. Г. Руденка [82] теоретично обґрунтував основні засади еколого-географічного аналізу і оцінювання інтегративної геосистеми «суспільство-природа» шляхом картографічного моделювання екологічних ситуацій на території України. У ряді атласів показано медико-географічний, медико-екологічний, еколого-географічний аспекти екологічного потенціалу інтегративної системи з метою пошуку збалансованого вирішення екологічних і соціально-економічних проблем розвитку регіонів та інформаційного забезпечення основних етапів державної екологічної політики в Україні [72]. Велике значення мають роботи Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору (С. І. Довгий, О. М. Трофімчук, Є. П. Буравльов та ін.) [94] та Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського

(Г. Я. Красовський та ін.) [61, 94]. Основні наукові роботи Г. Я. Красовського [93, 94, 105-107] присвячені практичним аспектам використання даних дистанційного зондування Землі з Космосу задля вирішення екологічних проблем, розроблення методів космічного моніторингу навколишнього природного середовища, інформаційних технологій картографічного забезпечення управління екологічною безпекою, раціонального використання відтворюваних природних ресурсів, планування заходів щодо попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій. Він розробив теоретичні основи тематичного дешифрування космічних знімків для виконання завдань охорони поверхневих вод суходолу і моря, атмосфери та ґрунтів від техногенного забруднення. Під його керівництвом за активної особистої участі розроблено низку предметно-орієнтованих геоінформаційних систем, які стали основою для видання масовими тиражами екологічних карт Харківської, Київської, Полтавської, Херсонської і Сумської областей. Ці карти широко використовують у місцевих органах державної влади, закладах освіти, громадських організаціях екологічного спрямування.

Все це свідчить про те, що вже накопичено велику інформацію з проблем екологічного картування України, що наступає період її узагальнення з метою розроблення необхідних концептуально-методологічних, методичних та інструктивних положень для початку і планомірного здійснення Державного екологічного картування території нашої країни [72]. Наступним завданням досліджень повинні бути локальні системи моніторингу довкілля для екологічної безпеки, що відповідають територіям адміністративних районів – це виокремлення невирішених питань з екологічної безпеки, інформаційних технологій та геоекологічних оцінок для створення комп'ютеризованих систем екологічної безпеки (КСЕБ) з використанням матеріалів екологічного аудиту, оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС), моніторингу довкілля, моделювання і прогнозування розвитку екологічної ситуації та екологічних станів, екологічних ризиків для екологічного менеджменту (управління) збалансованим ресурсокористуванням і сталим розвитком адміністративних районів.

## **Висновки до розділу 1**

1 Огляд попередніх досліджень з визначення екологічної ситуації на територіях та їх геоекологічне районування свідчить, що найбільш ефективним методом моніторингу довкілля для територіальної екологічної (природно-техногенної) безпеки є ландшафтно-техногеохімічне оцінювання територій. Тому автор у своєму дослідженні зосередить увагу саме на цьому напрямку, який поки що є недостатньо розвинений через проблеми його фінансування.

2 Серед еколого-ландшафтних методів визначення екологічного стану геосистем найбільш перспективним є конструктивно-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 екологічної безпеки виникли після того, як екологічних обмежень у своїй господарській діяльності були змушені дотримуватись промислові підприємства під впливом екологічної науки, громадських природоохоронних організацій та органів влади.

4 Системи екологічного моніторингу для безпеки виникли в розвинутих країнах Західної Європи і Північної Америки та поширились спочатку на господарську діяльність підприємств, а вже потім на оцінку територій з метою їх раціонального використання і захисту від надмірного техногенного впливу. В Україні такі системи успішно розвиваються в останні десятиліття і регламентуються відповідними стандартами та законом України «Про охорону навколишнього природного середовища». На жаль, у законі не розписано вимоги до системи екологічної безпеки території. Немає відповідних підзаконних актів або інструкцій чи інших директивних документів з методиками. Тому одним із наших завдань є розроблення таких методик для визначення сучасної екологічної ситуації на територіях адміністративних районів і територіальних громад та оцінка екологічного стану природно-антропогенних і геоекологічних структур, що виникли на їх територіях.

## Розділ 2

### МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЛОКАЛЬНОГО РІВНЯ

#### 2.1 Розроблення мережі системи екологічного моніторингу та екологічної безпеки територій Рогатинського та Богородчанського районів та територіальних громад

Система екологічного моніторингу та екологічної безпеки територій Рогатинського і Богородчанського районів та територіальних громад ґрунтується на аналізі основних складових географічного середовища [4, 75, 76, 83, 138, 139, 140]. Для цього були закладені мережі спостережень, які більш-менш рівномірно охоплюють всю досліджувану територію. Робочий масштаб польових робіт 1 : 50 000. Географічні координати точок (геоекологічних полігонів) визначені за допомогою ГІС MAP INFO з цифрової карти масштабу 1 : 100 000.

Для Рогатинського району мережа включає 80 точок спостережень, що розміщені на 9 профілях (від I-I до IX-IX). Точки спостережень від 1 до 12 належать до Івано-Франківської обласної системи екологічного моніторингу, а від 13 до 60 – пропонуються вперше, як Рогатинська районна система екологічного моніторингу. При цьому остання включає також і точки 1-12 Івано-Франківської обласної системи екологічного моніторингу.

Точки спостереження 1-80 більш-менш рівномірно охоплюють всю територію Рогатинського району і характеризують усі шари ГІС MapInfo.

Виходячи із площ Рогатинського (815 км<sup>2</sup>) і Богородчанського (799 км<sup>2</sup>) районів та особливостей геологічної будови, геоморфології, гідрології, розповсюдження різних типів ґрунтів, ландшафтної структури та розміщення джерел викидів шкідливих речовин в атмосферу та скидів у водне середовище, ми розробили мережу системи екологічного моніторингу та екологічної безпеки на цих територіях (рис. 2.1- 2.7).

На території Богородчанського району було розбито мережу із 111 точок спостережень (рис. 2.8) [42].

Точки обирались таким чином, щоб вони характеризували усі типи ландшафтів, геоморфологічних елементів і геологічних структур, тобто мережа геоекологічних спостережень виключає можливість пропущення якоїсь важливої геоекологічної смуги чи іншої структурної одиниці [138, 139].

Розташування геоекологічних полігонів для відбору проб на різні види аналізів здійснювалось більш-менш рівномірно, через 0,5-1 км. Основним визначальним чинником для «прив'язки» полігону до тієї чи іншої точки на карті і місцевості була наявність різнопорядкових ландшафтних одиниць, які залежали від типів ґрунтів, рельєфу, літогенної основи, поверхневих водотоків і контурів ґрунтових вод. Необхідно було охопити усі ці особливості так, щоб на кожній одиниці ландшафту розташувалось не менше ніж 10-12 геоекологічних полігонів (рис. 2.4, 2.8, табл. 2.1-2.6). При цьому важливим було охоплення екологічними спостереженнями усіх об'єктів Богородчанського газотранспортного вузла (рис. 2.9).



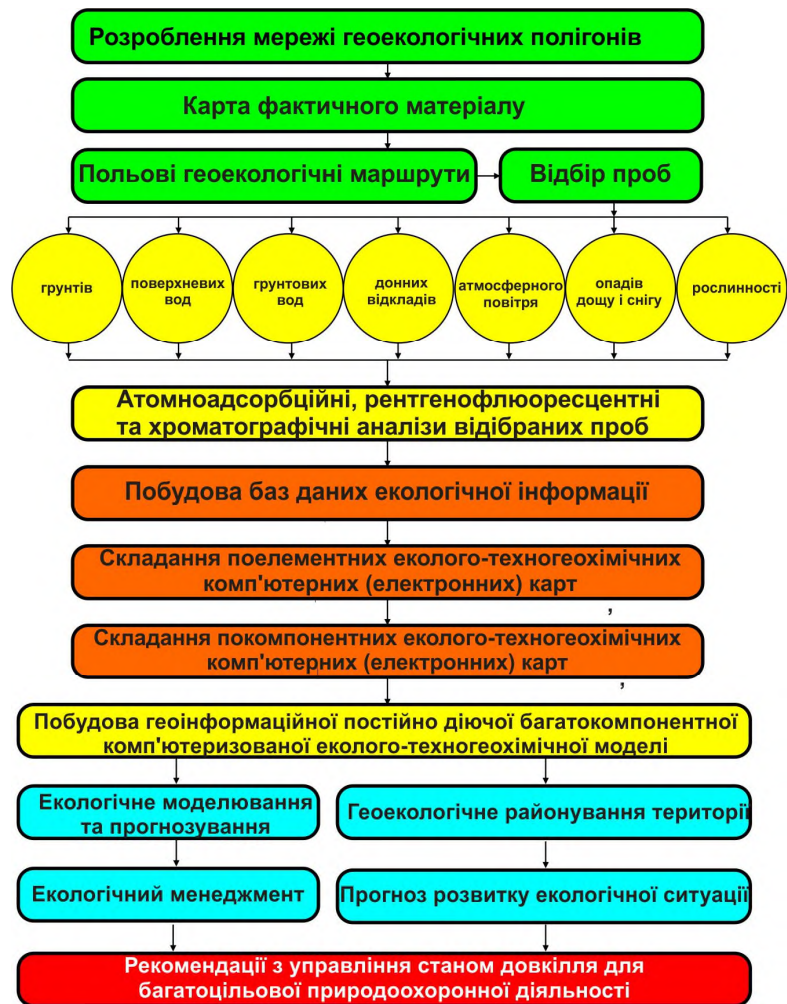


Рисунок 2.1 – Алгоритм для побудови постійно діючої автоматизованої еколого-технологічної моделі екологічного моніторингу

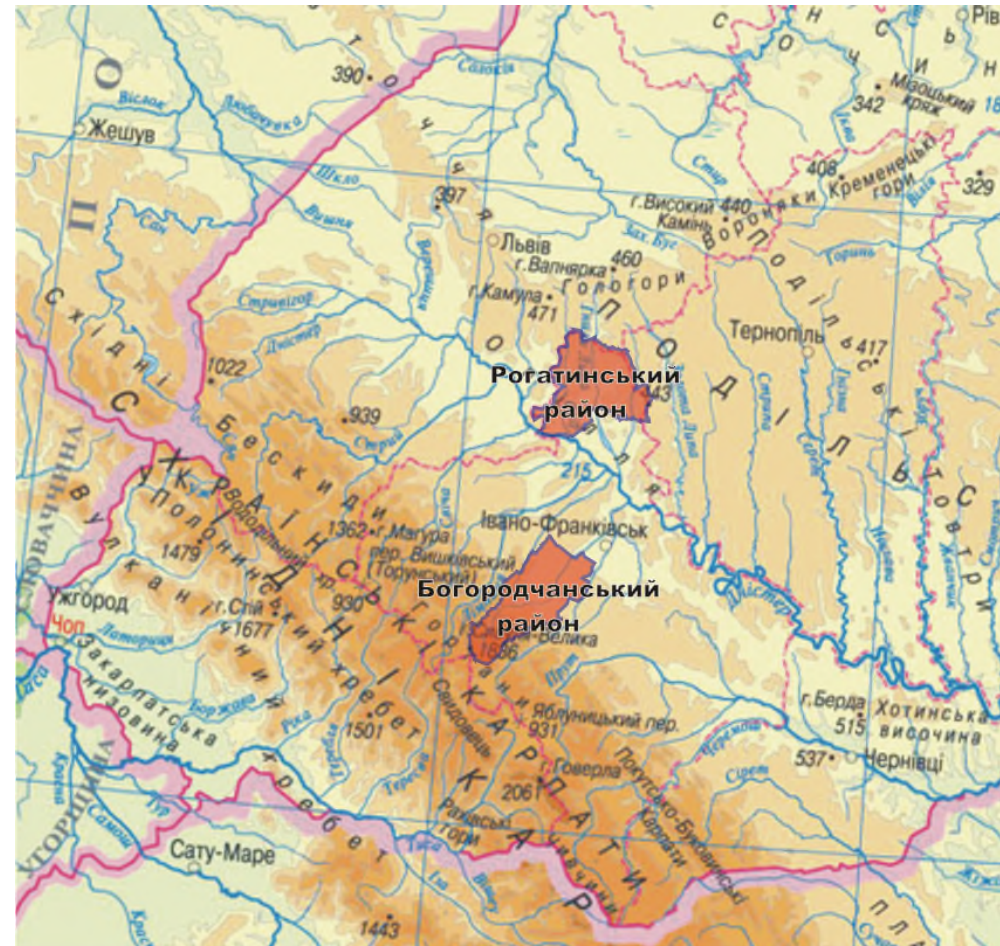
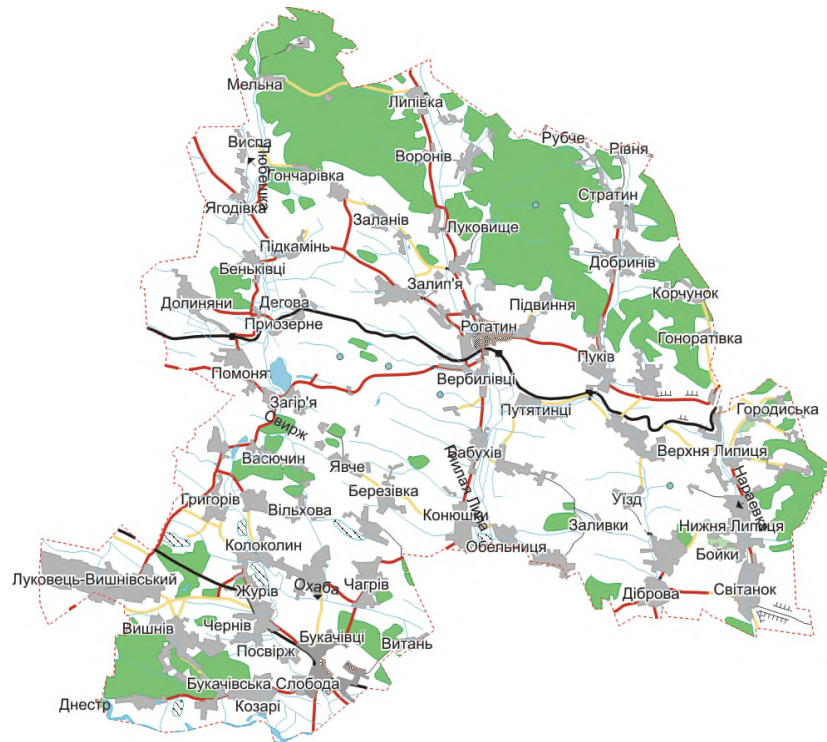


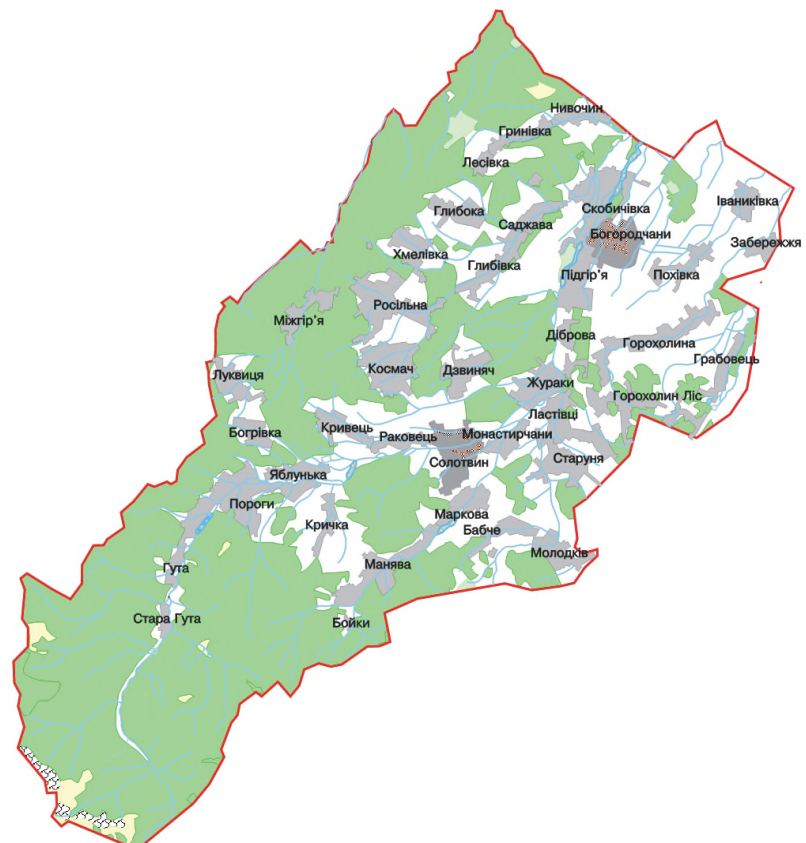
Рисунок 2.2 – Положення Рогатинського та Богородчанського районів на фоні Карпат і Передкарпаття



а)



б)

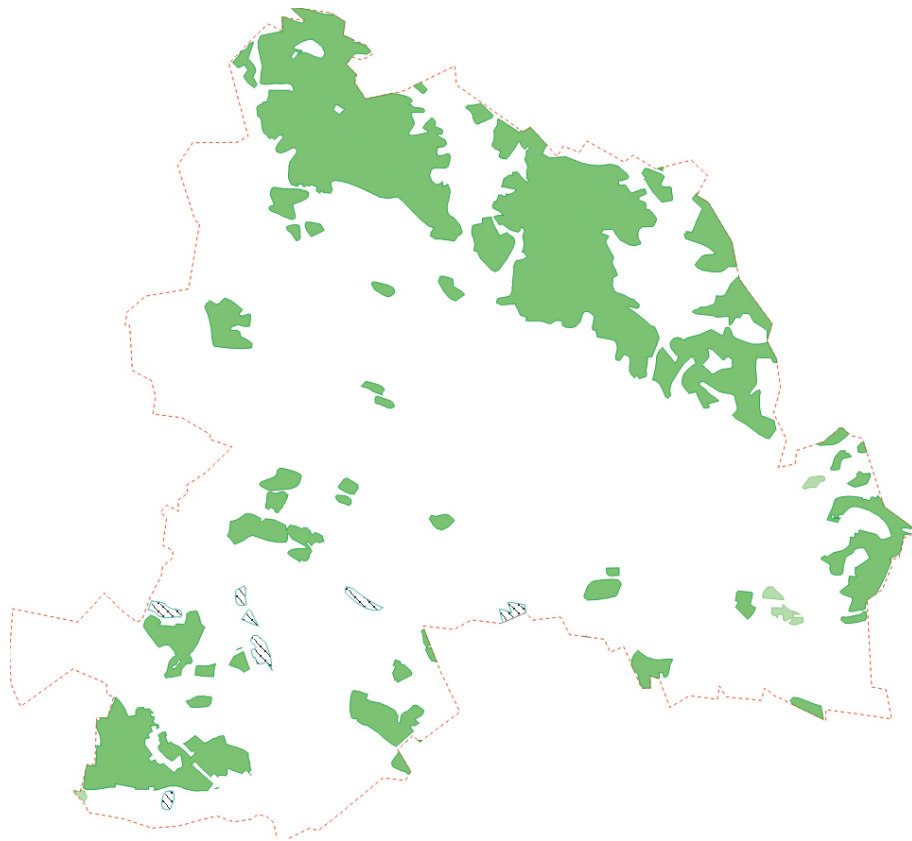


**Рисунок 2.3 – Оглядові карти Рогатинського (а) та Богородчанського (б) районів**



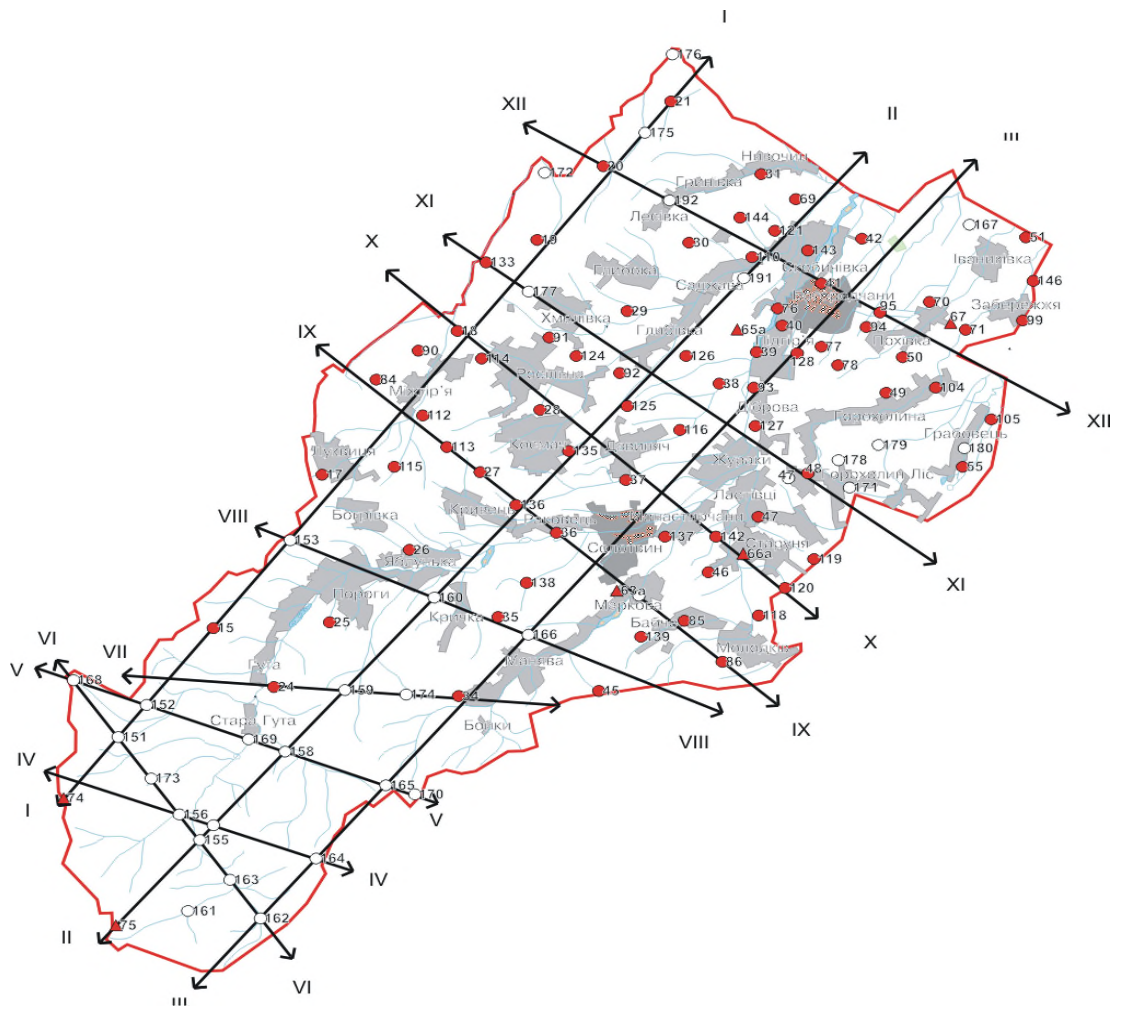


**Рисунок 2.6 – Рельєф території**



**Рисунок 2.7 – Ліси**





**Рисунок 2.8 – Карта фактичного матеріалу досліджень на території Богородчанського району**



**Рисунок 2.9 – Богородчанський газотранспортний вузол**

**Координати точок спостережень системи екологічного моніторингу  
та екологічної безпеки на території Рогатинського району (2011)**

№№ ч/ч	№№ точок спостере- жень	Географічна прив'язка	Координати	
			X широта	Y довгота
1	2	3	4	5
<b>Профіль I-I</b>				
1	●13	Підбір'я	24,49673	49,45117
2	●14	Яглуш	24,59646	49,41013
3	●15	Воронів	24,71106	49,43583
4	●16	Липівка	24,40703	49,33125
<b>Профіль II-II</b>				
5	●17	Долиняни	24,52751	49,35061
6	●18	Беньківці	24,56138	49,3489
7	▲ 1	Підкамінь	24,60503	49,34422
8	●19	Руда-Воронів	24,65648	49,35137
9	●20	Кулішівка	24,70137	49,38134
10	●21	Погребівка	24,78019	49,38425
<b>Профіль III-III</b>				
11	●22	Книгиничі	24,30745	49,27808
12	●57	Приозерне-Свірж	24,53996	49,2999
13	●23	Приозерне	24,45042	49,48753
14	●24	Черче	24,49404	49,50018
15	●25	Підгороддя	24,53116	49,51071
16	●26	Стратин-1	24,56892	49,52168
17	●27	Стратин-2	24,40558	49,4225
<b>Профіль IV-IV</b>				
18	▲ 11	Луковець	24,45441	49,43852
19	●28	Журівський	24,57485	49,47731
20	▲ 4	Григорів	24,61717	49,49123
21	●58	Воскресінці	24,65623	49,50557
22	●29	Підмихайлівці	24,45254	49,38698
23	●30	Васючин	24,51504	49,40849
24	▲ 5	Явче	24,56907	49,42705
25	▲ 6	Березівка	24,61725	49,44434
26	●31	Межигай	24,67258	49,46374
27	●32	Вербилівці	24,72727	49,48145
28	●59	Путятинці	24,37516	49,30507
29	▲ 2	Рогатин	24,45718	49,33713
30	●33	Кутці-Підвиння	24,48582	49,34936
31	▲ 3	Добринів	24,54636	49,37256
<b>Профіль V-V</b>				
32	●34	Журавеньки	24,6043	49,39492
33	●35	Зруб	24,65507	49,41516
34	●36	Козарі	24,35833	49,23791
35	●37	Чернів	24,39218	49,24845

Всього 80 точок

- ▲ 1-12 Точки спостереження Івано-Франківської обласної системи екологічного моніторингу
- 13-80 Точки спостереження Рогатинської районної системи екологічного моніторингу

**База даних з відбору проб для створення геоінформаційної системи (ГІС) екологічного моніторингу та екологічної безпеки території Рогатинського району (2011)**

№№ ч/ч	№№ проб і геоологічних полігонів	Географічна приз'язка	Проби відібрані із середовищ					
			ґрунтів	ґрунтових вод	атмосферного повітря	поверхневих вод	донних відкладів	атмосферних опадів снігу
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Профіль І-І</b>								
1	●13	Підбір'я	13	1	1			1
2	●14	Яглуш	14					
3	●15	Воронів	15					
4	●16	Липівка	16					
<b>Профіль ІІ-ІІ</b>								
5	●17	Долиняни	17					
6	●18	Беньківці	18					
7	▲1	Підкамінь	1					
8	●19	Руда-Воронів	19		8			8
9	●20	Кулішівка	20					
10	●21	Погребівка	21	10	10			10
<b>Профіль ІІІ-ІІІ</b>								
11	●22	Книгиничі	22		11			11
12	●57	Приозерне-Свірж	57	12	12			12
13	●23	Приозерне	23	13	13			13
14	●24	Черче	24	14	14			14
15	●25	Підгороддя	25					
16	●26	Стратин-1	26		16			16
17	●27	Стратин-2	27	17	17			17
<b>Профіль ІV-ІV</b>								
18	▲11	Луковець	11	18	18			18
19	●28	Журавський	28	19	19			19
20	▲4	Григорів	4	20				
21	●58	Воскресенці	58		21			21
22	●29	Підмихайлівці	29	22	22			22
23	●30	Васючин	30	23	23			23
24	▲5	Явче	5		24			24
25	▲6	Березівка	6	25	25			25
26	●31	Межигай	31					
27	●32	Вербилівці	32	27	27			27
28	●59	Путятинці	59	28				
29	▲2	Рогатин	2					
30	●33	Кутці-Підвиння	33	30	30			30
31	▲3	Добринів	3		31			31
<b>Профіль V-V</b>								
32	●34	Журавеньки	34		32			32
33	●35	Зруб	35	33	33			33
Всього проб			80	30	32	0	0	32

Таблиця 2.3

**Координати точок спостережень системи екологічного моніторингу  
та екологічної безпеки на території Рогатинського району (2013)**

№№ ч/ч	№№ точок спостере- жень	Географічна прив'язка	Координати	
			X Широта	Y довгота
1	2	3	4	5
1	●16	Липівка	24,40703	49,33125
2	●19	Руда-Воронів	24,65648	49,35137
3	●24	Черче	24,49404	49,50018
4	●26	Стратин-1	24,56892	49,52168
5	●32	Вербилівці	24,72727	49,48145
6	▲2	Рогатин	24,45718	49,33713
7	●33	Кутці-Підвиння	24,48582	49,34936
8	●39	Конюшки	24,51002	49,28936
9	▲7	Бабухів	24,62459	49,33027
10	▲9	Пуків	24,49248	49,25811
11	●52	Виспа	24,48961	49,4254
12	●54	Букачівці	24,62712	49,37758

Таблиця 2.4

**База даних з відбору проб для створення геоінформаційної  
системи (ГІС) екологічного моніторингу та екологічної  
безпеки території Рогатинського району (2013)**

№№ п/п	№№ проб і геоекологічних полігонів	Географічна прив'язка	Проби відібрані із середовищ					
			ґрунтів	ґрунтових вод	атмосферного повітря	поверхневих вод	донних відкладів	атмосферних опадів снігу
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	●16	Липівка	16					
2	●19	Руда-Воронів	19					
3	●24	Черче	24			24		
4	●26	Стратин-1	26					
5	●32	Вербилівці	32					
6	▲2	Рогатин	2			2		
7	●33	Кутці-Підвиння	33					
8	●39	Конюшки	39					
9	▲7	Бабухів	7					
10	▲9	Пуків	9			9		
11	●52	Виспа	52					
12	●54	Букачівці	54					
Всього проб			12	0	0	3	0	0



**Координати точок (геоекологічних полігонів) мережі системи  
екологічного моніторингу та екологічної безпеки території  
Богородчанського району (2011)**

№№ ч/ч	№№ точок- геоеко- логічних полігонів	Географічна прив'язка	Координати	
			X	Y
1	2	3	4	5
Профіль І-І				
1	▲ 74	г. Ігровець (1804м)	24°10'24"	48°59'47"
2	○ 151	г. Полецька – 1	24°13'46"	48°62'06"
3	○ 152	г. Полецька – 2	24°14'93"	48°63'50"
4	● 15	Гута – 1	24°18'74"	48°66'86"
5	○ 153	Пороги	24°23'31"	48°70'65"
6	● 17	Луквиця – 1	24°25'09"	48°43'57"
7	● 115	Луквиця – 2	24°29'21"	48°73'84"
8	● 90	Міжгір'я – 1	24°30'68"	48°78'77"
9	● 18	Росільна	24°32'96"	48°79'78"
10	● 19	Глибока – 1	24°37'59"	48°83'70"
11	● 20	Висота 491 біля с. Лесівка	24°47'30"	48°86'86"
12	● 21	Висота 458 біля с. Нивочин	24°45'16"	48°89'57"
Профіль ІІ-ІІ				
13	▲ 75	г. Сивуля (1818 м)	24°13'20"	48°53'97"
14	○ 155	Бистриця-Солотвинська-верхів'я	24°18'08"	48°57'70"
15	○ 157	Західний схил г. Буц (1291м)	24°18'89"	48°58'30"
16	○ 158	Північний схил г. Буц (1291м)	24°23'01"	48°61'51"
17	○ 159	Північний схил г. Шиворис (1076м)	24°26'36"	48°64'14"
18	○ 160	Кричка – 1	24°34'54"	48°68'17"
19	● 26	Яблунька	24°30'12"	48°70'23"
20	● 136	Кривень – 1	24°36'22"	48°72'16"
21	● 135	Космач – 1	24°39'21"	48°74'47"
22	● 92	Глибівка – 1	24°42'21"	48°77'86"
23	● 126	Глибівка – 2	24°46'02"	48°78'64"
24	▲ 65	Підгір'я – 1	24°48'97"	48°79'71"
25	○ 191	Саджавка – 1	24°49'42"	48°82'06"
26	● 110	Саджавка – 2	24°49'88"	48°82'93"
27	● 121	Скобичівка – 1	24°51'05"	48°84'07"
Профіль ІІІ-ІІІ				
28	○ 161	Східний схил г. Сивулі (1818м)	24°17'37"	48°54'64"
29	○ 162	Витоки Бистриці-Солотвинської – 1	24°21'48"	48°54'34"
30	○ 163	Нижче витоків Б. Солотвинської	24°19'81"	48°55'99"
31	○ 164	Вододіл правих витоків Б.Солотвинської	24°24'74"	48°56'86"
32	○ 165	Хр. Чортка – 1	24°28'75"	48°60'05"
33	● 34	Манява – 1	24°32'96"	48°63'81"
34	○ 166	Манява – 2	24°36'98"	48°66'56"
35	● 138	Солотвин – 1	24°36'88"	48°68'80"

Всього 111 проб

○ 151 Геоекологічні полігони Богородчанської районної системи екологічного моніторингу

● 136 Геоекологічні полігони екологічного моніторингу Богородчанського газотранспортного вузла

▲ 66 Геоекологічні полігони Івано-Франківської обласної системи екологічного моніторингу



**База даних з відбору проб для створення геоінформаційної системи (ГІС) екологічного моніторингу та екологічної безпеки території Богородчанського району (2011)**

№№ ч/ч	№№ проб і геоекологічних полігонів	Географічна приз'язка	Проби та їх №№ із середовищ					
			ґрунтів	ґрунтових вод	атмосферного повітря	поверхневих вод	донних відкладів	атмосферних опадів снігу
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Профіль І-І</b>								
1	▲ 74	г. Ігровець (1804м) 1804м)	74	74	74			74
2	○ 151	г. Полецька – 1	151	151	151			151
3	○ 152	г. Полецька – 2	152	152	152			152
4	● 15	Гута – 1	15	15	15			15
5	○ 153	Пороги	153	153	153			153
6	● 17	Луквиця	17	17	17	17	17	17
7	● 115	Луквиця – 2	115	115	115	115	115	115
8	● 90	Міжгір'я – 1	90	90	90	90	90	90
9	● 18	Росільна	18	18	18	18	18	18
10	● 19	Глибока	19	19	19	19	19	19
11	● 20	Висота 491 біля с. Лесівка	20	20	20			20
12	● 21	Висота 458 біля с. Нивочин	21	21	21			21
<b>Профіль ІІ-ІІ</b>								
13	▲ 75	г. Сивуля (1818 м	75	75	75			75
14	○ 155	Бистриця Солотвинська-верхів'я	155	155	155			155
15	○ 157	Західний схил г. Буц (1291м)	157	157	157			157
16	○ 158	Північний схил г. Буц (1291м)	158	158	158			158
17	○ 159	Північний схил г. Шиворис (1076м)	159	159	159			159
18	○ 160	Кричка – 1	160	160	160			160
19	● 26	Яблунька	26	26	26	26	26	26
20	● 136	Кривень – 1	136	136	136	136	136	136
21	● 135	Космач – 1	135	135	135			135
22	● 92	Глибівка – 1	92	92	92	92	92	92
23	● 126	Глибівка – 2	126	126	126			126
24	▲ 65	Підгір'я	65	65	65	65	65	65
25	○ 191	Саджавка – 1	191	191	191			191
26	● 110	Саджавка – 2	110	110	110	110	110	110
27	● 121	Скобичівка – 1	121	121	121			121
<b>Профіль ІІІ-ІІІ</b>								
28	○ 161	Східний схил г. Сивулі (1818м)	161	161	161			161
29	○ 162	Витоки Бистриці-Солотвинської – 1	162	162	162			162
30	○ 163	Нижче витоків Б. Солотвинської	163	163	163			163
31	○ 164	Вододіл правих витоків Б. Солотвинської	164	164	164			164
Всього проб			111	111	111	33	33	111

- 151    Геоекологічні полігони Богородчанської районної системи екологічного моніторингу
- 136    Геоекологічні полігони екологічного моніторингу Богородчанського газотранспортного вузла
- ▲ 66    Геоекологічні полігони Івано-Франківської обласної системи екологічного моніторингу

Таблиця 2.7

**Координати точок спостережень системи екологічного моніторингу та екологічної безпеки на території Богородчанського району (2013 р.)**

№№ ч/ч	№№ точок-геоекологічних полігонів	Географічна прив'язка	Координати	
			X	Y
1	2	3	4	5
1	● 15	Гута – 1	24° 18' 74''	48° 66' 86''
2	○ 153	Пороги	24° 23' 31''	48° 70' 65''
3	● 26	Яблулька	24° 30' 12''	48° 70' 23''
4	▲ 65	Підгір'я – 1	24° 48' 97''	48° 79' 71''
5	● 121	Скобичівка – 1	24° 51' 05''	48° 84' 07''
6	● 138	Солотвин – 1	24° 36' 88''	48° 68' 80''
7	● 94	Богородчани – 1	24° 56' 43''	48° 79' 88''
8	○ 181	Маркова	24° 43' 35''	48° 68' 24''
9	● 37	Дзвиняч – 1	24° 42' 58''	48° 73' 26''

Таблиця 2.8

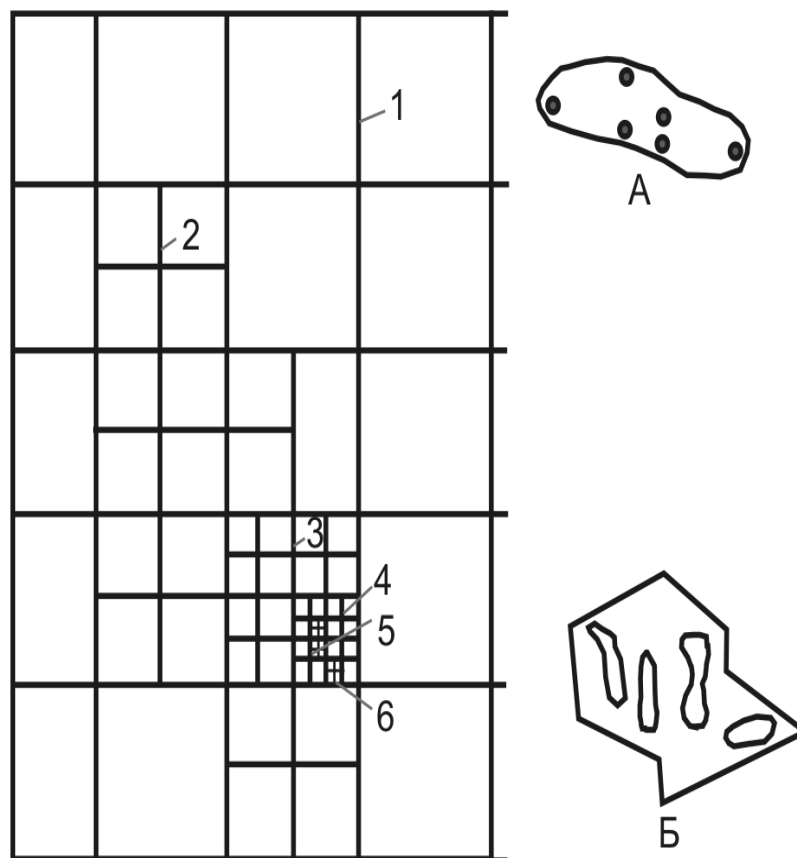
**База даних з відбору проб для створення геоінформаційної системи (ГІС) екологічного моніторингу та екологічної безпеки території Богородчанського району (2013)**

№№ ч/ч	№№ проб і геоекологічних полігонів	Географічна прив'язка	Проби відібрані із середовищ					
			ґрунтів	ґрунтових вод	атмосферного повітря	поверхневих вод	донних відкладів	атмосферних опадів снігу
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	● 15	Гута – 1	15	15	15			15
2	○ 153	Пороги	153	153	153			153
3	● 26	Яблулька	26	26	26	26	26	26
4	▲ 65	Підгір'я – 1	65	65	65	65	65	65
5	● 121	Скобичівка – 1	121	121	121			121
6	● 138	Солотвин – 1	138	138	138	138	138	138
7	● 94	Богородчани – 1	94	94	94			94
8	○ 181	Маркова	181	181	181			181
9	● 37	Дзвиняч – 1	37	37	37	37	37	37

Площинні ландшафтно-геохімічні дослідження територій виконують на різних ієрархічних рівнях, починаючи від регіону і області, до адміністративного району, територіальної громади, населеного пункту або території підприємства (рис. 2.10) і складається з [135]:

- польових ландшафтно-екологічних досліджень;
- відбору проб із різних середовищ (ґрунтів, поверхневих, ґрунтових і підземних вод, донних відкладів, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу, рослинності, сільськогосподарських продуктів рослинного і тваринного походження) з метою визначення їх забруднення;
- аналізу проб на вміст різних токсикантів;

- комп'ютерної обробки результатів аналізів для складання баз даних екологічної інформації;
- побудови комп'ютерних (електронних) карт, а також результуючої карти сучасного стану екологічної ситуації на тій чи іншій досліджуваній території;
- геоекологічне районування території та розроблення конкретних пропозицій з оптимізації та покращення стану довкілля.



**Рисунок 2.10 – Ієрархія систем екологічного моніторингу України [129, 135]:**

- 1 – національний рівень  
 (1 : 1000 000, розмір квадрата мережі – 10x10км), 2 – регіональний рівень  
 (1 : 500 000, 5 x 5 км), 3 – обласний рівень (1 : 200 000, 2 x 2 км), 4 – районний рівень  
 (1 : 50 000, 500 x 500 м), 5 – міський рівень – (1 : 10 000 м), 6 – об'єктний рівень  
 (для підприємства) (1 : 5000 – 1 : 1000, від 50 x 50 до 10 x 10 м),  
 А – природна геосистема, Б – природно-антропогенна геоекосистема

## 2.2 Польові екологічні маршрути

Під час маршрутів, крім польового картування окремих компонентів екосистеми, відібрано проби (зразки) ґрунтів. Особливу увагу звернуто на місця активної дії джерел забруднення, автомобільні і залізничні магістралі, зони скидання стічних вод тощо. Для вивчення динаміки атмосферної циркуляції враховували тривалість односпрямованого атмосферного переносу, а також по можливості товщина забрудненого шару повітря над містом або промисловим комплексом. Серед річного режиму вітрів вибирали 2-3 основні напрямки рози вітрів.

Важливе значення мала тривалість штильового періоду, з яким пов'язане застоювання повітря та акумуляція полютантів в улоговинних формах рельєфу. При цьому враховувався також вплив глобальних та регіональних повітряних перенесів. Оцінювали форми рельєфу та їх розміщення відносно переважаючих напрямків вітрів та джерел забруднення. Визначали також, так звані «динамічні труби», де постійні вітри переносять газові викиди [109].

Польові екологічні маршрути проведено двома способами: паралельних маршрутів та петель [139]. Спосіб паралельних маршрутів застосовано для картування ландшафтно-екологічних зон, які, наприклад, у Богородчанському районі мають північно-західне – південно-східне простягання. І тому, маршрути проходили із південного заходу на північний схід. Маршрути були приурочені до стежок, просік у лісі, польових меж та інших ліній на карті. Точки спостережень та відбору проб на різні аналізи були розташовані на лініях маршрутів через 500-1500 м, іноді 1-2 км. Спосіб петель (радіально-петлевий) полягав у тому, що територію досліджень ділили на окремі ділянки, які вивчали в радіальних та кругових напрямках. Спосіб петель дозволяє детально обстежити ландшафтні виділи складної форми, оконтурити вплив джерел забруднення на деградацію геологічного середовища, ґрунтового та рослинного покривів.

Отже, за допомогою маршрутів було вивчено більш-менш рівномірно всю територію досліджень.

### **2.2.1 Відбір проб ґрунтів за системою екологічного моніторингу**

Маршрути проводили у 2011 рр. (табл. 2.1, 2.2, 2.5, 2.6) і були повторені у липні-вересні 2013 р. (табл. 2.3, 2.4, 2.7, 2.8). У них брали участь основний виконавець досліджень К.О. Радловська (рис. 2.11, 2.12), доктор геолого-мінералогічних наук, професор О. М. Адаменко, старший викладач Н. О. Зоріна та студенти [168-171, 173].

На територіях Рогатинського та Богородчанського районів розвинутий природний та техногенно трансформований ґрунтовий покрив. Як пише В.П. Кучерявий [109], «ґрунти урбанізованих територій піддаються тим самим шкідливим впливам, що й міське повітря і гідросфера. Хоча ґрунт і має деякі особливості біологічного самоочищення – розщеплює і мінералізує відходи, які в нього потрапляли, однак механізм такого самоочищення внаслідок його перевантаження (фізичного, хімічного, механічного) порушується, що призводить до деградації».

На досліджуваних територіях найбільш поширені трансформовані ґрунти – так званий культурний шар, в якому є сліди людської діяльності: будівельне сміття, бита цегла, уламки бетону, скло, глиняні черепки, пластмасові вироби, дерево. Культурні шари в містах – це об'єкти геологічного та історико-археологічного вивчення. Але в них зосереджено також хімічне, механічне, радіаційне, біологічне забруднення. Тому культурні шари потрібно вивчати також екологам і ґрунтознавцям. Опробування ґрунтів на геоекологічних полігонах здійснювалось через 0,5-1-2 км. Для визначення внутрішнього циклу надходження забруднювачів у ґрунти відбирали проби на 2-3 репрезентативних ділянках.

На цих ділянках відбирали проби ґрунтів три рази (кінець лютого, початок травня, жовтень місяць). Швидкість міграції забруднювачів по вертикалі та на глибину їх максимальної концентрації визначали на цих самих ділянках при опробуванні ґрунтового профілю на всю його потужність (товщину) від 0 до літогенної основи, через 5 см [109]. Опробування проводили по мережі зі щільністю, яка відповідає масштабу досліджень 1 : 50 000, відповідно до відстані від джерел забруднення, умов поверхневої і підземної міграції та характеру забруднення.

Обов'язковою умовою є зазначення часу відбору проби. Згідно з методичними рекомендаціями Є. О. Яковлева [220, 221], зразки відбирали на відкритій ділянці, що віддалена від дороги не менше ніж на 50 м, по конверту розміром 5 x 5 м, і об'єднували в одну пробу (рис. 2.12). Відбір проводили з глибини 10-20 см. За відсутності непорушених земель проби відбирали на антропогенно змінених ґрунтах на глибині 20-30 см. З проби видалялась надземна частина рослин, уламки порід, коренева частина рослин. Вага проби 1.2-1.5 кг. Проби відбирали металічним стаканом діаметром 80-90 мм.

Відбір виконували за існуючими методиками відповідно до вимог державного стандарту № 17.04.3.01.83 та № 17.4.4.02.84, з урахуванням ґрунтової, ландшафтної та геоморфологічної карт, для охоплення більш-менш рівномірною мережею усіх типів зональних ґрунтів.



Ґрунтовий покрив оцінювали з двох позицій: загальної характеристики, що охоплювала просторові закономірності розміщення основних типів ґрунтів, і з еколого-техногенних позицій, що характеризують зміну ґрунтів, їх деградацію та забруднення.



**Рисунок 2.11 – Відбір К. О. Радловською проб ґрунтів на геоecологічному полігоні Рогатинського району. Вересень 2013 р. Фото Зоріної Н. О.**



**Рисунок 2.12 – Відбір К. О. Радловською проб ґрунтів методом конверта на геоecологічному полігоні № 37 Дзвіняч – 1 Богородчанського району. 14 липня 2013 р. Фото Зоріної Н. О.**

## 2.2.2 Відбір проб поверхневих і ґрунтових вод та донних відкладів

*Поверхневі води* обстежували шляхом прокладання маршрутів вздовж річок і потічків, навколо водосховищ і озер. У польових журналах відмічали показники якості води: колір, каламутність, наявність завислих речовин, плям і плівок нафтопродуктів, інші гідрофізичні параметри. Проби відбирали на геоекологічних полігонах у Богородчанському та Рогатинському районах, які були максимально наближені до водотоків або водойм так, щоб отримати характеристику усіх головних річок, потічків, водосховищ і озер. Об'єм проби 1-3 л залежно від кількості показників якості вод, які необхідно було визначити.

*Ґрунтові води* – це перший від поверхні Землі горизонт підземних вод, який залягає у покровних лесах, лесоподібних суглинках і супісках, пісчано-гравійно-галькових відкладах заплавлених та надзаплавлених терас, делювіально-пролювіальних утвореннях схилів річкових долин, балок та конусів виносу.

З поверхні цей горизонт, як правило, не захищений водонепроницними породами і тому приймає усі ті забруднення, що проникають через ґрунт з атмосферними опадами під час танення снігів, або повеней чи зливових дощів. Ґрунтові води можуть залягати на глибинах від 0,5-3 до 10-20 м у вигляді як суцільного пластоподібного горизонту, так і окремих лінз, що умовно поєднуються у горизонт. Ґрунтові води – безнапірні, вільно перетікають по горизонталі і служать джерелом живлення нижче залягаючих горизонтів підземних вод.

На денну поверхню ґрунтові води виходять у вигляді джерел, мочарів у підніжжя крутих схилів або інших сприятливих для цього складок рельєфу.

У населених пунктах, на польових станах, фермах ґрунтові води відкриваються буровими свердловинами (качалками) або криницями (колодязями), які використовує населення для питного і побутового водопостачання. Воду підіймають відрами або гідропомпами. Дебіти коливаються від 0,1 до 2-3 л/с.

Проби ґрунтових вод ми відбирали під час польових маршрутів, на геоекологічних полігонах, де була можливість відібрати пробу, або на невеликій відстані від них, так щоб на карті фактичного матеріалу геоекологічні полігони і точки відбору проб ґрунтових вод були показані одним номером. Проби відбирали в поліетиленові пластикові пляшки об'ємом 1,5-2 л, які перед тим промивали тією ж водою. Відбір документували у спеціальному журналі. На пляшку наклеювали етикетку і після кожного маршруту проби відправляли до Івано-Франківської обласної санітарно-епідеміологічної станції на аналізи. Велику частку проб відібрали і проаналізували співробітники Бюро мінеральних ресурсів Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова.

Велике значення має опробування *донних відкладів*. Це – намули та тонкі дрібнозернисті фракції осадових порід, що накопичуються на дні річок і потічків, особливо в заводях, місцях різкого зниження швидкості течії, а також у озерах і водосховищах, адсорбують на собі солі важких металів, нафтопродукти, радіонукліди, пестициди та інші забруднювачі. Тим самим донні відклади концентрують усе те, що переноситься поверхневими водотоками. Проби донних відкладів (0,5-1 кг) ми відбирали на тих самих геоекологічних полігонах, де були відібрані поверхневі води.

## 2.2.3 Відбір проб атмосферного повітря, опадів дощу і снігу

З урбанізацією територій та збільшенням населення значно зростає забрудненість атмосферного повітря вуглекислим і чадним газами, сполуками азоту й 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 % оксиду вуглецю, 30 % вуглеводнів та близько 30% оксидів азоту. У деяких містах викиди автотранспорту вже давно перевищили викиди інших джерел. При екологічних 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 відбирали медичним шприцом об'ємом 20 см<sup>3</sup> на висоті 1,5-1,7 м від поверхні землі й переводили у спеціально підготовлені герметично закриті й заповнені насиченим розчином NaCl флакончики з-під пеніциліну. При цьому враховували основні напрямки перенесення атмосферного повітря, роза вітрів, наявність «динамічних труб» і т.ін.

Атмосферні опади у вигляді дощу і снігу відбирались у відповідні пори року у водозбірні посудини відповідно до рози вітрів. Місця відбору проб приблизно відповідали мережі спостережень. При відборі проби снігу фіксували період його випадання. Вага проби снігу становила 13-15 кг (8-10 л води). Відтанення проходило за кімнатної температури. Снігову воду і твердий залишок аналізували окремо. Тверда нерозчинна фаза (атмосферний пил) залишалася при фільтруванні на беззольному фільтрі, потім її просушували, просіювали і зважували [129, 135].

#### **2.2.4 Відбір проб рослинності**

Проби рослинності відбирали 1 раз у рік – у липні-серпні 2011 р. на всіх контрольних точках. Вага сирової проби (1-2 кг) залежала від необхідної кількості (50-100 г) попелу, отриманого для аналізу при спаленні листя. Для більш повного контролю рослинності робили відбір проб рослин трав'яного ярусу, підстилки (мохи, гриби), листків і хвої дерев. Рослинні проби відбирали одночасно із ґрунтовими. У спеціальних польових журналах було записано всі проби та зроблено їх географічну й геоморфологічну прив'язки до мережі спостережень. Підготовлені для аналізу проби передавали для вимірювання на спектрометрі.

#### **2.3 Аналітичні роботи**

Аналіз зразків ґрунту, сухого залишку проб поверхневих і ґрунтових вод та золи рослин відбору 2004-2006 рр. проводились атомно-адсорбційним та рентгенофлюоресцентним методами в Івано-Франківській обласній санітарно-епідеміологічній станції (аналітик В. П. Яворський) та в Бюро мінеральних ресурсів Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова (В. М. Кадурін).

*Атомно-адсорбційне визначення* вмістів Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg здійснювали полум'яним і електротермічним методами атомізації з використанням атомно-адсорбційних спектрофотометрів Сумського машинобудівного об'єднання, фірм Zeis, Rue-Unikam у полум'яному варіанті повітря-ацетилен і N<sub>2</sub>O – ацетилен, а також приладу 3030B фірми Perkin-Elmer зі ртутно-гідридною приставкою MHS-20 і спектрофотометра 3030Z тієї ж фірми з електротермічною атомізацією і зейманівською корекцією фону. Межі та похибки визначення елементів наведені у таблицях 2.9 і 2.10.

Проби ґрунтів, які були відібрані у 2013 р., проаналізовані на приладах – аналізаторах М-ХА 1000-5 та «Екотест-ВА-НР» і «Екотест-ВА-ВДЕ» у науково-навчальній лабораторії ІФНТУНГ за участі завідувача лабораторії М. М. Ногача, асистента В.М. Антонюк та автора монографії (рис. 2.13).

На основі методу ІХП з урахуванням сучасних досягнень електрохімії, інформатики, мікропроцесорної і комп'ютерної техніки Національного університету біоресурсів та природокористування, спільно з ТОВ «МІРІАДА» створено інформаційно – вимірювальний прилад М-ХА1000-5 на базі ПЕОМ для екомоніторингу ВМ в об'єктах довкілля. Функціональна схема приладу включає:

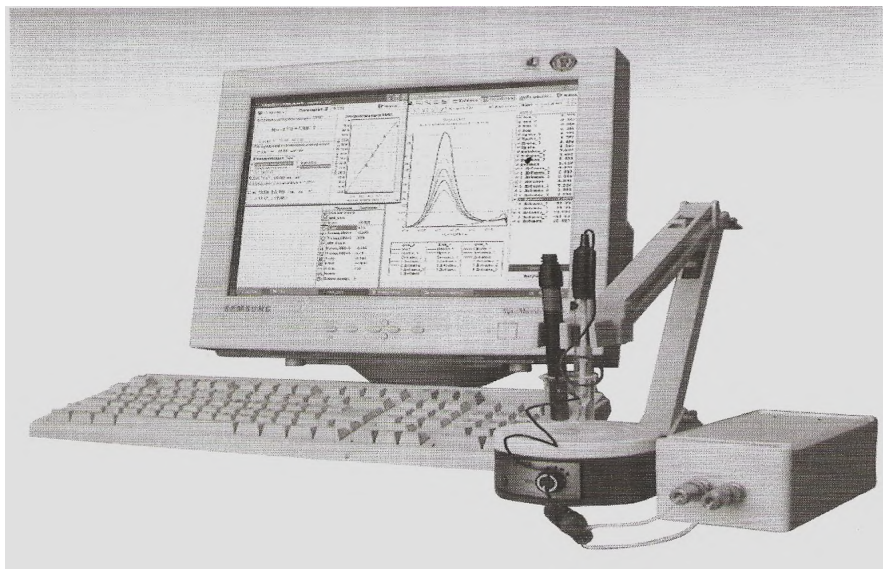
1 Електрохімічну комірку (місткість) з аналізованим розчином та датчик інформації – індикаторним та порівняльним електродами.

2 Контролер, що містить блоки управління і обробки інформації.

3 ПЕОМ.

У приладі всі операції електрохімічного циклу, за винятком внесення стандарту і зміни проб, запрограмовані і виконуються в автоматичному режимі.





**Рисунок 2.13 – Прилад М-ХА1000-5**

Вимірювання проводили на приладі М-ХА1000-5 (рис. 2.13) в режимі «Метод добавок». З однієї порції розчину мінералізату визначали вміст у досліджуваній пробі двох металів: свинець і мідь на фоні 2Н НСІ, цинк і кадмій на фоні 1Н (NH<sub>4</sub>ОН+NH<sub>4</sub>СІ). Для роботи потрібно чотири електролізери – хімічні стаканчики на 20 см<sup>3</sup> з перемішувальними елементами, робочі електроди і магнітний змішувач [9, 68].

Витяжки ґрунтів для визначення рухомих форм важких металів методом інверсійної хронопотенціометрії на приладі М-ХА1000-5 ми готували таким чином: проби ґрунтів масою 5 г (для торф'яних ґрунтів – 2,5 г) зважують з точністю 0,1 г і вносять у конічну колбу ємністю 150-200 см<sup>3</sup>, додають 50 см<sup>3</sup> 1 Н НСІ (аналогічно для інших екстрагентів). Суспензію збовтують на ротаторі протягом години і настоюють добу. Колби повинні бути закриті пробками в поліетиленовій плівці. Витяжку відфільтровують через сухий складчастий фільтр «біла смуга» в стакан на 100 см<sup>3</sup>.

25 см<sup>3</sup> фільтрату відбирають у термічний стакан і випаровують при повільному нагріванні на плитці до об'єму 5-7 см<sup>3</sup>. Охолоджують, додають 2 см<sup>3</sup> концентрованої азотної кислоти і 2 см<sup>3</sup> пероксиду водню (30%), витримують 15 хвилин. Далі випаровують до об'єму 2-4 см<sup>3</sup>, охолоджують, повторно вносять 2 см<sup>3</sup> концентрованої азотної кислоти, 2 см<sup>3</sup> пероксиду водню (30%) і знову випаровують до об'єму 2-4 см<sup>3</sup>, не допускаючи утворення коричневого забарвлення. Якщо таке забарвлення з'явилося, процедуру повторюють [32].

Мінералізацію вважають закінченою, якщо розчин після охолодження залишається безбарвним. Розчин у стакані випаровують досуха, сухий залишок розчиняють у 2Н НСІ і кількісно переносять у мірну колбу на 25 см<sup>3</sup>. Паралельно виконують „холостий” дослід за відсутністю ґрунту.

Повна мінералізація органічних компонентів ґрунту – обов'язкова умова одержання достовірних результатів.

Для визначення елементів, окрім ртуті, в донних відкладах 1 г зразка насипали у фарфоровий тигель, поміщали у муфельну пічку і озолували 2,5-3 години за температури 450 °С. Потім озолений матеріал переносили в скловуглецеві чашки і обробляли кислотами: HF, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, HCl. Кінцевий розчин доводили 2,5 % HCl до об'єму 25мл. Для визначення Cd з використанням електротермічної атомізації пробу розбавляли 0,25% HNO<sub>3</sub> в 5 і більше разів.

Вмісти хімічних елементів у ґрунтових і поверхневих водах, як правило, дуже близькі до межі визначення. Тому з метою зниження похибки аналізу концентрували елементи у менший об'єм, для чого пробу води (200 мл) випаровували у кварцевих чашках при повільному нагріванні до 1 мл. Потім обробляли 2 мл 2% розчину перегнаної азотної кислоти і доводили до об'єму 10 мл бідисцильованою водою (табл. 2.9, 2.10).



**Межі визначення хімічних елементів атомно-адсорбційним методом при аналізі ґрунтів, донних відкладів і вод**

Елементи	Ґрунти, донні відклади, мг/кг	Води, мг/дм <sup>3</sup>
Hg	0,001	0,001
Cd	0,015	0,001
Pb	0,6	0,1
Ni	0,7	0,01
Cu	0,25	0,1
Zn	0,05	0,2
Cr	0,75	0,05

Таблиця 2.10

**Відносна похибка атомно-адсорбційного аналізу**

Величина похибки, ± %	Відносна похибка		
	систематична	випадкова	випадкова середньоквадратична
0-5	Pb		
5-10			Ni, Sr, Cd, Cr
10-15	Zn, Cu, Sr	Sr	Zn, V
15-20	Ni	Zn, Pb	Cu, As
20-30		Cu, Ni	Pb

Атомно-адсорбційне визначення ртуті здійснювали на ртутно-гідридній приставці MHS-20 до приладу 3030В фірми Perkin-Elmer методом «холодної пари» з використанням техніки амальгамації.

Достовірність атомно-адсорбційного аналізу оцінювали за державними стандартними зразками, а також внутрішніми і зовнішніми контролюями. Аналіз тестових проб показав, що різниця між середніми вмістами за основним і контрольним визначенням значимі тільки для Ni(t- критерій Ст'юдента 3,46). У решти елементів вона незначима (t=0,02-1,56). Систематичні та випадкові похибки не перевищують гранично-допустимих норм.

*Рентгенофлюоресцентне визначення* на As виконували на рентгенівському апараті ИРИС-3 з напівпровідниковим детектором. Аналізували 36 мг навіску у вигляді пігулки діаметром біля 6 мм. Межа визначення істотно залежить від вмісту Pb у зразку і складає близько 0,005 мг/кг при 40-хвилинному замірі.

На жаль, ні атомно-адсорбційний, ні рентгенофлюоресцентний аналізи не завжди можуть давати можливість виявити поряд з валовими, також розчинні (рухомі) форми важких металів, що важливо для відслідковування їх у рослинах. 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 основним завданням екологічного аудиту територій.

Результати аналітичних досліджень відібраних нами проб зведено у базах даних, оброблених методами комп'ютерних технологій на ПЕОМ, про що буде сказано у 3 і 4 розділах.

Таким чином, основною методикою, використаною у нашому дослідженні, була концепція загальної оцінки впливу техногенних об'єктів на довкілля та конкретна методика польових експедиційних досліджень, аналітичних робіт та комп'ютерної обробки отриманих даних.

## 2.4 Бази даних екологічної інформації

У наступних розділах наведено результати аналізів у вигляді баз даних екологічної інформації, які будуть використані для побудови комп'ютерних (електронних) еколого-техногеохімічних карт, що характеризують стан того чи іншого компонента навколишнього середовища [4, 7].

### Висновки до розділу 2

1 Запропоновано оптимальні мережі екологічного аудиту та екологічного моніторингу для комп'ютеризованих систем екологічної безпеки територіальних громад та адміністративних районів, що ґрунтуються на достатній кількості геоекологічних полігонів: кожна ландшафтна структура охарактеризована не менш як десятьма полігонами на території Рогатинського району, це – 80 геоекологічних полігонів, розділених на вісім ландшафтних місцевостей і фацій, що дорівнює в середньому 10 полігонам на 1 структуру, а у Богородчанському районі той самих показник 111: 10 дорівнює 11 полігонам на кожен ландшафтну структуру.

2 На територіях обох досліджуваних районів виконано комплексну оцінку головних компонентів довкілля – ґрунтів, поверхневих вод, донних відкладів, ґрунтових вод, атмосферного повітря і частково рослинності. При цьому точки відбору проб на кожному геоекологічному полігоні з кожного компонента довкілля або співпадають на місцевості, або розташовані поряд, що забезпечує об'єктивність їх екологічної оцінки.

3 Для аналітичних робіт використано сучасні аналітичні методи – атомно-адсорбційний, рентгенофлюоресцентний, хроматографічний та електрохімічний – та новітні прилади. При цьому більшість аналізів автор монографії виконала самостійно у сертифікованих лабораторіях. Це забезпечує достовірність побудованих у наступних розділах баз даних та техногеохімічних карт екологічного стану досліджених територій.

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НА ОСНОВІ ГІС І ДЗЗ ГЕОЕКОСИСТЕМ НА ТЕРИТОРІЇ РІВНИННОГО РАЙОНУ

### 3.1 Природні умови та природні ресурси Рогатинського району та територіальних громад

Рогатинський район із центром у місті Рогатин – один із 14 районів Івано-Франківської області. Він розташований у її північно-західній частині, у безпосередній близькості від обласних центрів: Львів (78 км) та Тернопіль (89 км). Межує на півдні із Галицьким районом Івано-Франківської області, на сході з Бережанським районом Тернопільської області, на півночі та північному заході з Перемишлянським та Жидачівським районами Львівської області (рис. 2.2) [10-14, 161].

Район має налагоджений автомобільний та залізничний зв'язки з іншими містами України та з закордоном. Через територію району проходить 2 автостради республіканського значення – Стрий-Тернопіль та Івано-Франківськ-Львів, залізниця Стрий-Тернопіль. У географічному відношенні місцевість (від 100 до 250 м над рівнем моря), поділена долинами річок Гнила Липа, Нараївка та Свірж. Площа району становить 815 км<sup>2</sup>. Населення 52 тис. осіб, у тому числі на території м. Рогатина 10,6 тис. осіб.

#### 3.1.1 Геологічне середовище та мінерально-сировинні ресурси

У структурно-тектонічному відношенні територія Рогатинського району розташована в межах Волино-Подільської окраїни Східно-Європейської платформи. Фундамент Волино-Подільської монокліналі утворений дорифейським комплексом кристалічних порід, залягає на глибині десятків сотень метрів на півночі та сході, занурюючись до 5-6 тис.м на південному заході. У цьому ж напрямі зростає і потужність осадового чохла, досягаючи максимуму в межах Волино-Оршанського прогину (рис. 3.1) [110-112, 188, 189, 194].

Нижній структурний поверх чохла складений теригенними відкладами рифею (пізнього протерозою) загальною потужністю 600-900 м, 300-600-метровою товщею осадових порід венду і, переважно, карбонатними породами нижнього палеозою потужністю 500-2000 м. Верхній структурний поверх складений відкладами девонської і кам'яновугільної систем (аргіліти, пісковики, алевроліти і вапняки потужністю від 1000 до 3000 м), а також товщею порід верхньокрейдового відділу (вапняки, крейда, мергелі потужністю кількисот метрів).

Усі ці відклади майже повністю перекриті антропогеновими породами: воднольодовиковими, річковими і озерно-болотними пісками, супісками, торфами та лесоподібними суглинками. Крейдові відклади більшої частини Львівської крейдової западини є основою сучасного рельєфу. Уздовж західної межі вони перекриті міоценовими вапняками, пісками, глинами. Останні утворюють єдиний структурний поверх для Львівського палеозойського прогину і Волино-Подільської монокліналі.

З планетарним глибинним розломом пов'язаний Суцано-Пержанський розлом. Він поділяє Львівський палеозойський прогин на північно-західний сегмент, що зазнав за палеогену висхідних рухів, і південно-східний, який слабо занурювався (Гологори, Вороняки, Кременецькі гори і східна частина Подільської височини). Велике значення мав неотектонічний етап розвитку, який проявився у формуванні сучасного рельєфу Волинської і Подільської височин. З сучасних рельєфоутворюючих процесів розвинуті карст, інтенсивний площинний змив, подекуди – лійна ерозія.

Нижче наводиться характеристика стратифікованих утворень, розповсюджених в межах району (рис. 3.2-3.8) [47, 209].



Рисунок 3.1 – Геологічна картосхема Рогатинського (1) та Богородчанського (2) районів. М 1 : 600 000



Рисунок 3.2 – Вихід пісків опільської світи на лівому березі р. Гнила Липа.  
Фото К.О. Радловської



Рисунок 3.3 – Кар'єр з видобутку кварцових пісків на півночі Рогатинського району. Фото К.О. Радловської



а)



б)



**Рисунок 3.4 (а, б) – Кварцові піски розробляються кар'єрами, як будівельна сировина.  
Фото К.О. Радловської**



**Рисунок 3.5 – Жеоди-пустоти у пісках  
тіраської світи.  
Фото О.М. Адаменка**



**Рисунок 3.6 – Чортова гора – останець біля  
с. Пуків. Ботанічний заказник. Фото К.О.  
Радловської**



**Рисунок 3.7 – Тектонічний уступ Гологор над Рогатинським Опіллям.  
Фото К.О. Радловської**



**Рисунок 3.8 – Тектонічна картосхема Рогатинського (1) та Богородчанського (2) районів.  
М 1 : 600 000**

*Кембрійська система* – це нашарування пісковиків, аргілітів, алевролітів. Породи, як правило, темно-сірого до чорного кольору, кременисті. Потужність до 700 м.

*Ордовіцька система.* Утворення ордовіку з стратиграфічним неузгодженням залягають на породах кембрію. За літологічним складом ордовіцькі відклади представлені пісковиками та аргілітами. Породи темних відтінків. Потужність у межах 10 м.

*Силурійська система* представлена породами карбонатної формації з різноманітними фаціальними заміщеннями. За своїм складом, це – доломіти, вапняки детритові, мергелі. Рідше трапляються аргіліти. Характерною особливістю для даних відкладів є наявність детриту черепашок мушаль та кріноїдей. Потужність 380 м.

*Девонська система.* Представлена тівверською і дністровською серіями.

Тівверська серія відповідно перекриває силурійські відклади. Нижня частина серії складена аргілітами, мергелями, вапняками з залишками брахіопод та риб. Середня – аргілітами з прошарками алевролітів і вапняків. Завершують розріз серії аргіліти, алевроліти, пісковики червонуватого, зеленувато-сірого кольорів. Органічні залишки представлені пеліциподами та остракодами. Потужність до 800 м.

Дністровська серія завершує безперервний верхньосилурійсько-нижньодевонський розріз. Це товща континентальних утворень у фації древнього червоноколірного пісковіку,



складена нашаруванням пісковиків, аргілітів, алевролітів. Порооди червоно-бурі, вишнево-червоні, місцями з блакитно-зеленуватими й білими плямами, невапняковисті, середньої міцності, косоверстуваті. У відкладах зустрічаються невеликі уламки панцирних риб та фрагменти рослинності. Потужність 400 м [222].

*Юрська система* представлена верхнім відділом і складає теригенно-карбонатну формацію Стрийського прогину. Утворення цього віку з стратиграфічним та кутовим неузгодженнями залягають на породах кембрію, силуру, девону. За своїм стратиграфічним положенням юрські відклади розділені на сокальську, рава-руську та нижнівську світи.

Сокальська світа складена глинами, аргілітами, пісковиками, алевролітами строкатими з прошарками гравелітів, конгломератів, гіпсів. Потужність до 100 м.

Рава-руська світа представлена доломітами, вапняками, серед яких розрізняються пелітоморфні, органогенно-уламкові, водоростеві й оолітові різновиди. Потужність 150 м.

Нижнівська світа. Нижня частина світи складена брекчією з уламками псевдооолітових губкових вапняків, зцементованих доломітовим матеріалом, який вміщує органогенний детрит. Верхня частина представлена щільним пелітоморфним органогенно-уламковим вапняком. У відкладах світи визначені пелециподи, характерні для титонського ярусу. Потужність до 140 м.

*Крейдова система.* Відклади системи залягають трансресивно і з кутовим та стратиграфічним неузгодженнями перекривають утворення юри. У межах Рогатинського району відклади крейдової системи виходять на денну поверхню по долинах річок. Крейдові утворення поділяються на незвиську світу, шари вапняків іноцерамових, дубівецьку та луквинську світи  $K_2st$  на рисунку 3.1.

Незвиська світа представлена пісками, пісковиками глауконіт-кварцовими. У верхній частині світи вапняки з жовнами та уламками фосфоритів. Уламки фосфоритів буро-чорного кольору, напівпрозорі. Фосфатна речовина аморфна. В основі світи-базальний горизонт у вигляді гальки та гравію. Потужність світи до 5 м.

Шари іноцерамових вапняків трансресивно залягають на відкладах незвиської світи і представлені вапняками світлосірими, із призмами черепашок, домішками глауконіту. В основі шарів – пісковики кварц-глауконітові з гравієм і жовнами фосфоритів. Іноцерамові вапняки є хорошим маркуючим горизонтом. Потужність 10 м.

Дубівецька світа виходить на денну поверхню по долинах річок, на схилах вододілів. За літологічними особливостями світа підрозділяється на дві підсвіти.

Нижня представлена крейдоподібними вапняками білими, кремовими, з конкреціями чорних кременів. Потужність до 100 м.

Верхня підсвіта складена вапняками глинистими, піскуватими, мергелями. Серед вапняковистих різновидностей спостерігаються прошарки глин. Характерною особливістю відкладів є наявність глауконітових корок. Потужність до 60 м.

Луквинська світа. Виходи світи на денну поверхню спостерігаються по правих бортах рік Лімниця та Луква. На нашій території світа представлена нижньою частиною, яка складена мергелями, аргілітами й алевролітами. Мергелі сірі, зеленувато-сірі, щільні, з незначною домішкою піщаного матеріалу. Аргіліти сірі тонколистуваті, алевроліти вапняковисті, слюдисті з органічним детритусом. Потужність до 60 м.

*Неогенова система.* Відклади представлені баденським регіоярусом, в межах якого виділяються опільська, тираська ( $N_1b$ ) та косівська ( $N_1s_2$  на рис. 3.1) світи.

Опільська світа. На денну поверхню відклади цієї світи виходять в північно-східній частині району. Тут вони представлені багрянковими вапняками, органогенно-уламковими вапняками та біогермними вапняками з пелециподами. Потужність до 40 м.

Тираська світа представлена гіпсами, ангідритами. Серед гіпсів нерідко зустрічаються лінзи та прошарки пелітоморфних вапняків. Потужність до 40 м.

Косівська світа з розмивом залягає на утвореннях тираської світи. Загальний розріз представлений монотонним чергуванням вапнистих аргілітоподібних глин із малопотужними прошарками алевролітів, пісковиків, туфів і туфітів. Потужність світи змінюється від перших метрів на лівобережжі Дністра до 200 м на південній окраїні Рогатинського району.

У тектонічному відношенні територія належить Волино-Подільській монокліналі, яка

виділяється в межах обширної Балтійсько-Придністровської системи перикратонних занурень. Належність даного району до монокліналі обумовлює доволі спокійне, практично горизонтальне залягання порід. Лише в південній частині спостерігається незначний нахил порід у сторону Передкарпатського прогину (рис. 3.8) [212].

Характерною особливістю тектонічної будови даної території є наявність різновікових структурних одиниць, які формувалися на південно-західній окраїні Східно-Європейської платформи. Найбільш рання структура плитного розвитку Волино-Подільської окраїни платформи є Дністровський перикратон. Період розвитку його охоплює відрізок часу від пізнього венду до раннього девону. Для порід, які сформувалися в цьому інтервалі, характерне моноклінальне залягання теригенної товщі [188, 189].

Зміна тектонічного режиму в середньому девоні привела до утворення Львівського палеозойського прогину. Він представляє собою субплатформену депресію, яка сформувалася на стику різновікових платформ [43].

Юрський етап тектонічного розвитку характеризувався формуванням системи прогинів. Один із них розташований на досліджуваній площі, відомий під назвою Стрийський юрський прогин.

Ранньоальпійська стадія формування осадового чохла відповідає значній мезозойській трансгресії, яка призвела до утворення Львівської крейдової мульди. Північно-східне крило цієї мульди розташоване на території Рогатинського району. Формування Передкарпатського прогину відповідає неогену.

У цей час на значній території відбувається прогинання, яке і охопило південно-західну окраїну Волино-Подільської монокліналі. Границя між прогином та платформою досить умовна, тому єдиної думки про характер співвідношення цих структур у дослідників немає.

Породи четвертинного віку мають широке розповсюдження і майже суцільним плащем перекривають більш давні утворення [51, 60, 70]. Четвертинна товща району досліджень надзвичайно неоднорідна, тут виділяються усі вікові підрозділи антропогену (нижньо-, середньо-, верхньоплейстоценовий і голоценовий), розвинуті складнобудовані генетичні типи відкладів. Суттєві неоднорідності у будові четвертинного покриву виявляються також при порівнянні тієї чи іншої ділянки території досліджень (рис. 3.9).

Генетично четвертинні відклади представлені: алювіальними, еоловими, елювіальними, делювіальними і пролювіальними накопиченнями [86].

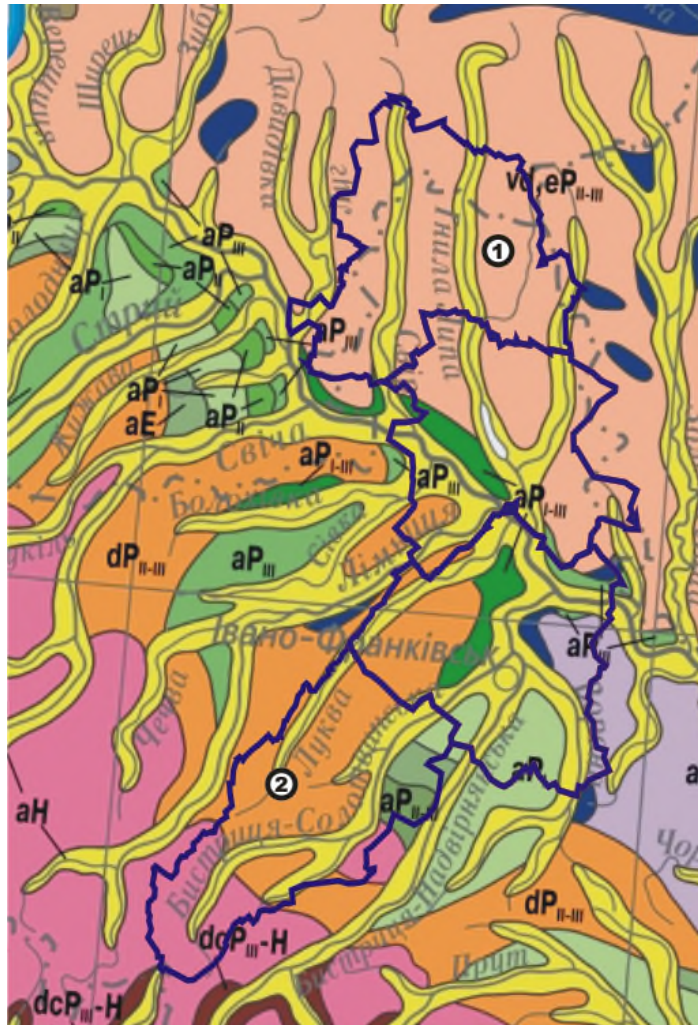
*Алювіальні відклади* вистилають днища річкових долин, зустрічаються на їх схилах, вкривають обширні площі заболочених межиріч [70]. Потужність алювію коливається у широкому діапазоні, досягаючи максимальних значень у пригирлових ділянках лівих приток Дністра. У фаціальному відношенні алювій поділяється на руслову (гравійно-галечниково-піщаний матеріал), заплавної (піщано-супіщано-суглинистий) і старичну (суглинисто-глинистий і гумусовий) фації. Гравійно-галечниковий і валунний матеріал руслової фації складений конгломератами, алевролітами, гравелітами, пісковиками переважно подільського походження. Заплавна фація алювію представлена піском, супіском і суглинком.

Алювій різною мірою перетворений вторинними процесами. Найменш перетворений, або взагалі не перетворений алювій заплави і першої надзаплавної тераси. Алювій надзаплавної тераси перебуває у середньому ступені перетворення – русловий алювій досить щільний, а заплавної майже завжди облесований на повну потужність.

До *еолових відкладів* відносяться широко розповсюджені на Поділлі леси. Перекриваючи у багатьох випадках алювій потужною (до 50 м) товщею, леси формують покривні пачки терас Дністра та його лівобережних приток. Лесового покриву позбавлені лише ті частини долин річок, що сформувалися протягом голоцену. Представлені леси усіх вікових підрозділів верхнього плейстоцену. Найбільш повно лесові відклади залягають на поверхнях 2 тераси, де їх потужність часто досягає декількох метрів, зокрема у розрізах південно-західної частини району потужність покривної лесово-грунтової товщі досягає майже 15 м.

У прилеглих до долини Дністра районах Рогатинського Опілля та Гологор найбільш поширеними є верхньоплейстоценова 6-10-метрова лесова товща, що добре збереглась на вододілах і пологіх привододільних ділянках схилів [22, 222, 223, 227, 228].





**Рисунок 3.9 – Картосхема четвертинних відкладів Рогатинського (1) та Богородчанського (2) районів. М 1 : 600 000**

Про елювіальні та делювіальні відклади зібрані лише загальні дані. Зі схилами денудаційно-аккумулятивної поверхні та вододілів на Поділлі пов'язане переважання процесів делювіального змиву. Для другої тераси домінуючими визнаються процеси лінійного розмиву і зсуви. Акумуляція продуктів денудації відбувається в основному на рівні першої-другої терас.

У опільській частині Поділля на денну поверхню виходять корінні породи, що зазнали процесів вивітрювання. Іноді на них збереглися елювіальні накопичення, що представлені мергелистими глинами, уламковим матеріалом, розвинутим на піщано-глинистій товщі, рідше вапняках і мергелях.

*Пролювіальні відклади* приурочені до підосви крутих схилів річкових долин і складають конуси виносу балок, потужних ярів. Пролювій представлений продуктами розмиву лесів, алювію, у потужних ярів-підстелюючих корінних порід. Матеріал, що складає конуси виносу, залежить від складу розмитих порід. У їх вершинах бувають великі, слабообкатані уламки мергелів, вапняків, перевідкладений крупноуламковий алювіальний матеріал, що при просуванні до периферії конусів виносу ярів поступово заміщується піщаним і глинистим матеріалом.

Розвиток в межах Рогатинського району осадового комплексу порід визначає наявність комплексу корисних копалин, які пов'язані з цими утвореннями. Всі корисні копалини, які виявлені в Рогатинському районі, відносяться до неметалічних, осадового генетичного типу [13, 192, 193].

У межах Рогатинського району розробляють корисні копалини, із яких головними виступають родовища будівельних матеріалів та сировини для їх виробництва. Перш за все, це кварцові піски, які розробляють кар'єрами (рис. 3.3, 3.4).

Розглянуті вище особливості геологічного середовища та мінерально-сировинних ресурсів необхідно враховувати при складанні карт сучасної екологічної ситуації, тому що геологічна структура – це той фундамент, на якому формуються інші компоненти навколишнього природного середовища: геоморфосфера, підземна гідросфера, педосфера та фітосфера.

### **3.1.2 Геофізсфера**

Це найменш вивчена компонента геоекосистеми Поділля. Лише вздовж границі між Гологороми і Рогатинським Опіллям на глибинах мабуть нижче палеозойсько-мезозойського платформового чохла фіксуються слабо виражені гравітаційні та магнітні аномалії з незначними градієнтами. Вони трасують лінію неотектонічного розлому, що є успадкованим від кристалічного фундаменту і палеозойсько-мезозойського чохла (рис. 3.7) [161].

Річкові долини Свіржу, Гнилої Липи та ін., межирічкові вододіли меридіонального простягання – це сучасні морфоструктури, що по своїй природі є неотектонічними опусканнями і підняттям. Але їх геофізична природа поки що не з'ясована через відсутність відповідних досліджень.

### **3.1.3 Геоморфосфера**

Територію Рогатинського адміністративного району з геоморфологічної точки зору можна розділити на дві частини: північно-східну – Гологорську і південно-західну – Опільську (рис. 3.7, 3.10). Поділ проводиться на підставі суттєвих відмінностей в історії їх розвитку, геоморфологічній, геологічній будові, особливо четвертинної товщі, морфології рельєфу тощо. Межа між ними в своїй основі має тектонічне походження – це неотектонічний розлом, який має більш глибинну природу. Амплітуда його 40-60 м [52, 60, 154].

На поверхні межа проходить практично під кутом до меридіонального напрямку річкових долин. Ця межа відділяє два геоморфологічних райони – Рогатинське Опілля і Гологори. У більш детальній схемі геоморфологічного районування П. М. Цися [211] тут виділена також Галицько-Букачівська улоговина з акумулятивно-рівнинним рельєфом. До улоговини з південного заходу прилягає район акумулятивних терасових долин Середнього Придністров'я.

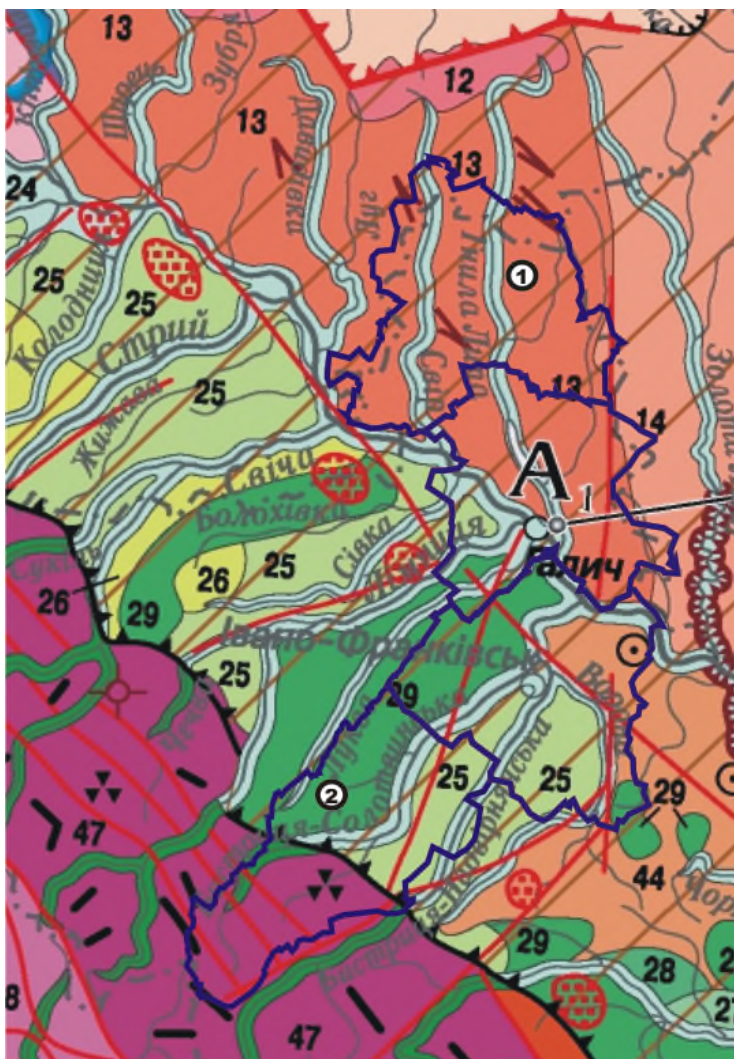
Існує незначне просторове неспівпадіння між межею, що пролягає на глибині, і тією, яка проводиться на поверхні. Остання зміщена північно-східніше щодо розлому приблизно на 1 км.

Крім того, з геоморфологічної точки зору район надзвичайно цікавий ще й тому, що розташований на стику двох великих, морфологічно відмінних між собою, відтинків долини Дністра – передкарпатського і подільського. Тому тут долини лівобережних притоків поєднує одночасно перші та другі тераси з крутими обривистими бортами долин, притаманними для Поділля [222].

Для прилеглої до долини Дністра частини Рогатинського Опілля характерне поєднання горбастих пасм і широких долин лівих подільських притоків Дністра. Пасма і долини витягнуті з півночі на південь. Для пасм та окремих горбів характерна асиметрія схилів: західні і північно-західні схили більш круті у порівнянні зі східними. На південному заході району у основні риси рельєфу Рогатинського Опілля суттєві корективи були внесені впливом долини Дністра.

Верхньоплейстоценові 2 і 1 надзаплавні і голоценова перша тераса та серія різновисотних заплавних рівнів розвинуті суцільними, різної ширини смугами вздовж лівого берега Дністра та його доплив. Їх геологічні розрізи принципово не відрізняються і представлені у нижній частині гравійно-галечниковою пачкою руслової фації алювію, з лінзами, прошарками пісків, супісків і суглинків та включеннями похованих дерев. Зверху алювій руслової фації перекривається заплавним супіщано-суглинистим алювієм.

Рогатинське Опілля – це район акумулятивних терасових межиріч і долин Середнього Придністров'я, орографічно досить одноманітний – невеликі ліві притоки Дністра, зокрема Свірж, Гнила Липа та ін. своїми сучасними долинами розчленовують Рогатинське Опілля на окремі сегменти межирічкових височин, що витягнуті, як і долини річок, з півночі на південь.



**Рисунок 3.10 – Геоморфологічна картосхема Рогатинського (1) та Богородчанського (2) районів.  
М 1 : 600 000**

Таким чином, створюється послідовне, поперемінне чергування практично паралельних між собою глибоко врізаних сучасних долин лівих приток Дністра з височинами їх межиріч. Височини при виході до долини Дністра завершуються, як правило, своєрідними мисоподібними виступами, з крутими, обривистими схилами та окремими останцями (рис. 3.6). Абсолютні відмітки на межиріччях у прилеглих до Дністра районах коливаються від 250 до 300 м, поступово зростаючи у північному напрямку. Відносні перевищення поверхонь межиріч над руслами річок досягають 20-50 м.

На південному заході району морфологічно чітко вимальовується Галицько-Букачівська улоговина, з її монотонним, вирівняним рельєфом. Питання походження улоговини залишається усе ще не розв'язаним. Максимальну ширину (понад 6 км) улоговина досягає за межами району, поступово звужуючись вниз по течії Дністра і повністю зникає нижче від гирла Бистриці. У будові улоговини домінуюче значення належить верхньоплейстоценовим другій і першій терасам та голоценовим різновисотним заплавам Дністра. Більш давні тераси, нижньо-середньоплейстоценові, можливо є лише у районі Букачівців.

Таким чином, геоморфологічна структура сформувала той фон, на якому відбувалось утворення сучасних ландшафтів, а вони, у свою чергу, обумовили розподіл геоecологічних смуг та інших утворень.

### 3.1.4 Гідросфера та водні ресурси

Вода як компонент природних ландшафтів, одночасно є природним ресурсом і елементом продуктивних сил, який впливає на економічний і соціальний розвиток району. На сучасному етапі вода розглядається як обмежувальний чинник економічного розвитку і визначальний фактор формування безпечних умов життєдіяльності людини [20, 27, 28, 124, 125, 229, 243, 246].

Водні ресурси у Рогатинському районі представлені поверхневими і підземними водами, які територіально розподілені нерівномірно.

*Поверхневі води* району сконцентровані у річках та штучних водоймах (водосховищах і ставках) [160].

Гнила Липа – ліва притока середньої течії Дністра. Тече з півночі на південь майже у меридіональному напрямку. Довжина 87 км. Бере початок з джерела біля села Липівці Перемишлянського району Львівської області на висоті 335 м н.р.м. Ріка має 6 притоків довжиною більше 10 км – річки Поглибиця, Марушка, Болотня, Студений Потік, Уїздський Потік та Нараївка – загальна довжина яких 116 км. Коефіцієнт густоти річкової мережі (без врахування рік з довжиною менше 10 км) складає 0,16 км/км<sup>2</sup>. Падіння ріки 122 м, середньозважений нахил 1,0 м/км.

Долина річки Гнила Липа у верхів'ї V-подібна, нижче – переважно трапецієвидна, ширина – до 2,6 км. Береги – відносно круті і високі, розчленовані ярами і балками, малозаліснені і розорані. Річище помірно звивисте. Пересічна глибина 0,5-1,5 м, найбільша - 3 м. Швидкість течії – 0,2-0,3 м/с. Характерною особливістю річки Гнила Липа є залягання в її долині потужних відкладів торфів. Їх видобуток для потреб сільського господарства значно вплинув на екосистему річки. Процеси торфоутворення супроводжуються сірководневими виділеннями, що і дало назву річці – Гнила Липа. Саме на сірководневих торфоболотах функціонує бальнеологічний санаторій для лікування хвороб опорно-рухового апарату у селі Черче Рогатинського району [34, 41].

Живлення Гнилої Липи снігове і дощове. Весняні паводки зумовлюють підняття рівнів на 1-2,5 м, інколи – на 3-4 м. Норма стоку – 150 млн м<sup>3</sup> за рік (із них у Івано-Франківській області – 88 млн м<sup>3</sup>). Він забезпеченістю 75 і 95 % складає відповідно 87,9 і 118 млн м<sup>3</sup>. Стік ріки зарегульований на 36,2%. Кількість штучних водойм, які регулюють місцевий стік, нараховує 113 одиниць. Їх сумарний об'єм складає 54,4 млн м<sup>3</sup> (у тому числі Бурштинське водосховище – 50 млн м<sup>3</sup>).

Багаторічний середній стік розподіляється за сезонами: весною (III-V місяці) 40,5 %, влітку (VI-VIII місяці) – 18,6 %, восени (IX-XI місяці) – 17,3 %, зимою (XII-II місяці) – 23,6 %.

Річка Нараївка – ліва притока Гнилої Липи. Довжина 56 км, площа басейну – 0,357 тис.км<sup>2</sup>. Бере початок на Подільській височині біля села Новосілки Перемишлянського району Львівської області.

*Озера, водосховища, ставки.* У басейні Гнилої Липи природних озер немає.

У 1965 р. на річці Гнила Липа у сусідньому Галицькому районі збудовано Бурштинське водосховище для забезпечення потреб Бурштинської ТЕС. Довжина водосховища 6,5 км, ширина – до 3,5 км, площа – 1260 га. Пересічна глибина 4 м, максимальна – 10 м. Об'єм води 50 млн. м<sup>3</sup>. Північні та західні береги водосховища пологі, східні – круті, уражені абразійними процесами. Мінералізація води до 500 мг/дм<sup>3</sup>, кількість розчиненого кисню 2-7,2 мг/дм<sup>3</sup>. Температура води у липні +22 - +24 °С. Замерзає частково біля греблі у січні – лютому. Коливання рівня води до 1 м. Водна рослинність Бурштинського водосховища – водяний хвощ, водяна папороть, стрілолист, куга озерна, очерет, розвиваються зелені водорості та фітопланктон. Риби – товстолобик, карась, щука, лящ, білий амур, окунь та ін.



Існуючий у районі народогосподарський комплекс потребує значних об'ємів води. Основні підгалузі водогосподарського комплексу – водопостачання промисловості, населених пунктів, сільськогосподарського виробництва, рибне господарство, рекреація і відпочинок. Для питного водопостачання поверхневі води (річкові води) не використовуються. Забір води з цієї метою та для розливу природних столових вод здійснюється з підземних вод. Поверхневі води використовують тільки для технічних та рекреаційних цілей.

*Грунтові та підземні води.* У гідрогеологічному відношенні територія Рогатинського району розташована у межах Волино-Подільського артезіанського басейну, для якого характерна наявність великої кількості водоносних горизонтів і комплексів, приурочених до потужної товщі кайнозойських, мезозойських і палеозойських відкладів.

З усіх видів водних ресурсів найбільш цінними для водопостачання є підземні прісні води Галицького і Рогатинського районів. У басейні річки Гнила Липа є 15 родовищ підземних вод. Запаси складають 10,78 млн. м<sup>3</sup>/рік, у тому числі в Рогатинському районі – 2,92 млн м<sup>3</sup>/рік.

Горизонти підземних вод залягають на глибинах від 1 до 30 м. За хімічним складом вони переважно гідрокарбонатно-натрієво-кальцієво-магнієвого типу з мінералізацією 0,2-0,8 г/дм<sup>3</sup>. Характерною особливістю підземних вод є низький вміст таких мікроелементів як йод, фтор, кобальт і молібден [117].

Підземні води використовуються для питного водопостачання і розливу природно-столових вод.

### **3.1.5 Атмосферне повітря і кліматичні ресурси**

Клімат Рогатинського району (рис. 3.11) формується під впливом морських і континентальних повітряних мас. Найбільший вплив мають впродовж року Азорський максимум та Ісландський мінімум. Західний перенос спричиняє переміщення циклонів з Атлантики. Формуючись у районі Ісландії, вони взимку приносять порівняно теплу погоду з опадами, а влітку – прохолодну, теж із значною кількістю опадів.

Азорський антициклон зумовлює суху погоду, порівняно теплу взимку і суху влітку. У літній період на територію району іноді заходить повітря з Арктичної області високого тиску, але прогриваючись на довгому шляху, воно стає жарким і сухим. Узимку значний вплив має Сибірський максимум, який зумовлює морозну і вітряну погоду.

Діяльність цих центрів високого і низького тиску і визначає вітровий режим у межах Рогатинського району, тому частково з напрямком вітру пов'язані температура і вологість повітря. Взимку характерними є західні і північно-західні вітри, рідше – холодні східні. Для літа також переважаючими є західні та північно-західні, часто бувають і вітри південних напрямків. Вітри переважно слабкі та помірні, із швидкістю від 0 до 5 м/с, а взимку – від 6 до 10 м/с. В окремі роки спостерігаються ураганні вітри.

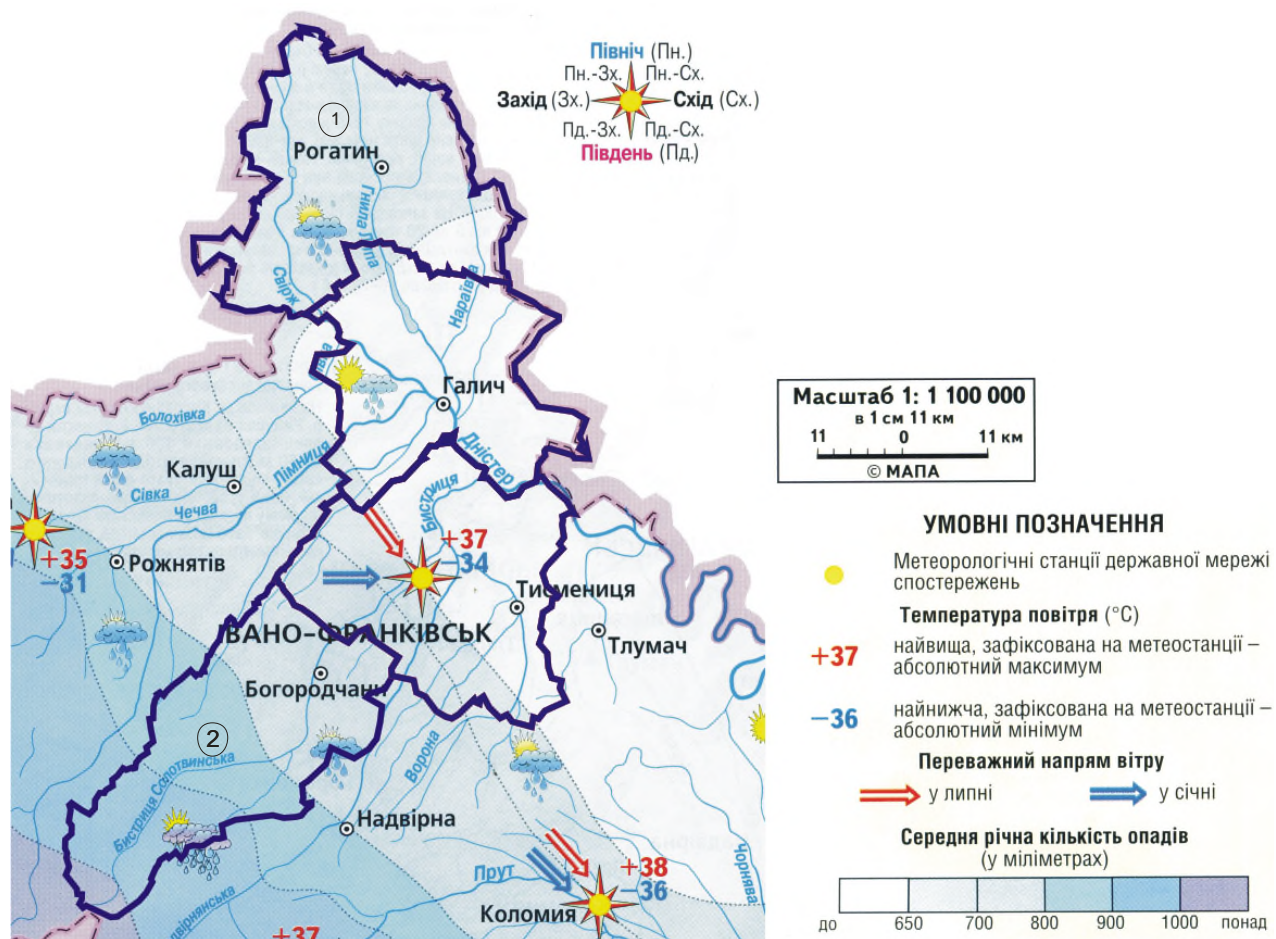
Річний хід температур континентальний, тобто відзначається невисокими амплітудами в літні місяці і порівняно високими взимку. Найтеплішим місяцем року вважають липень, в якому середньомісячна температура досягає плюс 18 С. Найхолоднішими звичайно є січень і лютий.

Так, середньомісячна температура в січні опускається до мінус 5 °С. У зазначені місяці зафіксовані і абсолютні значення температур: максимум плюс 37 °С і мінімум мінус 34°С.

Період року з середньою добовою температурою повітря вище 0 °С звичайно настає після 10 березня і закінчується орієнтовно 20 листопада. Найтепліший час року, коли середньодобова температура перевищує плюс 10 °С, складає 140-160 днів. Настає він після 25 квітня і триває в середньому до 5 жовтня.

Тривалі морози з'являються після першого жовтня, а навесні можуть тривати до кінця квітня, навіть до першої декади травня. Протягом року спостерігається від 40 до 60 днів з туманами. Опадів випадає протягом року багато, близько 670 мм. Найбільша їх кількість припадає на проміжок часу від травня по серпень включно (70 %), а піковими місяцями є липень (90 мм) і червень (110 мм).

Зафіксований максимум добових опадів складає 93 мм. Мінімальними опадами з року в рік характеризуються січень і лютий (на рівні 20-30 мм). Середня висота снігового покриву складає 16 см, максимальна – 38 см [14].



**Рисунок 3.11 – Картосхема клімату Рогатинського (1) та Богородчанського (2) районів. М 1 : 1 100 000**

### 3.1.6 Ґрунтовий покрив та земельні ресурси

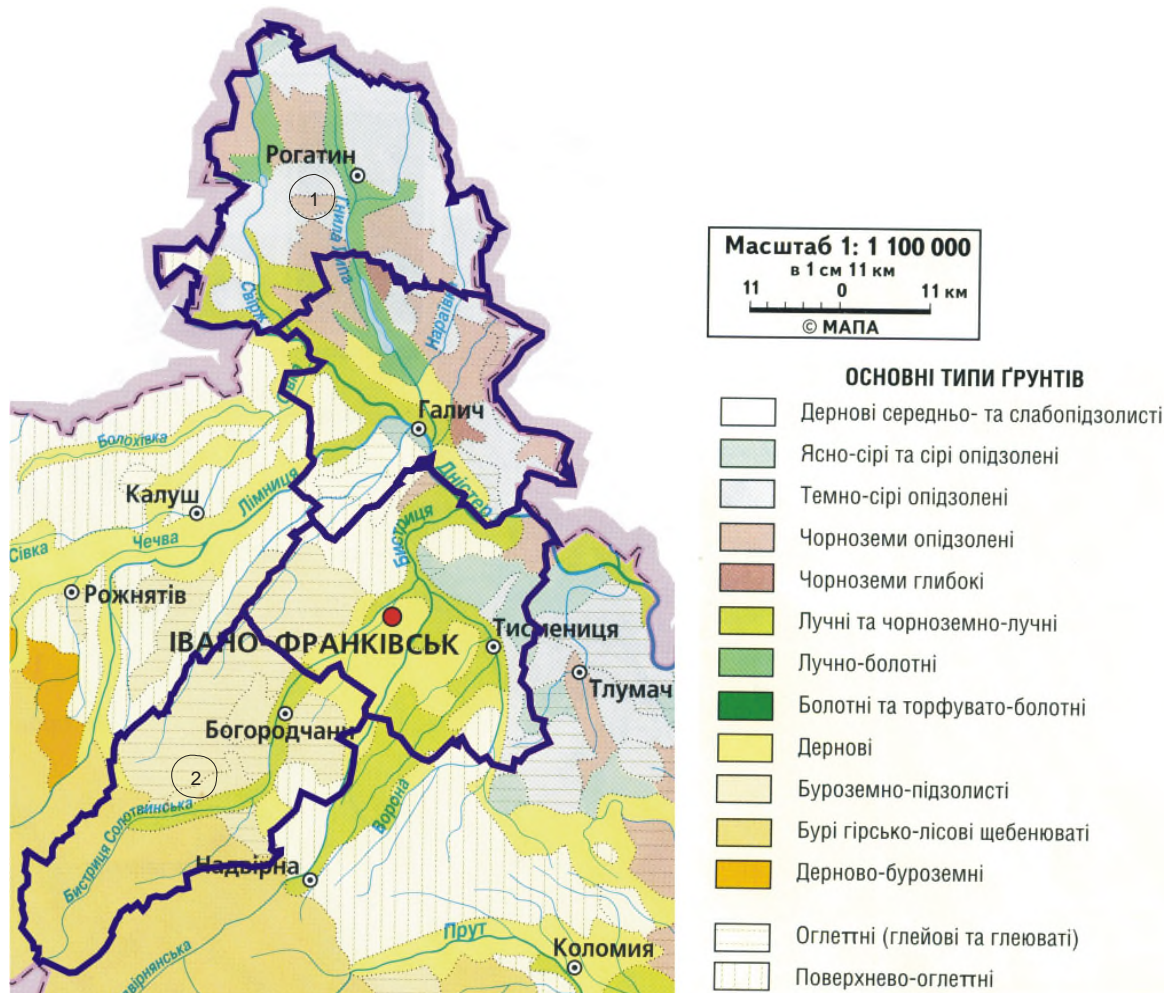
Ґрунтом називають поверхневі шари земної кори (суходолу) видозмінені під впливом живих організмів, передусім зелених рослин, які відрізняються від гірських порід дисперсністю мінеральної маси, значним вмістом специфічних органічних речовин (гумусу) і мають істотну відмінність – родючість, тобто здатність забезпечувати врожай зелених рослин. Ґрунти є функцією, результатом життєдіяльності зелених рослин і умовою їх існування. Ґрунти – це орґано-мінеральні утворення, що виникли в результаті тривалої взаємодії живих організмів і субстрату (певного типу порід – гранітів, вапняків, базальтів, глин, пісків чи сланцю), розкладу живих організмів, впливу природних вод і атмосферного повітря [11, 15, 16, 74, 158].

Дуже важливим компонентом ґрунту є перегній – органічна речовина, яка утворюється з решток померлих рослин під впливом діяльності мікроорґанізмів, які живляться вуглеводнями, білками, жирами, лігнітом, пектином, цукром, іншими речовинами, що містяться у рослинах. Ґрунт забезпечує рослинний світ калієм і вуглецем, а також азотом і фосфором, які входять до складу білка. Ґрунти мають 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 є регулятором водного балансу суші. Тому користуватися землею, ґрунтом слід розумно й обережно [73].



Ґрунт, який не є продуктом праці людини й створювався природою протягом тисячоліть, нині в результаті хижацького користування, нерозумної аграрної політики та розбазарювання під різні види будівництва, кар'єри, полігони перебуває в стані виснаження, вичерпання. Для відтворення структури й родючості ґрунтів необхідні такі заходи як: нейтралізація, розсолення, збагачення гумусом [15, 16].

У Рогатинському районі поширені такі типи ґрунтів: сірі опідзолені ґрунти, чорноземи опідзолені, чорноземи глибокі, дерново-підзолисті, дернові, лучні, лучно-болотні та болотні ґрунти, торфовища (рис. 3.12).



**Рисунок 3.12 – Ґрунтова картосхема Рогатинського (1) та Богородчанського (2) районів. М 1 : 1 100 000**

Сірі опідзолені ґрунти займають 38 % площі району. Бувають на легкосуглинистих лесових породах, які у минулому були вкриті дубовими, дубово-грабовими і дубово-буковими лісами. Розрізняють темно-сірі, сірі і ясно-сірі ґрунти. У темно-сірих ґрунтах вміст гумусу – 2,5-4,0 %, рН – 5,5-6,5, ступінь насиченості основами досягає 80-85 %; в сірих – гумусу – 1,5-2,5 %, рН – 5-6, ступінь насиченості основами – до 70 %; в ясно-сірих – гумусу – до 1,5-2,0 %, рН – 4,8-5,2, а ступінь насиченості основами – менше 50-60 %. У поширенні сірих опідзолених ґрунтів спостерігається така закономірність: темно-сірі ґрунти займають найменш розчленовані поверхні (нижні надзаплавні тераси та пологісті схили височин), сірі, як правило, розвинуті на дещо крутіших, слабоспадистих схилах височин, а ясно-сірі – на спадистих і сильно-спадистих схилах з пилюватими супіщаними суглинками. У зв'язку з розміщенням на схилах та пилювато-супіщаним механічним складом сірі ґрунти легко піддаються водній ерозії. Тому вони вимагають протиерозійних заходів для збереження родючості [29].

Чорноземи опідзолені. Утворилися на схилах слабохвилястих височин, вкритих середньосуглинистими лесовими породами і зайнятих спочатку лучними степами, а пізніше, внаслідок деякого зволоження клімату, замінені дубовими та дубово-грабовими лісами, які призвели до повного опідзолювання цих ґрунтів. Опідзолені чорноземи мають досить потужний (до 40 см) гумусовий горизонт, що містить до 4,5-5,0 % перегною, характеризується слабокислою реакцією (рН– 5,5-6,0) і насиченням увібраними основами на 85-90%.

Чорноземи глибокі мало гумусні займають 32% площі району. Належать до найкращої групи ґрунтів у басейні річки Гнила Липа. Вони характеризуються значною потужністю гумусового профілю (120-140 см) і вмістом гумусу в орному шарі (до 4,5-6,0%), слабокислою або нейтральною реакцією (рН – 6,0-7,0) і на 90-95% насичені основами. Поширені ці ґрунти на плоских межиріччях.

Дерново-підзолисті ґрунти. Поширені на річкових терасах, складених галечниками, суглинками і колись вкритих смереково-буковими і дубовими лісами. Це ґрунти переважно середньо- і сильно підзолисті, сильно кислі (рН – 3,5-4,5), поверхнево-оглеєні, з вмістом гумусу у орному шарі від 2 до 3%, ступінь насичення увібраними основами менше 60%.

У низинних місцевостях (річкові заплави, міжрічкові слабо дреновані улоговини) поширені дернові, лучні, лучно-болотні та болотні ґрунти.

Ґрунти на території району забруднюються внаслідок викидів забруднювальних речовин в атмосферу промисловими підприємствами і автотранспортом, а також внаслідок внесення на сільськогосподарські угіддя мінеральних добрив і пестицидів. Дослідженнями забруднення ґрунтів на території Рогатинського району виявлені аномалії з підвищеним вмістом (більше ГДК) у ґрунтах Co, Hg, Cu, Zn, Ni.

Рогатинський район відзначається багатством та різноманітністю природних ресурсів. Найбільш цінними є земельні ресурси, до складу яких входять високопродуктивні чорноземи та сірі лісові ґрунти. Земельні ресурси використовують дуже інтенсивно. Загальна площа земель – 81 541 га.

У структурі земельних ресурсів району значну частину займає рілля, яку з екологічних позицій розглядають як дестабілізуючий чинник. Під ріллею зайнято 43,37 тис. га. Розораність території у 1,5 рази перевищує екологічні нормативи. За значної розораності території, розчленованості рельєфу, зливого характеру опадів, низької протиерозійної стійкості ґрунтів, зниження площ стабілізуючих угідь (таких як ліси, луки, чагарники, водно-болотні угіддя) активізувалися процеси водної ерозії.

Внаслідок ерозії і недостатнього внесення органічних та мінеральних добрив зменшується вміст гумусу у ґрунтах, створюються умови для їх деградації (руйнування). Це свідчить про відсутність у районі ефективної системи управління земельними ресурсами, наслідком чого є руйнування біогеоценотичного покриву і втрата біорізноманіття.

Однак, за останні п'ять років на території району спостерігаються позитивні тенденції до зменшення частки ріллі на 4,0 % у загальній площі сільгоспугідь. Зменшення показника розораності пояснюється збільшенням площ під перелогами та природними пасовищами (під пасовищами знаходиться 8,83 тис. га), а також відведенням під забудову.

Природні сіножаті посідають провідні місця в структурі сільськогосподарського землекористування району і займають 5,10 тис. га.

Традиційною галуззю сільськогосподарського виробництва району тривалий час лишається садівництво. Загальна площа земель під усіма багаторічними насадженнями складає 0,87 тис. га.

Високий відсоток розораності, нераціональне ведення сільського господарства призвели до зниження земельного ресурсного потенціалу.

Досліджувана територія належить із-поміж регіонів України до категорії із низькою землезабезпеченістю, що пояснюється не лише домінуванням інших видів землекористування в структурі земельного фонду, а й високою щільністю населення, що становить тут понад 100 осіб/ км<sup>2</sup>. Пересічна забезпеченість сільськогосподарськими угіддями одного жителя Івано-Франківської області на 1.01.2012 р. становили 0,45 га (в Україні 0,80 га).

Спостерігаються різкі територіальні відмінності в показниках забезпеченості населення сільськогосподарськими землями. Найвищі показники в Рогатинському (1,14 га), Верховинському (1,06 га), Городенківському (1,01 га) та Тлумацькому (0,94 га) районах. Виходячи із реальної соціально-економічної ситуації, головними завданнями використання землі, природних ресурсів, охорони навколишнього середовища є:

- домогтися в процесі земельної реформи віддачі сільгоспугідь, підвищення родючості орних земель;
- забезпечення захисту земель від водної ерозії, їх деградації, припинення використання земель не за цільовим призначенням;
- припинення розорювання заплавлених земель малих річок і застосування тут засобів хімізації.

У районі здійснено ряд практичних заходів з попередження негативних процесів, які мають місце внаслідок стихійних і сезонних паводків. Вони спрямовані на зменшення водної ерозії, замулення водотоків малих річок та заболочення сільгоспугідь. Відрегульовано і поглиблено русла річок Гнилої Липи, цілого ряду менших річок, струмків, джерел питної води, ставків, каналів осушних систем.

Скорочуються площі орних земель під технічними культурами. Площа під цукровим буряком зменшилася в чотири рази, аналогічна ситуація і з овочами і картоплею.

Одночасно внаслідок різкого зменшення застосування хімічних заходів у сільськогосподарському виробництві зросла забур'яненість сільгоспугідь та захворюваність сільгоспкультур.

Якщо на початку 90-х р. в районі щороку використовували 150 тонн отрутохімікатів, то у 2012 році всього 14 тонн. Економічний стан більшості сільгоспвиробництв не дозволяє здійснювати повномасштабні програми боротьби з бур'янами і хворобами сільгоспкультур.

Нині охорона й раціональне використання земельних ресурсів (орні землі, пасовиська, сінокоси, рекреаційні зони) – одна з найактуальніших проблем. Основними засобами відновлення ґрунтів на ділянках рельєфу є ділянкове лісонасадження і деревонасадження у вигляді лісозахисних смуг, екологічно обґрунтоване зрошення земель, впровадження сівозмін, періодична консервація угідь.

### **3.1.7 Фітосфера та біологічні ресурси**

Фітосфера, або рослинний покрив суші Землі, є основою забезпечення життєдіяльності тваринного світу і людей. Природний рослинний покрив і агрокультури значною мірою забруднені, що дуже небезпечно для тварин і людей. Характеристика рослинності показана на карті (рис. 3.13) [13, 16, 56, 57, 147, 213].

Територія району відноситься до Розтоцько-Опільсько-Кременецького геоботанічного округу з буковими, сосново-буковими, дубовими та грабово-дубовими лісами. У доагрикультурний період (I тис. н.е.) панівним типом рослинності на території району були дубові і букові ліси. Тепер лісів тут залишилося мало. Лісистість складає на даний час всього 24,6 %, тобто зменшилась більше, ніж у три рази. Це, переважно, похідні грабово-дубові і дубові ліси, букові діброви. Сільськогосподарські угіддя займають понад 60 % території. Заплави, вкриті луками, займають 15 % всієї площі земельних угідь.

У цілому, рослинність представлена лісовими, лісолучними, лучними, болотними, лучно-степовими фітоценозами. Комплексного вивчення рослинності та флори не проводили, тому інвентаризацію флори регіону не можна вважати завершеною.

Фунуціональна структура лісів включає ліси природоохоронного та експлуатаційного призначення. Середній вік деревостанів 40-60 років. Загальний запас деревени в лісах на території Рогатинського району складає – 2,3 млн. м<sup>3</sup>.

Діброви з дуба звичайного – це ліси деревно-чагарникового типу, з добре розвиненими не лише деревними ярусами, але й суцільним підліском, що зберігається протягом усього існування лісу. Деревостани таких лісів одноярусні. Зімкненість їх становить 0,7.

Складаються вони з дуба звичайного II бонітету, з домішкою граба, ясена, осики, берези бородавчастої. Підлісок добре розвинений (покриття 15-35 %). В його основі - ліщина, клен татарський, крушина ламка, свидина, бруслина європейська, терен, глід одноматочковий.

У трав'яному ярусі (покриття до 40 %) переважає осока трясучковидна. З інших видів найбільш типові – анемона дібровна, ялиця звичайна, фіалка лісова, підмаренник пахучий, розхідник звичайний, вербозілля лучне, медунка темна, підлісник європейський.

Дубові ліси займають невеликі площі, тому вимагають охорони.



**Рисунок 3.13 – Картосхема рослинності Рогатинського (1) та Богородчанського (2) районів. М 1 : 1 100 000**

Грабово-дубові ліси – це перший ярус, сформований головною породою – дубом звичайним, другий – грабом звичайним. Через дуже густий другий ярус, який утворює граб, чагарникового ярусу практично немає. Із супутніх порід зустрічаються клен-явір, липа серцелиста, ясен, в'яз. Підлісок представлений переважно ліщиною, глодом, бруслиною європейською, шипшинами та ін. Що ж до трав'яного покриву, то він завжди рясніший у мало змінених порубами двоярусних деревостанах і, навпаки, помітно рідший під густо зімкнутими чисто грабовими наметами. Трав'яний покрив густий і багатий видами. Домінують типові неморальні види – ялиця звичайна, осики волосиста й трясучковидна, маренка запашна, зірочник лісовий. Трапляються також і бореальні види – кислиця звичайна, орляк, веснівка дволиста.

Дубово-грабові ліси приурочені до дренованих вологих світло-сірих і сірих опідзолених суглинистих ґрунтів на підвищеннях рельєфу з хвилястою розчленованою поверхнею. Це дуже затінені густі насадження з погано вираженим підліском та рідким трав'яним покривом. У деревостані, крім граба й дуба, беруть участь ясен, липа серцелиста, клени звичайний і польовий, осика, береза.



У підліску – ліщина, вовчі ягоди звичайні, бруслина європейська і бородавчата, калина. Трав'яний покрив формують – яглиця звичайна, маренка запашна, зеленчук жовтий, осоки волосиста і пальчата, конвалія травнева, копитняк європейський, медунка темна, фіалка дивна, апозерис смердючий, купина кільчата, зірочник лісовий.

З видів, занесених до Червоної книги України, в цих лісах трапляються лілія кучерява (лісова), скополія карніолійська, беладона звичайна, любки дволиста й зеленоцвіта, коручка темно-червона, зозуліні сльози яйцелисті, булатка червона та інші [55, 213].

Букові ліси пов'язані з найбільш підвищеними ділянками місцевості. Нижчі положення займають грабово-букові ліси. У деревостанах рівнинних букових лісів панує бук. Інші породи домішані поодинокими екземплярами. Це – граб, клен гостролистий, явір, липа серцелиста і широколиста, ялина, ялиця. У складі деревостанів беруть також участь дуб звичайний і ясен.

Зімкненість крон – до 0,9 і більше, тому чагарниковий і трав'яний яруси розвинені слабо і бідні за видовим складом. Переважають тінелюбні види. Якщо наявний чагарниковий ярус, то особливо багато виростає вовчого лика, ліщини, глоду одноматочкового, калини (гордовини, подекуди), малини, ожини та інших. У підліску трапляються також свидина, вовчі ягоди звичайні, бруслина бородавчата.

З рослин, занесених до Червоної книги України, у букових лісах бувають підсніжник звичайний, шафран Гейфеля, цибуля ведмежа, лілія лісова, кілька видів зозулинцевих.

Грабово-букові ліси займають незначні площі. Це двоярусні ліси, в першому ярусі переважає бук I бонітету, з домішкою ясена звичайного, явора, клена гостролистого, черешні. У другому ярусі – граб II бонітету. Підлісок у таких лісах складається з поодиноких кущів ліщини, малини, ожини.

У трав'яному покриві найчастіше трапляються осока волосиста, апозерис смердючий, підмаренник пахучий, квасениця, копитняк, фіалка лісова, медунка маленька, зеленчук, вороняче око, підлісник європейський, грястиця збірна, шавлія клейка, чистотіл звичайний, зубниця залозиста, таволжник звичайний, медунка лікарська.

На невеликих площах по долинах річок збереглися надрічкові і заплавні ліси, а найбільші площі серед них займають чорновільхові ліси.

Найбільшу наукову і природоохоронну цінність представляють лучно-степові комплекси, що виникли на місці дубових лісів після їх вирубки й тривалого випасу худоби та сінокосіння. Ці природні комплекси сформувались переважно на схилах горбів ерозійно-тектонічного походження з виходами карбонатних порід та гіпсів.

Флора і рослинність цих лучно-степових ділянок надзвичайно багата, різноманітна й специфічна. Флористичне ядро утворюють центральноєвропейські види – суховершки великоквіткові, чистець прямий, півники угорські, перстач білий, цибуля гірська, оман мечолистий, шавлія ячна. Разом з тим помітну участь у формуванні ценозів відіграють компоненти східноєвропейських степів – вівсюнець пустельний і Шелла, ковила пірчаста й волосиста, європейсько-сибірські види – горицвіт весняний, дзвоники сибірські, астрагал австрійський, гадючник звичайний, коцюніжка пірчаста, причорноморські – шавлія поникла, волошка східна й Маршала, перстач пісковий та інші.

Особливої специфіки рослинному покриву лучно-степових ділянок надає група видів – реліктів дольодовикового походження. Тут збереглися навіть унікальні дольодовикові рослинні угруповання (вівсюнця пустельного, сеслерії хейфлерової, чебрецю подільського). Це явище пояснюють тим, що подільські лучні степи майже не зазнали впливу льодовиків і служили сховищем для рослинності, забезпечивши пізніше самобутній розвиток флористичного комплексу цих територій.

Близько тридцяти видів рослин, з тих, що є на лучно-степових ділянках, занесено до Червоної книги України [213].

Болота Рогатинського району відносяться до евтрофного типу і розташовані переважно в долині рр. Гнилої Липи, Свірж, Любешки, Студений, Охаба. Болотяна рослинність представлена високотрав'яними угрупованнями з очеретом звичайним, рогазом широколистим і вузьколистим, комишем лісовим, лепешняком великим, айром звичайним.

У цих угрупованнях беруть участь також осоки – чорна, Девелова, струнка, пухирчаста, здута; водні рослини – частуха подорожникова, сусак зонтичний, у водоймах бувають жабурник звичайний, рдесники, ряска мала, іноді латаття біла, водяний горіх звичайний.

Таким чином, одним із завдань є вироблення і здійснення програми природоохоронного і рекреаційного призначення лісів, а саме:

- 1) проведення обстеження;
- 2) уточнення режимів господарського користування;
- 3) здійснення заліснення крутосхилів;
- 4) вивчення еродованих малопродуктивних земель для заліснення, зокрема полігонів промислових відходів;
- 5) для виконання програми лісовідновлення у всіх майстерських ділянках лісгоспів робити заготівлю посадкового матеріалу, зокрема самосіву бука з-під пологів лісу.

Разом з тим, ліси Рогатинського району мають дуже важливе значення для рекреації та оздоровлення і виконують протиерозійні, водоохоронні, санітарно-гігієнічні функції.

### **3.1.8 Зоосфера**

Зоосфера – це весь тваринний світ, що живе на суші і у водах Світового океану. Згідно з зоогеографічним районуванням, Рогатинський район розташований в межах двох провінцій: провінції Лісостепу (Центральнолісостеповий округ; Подільсько-Придністровська ділянка) і провінції Мішаних лісів (Карпатський округ; Передкарпатська ділянка). Незважаючи на значну сільськогосподарську та промислову освоєність території району, він відзначається різноманітним багатим тваринним світом [12, 14].

У лісах району водяться козулі й кабани, лисиці, зайці, куниці, білки, тхори лісові. Трапляються часто і борсуки, що занесені до Червоної книги України.

У долинах річок, на берегах потоків і струмків, озер, ставків, у заростях очерету, лісах водяться ондатри, відмічені знахідки таких рідкісних тварин, занесених до Червоної книги України, як горностай, норка європейська, видра річкова. В очеретяних заростях у долині Дністра водився навіть кіт лісовий. На степових ділянках, нежитках, балках, у лісосмугах, між вапняками й гіпсовими виступами ще подекуди збереглися тхори степові – рідкісні й скритні тварини, занесені до Червоної книги України [14].

Рогатинський район відзначається особливим пташиним розмаїттям і змінюється відповідно до пори року. У весняно-літній період – це в основному лісові птахи, насамперед різноманітні горобині, що складають загальний фон пташиного населення. До видів-домінантів мішаних лісів літнього аспекту належать зяблик, шпак, вивільга, вівчарика.

Звичайними птахами на кожному комплексі ставів є: крижень, чернь чорноголова, лисуха, норець великий, норець сірощокий, мартин звичайний, очеретянка велика. Саме завдяки ставкам зросла чисельність крячка білощокого.

У річках та ставках водяться різноманітні види риб, багато з яких мають важливе господарське значення – короп, окунь, лящ, сом, марена, головень, в'язь, рибець, лин та багато інших.

Відповідно до закону України «Про охорону тваринного світу» та місцевих умов, закріплено мисливські угіддя за товариствами мисливців і рибалок, затверджено статуси товариств і плани їх діяльності для збереження фауни, здійснено таксацію. Основна увага мисливців та егерів спрямовується на виконання біотехнологічних заходів зі збільшення чисельності дикої фауни, охорони місць розведення і шляхів міграції, зокрема копитних і хутрових звірів, а також рідкісних і червонокнижних видів орнітофауни – чорного лелеки, довгохвостой сови, сріблястого мартина та інших. До Червоної книги України занесені горностай і борсук.

Однак, чисельність основних видів мисливської фауни, особливо копитних і хутрових звірів, набагато нижча від оптимальної.



Причини – звичайний антропогенний вплив, незадовільне ведення мисливського господарства, зокрема відтворення і збереження погोलів'я, недостатня боротьба з браконьєрством.

### **3.1.9 Демосфера**

Демосфера об'єднує всю спільність людей з їх фізичним та психічним станом, а також захворюваннями залежно від екологічних чинників, санітарно-гігієнічного та медико-біологічного стану тієї чи іншої території, віку людини, професійних умов праці. Здоров'я людини, за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, залежить на 50 % від соціальних умов, на 20 % від екології, на 20 % від генетики і на 10 % від рівня медичного обслуговування. І хоч частка екології, в середньому невелика, в деяких районах вона вже зросла більше як наполовину і в подальшому буде зростати досить істотно. Тому екологія демосфери – це одне із найважливіших завдань.

Рогатинський район утворений у 1939 р. Населення 43421 (на 1.09.2012). Площа 815 км<sup>2</sup>. Густота 53,7 осіб/км<sup>2</sup>.

Адміністративний центр – м. Рогатин. На території району розташовано 89 населених пунктів, що добровільно об'єднуються у три територіальні громади – Рогатинську, Нижньолипецьку і Букачівську.

Освітня система району представлена мережею дошкільних, загальноосвітніх та позашкільних закладів. У районі працює 9 дошкільних закладів на 285 місць, 60 загальноосвітніх шкіл, школа естетичного виховання. Із навчальних закладів 1 рівня акредитації функціонує Рогатинський аграрний коледж. Для підготовки юних спортсменів у районі діє дитячо-юнацька спортивна школа олімпійського резерву, де проходить спортивну підготовку 265 дітей.

Медичне обслуговування жителів району здійснюється через мережу трьох стаціонарних лікувальних закладів та 49 фельдшерсько-акушерських пунктів. На території району функціонує бальнеологічний санаторій «Черче» на 224 місця. Тут ефективно лікують захворювання, пов'язані з органами руху і периферичною нервовою системою.

У районі діє 144 заклади культури та 68 бібліотек. У галузі культури працює 321 особа, діє 445 клубних формувань, 19 народних аматорських колективів. У районі діє два музеї – ім. Б. Лепкого в с. Жовчів та історико-краєзнавчий музей в смт. Букачівці.

Пам'ятки архітектури Рогатинського району:

- с. Чесники. Миколаївська церква (XIV-XV, XIX ст.);
- Кам'яна церква Різдва Пресвятої Богородиці (XII-XIV ст.), м. Рогатин.;
- Дерев'яна церква Святого Духа (1644-1945 рр.), м. Рогатин. В церкві зберігся іконостас, створений на кошти Рогатинського братства в 1650 р. Це – перлина українського мистецтва XVII ст.;
- Готично-ренесансовий костел св. Миколая (1666 р.), м. Рогатин.

### **3.1.10 Техносфера**

Техносфера – це все те, що людина створила на Землі своєю діяльністю: народногосподарський комплекс з заводами і фабриками, транспортними артеріями і водосховищами, мільйонами гектарів розораних земель. Це також мільярди тонн твердих промислових і побутових відходів, сотні мільйонів кубометрів забруднених скидів у річки та моря, небезпечних викидів у повітря, це теплове, шумове, радіаційне, електромагнітне забруднення навколишнього середовища, одним словом, – це все те, що створено людиною і що тепер повернулося проти неї, її здоров'я, її спадковості, її життя та існування як біологічного виду на Землі.

Промисловість Рогатинського району представлена основними 11 підприємствами. За загальними обсягами виробництва найбільшу питому вагу в загальній структурі промислового виробництва займає харчова та переробна промисловість, яка представлена виробництвом

борошна, хліба та хлібобулочних виробів, мінеральної води, безалкогольних напоїв, консервів м'ясних та плодоовочевих, ковбасних виробів, масла тваринного, цільномолочної продукції, сиру та бринзи, круп.

У харчовій промисловості сьогодні ефективно працюють ЗАТ СП «Євро-Мілк», ТЗОВ «Галхімтекс», ЗАТ «Роксолана», СП «Галпласт», данська фірма «Даноша».

Однією з основних галузей промисловості в районі є видобуток корисних копалин і виробництво будівельних матеріалів. Рогатинський район достатньо забезпечений природними будівельними матеріалами (піском, вапняками, кам'яними, гіпсовими породами, каменем будівельним, глиною білою і червоною). Працює кілька потужних піщаних кар'єрів. Пісок родовищ використовують як будівельний матеріал і можна використовувати як сировина для виробництва скла. Найбільш розвіданим сьогодні є Погребенсько-Городенківське родовище пісків і Заланівське родовище вапняків. Потужність кварцових пісків у першому становить від 4 до 47,7 м, запаси понад 16 000 тис. м<sup>3</sup>, а товщина пластів 2-15,8 м. Потужність покладів вапняків Заланівського родовища становить у середньому 19 м, а запаси понад 10 500 тис. м<sup>3</sup>. Потужне родовище діє в селі Лопушна. Воно забезпечує вапняком вапняні печі в селах Верхня Липиця та Пуків, Потоківський цегельний завод, а також цех підприємства з випуску вапнякової муки. Великі родовища гіпсових порід є в селах Колоколин, Дегова, Явче, Лучинці. Будівельний камінь добувають майже по всьому району, а найбільші його запаси в селах Липівка, Воронів. Значними є і запаси червоної глини [169, 170].

В останні роки зросла мережа газопроводів, які є джерелами викидів у атмосферне повітря. Тернопільське лінійне управління магістральних газопроводів (ЛВУ МГ) має намір отримати дозвіл на викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами лінійної частини магістрального газопроводу (ЛЧ МГ) «Торжок-Долина», що проходить територією Рогатинського та Галицького районів Івано-Франківської області.

Основними джерелами утворення забруднювальних речовин на ЛЧ МГ є технологічне обладнання, під час роботи якого виділяється природний газ, та опалювальний котел АОТГ-23, розміщений на пункті заміру газу (ПЗГ), хут. Витань. Виділення газу зумовлено епізодичними технологічними операціями, передбаченими технологічним регламентом (стравлення, продування обладнання газопроводу). Забруднювальною речовиною, яку викидають в атмосферне повітря стаціонарні джерела викиду на ЛЧ МГ, є метан. Виділення продуктів згорання (азоту оксиду, вуглецю оксиду, вуглецю діоксиду) зумовлено роботою котла АОТГ-23 в опалювальний сезон. За величинами потенційних викидів метану (1127,809т/рік) підприємство підлягає взяттю на державний облік об'єктів, видів та обсягів забруднювальних речовин, що викидаються в атмосферне повітря.

Викиди здійснюються стаціонарними джерелами газорозподільних станцій (ГРС) Чагрів, ГРС Беньківці, ГРС Лопушня. Основними виробничими завданнями ГРС є: отримання газу з магістрального газопроводу, очищення його від механічних домішок, зниження тиску до заданого рівня і автоматичне підтримання на заданому рівні, одоризація газу, проведення обліку відпущеного газу. Основні вузли ГРС: переключення, очищення, підігрівання, редукування, обліку й одоризації. Залежно від потужностей споживання газу газорозподільні станції виконані різної пропускної спроможності (від 10 до 650 тис.м.куб. за годину).

Джерелами утворення забруднювальних речовин на ГРС є технологічне обладнання, при роботі якого, згідно з технологічним регламентом, виділяється природний газ (метан). Виділення продуктів згорання (азоту оксиду, вуглецю оксиду, вуглецю діоксиду) обумовлено роботою водонагрівачів (АГВ) в опалювальний сезон.

Розмір санітарно-захисної зони (СЗЗ) для кожної ГРС становить 300 м. СЗЗ для всіх об'єктів підприємства витримані.

Результати розрахунків розсіювання шкідливих речовин в приземному шарі атмосферного повітря показують, що викиди цих об'єктів підприємства не вносять суттєвого вкладу в забруднення атмосферного повітря. Обладнання на об'єктах експлуатують згідно з вимогами технологічного регламенту. На підприємстві ведеться контроль за викидами забруднювальних речовин.

На території району зареєстровано 325 суб'єктів підприємницької діяльності. Основну питому вагу серед підприємств малого бізнесу займають підприємства, які зайняті в сфері торгівлі та громадського харчування. Серед них ТзОВ «Кромас», «Орзон», «Омега», «Укрмедекспорт», «Гал-круїз», «Галхімпром», «Тірос-Петроль-Техно-Центр», «Колос», виробничо-комерційне підприємство «Укрнафтогазова компанія».

У сфері підприємницької діяльності зайнято 510 працюючих, або 3,5 % від загальної чисельності зайнятих у галузях економіки району.

### **3.1.11 Забруднення водних об'єктів, атмосферного повітря та ґрунтів техногенними джерелами**

Забруднення водних об'єктів району залежить від багатьох факторів, але головними з них є природні умови формування водних об'єктів та господарська діяльність людини на території водозбору [34, 35].

Забруднення до водних об'єктів надходять з точкових і дифузних джерел. У річку Гнила Липа лише у 2012 р. було скинуто ДП «Рогатинводоканалом» – 0,105 млн м<sup>3</sup> зворотних вод. Оцінка забруднення р. Гнила Липа проведена на основі порівняння результатів аналізів проб води з гранично-допустимими концентраціями (ГДК) забруднюючих речовин для вод рибогосподарських водойм. У створі нижче випуску зворотних вод з очисних споруд м. Рогатин вода у р. Гнила Липа забруднена сполуками азоту (NH<sub>4</sub>) – 1,6 ГДК і органічними речовинами (БСК<sub>5</sub>) – 1,5-2 ГДК.

Джерелом забруднення річок у басейні Гнилої Липи є поверхневий стік із сільськогосподарських угідь, селитебних територій і доріг, які є дифузними джерелами забруднення. Із дифузних джерел у водні об'єкти надходять мулисті частки, сполуки азоту, фосфору і калію, а також органічні речовини і шкідливі мікроорганізми.

Знеліснення території, розорювання земель на ерозійно-небезпечних схилах для вирощування сільськогосподарських культур призводить до змиву ґрунтів і виносу орного шару та внесених добрив і пестицидів у р. Гнила Липа та її притоки. Забруднення води негативно впливає на екосистему річок, що проявляється у розвитку процесів евтрофікації і цвітіння водосховища і ставків, погіршенні санітарно-гігієнічних характеристик води, зменшенні рибних запасів, втраті нерестилищ таких цінних видів риб як сом, сазан та ін.

Стан атмосферного повітря у Рогатинському районі зумовлений викидами забруднювальних речовин із стаціонарних джерел промислових підприємств. Основним джерелом надходження забруднювальних речовин в атмосферне повітря є Бурштинська ТЕС [149-152] (рис. 3.14).



**Рисунок 3.14 – Бурштинська ТЕС продовжує бути найбільшим забруднювачем атмосферного повітря у Західному регіоні України. Фото К.О. Радловської**

У 2012 р. викиди Бурштинської ТЕС склали 246,1 тис. тонн забруднювальних речовин, що складає 90 % загальної кількості викидів стаціонарними джерелами Івано-Франківської області і значно перевищує викиди усіх стаціонарних джерел на території Карпатського регіону. За період 1981-2011 рр. в атмосферне повітря Бурштинською ТЕС викинуто понад 8,5 млн. тонн забруднюючих речовин. У структурі викидів на оксиди сірки припадає 70-80 %, оксиди азоту – 2-5 %, оксиди вуглецю – 3-5 %. Викиди твердих часток складають 15-20 %. До них належать вугільна зола і пил, які містять кадмій, свинець, мідь, цинк, ртуть, нікель, ванадій та ін. Щорічно з викидами Бурштинської ТЕС в атмосферне повітря викидається: свинцю – 5,3 т, ртуті – 0,25, миш'яку – 5,8, хрому – 8,5, міді – 5,6, нікелю – 5,9, цинку – 15,1 т. Причиною значної кількості викидів в атмосферне повітря шкідливих речовин Бурштинською ТЕС є відсутність очистки димових газів від оксидів сірки ( $SO_2$ ), питома частка яких у загальному обсязі викидів складає понад 70 %, а також низька ефективність очищення газів від твердих часток на електрофільтрах [174].

Ґрунти на території Рогатинського району забруднюються внаслідок викидів забруднювальних речовин в атмосферу промисловими підприємствами і автотранспортом, а також внаслідок внесення на сільськогосподарські угіддя мінеральних добрив і пестицидів [169]. Дослідженнями забруднення ґрунтів на території району виявлені аномалії з підвищеним вмістом (більше ГДК) у ґрунтах Co, Hg, Cu, Zn, Ni.

За традиційними показниками забруднення природного середовища Рогатинський район не є в найгіршому стані у порівнянні з іншими районами області. Чорнобильська біда, на щастя, не залишила явних слідів у природному середовищі району. Однак це не свідчить ні про відсутність, ні про незначимість екологічних проблем. Їх недостатньо вони не менш болючі, ніж у інших районах, але специфічні. Сучасний стан навколишнього природного середовища району вимагає оперативного розроблення та впровадження ефективних програм регулювання якості природного середовища. А це, в першу чергу, вимагає адекватної оцінки її існуючого стану [173].

### **3.2 Визначення сучасної екологічної ситуації з використанням геоінформаційних технологій**

Визначення сучасної екологічної ситуації на певній території або об'єкті – це сама основа, початок екологічного дослідження, коли ми «знімаємо» нульовий екологічний фон, від якого починається відлік наступних його змін. Як же ми оцінюємо кількісні зміни в екологічному стані ландшафтів та його компонентів?

Для цього використовують запропоновані В. М. Гуцуляком [64] коефіцієнти концентрації, кларки концентрації, сумарні показники забруднення та інші параметри. Розрахунки цих кількісних показників дозволяють оцінити екологічні зміни довкілля, які поділяються на вісім екологічних станів (табл. 3.1). 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 у них основних забруднювачів, побудувавши відповідні бази даних, можна приступати до оцінки екологічного стану територій (екологічного аудиту) [80, 172, 191, 215, 230].

У 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. Такі ж кларки розраховані для ґрунтів, вод і т. д. Але в кожному регіоні, залежній 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. Він може бути більший за кларк, а може бути і менший. Отже, тільки ті вмісти елементів, які перевищують кларк, а потім і фон, можуть бути аномальними, а тому і шкідливими для нормального розвитку екосистем. 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 вміст забруднювача  $C_a$  визначається за формулою :

$$C_a = C_i - C_\phi - C_k, \quad (3.1)$$

де  $C_i$  – вміст елемента в досліджуваному компоненті ландшафту;

$C_\phi$  – його природний фон;

$C_k$  – кларк елемента.

Кларки елементів нам відомі, а фон треба розрахувати, виходячи із конкретного фактичного матеріалу.

При екологічних дослідженнях [1] того чи іншого району визначається оптимальну мережу екологічних полігонів, на яких відбираються проби з відповідних природних середовищ (рис. 2.4). Після аналізів для кожної точки маємо конкретні дані зі вмісту хімічних елементів або бази даних. Мережа екологічних полігонів для екологічного територіального аудиту повинна визначатись таким чином, щоб були охоплені усі ландшафти кількома точками відбору проб у залежності від масштабу карти. Оптимальною вважають мережу, де відстань між полігонами складає в середньому 1 см на карті.

Таблиця 3.1

**Критерії оцінювання геоecологічного стану основних компонентів довкілля за рівнями їх порушення або забруднення [135]**

Компоненти довкілля	Порушення або забруднення	Геоecологічний стан компонентів довкілля в умовних балах							
		нормальний	задовільний	напружений	складний	незадовільний	передкризовий	критичний	катастрофічний
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Геоecологічне середовище	1 Сейсмогенні розломи	0	0–2	2–5	5–7	7–10	10–15	Ці стани у нас ще не досягнуті, але вони є в Придніпровсько–Донецькому та інших регіонах	
	2 Кар'єри	1	2	3	4	5	6		
	3 Неотектонічні підняття та опускання	1	2	4	6	8	12		
	4 Карст	1	2	3	4	5	6		
Геофізичні поля	5 Інтенсивні градієнти природних магнітних і гравітаційних полів	0	1	3	4	5	6		
	6 Радіація (>60 мкр/год)	0	1	3	7	11	15		
Рельєф	7 Бокова та лінійна ерозія (2 км/1км <sup>2</sup> )	0	1	2	3	4	5		
	8 Зуви (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			
Геоecологічний стан	17 Сумарний показник сучасного стану	0–30 нормальний	30–60 задовільний	60–100 напружений	1100–150 складний	150–200 незадовільний	>200 передкризовий		



Розрахунки фонового вмісту того чи іншого елементу в тому чи іншому середовищі виконують шляхом групування вмісту елементів за характерними їх інтервалами. По кожному інтервалу враховується середній вміст  $\bar{x}$  в своїй групі. Фоновий вміст  $C_{\phi}$  – це такий, що характеризує не менше 2/3 або 66,6% проб з мінімальним і максимальним вмістом. Фон розраховується як сума середніх вмістів елементу не менш як у 66,6 % проб, поділена на кількість цих проб (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

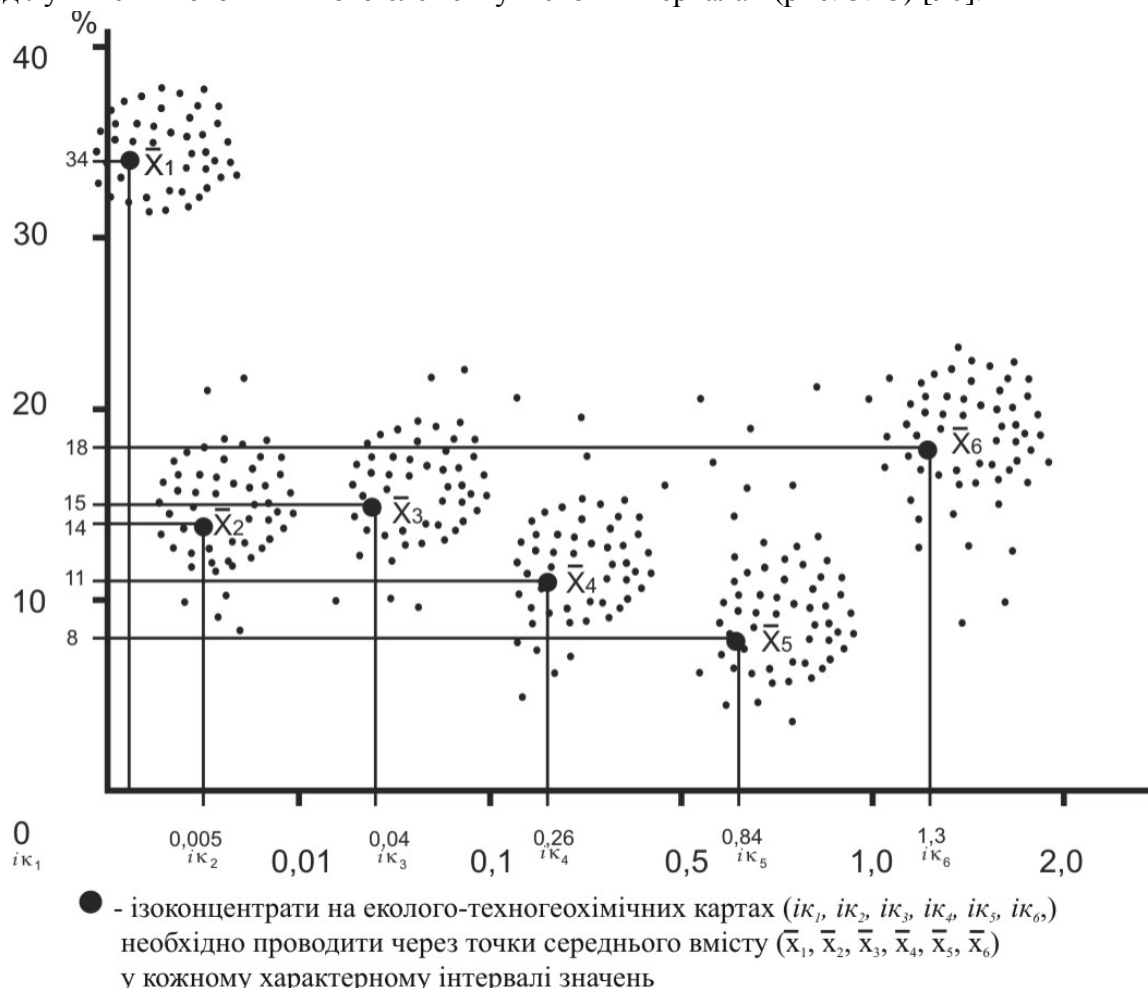
**Порівняння існуючих методик визначення геохімічних фонів та інших показників з тими, що розробила і пропонує автор монографії**

Саєт Ю. Е., Москва, 1990 [48] Гуцуляк В. М., Чернівці, 1992 [64]	Росляков Н. А., Щербаков Ю. Г. и др., Новосибірськ, 1996 [179]	Міщенко Л. В., 2011 [135], Зорін Д. О., Івано-Франківськ, 2008 [90]																																																																														
1	2	3																																																																														
$K_c = \frac{C_i}{C_{\phi}}$ $Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1),$ <p>Розрахунки коефіцієнтів концентрації елементів <math>K_c</math> та середніх показників забруднення (СПЗ) <math>Z_c</math></p>	<p align="center"><math>X_{min}</math>   <math>X_{max}</math>   <math>\bar{X}_{середнє}</math></p> <p>Розрахунки показників за статистичними параметрами:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дисперсія розподілу <math>S</math></li> <li>- коефіцієнт асиметрії <math>A</math></li> <li>- коефіцієнт ексцесу <math>E</math></li> <li>- флуктуація фону <math>X_{\phi}</math></li> <li>- коефіцієнт аномальності <math>K</math></li> </ul> <table border="1" data-bbox="730 788 1621 1187"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Елементи</th> <th rowspan="2"><math>n</math> вибірка</th> <th colspan="3">Вміст</th> <th colspan="5">Статистичні параметри</th> </tr> <tr> <th><math>X_{min}</math></th> <th><math>X_{max}</math></th> <th><math>\bar{x}</math> <i>середнє</i></th> <th><math>S</math></th> <th><math>A</math></th> <th><math>E</math></th> <th><math>X_{\phi}</math></th> <th><math>K</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Co</td> <td>386</td> <td>1,5</td> <td>33</td> <td>8,8</td> <td>5,5</td> <td>4,2</td> <td>2,0</td> <td>10,1</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>417</td> <td>2,0</td> <td>60,0</td> <td>25,1</td> <td>95</td> <td>1,9</td> <td>3,4</td> <td>25,4</td> <td>1,27</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>499</td> <td>4,0</td> <td>60,0</td> <td>19,7</td> <td>9,3</td> <td>4,4</td> <td>0,3</td> <td>6,4</td> <td>1,64</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>400</td> <td>10,0</td> <td>334</td> <td>76,6</td> <td>35,5</td> <td>33,5</td> <td>101,3</td> <td>72,0</td> <td>1,44</td> </tr> <tr> <td>Cd</td> <td>519</td> <td>0,01</td> <td>1,87</td> <td>0,18</td> <td>0,15</td> <td>39,1</td> <td>161,2</td> <td>0, 5</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>619</td> <td>0,002</td> <td>9, 5</td> <td>0,21</td> <td>0,74</td> <td>88,7</td> <td>429</td> <td>0,07</td> <td>7,0</td> </tr> </tbody> </table>	Елементи	$n$ вибірка	Вміст			Статистичні параметри					$X_{min}$	$X_{max}$	$\bar{x}$ <i>середнє</i>	$S$	$A$	$E$	$X_{\phi}$	$K$	Co	386	1,5	33	8,8	5,5	4,2	2,0	10,1	1,0	Cu	417	2,0	60,0	25,1	95	1,9	3,4	25,4	1,27	Pb	499	4,0	60,0	19,7	9,3	4,4	0,3	6,4	1,64	Zn	400	10,0	334	76,6	35,5	33,5	101,3	72,0	1,44	Cd	519	0,01	1,87	0,18	0,15	39,1	161,2	0, 5	0,30	Hg	619	0,002	9, 5	0,21	0,74	88,7	429	0,07	7,0	<p>Розрахунки - по кожному інтервалу вмісту</p> <p>Інтервали вмісту 0-0,005-0,005-0,01-0,01-0,05</p> <p align="center"><u>0,05-0,1</u> 0,086 0,095 0,064 0,075 0,078 0,063 0,075</p> $\bar{x} = \sum_{n=1}^7 : n = 0,538 : 7 = 0,077$ $C_{\phi} = \frac{0 + 0,085 + 0,050 + 0,077}{6 + 3 + 2 + 7} = 0,0012$ $C_a = C_{\phi} \cdot 3 = 0,0036$ <p>Ізоконцентрати <math>ik</math> для карти: 0-0,0012-0,0036-0,0050-0,077 <math>C_{\phi}</math>   <math>C_a</math>   ГДК</p>
Елементи	$n$ вибірка			Вміст			Статистичні параметри																																																																									
		$X_{min}$	$X_{max}$	$\bar{x}$ <i>середнє</i>	$S$	$A$	$E$	$X_{\phi}$	$K$																																																																							
Co	386	1,5	33	8,8	5,5	4,2	2,0	10,1	1,0																																																																							
Cu	417	2,0	60,0	25,1	95	1,9	3,4	25,4	1,27																																																																							
Pb	499	4,0	60,0	19,7	9,3	4,4	0,3	6,4	1,64																																																																							
Zn	400	10,0	334	76,6	35,5	33,5	101,3	72,0	1,44																																																																							
Cd	519	0,01	1,87	0,18	0,15	39,1	161,2	0, 5	0,30																																																																							
Hg	619	0,002	9, 5	0,21	0,74	88,7	429	0,07	7,0																																																																							

4		
Радловська К. О., 2014 (пропонується вперше)		
Вміст елементу в ґрунтах по 32 пробах		
$n_{min} = 8$ виключаємо	0 0 0 0 0 0 0,12 0,14	$ik_1=0$ 8 проб з <i>мін</i> вмістами або 16,6% тобто 1/6 не враховуються як випадкові
$n = 32$ або 66,7 % тобто 2/3 – це «конституційна більшість» для розрахунків $C\phi$	0,14 0,15 0,19 0,21 0,24 0,27 <b>0,36</b> <b>0,37</b> <b>0,37</b> <b>0,37</b> <b>0,38</b> 0,46 0,49 0,55 0,59 0,64 <b>0,67</b> <b>0,67</b> <b>0,67</b> <b>0,68</b> <b>0,69</b> <b>0,69</b> <b>0,69</b> 0,77 0,84 0,88 0,95 0,98 <b>1,05</b> <b>1,05</b> <b>1,06</b> <b>1,06</b>	$ik_2=0,14$  середній вміст $\bar{x}$ або фон розраховується по 32 пробах $\bar{x} = \sum_{n=1}^{32} : 32 = 0,64$  <b>скупчення</b> $ik_3=0,37$  $Ca = C\phi \cdot 3 = 0,64 \cdot 3 = 1,92$ $ГДК = 0,60$  $ik_4 = 0,6$  <b>скупчення</b> $ik_5=0,67$       <b>скупчення</b> $ik_6 = 1,055$
$n_{max} = 8$ виключаємо	1,07 1,07 1,65 1,93 2,09 2,16 2,65 3,19	8 проб з <i>тах</i> вмістами або 16,6% тобто 1/6 не враховуються як «ураганні»  $ik_7=1,92$      $ik_8 = 3,19$
Ізоконцентрації ( $ik$ ) для карти: $0 - 0,14 - 0,37 - 0,60 - 0,64 - 0,67 - 1,055 - 1,92 - 3,19$ $ГДК \quad C\phi \quad Ca$		

При польових експедиційних дослідженнях відібрані проби ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря та опалів снігу, після аналізу яких побудовані відповідні бази даних (табл. 3.3, 3.4, 3.6, 3.8), та виконано розрахунки фонових вмістів (табл. 3.5, 3.7, 3.9, 3.10).

На еколого-техногеохімічну карту розповсюдження того чи іншого елемента в конкретному середовищі виносять ізолінії його рівних концентрацій (ізоконцентрати –  $ik$ ), які повинні відповідати середньому вмісту  $\bar{x}$  елемента в кожному характерному інтервалі. Тобто ізолінії концентрацій елементів на картах проводять не довільно, як іноді можна бачити на геохімічних картах, а тільки через характерні інтервали. Тоді ізолінії будуть передавати характер розповсюдження елемента в середовищі довкілля. Це обґрунтовується характером розподілу вмістів того чи іншого елемента в своїх інтервалах (рис. 3.15) [90].



**Рисунок 3.15 – Розсіювання хімічних елементів по різних компонентах довкілля [90]**

Коефіцієнт концентрації ( $K_c$ ) або аномальності хімічних елементів – це показник ступеня накопичення того чи іншого елемента на його фоновому вмісті.  $K_c$  визначається відношенням реального вмісту в даній точці кожного компоненту довкілля до його фоновому вмісту

$$K_c = \frac{C_i}{C_\phi}, \quad (3.2)$$

де  $C_i$  – вміст  $i$ -того елемента в досліджуваному ландшафтному компоненті, мг/кг,  $C_\phi$  – його природний фон, мг/кг,  $K_c$  – коефіцієнт концентрації (аномальності елемента). Користуючись базою даних з вмісту елементів, можна розрахувати коефіцієнти концентрації елементів в окремих компонентах довкілля для усіх екологічних полігонів.

Таблиця 3.3

## База даних з вмісту хімічних елементів у ґрунтах на території Рогатинського району (2011)

№№ ч/ч	№ проб	Географічна прив'язка	Вміст елементів, мг/кг, ГДК								Сумарний показник забруднення СПЗ СПЗ=8/n= 1Сi/Сф	Координати	
			Hg 2,1 валовий вміст	As, 2,0 валовий вміст	Cu 3,0 рухомі форми	Pb 32,0 вало- вий вміст	Zn 23,0 рухомі форми	Ni 4,0 рухомі форми	Co 5,0 рухомі форми	Cr 6,0 рухомі форми		X широта	Y довгота
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Профіль I-I													
1	13	Підбір'	0	0	0,05	1,82	0,35	0,01	0,05	0,26	0,684916903	24,49673	49,45117
2	14	Яглуш	0	0	0,09	2,64	1,65	0,06	0,07	0,34	1,330342215	24,59646	49,41013
3	15	Воронів	0	0,06	0,04	3,32	1,84	0,09	0	0,44	1,560079771	24,71106	49,43583
4	16	Липівка	0,03	0,09	0,1	1,46	2,35	0,07	0,04	0,51	1,978200605	24,40703	49,33125
Профіль II-II													
5	17	Долиняни	0,12	0,21	0,21	6,85	3,82	0,46	0,21	1,64	5,607391456	24,52751	49,35061
6	18	Беньківці	0,44	0,47	0,59	15,42	8,46	1,44	1,45	2,55	14,86199289	24,56138	49,3489
7	1	Підкамінь - 1	0,01	0	0,06	0	0,44	0,02	0,08	0,46	0,749859935	24,60503	49,34422
8	19	Руда	0	0	0,04	0	1,61	0,09	0	0,24	0,741489899	24,65648	49,35137
9	20	Кліщівна	0	0,03	0,01	0,41	2,42	0,07	0	0,35	1,051892027	24,70137	49,38134
10	21	Погребівка	0	0,01	0,05	0,62	2,45	0,05	0,03	0,56	1,266059368	24,78019	49,38425
Профіль III-III													
11	22	Княгиничі	0,44	0,52	0,64	12,85	6,84	0,95	1,13	2,68	13,58710419	24,30745	49,27808
12	57	Дегова	0,16	0,21	0,24	7,44	4,46	0,46	0,19	1,84	6,178680476	24,53996	49,2999
13	23	Приозерне	0,01	0,01	0,02	0,25	0,88	0,08	0	0,18	0,58435377	24,45042	49,48753
14	24	Черче - 1	0,36	0,42	0,55	18,41	9,66	1,49	1,63	2,88	15,31180106	24,49404	49,50018
15	25	Підгороддя	0,02	0,02	0,09	0,28	0,94	0,03	0	0,18	0,837713113	24,53116	49,51071
16	26	Стратин - 1	0	0,01	0,06	0,41	1,35	0,09	0	0,44	0,959922879	24,56892	49,52168
17	27	Стратин - 2	0	0,05	0,04	0,34	1,64	0,07	0,03	0,35	1,091235473	24,40558	49,4225
Профіль IV-IV													
18	11	Луковець	0,12	0,16	0,16	5,21	3,44	0,25	0,12	1,21	4,30571338	24,45441	49,43852
19	28	Журавський	0,16	0,21	0,24	6,35	3,66	0,36	0,16	1,38	5,420258199	24,57485	49,47731
20	4	Григорів - 1	0,15	0,19	0,25	7,24	4,85	0,44	0,32	1,45	6,05919117	24,61717	49,49123
21	58	Воскресенці	0,15	0,16	0,16	5,42	3,55	0,35	0,24	1,41	4,906159109	24,65623	49,50557
22	29	Підмихайлівці	0,12	0,24	0,22	5,49	4,18	0,24	0,36	1,18	5,343593144	24,45254	49,38698
23	30	Васючин - 1	0,07	0,09	0,19	0,65	2,16	0,07	0,07	0,52	2,338622393	24,51504	49,40849



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
24	5	Явче	0,25	0,36	0,39	15,44	5,84	1,44	1,26	2,64	12,15648252	24,56907	49,42705	
25	6	Березівка	0,33	0,54	0,44	16,97	7,16	1,85	1,46	2,55	14,64959214	24,61725	49,44434	
26	31	Межигай	2,69	4,35	8,45	59,16	35,61	6,45	9,44	5,84	96,12630388	24,67258	49,46374	
27	32	Вербилівці	0,24	0,42	0,54	12,44	7,41	1,24	1,65	2,65	13,14587344	24,72727	49,48145	
28	59	Пуятинці	2,95	4,87	9,16	51,17	38,61	7,55	8,66	5,94	101,7406135	24,37516	49,30507	
29	2	Рогатин - 1	2,66	4,46	9,51	55,18	29,18	6,94	9,16	6,25	98,26864102	24,45718	49,33713	
30	33	Кутці – 1	0,15	0,22	0,19	6,35	3,66	1,36	0,14	1,16	6,352671619	24,48582	49,34936	
31	3	Добринів	0,05	0,07	0,07	4,16	1,45	0,05	0,07	0,55	2,040493484	24,54636	49,37256	
... ..														
74	74	Жовчів – 2	0,41	0,39	0,39	13,78	7,42	1,34	1,18	2,22	12,64109027	24,70428	49,35792	
75	75	Сарники - 2	2,95	4,95	8,66	55,21	39,16	7,75	8,86	5,24	101,2580924	24,754	49,32095	
76	76	Лопушня - 2	0,19	0,12	0,41	5,18	3,18	0,46	0,36	1,21	5,737855009	24,73538	49,44593	
77	77	Нижня Липиця - 2	0,44	0,33	0,94	13,46	6,61	1,35	1,24	2,19	14,04000483	24,73498	49,3292	
78	78	Вигода – 2	0,42	0,35	0,65	12,64	7,75	1,12	1,16	2,12	12,8747617	24,75851	49,32235	
79	79	Вигода – 3	0,12	0,24	0,25	5,41	3,16	0,42	0,12	1,27	5,137033023	24,76496	49,3241	
80	80	Рогатин - 3	0,36	0,41	0,72	13,75	6,44	1,25	1,18	2,45	13,32067944	24,63074	49,40427	
Ізоконцентрати (ік) на карті			0	0	0	0		0	0					
			0,046	0,04	0,04	0,4	0,4	0,06	0,05	0,3				
				0,23Сф	0,23 Сф	2,6	3	0,4	0,7Сф	1,6 Сф				
			0,21 Сф	0,3	0,3	6	4,5 Сф	0,8 Сф	1,4	1,9				
			0,63 Са	0,7Са	0,69 Са	8,7 Сф	6,6	1,6	2,1 Са	4,8 Са				
			2,1 ГДК	2,0 ГДК	2,1 ГДК	14	13,5 Са	2,4 Са	5,0 ГДК	5,6				
				4,5	2,8	26 Са	23 ГДК	4,0 ГДК	8,5	6,0 ГДК				
					37	6		6,8						
СПЗ = $\sum C_i/C\phi = 0,05/0,7 + 0/0,23 + 0,05/0,33 + 0,01/0,8 + 0/0,23 + 1,82/8,7 + 0,35/4,5 + 0,26/1,6 = 0,07 + 0 + 0,15 + 0,01 + 0 + 0,21 + 0,07 + 0,16 = 0,67$														

Всього 80 проб

Таблиця 3.4

## База даних з вмісту хімічних елементів у ґрунтах на території Рогатинського району (2013)

№№ ч/ч	№№ проб	Географічна прив'язка	Вміст елементів, мг/кг				Координати	
			Cd 1,0 рухомі форми	Cu 3,0 рухомі форми	Pb 32,0 валовий вміст	Zn 23,0 рухомі форми	х широта	у довгота
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	●16	Липівка	0,000001	0,004721	0,005214	0	24,40703	49,33125
2	●19	Руда-Воронів	5,01	6,27	2,6	1,76	24,65648	49,35137
3	●24	Черче	2,41	0,01107	567,3	9,49	24,49404	49,50018
4	●26	Стратин-1	7,01108	4,89	0,4688	5,84	24,56892	49,52168
5	●32	Вербилівці	3,87	0,0625	0,059	2,81	24,72727	49,48145
6	▲2	Рогатин	6,358	3,06	54,35	53,28	24,45718	49,33713
7	●33	Кутці-Підвиння	1,87	41,11	8,499	6,021	24,48582	49,34936
8	●39	Конюшки	4,93	0,0625	0,059	3,57	24,51002	49,28936
9	▲7	Бабухів	5,67	89,29	18,5	3,21	24,62459	49,33027
10	▲9	Пуків	0	2,157	0,00027	1,0754	24,49248	49,25811
11	●52	Виспа	1,28	1,453	4,264	3,247	24,48961	49,4254
12	●54	Букачівці	0,07812	58,33	1,338	2,01072	24,62712	49,37758



Таблиця 3.6

## База даних з вмісту хімічних елементів у ґрунтових водах на території Рогатинського району (2011)

№№ ч/ч	№№ проб	Вміст елементів і речовин, мг/дм <sup>3</sup>									Сумарний показник забруднення СПЗ
		Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Cs137	ДДТ	Нафтопродукти	
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12
Профіль I-I											
1	61	0,002	0,002	0,003	0	0	0	0	0	0	1,504761905
2	13	0,092	0,008	0,075	0,021	0,029	0,013	0	0	0,216	52,04404762
3	14	0	0	0,003	0,002	0,001	0	0	0	0	1,654761905
Профіль II-II											
4	17	0	0	0,001	0,002	0,004	0,001	0	0	0,003	2,311309524
5	18	0,016	0,003	0,002	0,004	0,006	0,002	0	0	0,007	5,268452381
6	1	0	0	0,001	0,003	0,003	0,002	0	0	0	2,398809524
7	19	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0	0,333333333
8	20	0	0,001	0,002	0	0	0	0	0	0	0,880952381
Профіль III-III											
9	62	0,001	0,001	0,003	0,003	0,003	0	0	0	0,071	3,550595238
10	22	0,063	0,012	0,064	0,036	0,021	0,009	0	0	0,875	53,44464286
11	23	0	0	0,001	0,002	0,004	0	0	0	0	1,94047619
12	69	0,075	0,019	0,071	0,054	0,029	0,007	0	0	0,029	51,38630952
13	25	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,357142857
14	27	0	0	0	0,003	0,002	0	0	0	0	1,041666667
Профіль IV-IV											
15	28	0	0	0,009	0,007	0,001	0	0	0	0	4,422619048
16	64	0,086	0,037	0,018	0,027	0,044	0,064	0	0	0,865	67,0827381
17	30	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0,357142857
19	33	0	0	0,009	0,008	0,003	0,006	0	0	0,004	7,264285714
20	3	0	0	0	0	0,006	0	0	0	0	2
Профіль V-V											
21	35	0	0	0,008	0,006	0,001	0,001	0	0	0	4,273809524
22	37	0,064	0,029	0,087	0,064	0,036	0,017	0	0	0,664	73,07142857

23	12	0	0	0,001	0,001	0,002	0	0	0	0	1,148809524
24	40	0,075	0,031	0,064	0,006	0,009	0,008	0	0	0,668	46,54047619
25	74	0,009	0,003	0,019	0,008	0,009	0,006	0	0	0,444	19,28571429
26	76	0	0	0,007	0,001	0,002	0,001	0	0		3,625
27	10	0	0	0,006	0	0	0	0	0	0	2,142857143
Профіль VI-VI											
28	42	0	0	0,006	0,004	0,005	0,003	0	0	0,001	5,32202381
29	75	0,034	0,035	0,065	0,034	0,045	0,027	0	0	0,675	67,43511905
30	79	0	0	0,005	0,007	0,004	0,001	0	0	0,003	4,364880952
31	45	0,078	0,042	0,029	0,035	0,064	0,026	0	0	0,275	59,06964286
32	47	0	0	0,007	0,003	0,002	0,001	0	0	0,006	3,95
Ізоконцентрації (ік) для карти		0	0	0	0	0	0			0	
		0,004	0,003	0,002	0,003	0,002	0,002	0,4		0,003	
		0,015 <i>Cφ</i>	0,006- <i>Cφ</i>	0,007	0,007	0,003 <i>Cφ</i>	0,003 <i>Cφ</i>	3		0,006	
		0,189 <i>Cφ</i>	0,018 <i>Ca</i>	0,0028 <i>Cφ</i>	0,008 <i>Cφ</i>	0,021 <i>Ca</i>	0,007 <i>Cφ</i>	4,5 <i>Cφ</i>		0,05	
		0,045 <i>Ca</i>	0,03	0,055	0,024 <i>Ca</i>	0,036	0,009 <i>Ca</i>	6,6		0,08 <i>Cφ</i>	
		0,64	0,06	0,084 <i>Ca</i>	0,04		0,03	13,5 <u>Ca</u>		0,24 <i>Ca</i>	
								23 <i>ГДК</i>		0,6	
								37			





Таблиця 3.8

## База даних з вмісту хімічних елементів у атмосферному повітрі та опадах снігу (2011)

№№ ч/ч	№ проб  ГДК	Вміст в % об'ємних		Вміст, мг/м <sup>3</sup>						В опадах снігу		
		O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO	NO x	SO x	пил	бензин	ацетон	Cu	Pb	Zn
		21,88 середній	0,033- 0,0135 середній	1	0,085	0,5	0,5	1,5	0,35			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
1	61	21,16	0,008	0,03	0,006	0,003	0,02	0	0	0	0	0
2	13	20,09	0,045	0,86	0,064	0,36	0,6	0	0	0,0011	0,0002	0,0002
3	14	21,94	0,003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	16	21,98	0,004	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	17	21,12	0,009	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	18	20,05	0,086	0,93	0,094	64	0,5	0	0	0,0013	0,0001	0,0001
7	1	20,12	0,079	1,64	0,087	0,66	0,7	0	0	0,0016	0,0002	0,0003
8	19	21,96	0,011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	21	21,92	0,009	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	22	21,22	0,011	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	23	20,16	0,093	1,21	0,064	0,75	0,7	0	0	0,0009	0,0002	0,0003
12	24	21,13	0,016	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	68	20,12	0,088	1,19	0,095	0,64	0,7	0,5	0,36	0,0006	0,0006	0,0002
15	25	21,94	0,0014	0,0014	0	0	0	0	0	0	0	0
16	27	21,89	0,009	0,009	0	0	0	0	0	0	0	0
17	11	21,12	0,012	0,03	0,005	0,003	0,02	0	0	0	0	0
18	64	21,16	0,013	0,04	0,004	0,005	0,01	0	0	0	0	0
19	30	20,11	0,064	1,24	0,065	0,64	0,6	0	0	0,0012	0,0007	0,0006
20	31	20,16	0,093	1,18	0,084	0,75	0,7	0	0	0,0013	0,0004	0,0007
21	32	21,24	0,009	0,06	0,004	0,005	0,01	0	0	0,0021	0	0

Закінчення таблиці 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14
22	33	21,36	0,006	0,03	0,0001	0,003	0,01	0	0	0	0	0
23	35	21,19	0,009	0,01	0,02	0,01	0,01	0	0	0	0	0
24	37	21,54	0,011	0,02	0,001	0,003	0,02	0	0	0,0017	0	0
25	38	20,03	0,074	1,55	0,081	0,64	0,7	0	0	0,0012	0,0009	0,0006
26	12	20,06	0,082	1,64	0,79	0,54	0,6	0	0	0,0013	0,0004	0,0005
27	40	20,12	0,064	1,54	0,064	0,36	0,4	0	0	0,0016	0,0004	0,0006
28	8	20,36	0,011	0,03	0,005	0,005	0,01	0	0	0	0	0
29	41	21,42	0,026	0,04	0,006	0,001	0,01	0	0	0	0	0
30	10	21,94	0,006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	42	20,12	0,054	1,66	0,054	0,56	0,01	0	0	0,0013	0,0004	0,0007
32	75	21,64	0,009	0,04	0,006	0,087	0,06	0	0	0	0	0
33	45	21,55	0,012	0,06	0,009	0,0089	0,05	0	0	0	0	0
		20,12	0,007	0	0	0	0			0	0	0
Ізоконцентрати (ік) для карти		20,36	0,017	0,033	0,04	0,003	0,013			0,0001	0,0001 Сф	0,0001 Сф
		21,08 Сер.	0,028 Сф	0,06	0,044 Сф	0,087	0,055			0,007 Сф	0,0003 Са	0,0003 Са
		21,21	0,078	0,72 Сф	0,08	0,18 Сф	0,16 Сф			0,021 Са	0,0007	0,0007
		21,79	0,084 Са	0,9	0,085 ГДК	0,5 ГДК	0,48 Са					
		21,88 Сер.	1,0 ГДК	0,12 Сф	0,132 Са	0,54 Са	0,5 ГДК					
				0,36 Са		0,59	0,62					
				21,6 Са								

**Визначення фонових (Сф), аномальних (Са) вмістів та ізоконцентрат (ік) чадного газу (СО) в атмосферному повітрі на території Рогатинського району**

0	0-0,05	0,05-0,1	0,1-1,0	1,0-2,0
1	2	3	4	5
0	0,01	0,06	0,86	1,16
0	0,02		0,93	1,18
0	0,03			1,19
0	0,03			1,21
0	0,03			1,24
0	0,03			1,54
0	0,04			1,55
0	0,04			1,64
0	0,04			1,64
0	0,06			1,66
$\sum_{n=1}^4 = 0$	$\sum_{n=1}^{10} = 0,33$	$\sum_{n=1}^1 = 0,06$	$\sum_{n=1}^2 = 1,79$	$\sum_{n=1}^5 = 8,78$
$\bar{x} = \frac{0}{4} = 0$	$\bar{x} = \frac{0,33}{10} = 0,033$	$\bar{x} = \frac{0,06}{1} = 0,06$	$\bar{x} = \frac{1,79}{2} = 0,9$	$\bar{x} = \frac{8,78}{5} = 1,75$
ік = 0	ік = 0,033	ік = 0,06	ік = 0,9	ік = 1,75

Із розрахунків фону  $C\phi$  виключаємо 6 мінімальних і 5 максимальних значень  $C_i$  і залишаємо 21 пробу із 32, тобто  $2/3$  або 66,6 %.

Тоді  $C\phi$  буде дорівнювати середньому значенню  $\bar{x}$  по тих значеннях  $C_i$ , які залишились після виключення  $min$  і  $max$  їх значень:

$$C\phi = \frac{0 + 0,33 + 0,06 + 0,9}{4 + 10 + 1 + 2} + \frac{8,78}{5} = 0,12$$

$$\text{Аномальний вміст (Са)} = C\phi \cdot 3 = 0,12 \cdot 3 = 0,36$$

$$\text{Ізоконцентрати (ік)} = 0 - 0,033 - 0,06 - 0,12 - 0,36 - 0,9 - 1,75$$

**Сф Са**

**Визначення фонових (Сф), аномальних (Са) вмістів та ізоконцентрат (ік) купруму-міді (Cu) в опадах снігу на території Рогатинського району**

0	0-0,0015	0,0015-0,002
1	2	3
0	0,0006	0,0016
0	0,0007	0,0016
0	0,0009	0,0017
0	0,0011	0,0018
0	0,0012	0,0021
0	0,0012	
0	0,0013	
0	0,0013	
0	0,0013	
0		
0		
$\sum_{n=1}^{19} = 0$	$\sum_{n=1}^9 = 0,0096$	
$\bar{x} = \frac{0}{5} = 0$	$\bar{x} = \frac{0,0096}{9} = 0,001$	
ік = 0	ік = 0,001	

Із розрахунків фону  $C_f$  виключаємо 6 мінімальних і 5 максимальних значень  $C_i$  і залишаємо 21 пробу із 32, тобто  $\frac{2}{3}$  або 66,6 %.

Тоді  $C_f$  буде дорівнювати середньому значенню  $\bar{x}$  по тих значеннях  $C_i$ , які залишились після виключення *min* і *max* їх значень:

$$C_f = \frac{0 + 0,0096}{5 + 9} = 0,007$$

$$\text{Аномальний вміст (Са)} = C_f \cdot 3 = 0,007 \cdot 3 = 0,021$$

$$\text{Ізоконцентрат (ік)} = 0 - 0,001 - \underset{C_f}{0,007} - \underset{C_a}{0,021}$$



Сумарний показник забруднення ( $Z_c$  або  $СПЗ$ ) компонента екосистеми (наприклад, ґрунтів) розраховується за формулою В. М. Гуцуляка [64]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1), \quad (3.3)$$

де  $n$  – загальна кількість врахованих хімічних елементів (сумуються значення  $K_c \geq 1$ ).

Сумарні показники забруднення того чи іншого компонента ландшафту характеризують його стійкість щодо антропогенного навантаження. Якщо останнє не перевищує здатність ландшафту до самоочищення, то виникають екологічні ситуації різної складності, які й оцінюються кількісно [33, 48].

Користуючись базою даних з коефіцієнтів концентрації ( $K_c$ ) елементів та сумарних показників забруднення ( $Z_c$ ), можна побудувати карти розподілу цих параметрів на території досліджуваного району (рис. 3.16-3.23). При цьому, такі карти можна будувати як шляхом інтерполяції від точки до точки, тобто «вручну», так і в автоматизованому режимі за допомогою ПЕОМ, використовуючи програми COREL DRAW та ін.

Аналіз таких карт показує, як розповсюджені по території досліджуваного району аномальні вмісти хімічних елементів у компонентах ландшафту.

Сумарний показник забруднення ландшафту ( $Z_{cl}$ ) хімічними елементами розраховують за формулою:

$$Z_{cl} = \sum_{j=1}^m Z_{cj}, \quad (3.4)$$

де  $l$  – ландшафт у цілому, з усіма його компонентами, з яких є аналітичні дані,  $j$  – компонент ландшафту,  $m$  – кількість врахованих ландшафтних компонентів (від 1 до 9). Розповсюдження сумарних показників забруднення ландшафту в цілому ( $Z_{cl}$ ) по території досліджуваного регіону відображається на карті, яку також можна будувати як «вручну», так і в автоматизованому режимі. На території досліджуваного району автор проведено дослідження техногеохімічний стан ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря та опадів снігу.

Ґрунти, на відміну від інших компонентів навколишнього природного середовища, здатні зберігати отримані ззовні забруднювальні речовини досить довго, тобто вони слугують своєрідним «депо». Важкі метали, що потрапляють у ґрунтовий профіль, крім високої токсичності, володіють здатністю до біоаккумуляції в органічних речовинах, що підвищує ризик виникнення хронічних захворювань у живих організмах, у тому числі і в людини. Саме тому геохімічне вивчення ґрунтів має велике значення для екології, ґрунтознавства, ландшафтознавства та інших галузей природничих наук.

Проведені дослідження показали, що забруднення ґрунтів Hg, As, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr та іншими важкими металами (ВМ) накопичуються в основному в гумусовому (0-10 см від поверхні) та ілювіальному (30-50 см) горизонтах ґрунтового профілю. Якщо досліджувані ділянки віддалені від можливих джерел забруднення (промислові підприємства м. Рогатина, автомобільні дороги тощо), то розподіл ВМ по площі і по профілю більш-менш рівномірний, що видно з побудованих карт (рис. 3.16-3.23). Виявлено також, що валовий вміст Cu, Zn, Co зосереджений в ілювії, а Pb – у гумусовому горизонті. Можливо певну роль відіграє також ефект геохімічного бар'єру, зумовленого карбонатними породами, що залягають серед пісків міоцену у вигляді лінз [240].

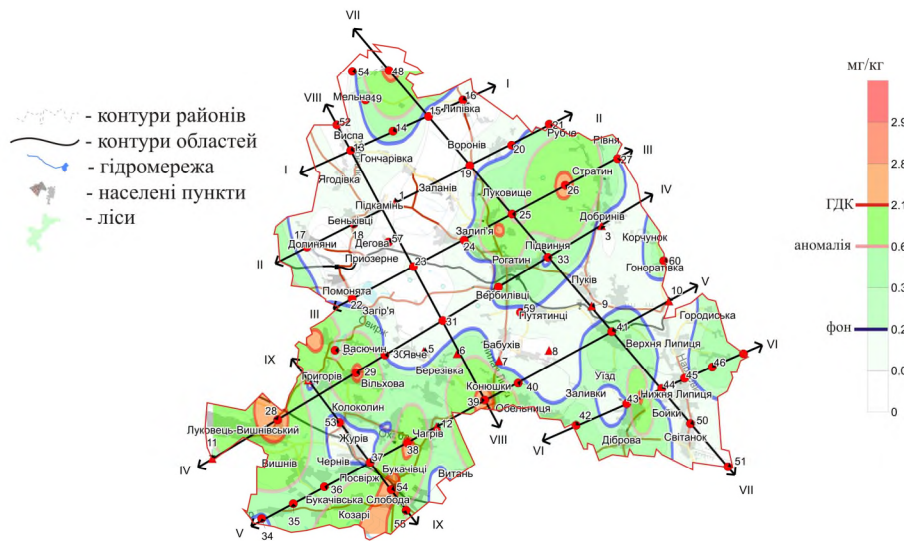


Рисунок 3.16 – Розповсюдження Ni в ґрунтах

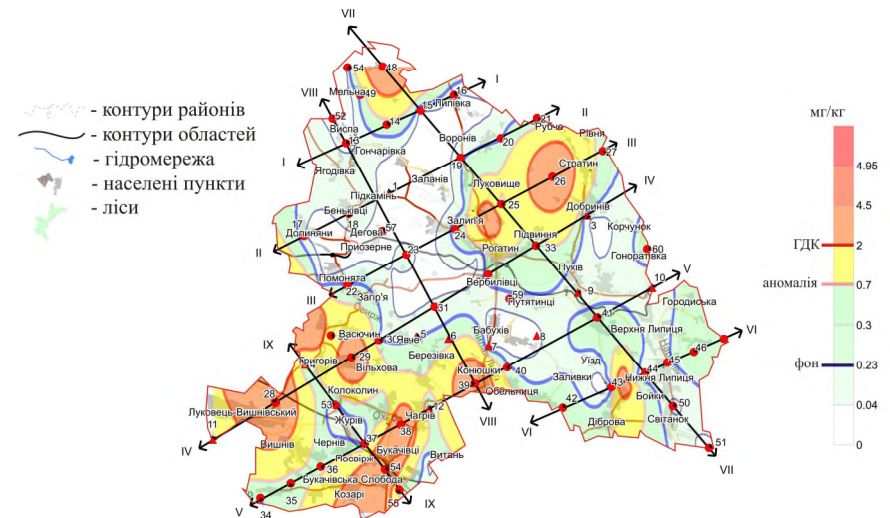


Рисунок 3.17 – Розповсюдження As в ґрунтах

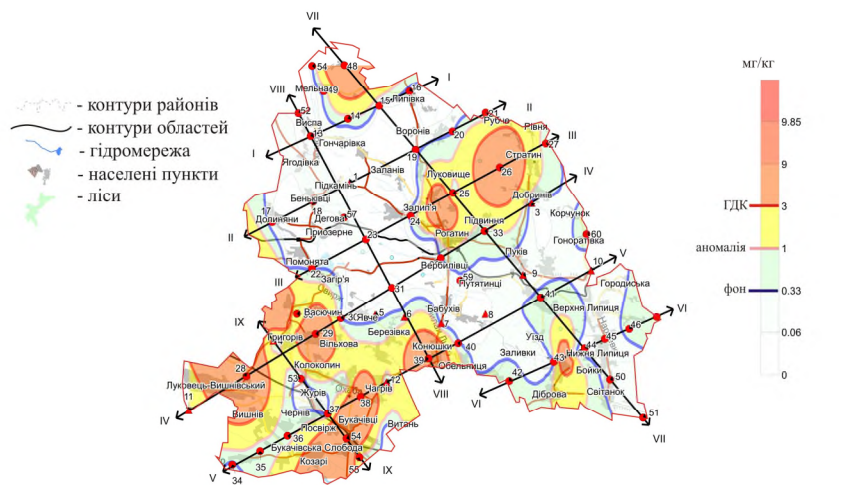


Рисунок 3.18 – Розповсюдження Cu в ґрунтах

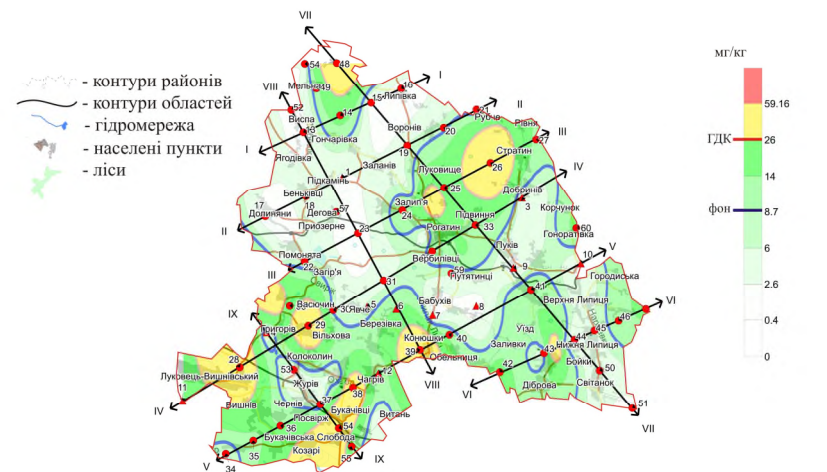


Рисунок 3.19 – Розповсюдження Pb в ґрунтах

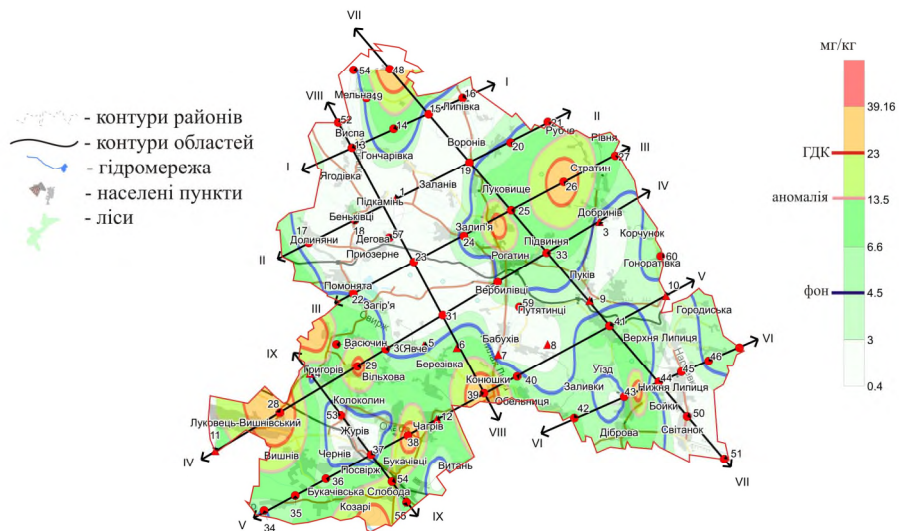


Рисунок 3.20 – Розповсюдження Zn в ґрунтах

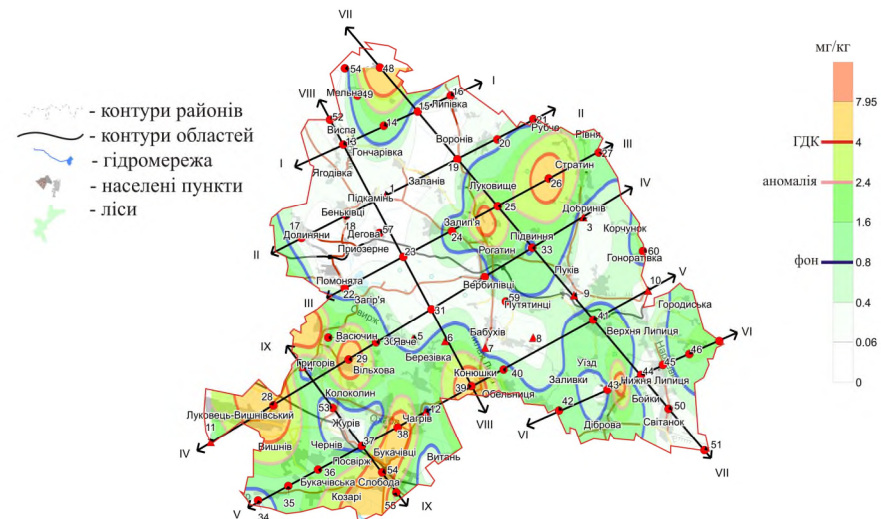


Рисунок 3.21 – Розповсюдження Ni в ґрунтах

Умовні позначення

Масштаб 1:40000  
 0 2 4 6 км  
 - контури районів  
 - контури областей  
 - гідромережа  
 - населені пункти

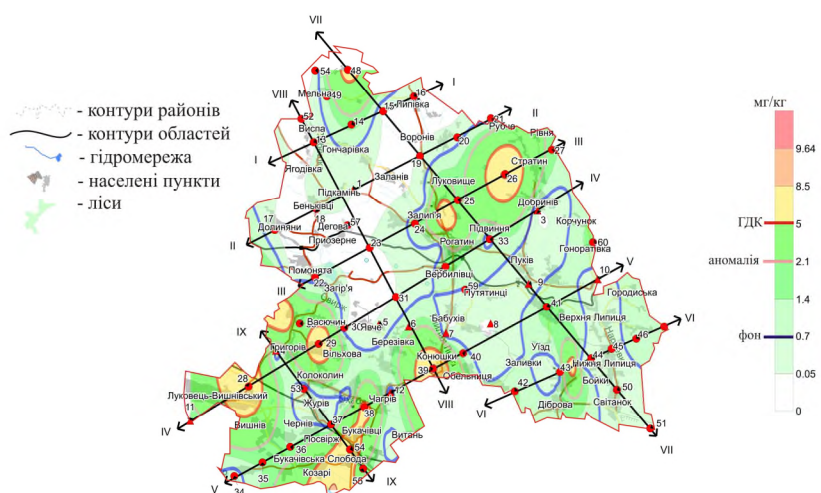


Рисунок 3.22 – Розповсюдження Co в ґрунтах

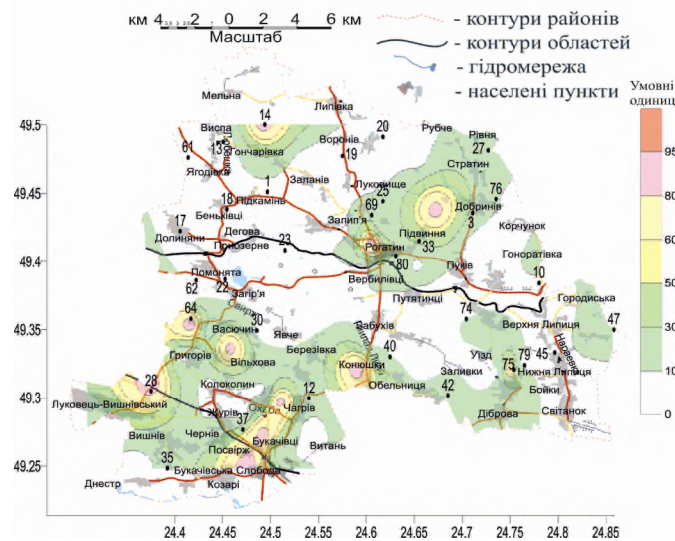


Рисунок 3.23 – СІЗ ґрунтів

Із літератури відомо, що накопичення надлишків Zn згубно впливає на життєдіяльність мікроорганізмів, що порушує процеси утворення органічної речовини у ґрунтах. Крім того, уповільнюються процеси ферментації і розкладання целюлози. Змінюються також фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів.

На відміну від Cu, Zn, Cd, сполуки Pb мають пригнічувальну дію на ґрунтові мікроорганізми. Це свідчить про надходженн Pb в ґрунти внаслідок антропогенного впливу [169], що підтверджуються високим вмістом цього елемента у верхньому шарі ґрунту. Відповідно, гумусовий та ілювіальний горизонти є своєрідними геохімічними бар'єрами для осадження важких металів.

Розподіл важких металів виявив кілька аномалій щодо природного геохімічного фону та ГДК, де вміст забруднювачів у 3-5 разів вищий.

На карті сумарного показника забруднення, яка об'єднує усі поелементні техногеохімічні карти, перевищення фонових вмістів приурочено до м. Рогатин і далі на північний схід від нього, а також до долин рр. Свірж, Гнила Липа, Нараївка, поблизу населених пунктів.

Важливу роль для Pb відіграють автошляхи, тому що у минулому використовували етиловий бензин. Деякі автори вважають, що Pb потрапляє в атмосферу переважно в оксидній формі, потім він осідає на поверхню ґрунту, сорбується органічними речовинами, мігрує по профілю ґрунту, але за межі ґрунтового профілю виноситься в невеликій кількості.

Цікаві дані отримані по вмісту ртуті Hg (рис. 3.16). Вміст – незначний, але надходження цього забруднювача має антропогенне походження, тому що він концентрується виключно у поверхневому шарі (0-5см). Аномалії Hg біля м. Рогатина пов'язані зі спалюванням вугілля у котельнях малих підприємств. Міграція Hg можлива лише на невеликій відстані [169].

Остаточні причини виявлених аномалій необхідно буде уточнювати в процесі подальших досліджень інших компонентів навколишнього природного середовища. Такі ж карти побудовані для ґрунтових вод (рис. 3.24-3.31), атмосферного повітря та опадів снігу (рис. 3.32-3.44).

Після виконання усіх цих процедур можна будувати екологічну карту. Але для того щоб здійснити таку роботу, необхідно послідовно дослідити усі 10 компонентів довкілля, тобто виконати екологічний територіальний аудит, алгоритм якого виглядає таким чином:

$$E_p = f\left(\frac{T_{сф} T_{гсф} T_{гсф} T_{сф} T_{сф} T_{сф} T_{сф} T_{сф} T_{сф} T_{сф}}{ЛТ, ГФ, ГМ, ГД, АТ, ПД, ФС, ЗС, ДС}\right), \quad (3.5)$$

де  $E_p$  – екологічна ситуація на території району,  
 $ЛТ, ГФ, ГМ, ГД, АТ, ПД, ФС, ЗС, ДС$  – природний стан літосфери, геофізсфери, геоморфосфери, гідросфери, атмосфери, педосфери, фітосфери, зоосфери, демосфери,  
 $T_{сф}$  – техногенний вплив на компоненти геоекосистеми,

$$T_{сф} = f(ВМ, ПС, МД, НФ, РР... та ін.), \quad (3.6)$$

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

Комплексні (сумарні, синтетичні, інтегральні) карти сучасної екологічної ситуації або екологічні карти (рис. 3.48) та карти геоекологічного районування (рис. 3.49) як результат екологічного територіального аудиту складаються шляхом комп'ютерного прозорого накладання покомпонентних карт, які є результатом накладання поелементних еколого-техногеохімічних карт (рис. 3.45, 3.46) на ландшафтну карту (рис. 3.47).



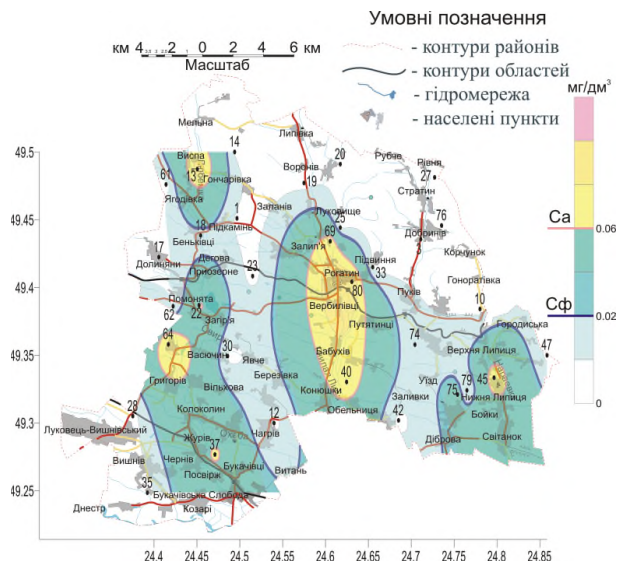


Рисунок 3.24 – Забруднення ґрунтових вод, Ni

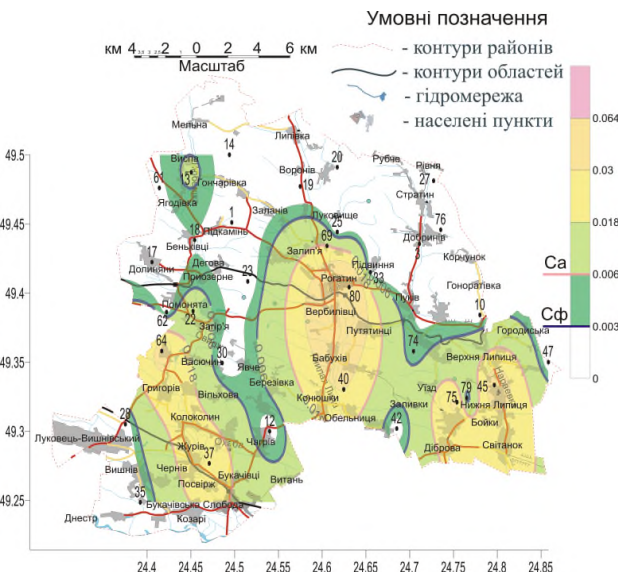


Рисунок 3.25 – Забруднення ґрунтових вод, Cd

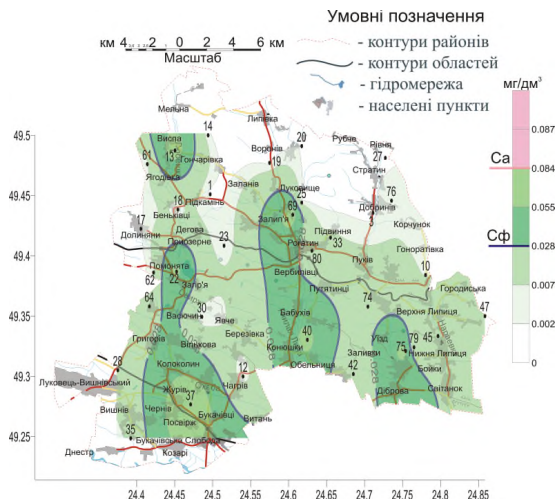


Рисунок 3.26 – Забруднення ґрунтових вод, Pb

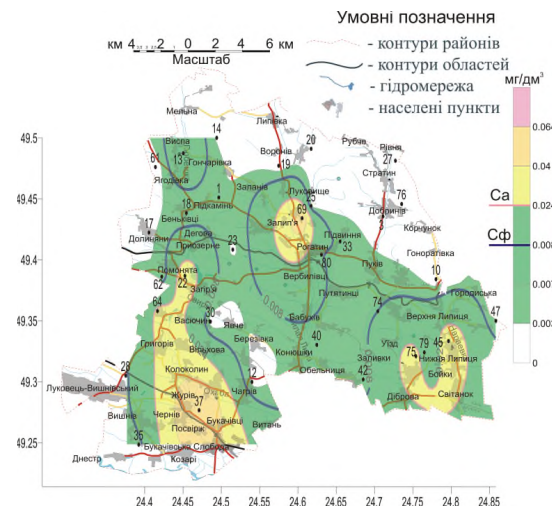


Рисунок 3.27 – Забруднення ґрунтових вод, Cu





Рисунок 3.28 – Забруднення ґрунтових вод, Zn

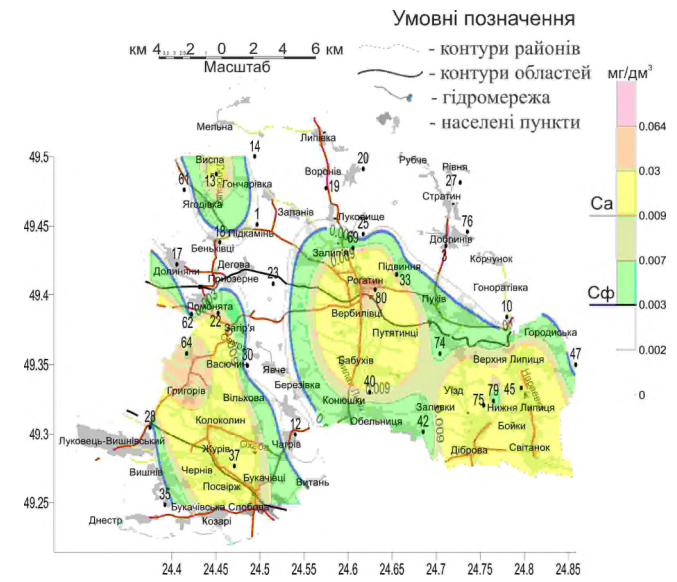


Рисунок 3.29 – Забруднення ґрунтових вод, Ni

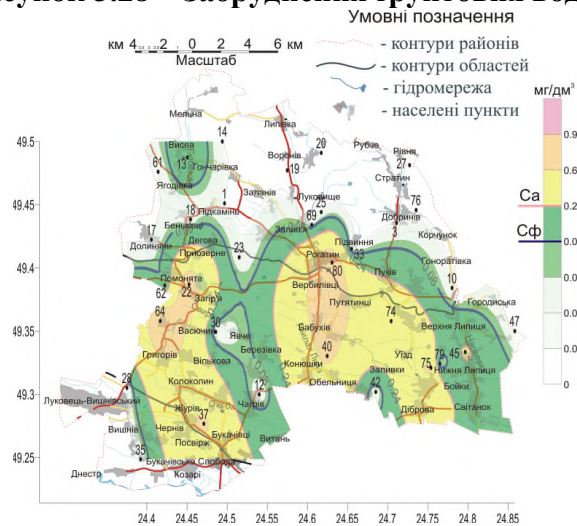


Рисунок 3.30 – Забруднення ґрунтових вод нафтопродуктами

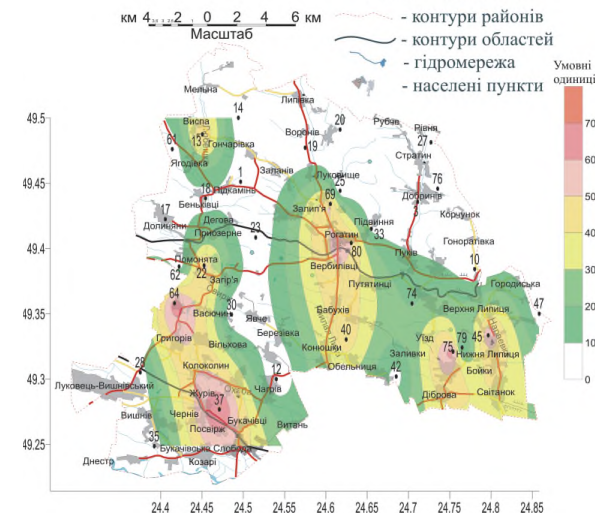


Рисунок 3.31 – Сумарний показник забруднення ґрунтових вод

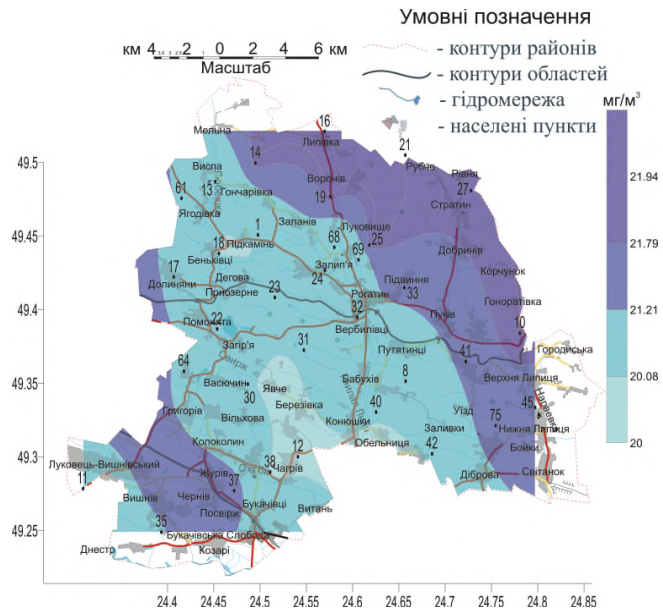


Рисунок 3.32 – O<sub>2</sub> в атмосферному повітрі

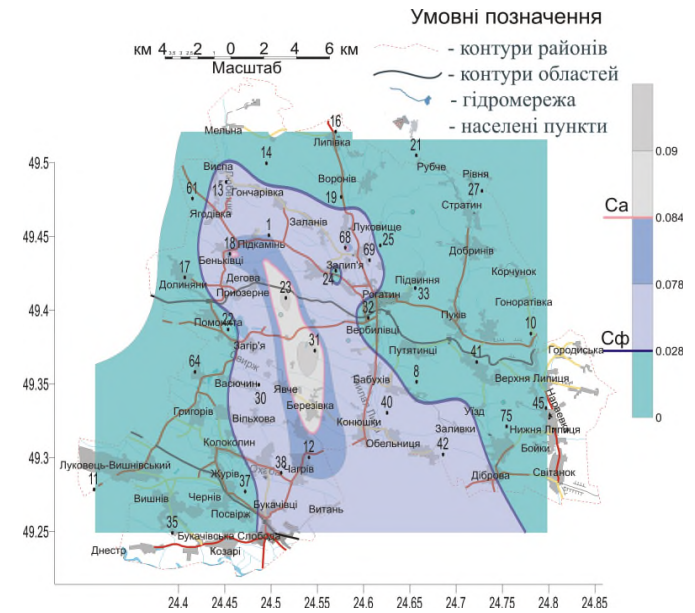


Рисунок 3.33 – CO<sub>2</sub> в атмосферному повітрі

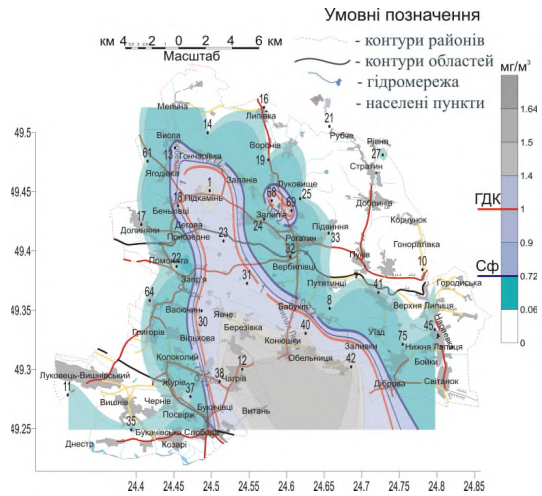
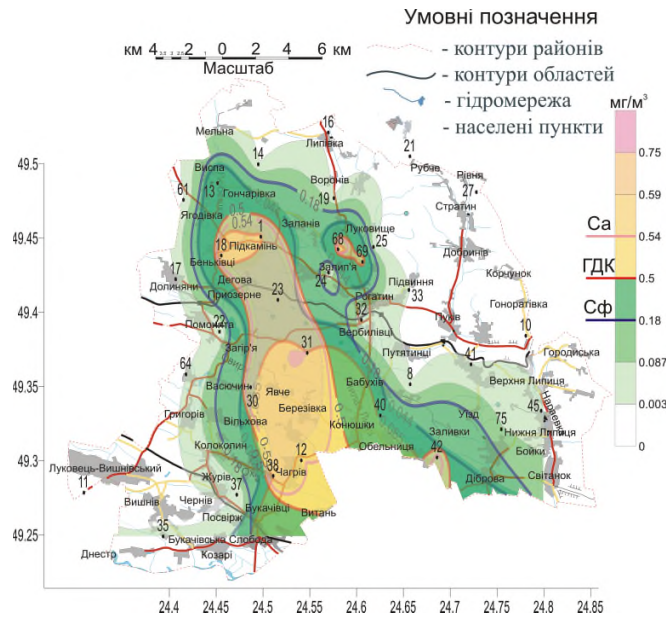


Рисунок 3.34 – SO в атмосферному повітрі

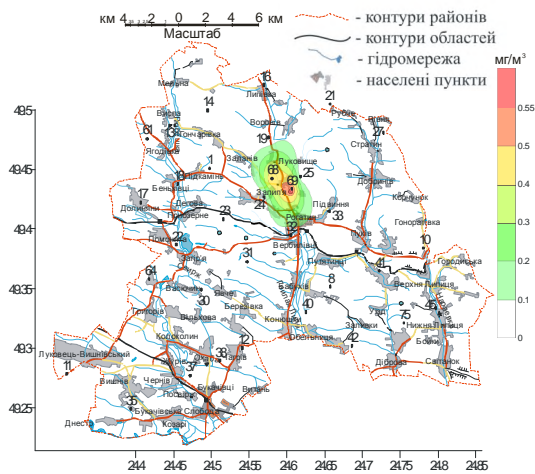


Рисунок 3.35 – NO<sub>x</sub> в атмосферному повітрі

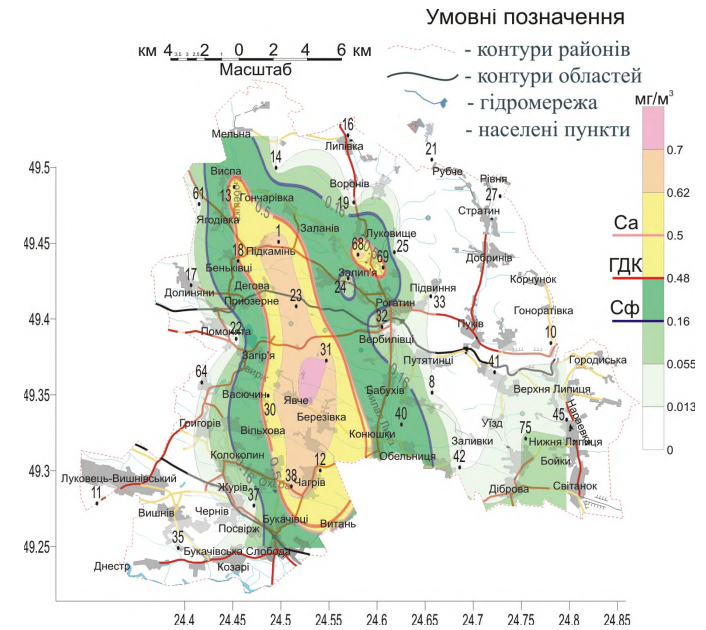




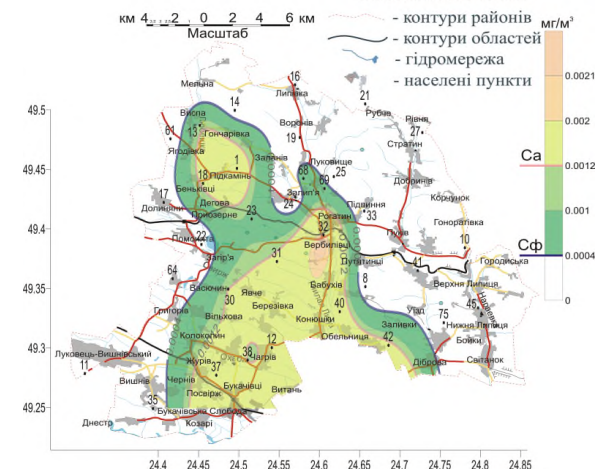
**Рисунок 3.36 – SOx в атмосферному повітрі**



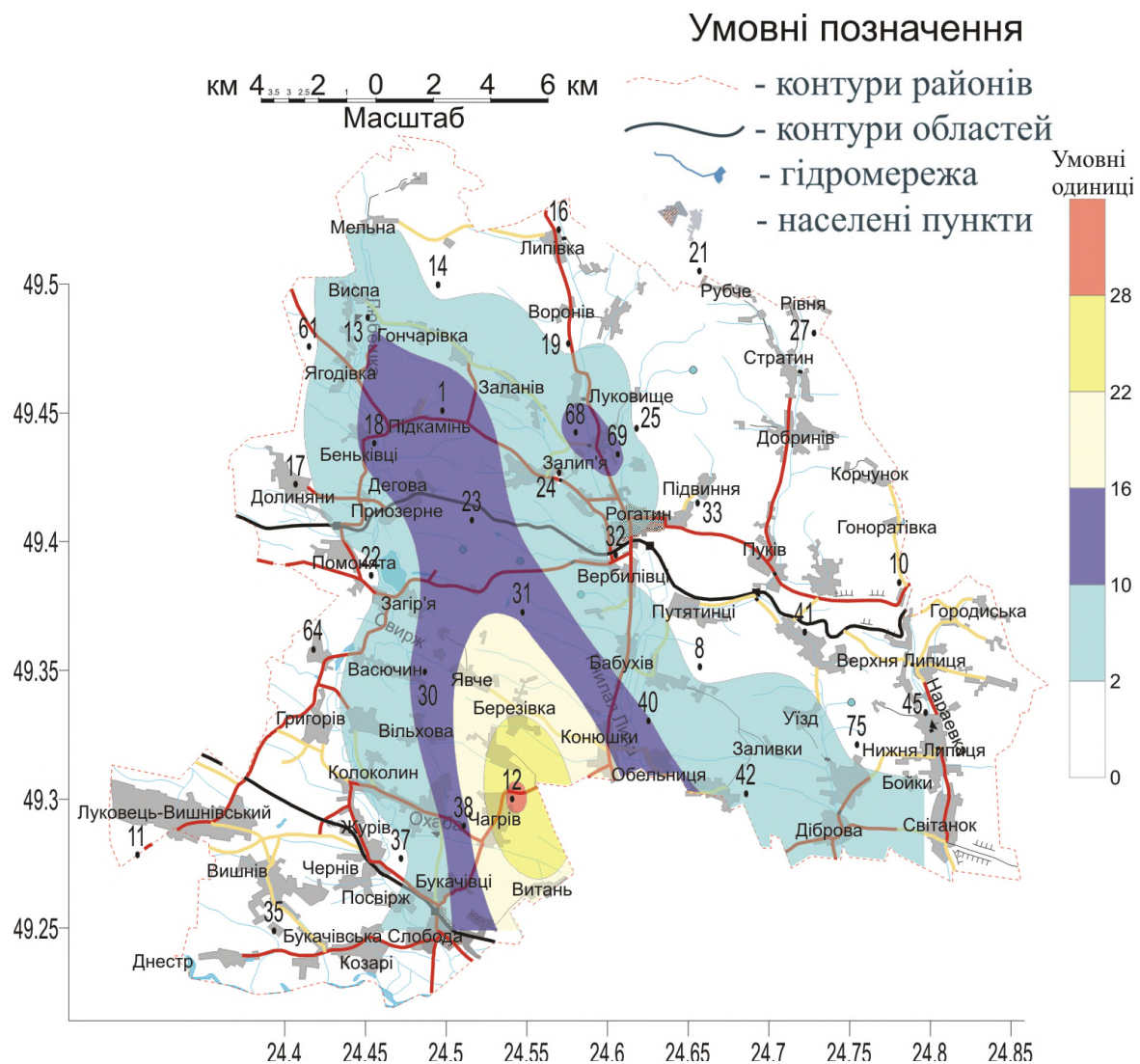
**Рисунок 3.38 – Бензин в атмосферному повітрі**



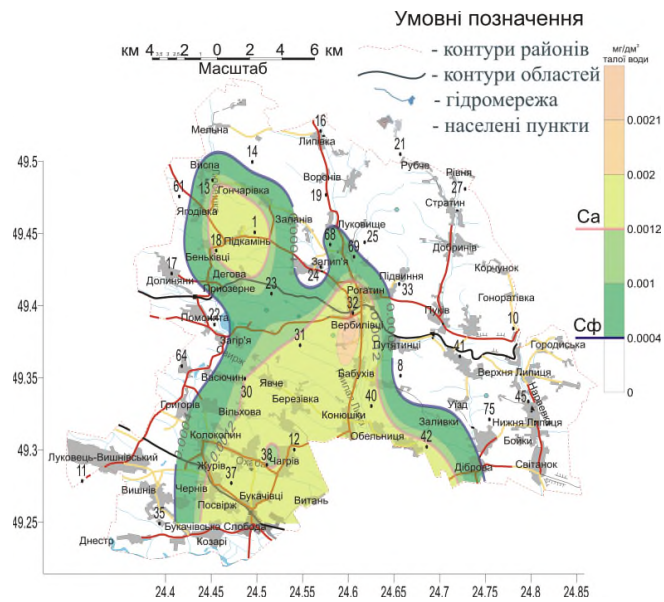
**Рисунок 3.37 – Пил в атмосферному повітрі**



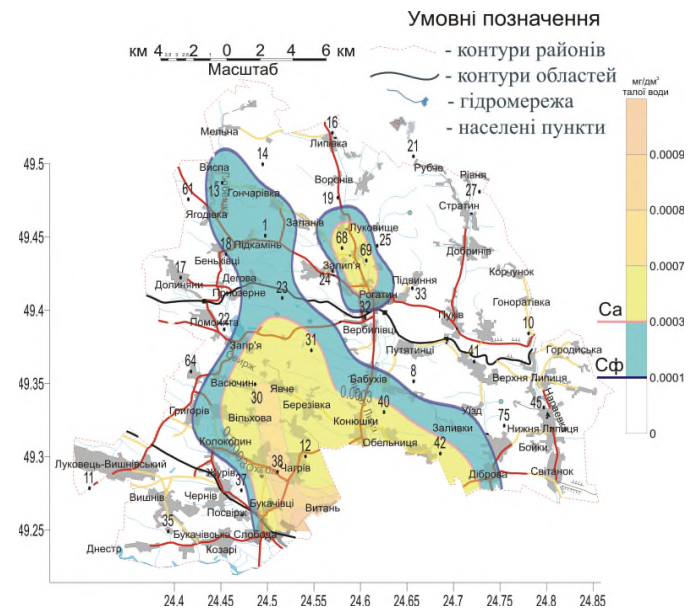
**Рисунок 3.39 – Ацетон в атмосферному повітрі**



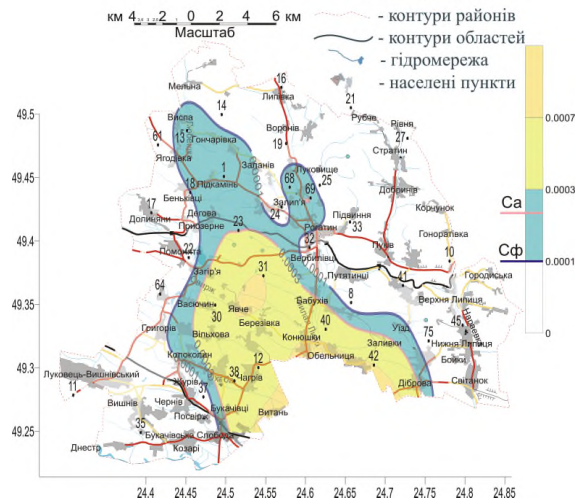
**Рисунок 3.40 – Сумарний показник забруднення атмосферного повітря**



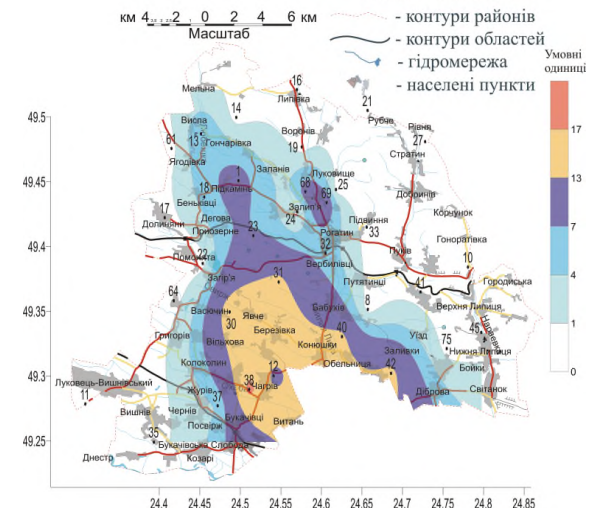
**Рисунок 3.41 – Ca в опадах снігу**  
Умовні позначення



**Рисунок 3.42 – Pb в опадах снігу**  
Умовні позначення

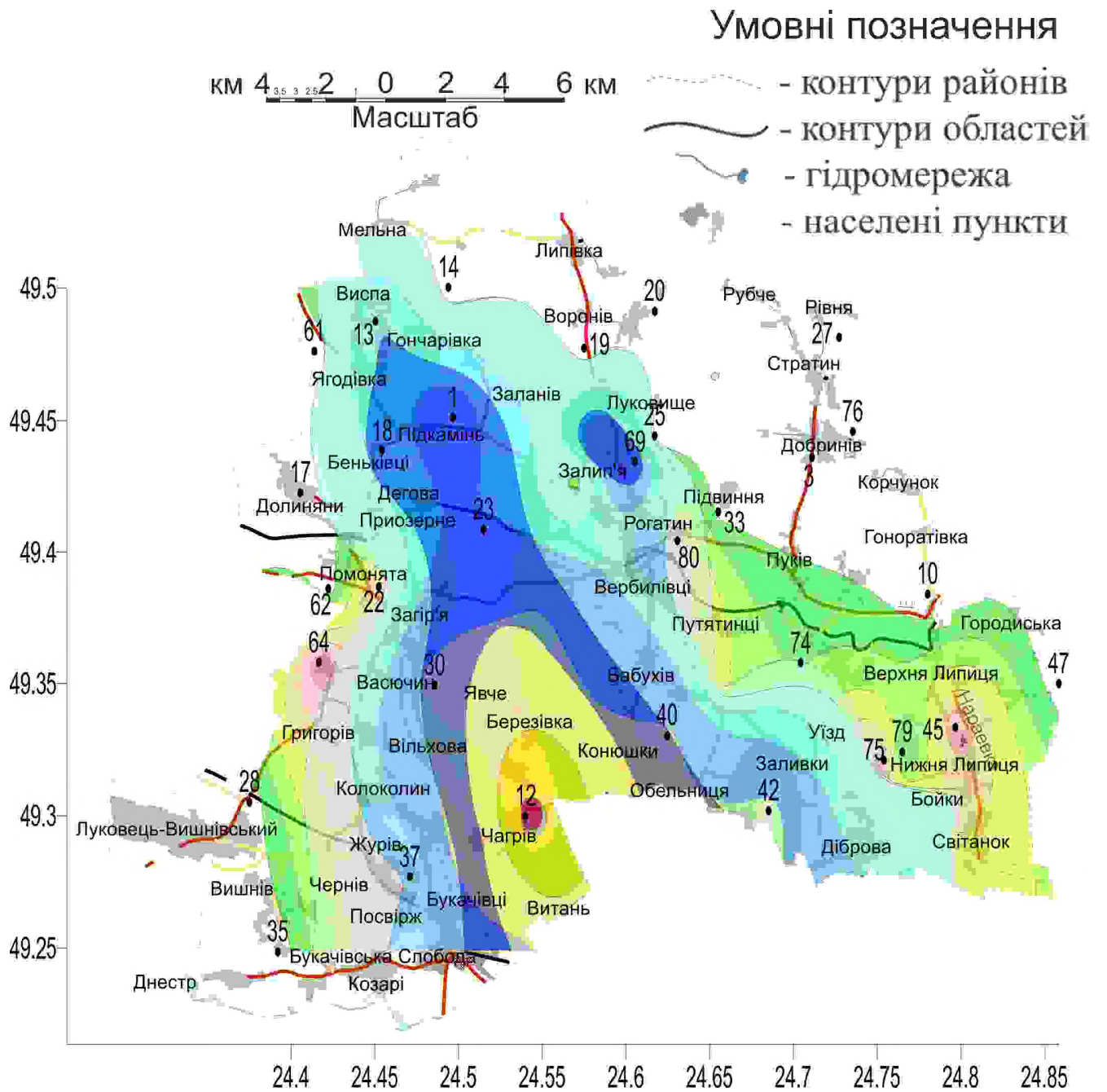


**Рисунок 3.43 – Zn в опадах снігу**

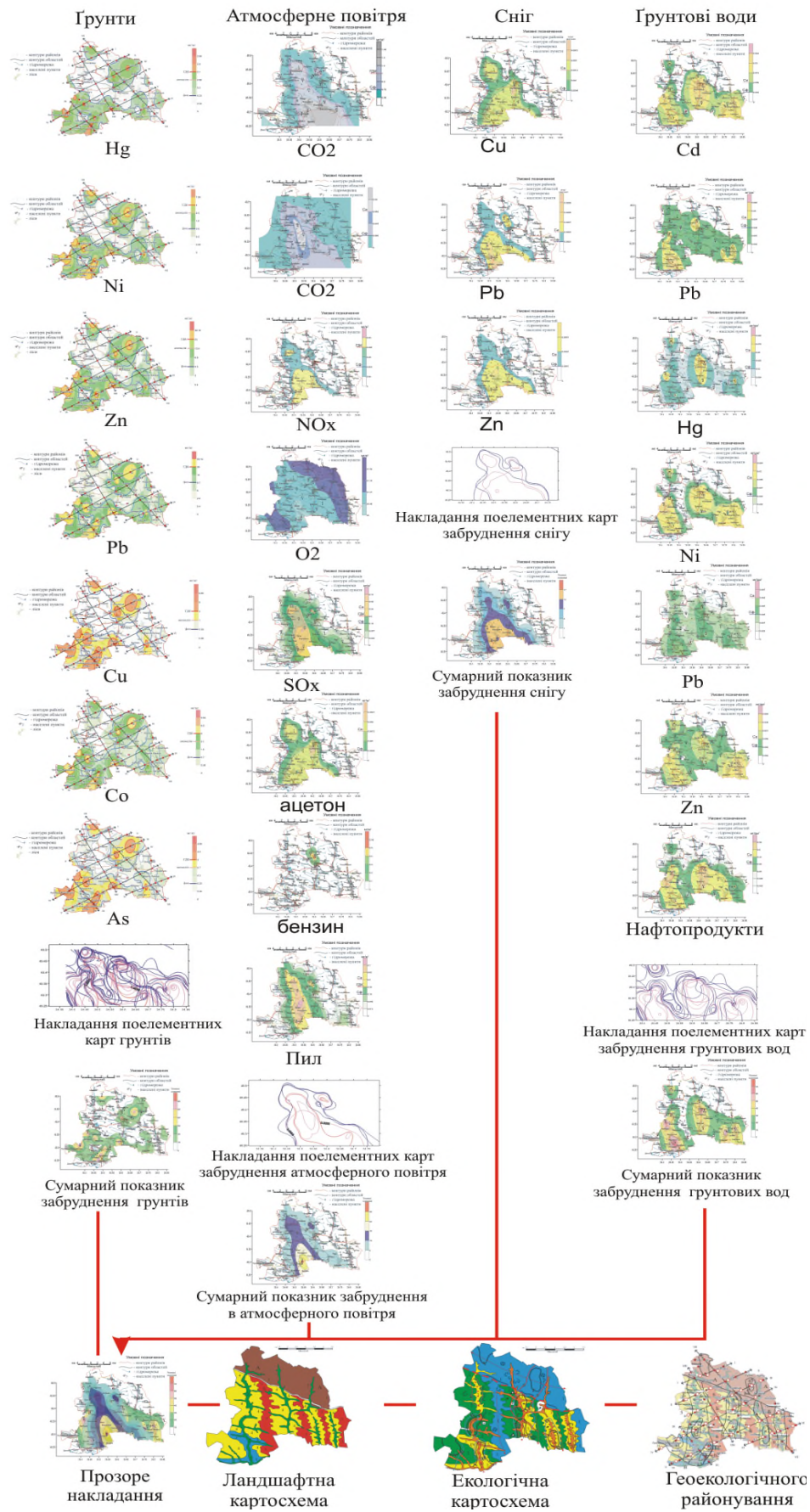


**Рисунок 3.44 – SP3 в опадах снігу**

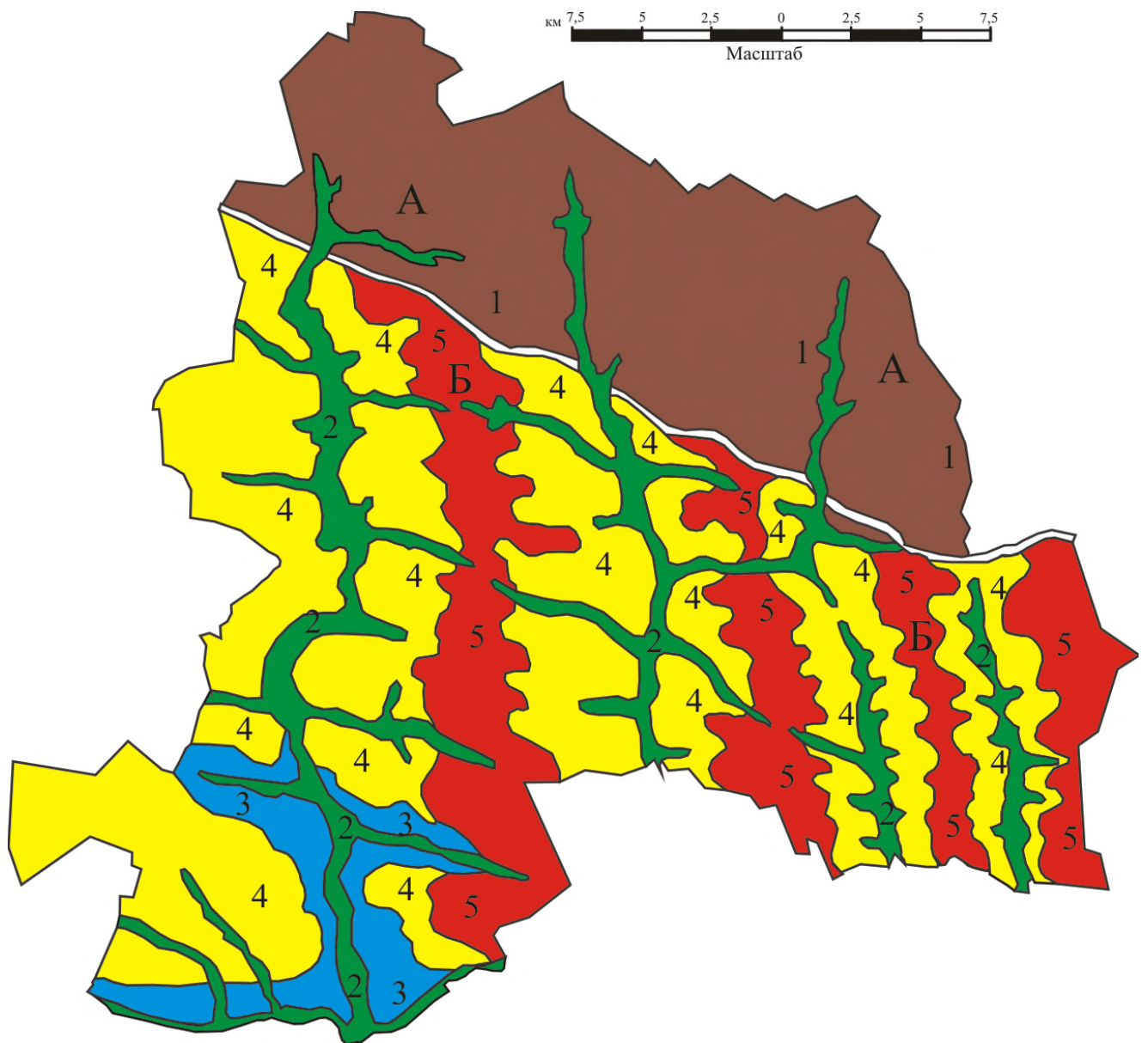




**Рисунок 3.45 – Результати прозорого накладання (рис. 3.46) для побудови карт сучасної екологічної ситуації на території Рогатинського району**



**Рисунок 3.46 – Інтеграція поелементних та покомпонентних карт забруднення ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря та опадів снігу на території Рогатинського району**



**Рисунок 3.47 – Ландшафтна картосхема території Рогатинського району**



### Умовні позначення до рис. 3.47

Фізико-географічна країна – Східноєвропейська рівнина (південно-західна частина)

Клас ландшафтів рівнинний

Природна зона – широколистяних лісів

Тип ландшафтів – височини і низовини з антропогеновим покривом на крейдових та неогенових відкладах

#### Види ландшафтів:

А. Гологори – структурно-денудаційні височини, сильно розчленовані, з сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами, з грабовими і буковими дібровами

Б. Рогатинське Опілля – ерозійно-денудаційні височини з сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами, з острівними грабово-буковими лісами

В. Долина Дністра – акумулятивна терасована рівнина з чорноземами та сірими ґрунтами, з заболоченими луками та прирусловими чагарниками



Місцевості: заплави та I надзаплавні тераси – лісові, лучні-остепнені з острівними вербо-вільховими лісами на заболочених ґрунтах



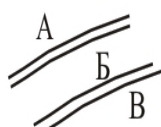
Поверхні II і III надзаплавних терас з лесовим покривом на чорноземах опідзолених та темно-сірих опідзолених ґрунтах з острівними дібровами



Ерозійні схили річкових долин з опідзоленими темно-сірими ґрунтами, з острівними дібровами



Плоскі поверхні лесових остепнених височин, з сірими і темно-сірими опідзоленими ґрунтами, з рідкими дубово-грабовими дібровами



Границя між ландшафтами Гологор (А), Рогатинського Опілля (Б) і долиною Дністра (В)



Границі між ландшафтними місцевостями.

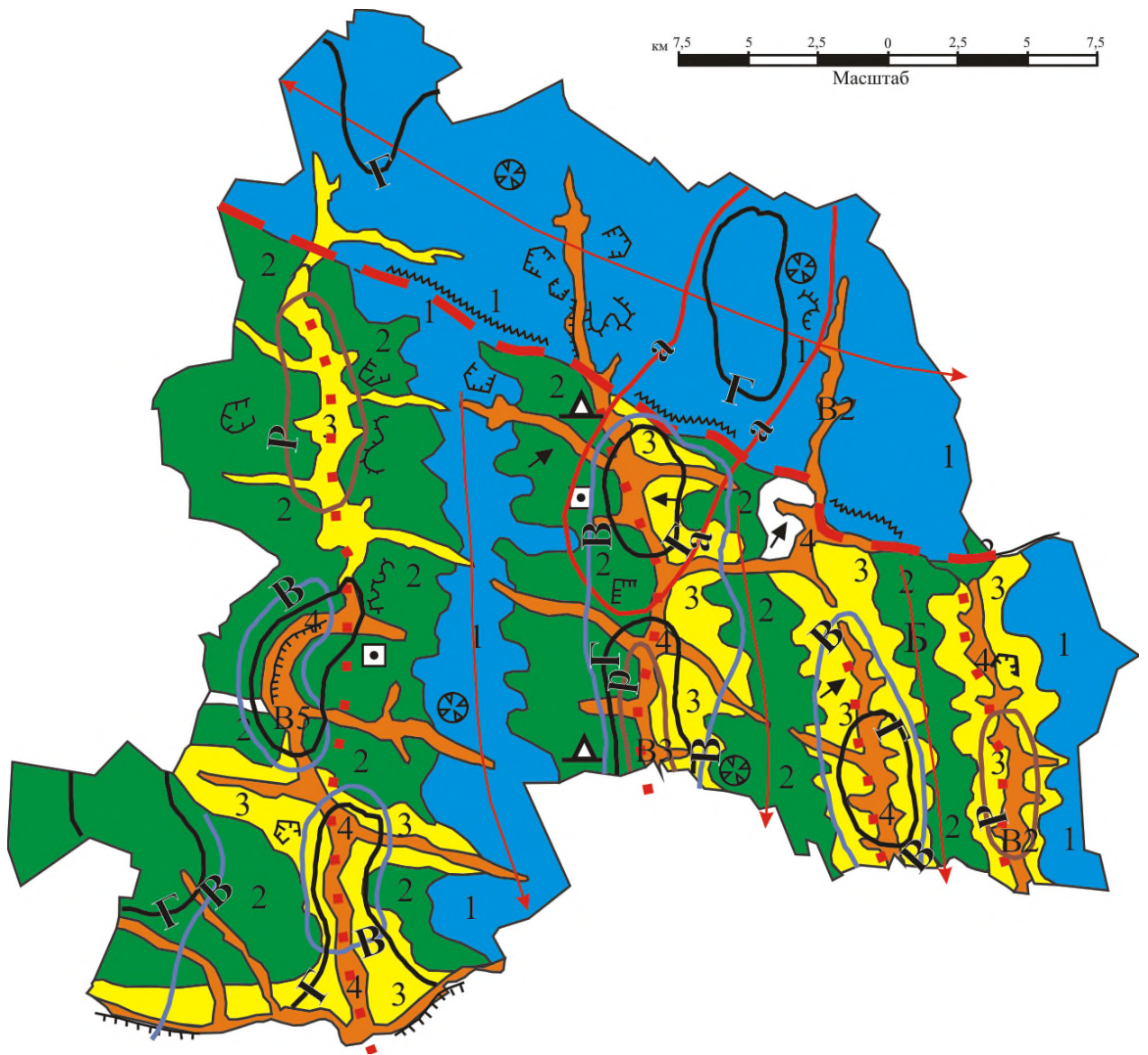


Рисунок 3.48 – Екологічна картосхема території Рогатинського району

Умовні позначення до рис. 3.48



# Екологічна ситуація

## Геологічне середовище

 Неотектонічні розломи, виражені в рельєфі уступами

 Кар'єри

 а

Неотектонічні підняття (а) та опускання (б)

 б



Карст

## Геофізичні поля



Інтенсивні градієнти природних гравітаційних та магнітних полів

## Геоморфосфера



Бічна та лінійна ерозія



Зсуви

## Гідросфера

Категорія якості поверхневих вод



Контури забруднення ґрунтових вод вище фону

## Атмосфера



Контури забруднення повітря вище фону

## Педосфера



Контури забруднення ґрунтового покриву вище фону

## Фітосфера



Контури забруднення рослинного покриву вище фону



Основні джерела викидів в атмосферу та скидів у водне середовище



Місця звалищ твердих відходів



Бувші склади пестицидів

## Екологічний стан території

 1


(фон < 0,5-1) нормальний

 2

Задовільний (фон 1-2)

 3

Напружений (фон 2-3)

 4

Складний (фон > 3)



**Рисунок 3.49 – Картосхема геоекологічного районування території Рогатинського району, що дозволяє додатково геоекологічно обґрунтувати поділ району на територіальні громали**

Умовні позначення до рис. 3.49  
**Геоекологічні структури**

Геоекологічні зони: А – Гологірська, Б – Рогатинсько-Опільська, В – Дністровська

Геоекологічні смуги концентрації: 1 – Свіржська, 2 – Гнило-Липівська, 3 – Пуківська, 4 – Нараївська;

Геоекологічні смуги розсіювання: 5 – Луковецька, 6 – Березівська, 7 – Заливкінська, 8 – Нижньо-Липівська, 9 – Городинська;

Геоекологічні ареали концентрації: а<sub>1</sub> – Вишнівський, а<sub>2</sub> – Васючинський, а<sub>3</sub> – Букачівський, а<sub>4</sub> – Рогатинський, а<sub>5</sub> – Рівнянський, а<sub>6</sub> – Бабухівський, а<sub>7</sub> – Дібровський з геоекологічними вогнищами – джерелами забруднення: б<sub>1</sub> – Чагрівське, б<sub>2</sub> – Слобідське, б<sub>3</sub> – Вільхівське, б<sub>4</sub> – Стратинське.

▲ 34 Геоекологічні полігони обласної системи екологічного моніторингу

● 41 Геоекологічні полігони – точки відбору проб у 2003-2004рр.

○ Геоекологічні полігони – точки відбору проб ґрунтів автором у жовтні 2012р. та проектні полігони

↗ ○ ↘ Мережа рекомендованих автором проектних профілів і геоекологічних полігонів системи моніторингу довкілля

В результаті на екологічній карті або карті сучасної екологічної ситуації (рис. 3.48) виділяються контури розповсюдження різних геоecологічних станів (табл. 3.11), узгоджені з контурами місцевостей на ландшафтній карті (рис. 3.47). Із порівняння цих карт видно, що геоecологічні зони і смуги відповідають контурам ландшафтів та ландшафтних місцевостей на картосхемі геоecологічного районування (рис. 3.49). Граничні (крайові) стани (табл. 3.11) визначались шляхом ранжування отриманих показників та порівняння їх з аналогічними показниками екологічних станів Західного регіону України, розроблених Л.В. Міщенко (табл. 3.11) [135].

Таблиця 3.11

**Ранжування сумарних показників забруднення для оцінки екологічного стану компонентів довкілля**

Сумарні показники забруднення ґрунтів	Геоecологічний стан
0-1	нормальний
1-5	задовільний
5-10	напружений
> 10	складний

Долини Дністра та його допливів (притоків) у межах заплави та низьких надзаплавних терас перебувають у складному екологічному стані, а більш високі поверхні терас «несуть» незначне забруднення від місцевих джерел і перебувають у напруженому екологічному стані.

Відчувається також вплив регіонального, а можливо і транскордонного переносів. Задовільний стан спостерігається на схилах долин, а нормальний лише на горбогірних хвилястих рівнинах, що розділяють долини рр. Свірж, Гнила Липа, Нараївка.

На екологічну картосхему винесені порушення геологічного середовища, як природні (неотектонічні розломи, підняття та опускання земної кори, які були активізовані в неоген-четвертинний час і які можуть провокувати землетруси, а також розвиток карстових процесів), так і техногенні (кар'єри з видобутку корисних копалин), а також порушення геоморфосфери (рельєфу) зсувами, бічною та лінійною ерозією, суфозією та ін. При цьому порушення рельєфу в основному є природними, але часто вони підсилені надмірною господарською діяльністю людини.

Сукупність усіх виявлених контурів геоecологічних станів основних компонентів довкілля дозволило провести геоecологічне районування (рис. 3.49) на ландшафтній основі (рис. 3.47).

Згідно з ландшафтним та фізико-географічним районуванням О.М. Маринича та П.Г. Шищенка [118-120], досліджуваний район є частиною Східноєвропейської рівнинної ландшафтної країни, зони широколистяних лісів, Західно-Українського ландшафтного краю та Західно-Подільської ландшафтної області. У межах цієї області розвинуті ландшафти Гологор, Опілля та долини Дністра з рядом ландшафтних місцевостей.

Із екологічної картосхеми (рис. 3.48) видно, що кожен компонент довкілля несе на собі те чи інше забруднення важкими металами, нафтопродуктами, пестицидами, радіонуклідами. Тобто ландшафтні місцевості разом з відповідним техногенним навантаженням утворюють геоecологічні смуги, що відповідають ландшафтам місцевостям. Відповідно на досліджуваній території виділено кілька додатних і від'ємних геоecологічних смуг, які відповідають різним типам ландшафтних місцевостей. На їх фоні виділяються також геоecологічні ареали та геоecологічні вогнища.

Отже, запропоновані автором картосхеми свідчать про те, що просторовий розподіл геоecологічних структур з різним екологічним станом вимагає розробити для них індивідуальні заходи з оптимізації та покращення стану довкілля. А для цього необхідно організувати екологічний моніторинг з системою проектних профілів і геоecологічних полігонів на території кожної громади.

### Висновки до розділу 3

1 Екологічну 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 У зв'язку з тим, що аналіз екологічної 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 екологічної безпеки (КСЕБ) включає сім основних блоків: 1) теоретично-методологічні основи екологічної безпеки, 2) визначення екологічної ситуації (екологічний аудит), 3) оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС), 4) моніторинг довкілля для моделювання і прогнозування стану геоекосистем, 5) екологічний ризик, 6) безпеку життєдіяльності та 7) екологічний менеджмент.

4 Сучасну екологічну ситуацію (блок 2) визначають ландшафтно-техногеохімічними методами, на основі чого здійснюють геоекологічне районування і розробляють рекомендації з оптимізації екологічного стану довкілля як для адміністративного району, так і для кожної територіальної громади.

5 Оцінка впливів на навколишнє середовище (блок 3) визначає внесок кожного промислового чи іншого підприємства у загальний екологічний стан компонентів довкілля та екологічну ситуацію на території.

6 Моніторинг довкілля (блок 4) 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 як адміністративного району, так і територіальних громад залежно від можливостей природи і потреб господарства.

7 Екологічний ризик (блок 5) розраховують для оцінювання небезпеки життю людини та стану навколишнього природного середовища за існуючими методиками.

8 Безпека життєдіяльності (блок 6) оцінює стан здоров'я населення залежно від екологічних (природних та техногенних) чинників.

9 Екологічний менеджмент (блок 7), як завершальний блок систем екологічної безпеки, є науково-обґрунтованою основою для збалансованого розвитку адміністративних районів та територіальних громад залежно від того чи іншого сценарію соціально-економічних програм території в екологічно безпечних межах.

У виконаному автором науковому дослідженні найбільшу увагу приділено визначенню сучасної екологічної ситуації та моніторингу довкілля для геоекологічного районування, але враховано і всі інші блоки екологічної безпеки, які повинні виконуватись іншими.

### ГЕОІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ НА ОСНОВІ ГІС І ДЗЗ ГЕОЕКОСИСТЕМ НА ТЕРИТОРІЇ ПЕРЕДГІРСЬКОГО ТА ГІРСЬКОГО РАЙОНІВ З РОЗДІЛЕННЯМ НА ПРИРОДНИЙ І ТЕХНОГЕННИЙ ГЕОХІМІЧНІ ФОНИ

Богородчанський район Івано-Франківської області (рис. 2.1) є унікальною територією, де природні та техногенні зміни геосистем значної інтенсивності знаходять поряд з незайманими ландшафтами гірської частини Карпат. Цей район – своєрідна «трансекта», що пересікає з північного сходу на південний захід Передкарпатську височинну рівнину, передгір'я та низкогір'я і нарешті середньо- та високогір'я.

На Передкарпатті розташований потужний «забруднювач» техносфери – Богородчанський газотранспортний вузол (рис. 2.9), де сходяться трансконтинентальні (Північ Сибіру – Західна Європа) магістральні газопроводи «Союз» і «Прогрес», тут же розташована Богородчанська газокompресорна станція і Богородчанське підземне сховище газу. Трохи південніше, безпосередньо в передгір'ях – Старунський геодинамічний феномен, де на 60 га геологічної пам'ятки є природно – та техногенно змінені ландшафти з одним у Карпатському регіоні грязьовим вулканом, виходами нафти і газу на денну поверхню та унікальними захороненнями забальзамованої мамонтової фауни пізнього плейстоцену. Це джерело активних природних змін ландшафтів підсилено техногенними їх змінами – нафторозвідувальними свердловинами та озокеритовими копальнями. А далі, на південний захід, у тому ж Богородчанському районі ми спостерігаємо найбільш екологічно чисті ландшафти Карпатських гір, де знайшлось місце кільком санаторіям («Синьогора», «Гута» та ін.) і резиденції Президента України, на базі яких створені нові природоохоронні території – національні природні парки. Тому екологічна оцінка Богородчанщини має важливе як науково-теоретичне, так і практичне значення.

#### 4.1 Природні умови та природні ресурси Богородчанського району та його територіальних громад

Площа Богородчанського району – 799 кв.км, що займає 5,7 % території області. Адміністративним центром є смт. Богородчани. Відстань від смт. Богородчани до міста Івано-Франківська: шосейними шляхами – 18 км. Кордони: район межує із Закарпатською областю, Надвірнянським, Рожнятівським, Калуським, Тисменецьким районами нашої області [14, 45]. Виділяються на добровільній основі 5-6 територіальних громад – Богородчанська, Солотвинська, Старунська, Яблуницька і можливо Манявська.

Богородчанщина розташована на двох різних за своєю природою ландшафтних зонах: Передкарпаття і Українські Карпати. Передкарпаття – більша частина Богородчанського району. Тут панує піднятий і сильно розчленований рельєф – переважають лісолучні ландшафти з широколистяних та мішаних лісів. Південно-західна невелика частина Богородчанського району заходить в Українські Карпати. Тут панують листяні, мішані та хвойні ліси. Середні висоти перевищують 370 м [2]. Рельєф цих районів вивчали багато дослідників з точки зору морфометрії і генезису [13, 14]. Місцевість Івано-Франківської області в орогідрофічному відношенні ділиться на дві частини: велику північно-східну, хвилясто-рівнинну, і меншу південно-західну, гірську. Границя між ними порівняно чітко виражена 400-метровою ізогіпсою, що проходить через Болехів-Долину-Переґінськ-Солотвино-Надвірну-Яблунів-Косів-Кути. У рівнинній частині абсолютні висоти коливаються від 250 до 400м. Отже, Богородчанський район розташований на межі вище вказаних частин Івано-Франківської області. Сmt. Солотвино розташоване майже в центральній частині району. Північно-східна (хвилясто-рівнинна) частина розташована в основному між смт. Солотвино і Тисменецьким районом.



#### 4.1.1 Геологічне середовище та мінерально-сировинні ресурси

Богородчанський район входить у межі Складчастої зони Карпат, яка утворилась на місці величезної Альпійської геосинклінали, з якої виникли в кінці неогенового періоду всі молоді гори Європи – Альпи, Карпати, Балкани та ін. Протягом мезозою і кайнозою тут проходило нагромадження морських осадових товщ, які у результаті горотворних процесів сильно зім'яті у складки. Карпати – типова складчаста гірська країна, неоднорідна в тектонічному відношенні. На Івано-Франківщині вона, за О. С. В'яловим [43], поділяється на ряд тектонічних зон: Скибову, Кросненську, Могурську і Мармароську (рис. 3.1, 3.9).

Простір між Карпатами і південно-західним краєм Руської платформи, зайнятий тектонічною зоною – Передкарпатським передгірним прогином, має проміжний характер. Породи, що складають територію району, за віком належать до різноманітних геологічних епох – від силуру до сучасних [2, 22].

Екологічний стан геологічного середовища визначався за даними геологів Львівської геологічної експедиції В. Й.Гірного та Д. Ф.Челяка. У структурно-тектонічному відношенні ця територія розташована в межах південно-західної окраїни Східноєвропейської 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. Осадовий чехол складений потужною товщею порід верхньопротерозойського, палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку. На схід, у межах Ковельсько-Хотинської фаціальної зони переважає тонкотеригенний тип силурійського осадоного нагромадження, де накопичувались різноманітні лагунні, барові та відкритого моря шельфові відклади. Границя між цими зонами проходить північніше м. Івано-Франківськ. Силурійські відклади карбонатної формації – це доломіти, вапняки, детритові мергелі, рідше зустрічаються аргіліти.

Характерною особливістю даних відкладів є наявність детриту раковин молюсків та кріноїдей. Потужність досягає 380 м.

Силурійські відклади теригенно-глинистої формації розкриті свердловиною Івано-Франківськ-1 в інтервалі 2 770-3 600 м. Відклади складені нижніми та верхніми відділами. Літологічний склад представлений нашаруванням аргілітів, алевролітів, мергелів з рідкими малопотужними прошарками вапняків. Породи переважно темно-сірого кольору, окремілі, масивні. В основній масі часто спостерігаються лінзи та прожилки, виповнені піритом. Породи тріщинуваті. Тріщини заповненні кальцитом. Потужність відкладів даної фаціальної зони 830 м.

Відклади девонської системи представлені тівверською і дністровською серіями. У будові тівверської серії спостерігається поступова зміна літологічного складу порід знизу вгору від карбонатно-теригенних до переважно теригенних. Зміна кольору порід від чорної в нижній частині розрізу до строкатої в кровлі серії. Серед літологічних різновидностей порід зустрічаються аргіліти, вапняки, пісковики, алевроліти. Спостерігається поступове зменшення кількості фауністичних залишків майже до повного їх зникнення у верхній частині розрізу серії. Потужність серії біля 2 000 м (за даними свердловини Івано-Франківськ-1).

Дністровська серія складена мілкозернистими пісковиками і алевролітами, переважно кварцовими, з глинистим цементом. Колір серії змінюється від темно-бурого до червоного, обумовленого гідроксидами заліза, яке виконує разом з глинистими речовинами роль цементу. Загальна потужність відкладів девонської системи досягає 2 500 м.

На території Богородчанського району поширені палеоген-неогенові відклади. Вони представлені майже всіма ярусами. У Карпатах відклади являють собою переважно осадові породи палеогенового флішу, а в районі Прикарпаття – осадові товщі міоцену.

Міоценові відклади поширені переважно в північно-східному напрямку. Вони представлені головним чином крихкими, здебільшого горизонтально залягаючими породами: пісками, глинами, вапняками і т.п. Породи середнього міоцену утворюють численні виходи на денну поверхню.

У межах території досліджень виділяються усі вікові підрозділи антропогену (нижньо-, середньо-, верхньоплейстоценовий і голоценовий), розвинуті складнобудовані генетичні типи відкладів, що майже суцільним плащем перекривають більш давні утворення. Генетично четвертинні відклади представлені алювіальними, еоловими, елювіальними, делювіальними і пролювіальними накопиченнями. За даними А. Б. Богущького [21], алювіальні відклади вистилають днища річкових долин, зустрічаються на їх схилах, вкривають обширну площу межиріччя Лімниці – Бистриці-Солотвинської. Потужність алювію 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 алювій поділяється на руслову (гравійно-галечниково-піщаний матеріал), заплаву (піщано-супіщано-суглинистий) і старичну (суглинисто-глинистий і біогенний) фації.

Гравійно-галечниковий і валунний матеріал руслової фації складений конгломератами, алевритами, гравелітами, пісковиками карпатського походження. Заплавна фація алювію представлена піском, супіском і суглинком. Алювій різною мірою перетворений вторинними процесами. Найменш перетворений, або взагалі не перетворений, алювій нижньої групи терас: перша тераса, заплавні рівні і відклади сучасних русел. Алювій середньої групи терас (2-4 терас) перебуває у середній ступені перетворення – русловий алювій досить щільний, а заплашний майже завжди облесований на повну потужність. Надзвичайно сильно перетворений алювій верхньої групи терас (5, 6) – руслові відклади зцементовані, озалізовані.

Дискусійним є питання розвитку на межиріччі Дністра-Ворони – геоморфологічний район Придністровського Опілля, за П. Цисем, алювіальних відкладів верхньоплейстоценової надзаплавної тераси Дністра, описаних Р. О. Сливкою [198].

До еолових відкладів відносяться широко розповсюджені у Передкарпатті леси. Перекриваючи у багатьох випадках алювій потужною (максимум до 40 м) товщею, леси формують покривні пачки терас Дністра та його приток. Лесового покриву позбавлені лише ті частини долин рік, що сформувалися протягом голоцену та у межах обширної Станіславської улоговини, а на високій шостій терасі (рівень Лоевої) лесовий покрив, як правило, сильно еродований. Представлені леси усіма віковими підрозділами антропогену – від нижнього до верхнього і навіть еоплейстоценового віку. Найбільш повно лесові відклади представлені на поверхнях 2, 3, 4, і 5 терас, де їх потужність часто досягає декількох десятків метрів.

У прилеглих до долини Дністра районах Опілля досить широко розповсюджені верхньоплейстоценові леси, що добре збереглися на вододілах і пологих привододільних ділянках схилів. Потужність лесового покриву досягає 6-10 м.

Для середньої групи терас у Передкарпатті домінуючими визнаються процеси лінійного розмиву і зсуви. Акумуляція продуктів денудації відбувається в основному на рівні першої-другої терас. Зі схилами денудаційно-аккумулятивної поверхні Лоевої пов'язане переважаючі процеси делювіального змиву.

Про елювіальні, делювіальні, пролювіальні відклади зібрані лише загальні дані. На Опіллі на денну поверхню виходять корінні породи, що зазнали процесів вивітрювання. Іноді на них збереглися елювіальні накопичення, що представлені мергелістими глинами, уламковим матеріалом, розвинутим на піщано-глинистій товщі, рідше вапняках і мергелях. Зі схилами вододілів на Опіллі також пов'язані процеси делювіального змиву.

Пролювіальні відклади приурочені до підшви крутих схилів річкових долин і складають конуси виносу балок, потужних ярів. Пролувій представлений продуктами розмиву лесів, алювію, у потужних ярів – підстелюючих корінних порід. Матеріал, що складає конуси виносу, залежить від складу розмитих порід. У їх вершинах бувають великі, слабообкатані уламки мергелів, вапняків, перевідкладений крупноуламковий алювіальний матеріал, що при просуванні до периферії конусів виносу ярів поступово заміщується піщаним і глинистим матеріалом.

Потужності пролювіальних відкладів коливаються у надзвичайно широких межах, від перших метрів до десяти, іноді навіть більше. Даних щодо потужностей елювіальних, делювіальних відкладів вкрай обмаль. Наведено дані, що коливаються у межах 1-6 м.

Це обумовлює доволі спокійне, практично, горизонтальне залягання порід. Лише в сторону Передкарпатського прогину спостерігається незначний нахил порід.

Формування Передкарпатського прогину відповідає неогену. У цей час на значній території проходить прогинання, яке охопило південно-західну окраїну Волино – Подільської моноклінали. 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.

У межах Більче-Волицької зони розвинуті успадковані пологі флексури з амплітудами зміщення 100-150 м. Заповнена вона баденськими піщано-глинистими та гіпсо-ангідритовими утвореннями верхньомоласової формації.

Природні зміни геологічного середовища зумовленні 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 екологічної ситуації. Туди ж винесені прояви техногенних (антропогенних) порушень: кар'єри з видобудку корисних копалин та ін.

#### **4.1.2 Геоморфосфера**

Прикарпаття в орографічному відношенні різноманітне. Північно-західна частина, між долиною Свічі і системою Бистриці, являє собою чергування знижених і плоских улоговин з розчленованими межирічними височинами, вищими, ніж Подільські.

Південно-східна частина Прикарпаття, до якої більшою мірою відноситься Богородчанський район, орфографічно простіша. Центральне місце тут займає Івано-Франківська улоговина. Вона чітко окреслена навколишніми височинами і на краях облямована долинами рр. Бистриці Солотвинської і Ворони, які ще більш рельєфно виділяють її. Плоска поверхня улоговини підвищується в бік Карпат, у цьому ж напрямку збільшується і її розчленованість [103, 104].

Третій крупний геотектонічний район Івано-Франківщини – Карпати, які займають всю південно-західну частину Богородчанського району. Їх орографія порівняно проста. Гори складаються з цілої серії паралельних хребтів південно-східного напрямку. Більша частина з них пов'язана з тектонічними розломами («скибами»). Поздовжні зниження між хребтами не відрізняються великими розмірами, вони звичайно вузькі, переривисті, зайняті малими річками і гірськими протоками. Навпаки, поперечні долини досить широкі і є основними місцями поселень у горах.

#### **4.1.3 Геофізсфера**

Головний вплив на природні геосистеми здійснюють геофізичні поля техногенного походження. Це – фізичні поля, джерелами підвищеного рівня шуму, що виникають при процесах розробки нафтогазових родовищ. Причинами їх можуть бути: бурові установки експлуатаційного буріння, установки підземного та капітального ремонту свердловин, виробниче обладнання, яке використовується при проведенні процедур з метою інтенсифікації видобутку нафти і газу при гідророзривах пластів, кислотних та інших обробках продуктивних горизонтів, при освоєванні та випробуванні свердловин та проведенні газогідродинамічних випробувань свердловин.

Відповідно до фізичної природи, ці шуми можна віднести переважно до механічних та аеродинамічних шумів. Їх виникнення пов'язане головним чином з роботою механічного обладнання (насосів, компресорів, лебідок, кранів, роторів та інше), двигунів внутрішнього згоряння (вихлопні труби для продуктів згоряння) та при транспортуванні нафтопромислового обладнання і продукції свердловин [219].

Часові характеристики виробничих шумів у процесі розробки нафтогазових родовищ різноманітні.

Шуми інших виробничих процесів характеризуються певним динамізмом і їх можна вважати непостійними (рівень шуму, який на протязі 8 годин змінюється не більше ніж на 5децибелів – дБА).

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.

При проведенні 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 при розробці родовищ не використовуються.

Для повітряних ліній електоропередач 500 кВ нормативні значення напруженості електричного поля для житлової зони досягаються на відстані 40 м від центрального провідника. А оскільки напруженість електричного поля прямопропорційна величині напруги, то для ліній з більш низькими характеристиками (35 кВ і 6 кВ), ця відстань буде суттєво меншою (10 м і менше). Таким чином, навіть за найменших відстаней від об'єктів житлової забудови 30-50 м у населених пунктах Богородчанського району 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.

Радіоактивне забруднення місцевості на нафтопромислах зумовлене насамперед підняттям на поверхню солей торію і радію в процесі видобутку нафти. Радіоекологічний моніторинг на території нафтогазових об'єктів ПАТ «Укрнафта» був виконаний в 1995-1996 рр. силами Північно-Східного наукового центру НАН України (М. Ю. Журавель, Н. В. Клочко та ін.). За їхніми даними, була встановлена наявність забруднення промислового обладнання природними радіонуклідами на всіх нафтогазовидобувних підприємствах ПАТ «Укрнафта».

Максимальні рівні потужності експозиційної дози (ПЕД) промислового обладнання зафіксовані у виробництвах ДП «Охтирканафтогаз» та склали до 6000 мкР/год. Для решти підприємств, в т.ч. і розташованих на території Богородчанського району, характерні значення ПЕД у межах від 100 до 1000 мкР/год.

Радіоактивні аномалії у Передкарпатській нафтопромисловій провінції спостерігаються також на родовищах підприємств «Бориславнафтогаз» і «Долинанафтогаз». Природа виявлених радіаційних аномалій пов'язана з супутними пластовими водами. Піднімаючись на поверхню, супутні води (кислі, з низьким значенням рН середовища) надходять в окислювальне середовище денної поверхні і утворюють на поверхні нафтового обладнання мінеральні сполуки, збагачені природними радіонуклідами.

#### **4.1.4 Водні ресурси**

Річкова мережа району досить густа. Переважають малі річки – Бистриця Солотвинська із притоками Манявка, Лукавець, Саджавка, а також Бистриця Надвірнянська з притокою Горохолинка, та річка Луква, яка впадає в Дністер.

На границі, між Богородчанським та Тисменицьким районами, нижче від сіл Старі Богородчани та Скобичівка, є водозабір для міста Івано-Франківська.

У межах Богородчанського району долини річок плоскі і широкі, русло утворює рукави, протоки, стариці. Лівий берег, як правило, крутіший, порізаний ярами і балками, а швидкість течії сягає 0,6 м/с. Льодовий режим нестійкий. Середня тривалість льодоставу близько 45-50 днів, а в окремі роки в межах 10-80 днів. Річки багаті різними видами риб. Але за останні десятиліття значно зміліли внаслідок науково необґрунтованого вирубування карпатських лісів.

Озер на території району дуже мало. Більша частина озер є заплавними (стариці).

Екологічний стан ґрунтових та підземних вод Богородчанського району вивчали гідрогеологічні та геологічні зағони дочірного підприємства «Західукргеологія» під керівництвом Д. Ф. Челяка і В. Й. Гірного. Наукові дослідження з водних ресурсів Карпатського регіону узагальнені М. І. Кирилюком. Найбільш детально підземні води приміської території Івано-Франківська охарактеризовані О. М. Адаменком зі співавторами при виконанні проекту «Діагноз міста» за грантом Світового банку у 2001-2003 рр. Наші дослідження 2005-2008 рр. продовжують розпочаті тоді роботи.

На території Богородчанського району ми обґрунтували моніторингову мережу із 111 геоекологічних полігонів, 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 еколого-техногеохімічних карт (рис. 4.14).

Із аналізу карт видно, що розповсюдження по території району As, Cd, Cu локалізується в ряд меридіонально-орієнтованих смуг, що тяжіють до долин рр. Бистриць Надвірнянської та Солотвинської, Ворони і Лукви. У 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. Богородчани. Нафтопродукти бувають вздовж автомобільних доріг та поблизу населених пунктів. Все це свідчить про невисокий рівень забруднення ґрунтових вод.

У гідрогеологічному відношенні 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 наводимо гідрогеологічну характеристику лише тих водоносних горизонтів, які мають практичне значення.

Виходячи з геологічної та геоморфологічної будови території, Д.Ф. Челяк виділяє такі водоносні горизонти і комплекси:

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

#### 4.1.5 Атмосферне повітря і кліматичні ресурси

Клімат Богородчанського району помірно-континентальний. Переважають повітряні маси з Атлантичного океану. Вітровий режим певною мірою відбиває умови циркуляції повітряних мас над місцевістю. Тому частково з напрямком вітру пов'язані температура і вологість повітря. Проте, напрямок залежить від розподілу атмосферного тиску і сильно спотворюється рельєфом місцевості [10]. На території району для року в середньому переважають північно-західний та південно-східний напрямки вітру.

У липні – найтеплішому місяці року, середня температура повітря становить 18° у рівнинній частині та 12-16° у гірській, у найхолоднішому (січень) вона знижується відповідно до -4 та -6°.



Річна кількість опадів коливається від 650 мм на рівнині, до 1500 мм у горах. Найменше опадів у січні-лютому – 22 мм, а найбільше в червні-липні – 101 мм. Випаровуваність за рік у середньому становить 530 мм.

Теплий період у Богородчанському районі становить приблизно 260 днів, коли температура повітря вища від нуля. Період вегетації (росту рослин) становить 210 днів (3 квітня-31 жовтня), а період активної вегетації – 160 днів (27 квітня- 5 жовтня). Теплий період включає в себе три пори року – весну, літо та осінь, які докорінно відрізняються за метеорологічним режимом.

Загальна тривалість періоду зі сніговим покривом становить близько 115-120 днів, але стійкого снігового покриву немає у 25 % зим. Навіть у січні, найхолоднішому місяці року, майже половина днів буває з відлигою.

#### **4.1.6 Ґрунтовий покрив та земельні ресурси**

Рідко в якому регіоні України є такі типи і відміни ґрунтів, як у Богородчанському районі (рис. 3.13). Найбільше за площею в районі є дерново-підзолистих суглинкових ґрунтів з різною мірою оглеєння та змитості. Такі ґрунти займають 65 % загальної площі Богородчанщини. На глибині 25 см ці ґрунти містять біля 2,34 % гумусу (перегною), рН сольової витяжки (кислотність) становить у межах 3,9-4,2 [11, 13, 14].

На другому місці за площею (12%) є опідзолені ґрунти різною мірою змитості. Гумусу в них біля 2,85 %, а рН сольової витяжки в межах 4,5.

Дернові ґрунти заплав та терасових рівнин становлять 10 % площі району.

Лучні ґрунти займають 5 % площі. Вони утворились під лучною трав'янистою рослинністю на алювіальних відкладах річкових заплав в умовах високого стояння рівня ґрунтових вод. У цих ґрунтах міститься у середньому 33,1% перегною.

Буроземні-підзолисті ґрунти теж займають 5 % території. Утворились вони на щебенистих давньоалювіальних та делювіальних відкладах важкого складу. Реакція ґрунтового розчину сильно кисла. Стійкі проти розмивної дії води [2].

Болотні ґрунти займають 3 % площі. Утворилися в умовах постійного перезволоження неглибоко залягаючими ґрунтовими водами.

#### **4.1.7 Фітосфера та біологічні ресурси**

Різноманітність екологічних умов, наявність вертикальної поясності, різні типи ландшафтів зумовили формування на території району досить багаті флори вищих судинних рослин. На території області одночасно виростають бореальні і європейські-неморальні, монтанні, гірсько-диз'юнктивні та степові види [14].

До бореального типу географічних елементів належать насамперед ялина (смерека) європейська, сосна звичайна, сосна кедрова, брусниця, квасениця, тирлич язичковий, калина та інші. Тут виростають такі цікаві й рідкісні види як мешканець хвойних лісів Українських Карпат папороть, блехнум колосистий.

До європейського типу географічних елементів належать рослини, які характерні для широколистяних лісів (букових, дубових, грабових). Це насамперед бук лісовий, граб звичайний, дуби звичайний та скельний, липа, явір. Серед трав'янистих видів відзначимо цікаві види, які поширені, передусім, у гірській місцевості: стрептопус листообгортний, живокіст серцевидний, первоцвіт високий та інші.

Високогірний тип географічних елементів об'єднує європейські гірські (монтанні) та аркто-альпійські види. Серед представників європейського геоелемента дуже багато ендемічних видів. Це костриці карпатська і Порціусі, очиток карпатський, фіалка відхилена, королиця круглолиста та інші. До європейського гірського елемента належать також чагарники, які виростають виключно в карпатському високогір'ї: верби Китайбеля, туполиста та багато інших. Серед представників гірсько-диз'юнктивного типу географічних елементів назвемо анемону, нарцис оцвіту, осоку вічнозелену [83].

В історичні часи пануючим типом рослинності на території Богородчанського району були ліси. І тепер за лісами зберігається панівна роль.

Внаслідок інтенсивної господарської діяльності людей первинний рослинний покрив зазнав значних змін. У природі рослини не ізольовані, а утворюють певні угруповання (фітоценози), які є основними компонентами складних природних енергетичних систем-біогеоценозів. Споріднені фітоценози групуються в асоціації – основні класифікаційні одиниці рослинного покриву. Асоціації розділяються на корінні і похідні й об'єднуються у вищі таксономічні ранги, такі як субформації та формації. Формаційний підхід до класифікації рослинності є найбільш природним. Він базується на екологофітоценотичних засадах, детально опрацьований і висвітлений у наукових працях М. А. Голубця [53-57], К. А. Малиновського, С. М. Стойка, В. І. Парпана [147], Ю. Р. Шеляг-Сосонка.

На території району нараховується майже 30 видів дерев і 80 видів чагарників, решта – трав'янисті рослини. Внаслідок інтенсивної господарської діяльності людей первинний рослинний покрив зазнав значних змін. Сучасна лісистість району становить 52 % [161].

#### 4.1.8 Зоосфера

Різноманіття тваринного світу тісно пов'язане з умовами клімату й рослинним покривом, з рельєфом, наявністю води та іншими компонентами екосистем. Кожному типу місцевості відповідає характерна фауна. До складу фауни хребетних Богородчанщини належить 320 видів, зокрема, 47 риб, 13 земноводних, 11 плазунів, 190 птахів, 66 ссавців.

На території району водяться різноманітні види риб: форель струмкова, форель райдужна, щука, плітка, веризуб, вівсянка, краснопірка, лин, окунь, бички, карась, йорж, короп, гловень, верховодка, рибець, миньок, носар. Швидка течія, кам'янисте, рідко мулисте дно, бідність планктону й слабо розвинена рослинність визначили склад іхтіофауни. Тут поширені ріофільні, всеїдні види, що відкладають ікру на кам'янистий або голоно-піщаний субстрат. На рослинність відкладають ікру близько 20 % видів риб.

Представники батрахофауни (земноводні) належать до двох рядів: хвостаті та безхвості. Вертикальне поширення амфібій у Карпатах майже не виявляє екологічної прив'язаності до рослинної наявності. Земноводні трапляються від передгір'я до субальпійських лук-полонин, заходять на рівнину. До рівнинних видів належать тритон гребенястий, звичайна часниця, звичайна квакша. Для земноводних типові палеарктичні (звичайний і гребенястий тритон, гостроморда, озерна й ставкова жаба), середземноморські (альпійський тритон, звичайна квакша), західноєвропейські (звичайна і очеретяна ропуха, прудка жаба) види. Герпетофауна характеризується значно меншою кількістю видів. Вертикальне поширення рептилій приблизно таке, як і в амфібій: 50 % видів мають широкий діапазон вертикального поширення, а болотяна й грецька черепахи, зелена ящірка екологічно пов'язані з рівнинним ландшафтом.

Серед ящірок найпоширеніша вертінниця ламка, ящірка прудка та ящірка живородна. Зі змій на території району поширені вуж звичайний, лісовий полоз, мідянка, гадюка звичайна.

Птахи території відзначаються видовим багатством та численністю. Гірські пасма Карпат служать південно-західною границею поширення багатьох видів і підвидів птахів. На поширення та розселення окремих видів птахів помітно впливає господарська діяльність. Скоротилась чисельність кібчика, яструба великого, шуліки рудого. Значно порідшали колонії сірих чапель, а найбільші в західному регіоні колонії квакки зникли. Чорний крячок став нечисленним. Зате збільшення мережі ставків спричинило зростання колоній маржина річкового, білощого крячка, черні морської.

Різноманітні горобинні складають загальний фонд пташиного населення. До видів-домінантів мішаних лісів літнього періоду належить з'яблик, шпак, іволга, славка чорноголова, мухоловка сіра, щеврик лісовий, берестянка, дрізд чорний на дрізд співочий, зозуля звичайна та горлиця звичайна, сорокопуд-жулан.

Фауна району характеризується різким зменшенням водно-болотних видів пернатих. Пташине царство Карпат нараховує 180 видів. Із представників орнітофауни, що занесені в Червону книгу України, в районі збереглися лелека чорний, глухар, пугач, сова довгохвоста,

підорлик малий, пелікан рожевий, баклан малий, беркут, журавель сірий, орел степовий, ворона чорна. Особливість місцевої теріофауни полягає в домінуванні гризунів і хижаків. Копитних мало, ще менше – зайцеподібних.

Численним поширеним видом комахоїдних є кріт. Бурозубка звичайна є фоновим комахоїдним видом області. На території району з рукокрилих водяних є підковоніс малий, нічниця велика, вухань, вечірниця руда, нетопир малий, кажан пізній. Зайцеподібні у фауні району представлені лише одним видом – зайцем-русаком, який водиться скрізь.

Хижі ссавці представлені як дрібними, так і великими за розмірами ссавцями. Рідкісним видом є куниця лісова і куниця кам'яна. Тхір темний серед тхорячих найбільш масовий вид. Лісовий кіт – типовий лісовий звір, який веде присмерково-нічний спосіб життя. Також водяться вовк, ведмідь, лисиця. Парнокопитні представлені чотирма видами: дика свиня, благородний олень, європейська козуля, європейський зубр.

Флора і фауна району дуже різноманітна, і вона дуже чутлива до змін в екосистемі, про що свідчить зменшення деяких видів біоти. Наведені факти вимагають приділяти увагу питанням підтримання екологічного стану району, і відповідно до навантаження на екологічне середовище діяльності виробничих підприємств району. Така увага потрібна для того, щоб зменшити техногенне навантаження виробничих підприємств району на екосистему, і тим самим запобігти зменшенню кількості цінних видів флори і фауни і взагалі щоб запобігти їх зникненню. Необхідно зберегти для нащадків чистоту екосистеми в Богородчанському районі [161].

#### **4.1.9 Демосфера**

Адміністративно-територіальні одиниці: район включає в себе: 2 селища міського типу та 39 сіл. Селищних рад – 2, сільських рад – 30. Відбувається їх добровільне об'єднання у 5-6 територіальних громад.

Населення: наявного – 70 тисяч осіб, постійного – 68,6 тисяч осіб, міське населення – 11,6 тис. осіб, сільське населення – 58,4 тис. осіб. Проживає в районному центрі 7,7 тис. чол. Щільність населення району – 87 осіб на 1 кв. км.

Особливу увагу приділяють підтримці підприємницької ініціативи безробітних, розширенню їхніх можливостей щодо відкриття власної справи. Протягом року проведено 12 семінарів з питань орієнтації безробітних на зайняття підприємницькою діяльністю, 25 безробітних направлено на підвищення кваліфікації з основ малого підприємництва за спеціальністю підприємець-початківець. У районі проводять відповідну роботу в галузях освіти, охорони здоров'я, культури, фізкультури і спорту, материнства і дитинства, сім'ї та молоді.

#### **4.1.10 Техносфера**

Промисловий комплекс району представлений підприємствами добувної, обробної промисловості та з виробництва і розподілення електроенергії, газу, тепла і води. Промисловий потенціал району утворюють підприємства: ДП «Богородчанинафтогаз», ДП «Богородчанський молокозавод», «Солотвинський держлісгосп», ЗАТ «Тара», розміщений на території смт Богородчани, Дзвиняцька філія ТзОВ «Уніплит», ДП «Промекс» [36, 85, 95, 162].

В районі функціонує 11 млинів, 9 хлібопекарських підприємств, цех по виробництву олії «Олія Прикарпаття», 78 пилорам, 12 деревообробних цехів та 5 заводів по виробництву цегли.

Агропромисловий комплекс. В економіці району провідне місце займає сільське господарство. Напрямок господарства – вирощування зернових і технічних культур, тваринництво. Всього земельних угідь – 82 431 га, в тому числі орної землі – 17 318 га, лісів – 38 744 га, лук та пасовищ – 9939 га. У районі працює 14 сільськогосподарських підприємств [18].

## 4.2 Визначення сучасної екологічної ситуації з використанням геоінформаційних технологій

### 4.2.1 Побудова баз даних екологічної інформації

Якщо геологічні, пошуково-розвідувальні та гірничо-видобувні роботи проводять на території Богородчанського району з XIX ст., то екологічна оцінка їх розпочалась тут зовсім недавно. На розвідку та розробку нафтогазових родовищ з 90-х років складали і виконували проекти ОВНС – оцінки впливів на навколишнє середовище. Саме тому вплив нафтогазових родовищ мінімальний, якщо буровики і розробники дотримуються технологій, заходів з ОВНС та не допускають аварій [8, 177].

У 2003-2004 рр. кафедра екології ІФНТУНГ виконувала науково-дослідні роботи для створення геоінформаційної системи Богородчанського району, в результаті по моніторинговій мережі на 111 геоекологічних полігонах було відібрано проби ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря та рослинності, які були проаналізовані на вміст важких металів (табл. 4.1, 4.2), нафтопродуктів, радіонуклідів та пестицидів (всього на 9 забруднювачів).

У 2011-2013 рр. та території Богородчанщини автором проведено ще одне опробування ґрунтів та проаналізовані проби на вміст важких металів електрохімічним методом на приладі «ЕКОТЕСТ» [9]. Результати аналізів опробування наведені у таблиці 4.3. Розрахунки фонових вмістів, аномалій та ізоконцентрат виконані за методикою, яка наведена у 3 розділі, що стало основою для побудови комплексу еколого-техногеохімічних карт.

### 4.2.2 Методи роздільного визначення $C_f$ , природного $C_f^n$ та техногенного $C_f^m$ геохімічних фонів

Із праць Ю. Е. Саєта, Ю. Г. Щербакова, В. М. Гуцуляка та ін. (табл. 3.2) [48, 64-66, 184, 208] відомо кілька методів визначення геохімічного фону на територіях, де проводили геолого-знімальні або геохімічні дослідження. Це – класичні *статистичні методи*, як *розрахункові* так і *графічні*, методи середніх величин та ін. Всі вони стосуються визначення загального геохімічного фону  $C_f$ , без поділу його на природний  $C_f^n$  і техногенний  $C_f^m$ . Маючи великий обсяг результатів геохімічних досліджень (бази даних включають 111 точок відбору проб та їх аналіз на ряд токсичних хімічних елементів та речовин, що забруднюють ґрунти, атмосферне повітря, опади дощу і снігу, ґрунтові і поверхневі води, донні відклади і золу трав'янистої рослинності), пропонуємо *роздільне визначення загального  $C_f$ , природного  $C_f^n$  і техногенного  $C_f^m$  геохімічного фонів програмно-комп'ютерним методом* (рис. 2.3) [175].

Ми розуміємо, що визначити природний геохімічний фон на конкретному полігоні – це складне завдання, 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  $C_f^n$ . На досліджуваній території Богородчанського району *природні регіональні геохімічні фони  $C_f^n$*  збереглися лише у південно-західній частині, де створені нові природоохоронні території, об'єднані у національний природний парк «Синьогора».

Звичайно, що розрахунки  $C_f^n$  і  $C_i^m$  не претендують на високу достовірність, але мають певне *науково-теоретичне і методичне значення*. Такі розрахунки пропонуємо на прикладі Богородчанського району, НПП «Синьогора» з природним геохімічним фоном, а більшу центральну та північно-східну частину території району займають техногенно змінені геосистеми. Під час польових робіт автор відбрала проби зі середовищ ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, донних відкладів, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу, а також золи трав'янистої рослинності на 111 геоекологічних полігонах. При цьому на природоохоронній території враховано 24 точки відбору проб, а на решті території Богородчанського району таких точок 87. Результати аналізів згруповані у бази даних. Для наступних розрахунків ми обрали вміст у пробах  $C_i$  шести хімічних елементів Hg, Cd, Zn, Pb, Cu, Ni, тому що їх визначено у пробах більшості територіальних одиниць, тобто є «скрізними», а це важливо для побудов техногеохімічних карт різних ієрархічних рівнів.

## Реєстр відбору проб на території Богородчанського району

№№ ч/ч	№№ проб	Географічна прив'язка
1	74	г. Ігровець (1804м)
2	151	г. Полоцька – 1
3	152	г. Полоцька – 2
4	15	Гута-1
5	153	Пороги
6	17	Луквиця –1
7	115	Луквиця – 2
8	90	Міжгір'я – 1
9	18	Росільна
10	19	Глибока – 1
11	20	Висота 491 біля с. Лесівка
12	21	Висота 458 біля с. Нивочин
13	75	г. Сивуля (1818 м)
14	155	Бистриця Солотвинська-верхів'я
15	157	Західний схил г. Буц (1291м)
16	158	Північний схил г. Буц (1291м)
17	159	Північний схил г. Шиворис (1076м)
18	160	Кричка – 1
19	26	Яблунька
20	136	Кривень – 1
21	135	Космач – 1
22	92	Глибівка – 1
23	126	Глибівка – 2
24	65	Підгір'я – 1
25	191	Саджавка – 1
26	110	Саджавка – 2
27	121	Скобичівка – 1
28	161	Східний схил г. Сивулі (1818м)
29	162	Витоки Бистриці-Солотвинської – 1
30	163	Нижче витоків Б. Солотвинської
31	164	Вододіл правих витоків Б.Солотвинської
32	165	Хр. Чортка – 1
33	34	Манява – 1
34	166	Манява – 2
35	138	Солотвин – 1
36	63	Солотвин – 2
37	137	Монастирчани
38	127	Діброва – 1
39	93	Підгір'я – 2
40	39	Підгір'я – 3
41	128	Підгір'я – 4
42	78	Похівка – 1
43	77	Похівка – 2
44	67	Похівка – 3
45	94	Богородчани – 1
46	95	Богородчани – 2
47	70	Богородчани – 3
48	167	Іваниківка – 1
49	156	Витоки Бистриці-Солотвинської – 2
50	168	Пн. Зх схил г. Полоцької

Всього 111 проб.



Таблиця 4.2

**База даних з вмісту хімічних елементів у дерново-підзолистих ґрунтах на території  
Богородчанського району, за даними атомно-адсорбційних аналізів Івано-Франківської обласної  
санітарно-епідеміологічної станції (2004) та інших організацій**

№№ ч/ч	№№ проб фон → ГДК →	Вміст елементів, мг/кг, Сі									Сумар- ний показник забруд- нення $Z_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C\phi}$
		Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni	Cs <sub>137</sub> Ку/ км <sup>2</sup>	ДДТ	нафто- продукти	
		валовий	валовий	валовий	рухомий	рухомий	валовий		0,001	0,1	
		0,001	0,011	1,5	0,44	3,5	0,24		1,0	0,3	
2,1	1,0	20,0	3,0	23,0	4,0						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Профіль І – І											
1	▲74	0	0	0	0,01	0,03	0	0	0	0	0
2	○151	0	0	0,03	0,02	0,04	0,01	–	0,001	–	1
3	○152	0	0	0,01	0,01	0,01	0	–	–	–	0
4	●15	0,007	0,03	0,3	0,27	4,6	0,2	0,29	0,2	0,001	212,6985
5	○153	0,001	0,003	0,01	0,01	0,02	0	0,16	0,001	0,003	2,272727
6	●17	0	0,01	0,6	0,6	6,8	0,3	–	0,3	0,02	306,0656
7	●115	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
8	●90	0,8	0,5	22,3	3,6	25,4	0	–	0,001	0,01	876,8602
9	●18	0	0	1,1	0,4	8,1	0	–	–	–	3,95671
10	●19	0	0	1,4	1,6	8,5	0	–	0,002	–	8,998268
11	●20	0,2	0,63	21,4	4,6	18,3	0,3	–	0,002	0,2	292,4725
12	●21	0,006	0,09	2,3	1,9	9,6	0	–	0,001	0	23,77619
Профіль ІІ – ІІ											
13	▲75	0	0	0	0	0	0	–	0,03	0,01	30,1
14	○155	0	0	0,95	0,27	6,93	1,4	–	–	–	9,060303
15	○157	0	0,02	2,40	0,10	14,10	1,9	–	–	–	15,59069
16	○158	0	0,01	0,01	0,03	0	–	–	–	–	0,909091
17	○159	0	0,03	0,03	0,01	0,01	–	–	–	–	2,747273
18	○160	0	0	0,02	0	0,01	–	–	–	–	0
19	●26	0	0,003	1,9	0,2	3,5	4,2	0,13	0,001	0,003	21,52394
20	●136	0	0	1,9	0,3	7,4	–	–	–	–	4,062771
21	●135	0,001	0	1,6	1,2	8,8	–	0,31	0,006	0,001	13,31823
22	●92	0,39	0,33	9,65	0,53	1,86	3,5	–	–	–	442,7526
23	●126	0	0,03	2,3	1,4	8,7	–	–	–	–	0
24	▲65	0,19	0,11	7,04	2,4	2,9	–	0,34	0,001	0,004	211,9765
25	○191	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0

Закінчення таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	●110	0,26	0,19	35,4	4,5	25,8	–	–	0,03	0,03	308,108
27	●121	0,46	0,44	3,4	0,93	16,6	3,07	–	–	–	521,9148
28	○161	0	0	0	0,01	0,02	–	–	–	–	0
29	○162	0	0	0,03	0,01	0	–	–	–	–	0,02
30	○163	0	0	0	0	0	–	–	–	–	0
31	○164	0	0,01	0,03	0,02	0,01	–	–	–	–	0,929091
32	○165	0,003	0,001	0,01	0,01	0	–	–	–	–	3
33	●34	0	0	0,8	0,9	2,1	–	–	–	–	3,178788
34	○166	0,3	0,2	0,9	0,6	1,4	–	–	–	–	320,5455
35	▲63	0,07	0,09	26,6	3,1	32,4	–	–	0,02	0,04	132,6177
36	●137	0	0	2,1	0,9	9,3	0	–	–	–	6,102597
37	●127	0	0,04	9,55	0,43	2,7	3,77	0,36	–	–	27,46006
38	●93	0,72	0,24	2,85	0,5	3,4	1,1	–	0,001	0,03	0
39	●39	0	0	4,8	0,53	5,3	1,9	–	0,001	0,01	14,9355
40	●128	0	0,01	4,3	1,6	9,3	0	–	–	–	10,06926
... ..											
<i>Ізоконцентрації для карти (ік)</i>	0	0	0	0	0	0	0	–	0	0	–
	0,001 ф	0,005	0,022	0,03	0,02	0,07	–	–	0,001 ф	0,003	–
	0,003 а	0,011 ф	0,63	0,44 ф	1,45	0,24 ф	–	–	0,0015	0,01 ф	–
	0,06	0,033 а	1,5 ф	1,32 а	3,5 ф	0,5	–	–	0,003 а	0,03 а	–
	0,32	0,05	2,54	1,66	6,1	0,72 а	–	–	0,009	0,05	–
	0,75	0,28	4,5 а	3 ГДК	10,5 а	1,5	–	–	0,03	0,2	–
	2,0	0,8	7,7	4	15	3,0	–	–	0,2	0,3 ГДК	–
	2,1 ГДК	1 ГДК	20 ГДК	7,6	23 ГДК	4,0 ГДК	–	–	0,3	–	–
–	2	37,9	–	27,7	4,2	–	–	1,0 ГДК	–	–	

Всього відібрано 111 проб на 111 геодинамічних полігонах, із них проаналізовано 99 проб на 3 елементи, 98 – на 2 елементи, 55 – на 1 елемент, 35 – на 1 компонент, 33 – на 1 компонент, 9 – на 1 компонент; отже всього виконано 625 аналізів.

## База даних з вмісту хімічних елементів у дерново-підзолистих ґрунтах (2013)

№№ ч/ч	№№ проб	Географічна прив'язка	Вміст елементів, мг/кг			
			Cd 2,0 рухомі форми	Cu 3,0 рухомі форми	Pb 32,0 валовий вміст	Zn 23,0 рухомі форми
1	● 15	Гута – 1				
2	○ 153	Пороги	7,12	16,35	1,602	10,102108
3	● 26	Яблунька	7,42	6,35	0,61	11,102
4	▲ 65	Підгір'я – 1	8,13	17,06	0,82	12,32
5	● 121	Скобичівка – 1	4,247	1,89	0,04688	6,98
6	● 138	Солотвин – 1	0,000014	0,01107	567,3	7,63
7	● 94	Богородчни – 1	3,49	0,08348	0,000001	8,69
8	○ 181	Маркова	0,13	0,64	5,91	17,06
9	● 37	Дзвиняч – 1	0,16	0,03	7,16	8,24

Розрахунки природного фону  $C_{\phi}^n$  виконувались шляхом групування  $C_i$  в інтервали (наприклад: 0; 0-0,1; 0, 1-1,0) для визначення ізоконцентрат – ізоліній (Ik) для складання техногеохімічних карт. При цьому враховувались дані тільки 2/3 (66,6 %) від загальної кількості проб, а 1/3 найменших вмістів – *min* (не характерних) і найбільших – *max* («ураганних») із розрахунків виключались. На природоохоронній території 1/3 – це 8 проб: 4 з *min* і 4 з *max* вмістами виключались, а розрахунки проводили з 16 проб (табл. 4.4).

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

$$C_i^m = C_i - C_{\phi}^n. \quad (4.4)$$

Коефіцієнт концентрації техногенного елементу  $K_k$ , тобто його накопичення щодо природного фону, визначали за формулою:

$$K_k = C_i^m / C_{\phi}^n. \quad (4.5)$$

Сума коефіцієнтів концентрації для кожного хімічного елемента–забруднювача складала сумарний показник техногенного забруднення  $СПЗ^m$  у кожній точці відбору проб усіх 6 елементів разом:

$$СПЗ^m = \sum_{n=1}^6 K_k. \quad (4.6)$$

Аналіз карт показав, що екологічний стан компонентів екосистеми Богородчанського району, в основному, задовільний (рис. 4.1). Тут можна виділити чотири зони: із сприятливим станом природного середовища; із задовільним станом природного середовища; із напруженим станом природного середовища; із складним станом природного середовища.

Таблиця 4.4

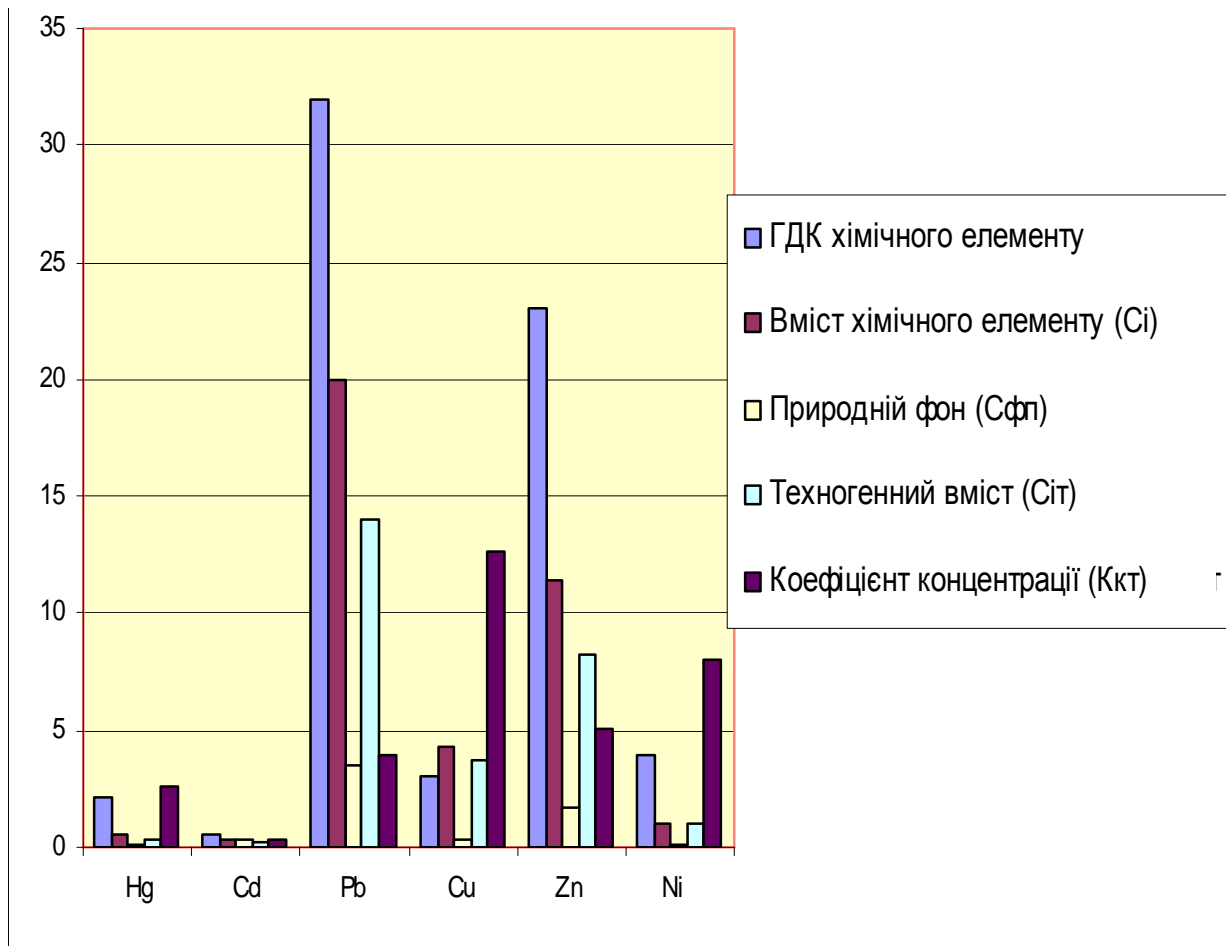
**База даних з вмісту хімічних елементів  $C_i$ , їх природного фону  $C_{\phi}^n$  та техногенного вмісту  $C_i^T$ ,  
коєфіцієнтів концентрації  $K_k^T$  та техногенного СПЗ<sup>T</sup> у ґрунтах Богородчанського району  
та Національного природного парку «Синьогора»**

№№ ч/ч	№№ проб	Вміст елементів (мг/кг) та клас їх небезпеки (I-II)																								СПЗ <sup>m</sup>
		Hg валовий, ГДК = 2,1				Cd валовий, ГДК = 0,6				Pb рухомий, ГДК = 32				Cu рухомий, ГДК = 3				Zn рухомий, ГДК = 23				Ni рухомий, ГДК = 4				
		Ci	C <sub>φ</sub> <sub>п</sub>	C <sub>г</sub> = C <sub>i</sub> - C <sub>φп</sub>	Kk <sub>т</sub>	Ci	C <sub>φ</sub> <sub>п</sub>	C <sub>г</sub>	Kk <sub>т</sub>	Ci	C <sub>φ</sub> <sub>п</sub>	C <sub>г</sub>	Kk <sub>т</sub>	Ci	C <sub>φ</sub> <sub>п</sub>	C <sub>г</sub>	Kk <sub>т</sub>	Ci	C <sub>φ</sub> <sub>п</sub>	C <sub>г</sub>	Kk <sub>т</sub>	Ci	C <sub>φ</sub> <sub>п</sub>	C <sub>г</sub>	Kk <sub>т</sub>	
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
Національний природний парк «Синьогора»																										
1	74	3,6	0,12			1,4	0,3			74	3,5			7,4	0,3			61	1,7			0,3	0,12			
2	151	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	152	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	15	0	0,12			0,1	0,3			1,6	3,5			0,7	0,3			1,2	1,7			0,2	0,12			
5	153	0	0,12			0,6	0,3			1,7	3,5			0,1	0,3			1,1	1,7			0,1	0,12			
6	75	0	0,12			0,1	0,3			1,9	3,5			0,3	0,3			1,3	1,7			0,3	0,12			
7	155	0	0,12			0,2	0,3			71	3,5			0,3	0,3			1,7	1,7			0,6	0,12			
8	157	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	158	0	0,12			0,4	0,3			6,5	3,5			0	0,3			1,9	1,7			0,03	0,12			
10	159	0	0,12			0,6	0,3			4,9	3,5			0	0,3			2,3	1,7			0,09	0,12			
11	161	0,4	0,12			0	0,3			7,1	3,5			0,2	0,3			6,9	1,7			0,07	0,12			
12	162	0,6	0,12			0	0,3			6,2	3,5			0,3	0,3			1,2	1,7			0	0,12			
13	163	0,3	0,12			0	0,3			1,4	3,5			0	0,3			1,4	1,7			0	0,12			
14	164	0,1	0,12			0	0,3			1,9	3,5			0	0,3			2,3	1,7			0,01	0,12			
15	165	0,2	0,12			0,1	0,3			2,3	3,5			0	0,3			3,6	1,7			0,09	0,12			
16	34	0	0,12			0,2	0,3			2,2	3,5			0,1	0,3			3,1	1,7			0	0,12			
17	160	0,3	0,12			0,6	0,3			3,1	3,5			1,6	0,3			1,9	1,7			0	0,12			
18	156	0	0,12			1,2	0,3			3,9	3,5			1,4	0,3			1,2	1,7			0	0,12			
19	168	0,9	0,12			0	0,3			4,6	3,5			1,2	0,3			0	1,7			0	0,12			
20	169	0	0,12			0	0,3			73	3,5			1,3	0,3			2	1,7			1,06	0,12			
21	170	0	0,12			0	0,3			1,2	3,5			1,2	0,3			1,6	1,7			0	0,12			
22	173	0	0,12			0	0,3			0	3,5			0	0,3			0	1,7			0	0,12			
23	174	0,003	0,12			1,8	0,3			54	3,5			9,8	0,3			63	1,7			1,5	0,12			
24	24	1,4	0,12			0	0,3			1,2	3,5			1,2	0,3			1,4	1,7			0	0,12			

Закінчення таблиці 4.4

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
Богородчанський район (за межами НПП «Синьогора»)																										
25	17	0,05	0,12	0	0	0,1	0,3	0	0	65	3,5	62	18	0,5	0,3	0,2	0,6	1,5	1,7	0	0	0,7	0,12	0,6	4,8	22,9
26	115	0,06	0,12	0	0	0,1	0,3	0	0	68	3,5	65	19	0	0,3	0,3	1	1,6	1,7	0	0	0,4	0,12	0,3	2,3	22,3
27	90	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	39	3,5	38	11	0,2	0,3	0	0	1,1	1,7	0	0	0	0,12	0	0	11,3
28	18	0,03	0,12	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
29	19	0,07	0,12	0	0	0	0,3	0	0	2,9	3,5	0	0	0,1	0,3	0	0	1,3	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
30	21	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	3,6	3,5	0,1	0,3	0,3	0,3	0	0	1,9	1,7	0,2	0,1	0,1	0,12	0	0	0
31	26	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	68	3,5	65	18	0,2	0,3	0	0	1,6	1,7	0	0	0,7	0,12	0,6	5	0,4
32	136	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
33	135	0	0,12	0	0	0,1	0,3	0	0	1,7	3,5	0	0	0,3	0,3	0	0	1,8	1,7	0,1	0	0,9	0,12	0,8	6,5	142,9
34	92	0	0,12	0	0	0,7	0,3	0,4	1,3	1,4	3,5	0	0	0,7	0,3	0,4	1,3	1,7	1,7	0	0	0	0,12	0	0	6,6
35	126	0,01	0,12	0	0	0,3	0,3	0	0	1,3	3,5	0	0	0,1	0,3	0	0	1,5	1,7	0	0	0	0,12	0	0	2,6
36	135	0,07	0,12	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
37	92	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0,1	3,5	0	0	0	0,3	0	0	0,9	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0
38	126	0,01	0,12	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
39	65	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0	3,5	0	0	0	0,3	0	0	0,3	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0

Всього 111 проб



**Рисунок 4.1 – Вміст хімічних елементів у ґрунтах на території Богородчанського району**

Визначено, що зони напруженої та складної ситуації локалізуються на північному сході та сході району. Їх походження різне – від транскордонних переносів до регіональних і локальних джерел. Так, тут розташовані найбільші населені пункти, основні підприємства-забруднювачі та проходить автомобільна дорога, по якій рухається переважна більшість транспортних засобів. Також такий характер забруднення відповідає ландшафтно-геоморфологічним особливостям досліджуваної ділянки, переважаючому північно-східному напрямку вітрів та особливостям буферної здатності різних типів ґрунтів.

#### **4.2.3 Побудова техногеохімічних карт з роздільним визначенням природного і техногенного геохімічних фонів**

Таким чином були вираховані як природні  $C_{\phi}^n$ , так і техногенні  $C_{\phi}^m$  фонові вмісти елементів, а їх аномальні значення приймали у 3 рази вищі від фонових. Після цього були розраховані сумарні показники забруднення (*СПЗ* або  $Z_c$ ) за формулою [64] :

$$Z_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{\phi}}, \quad (4.7)$$

де  $Z_c$  – сумарний показник забруднення,  $C_i$  – вміст  $i$ -того елементу у відповідній пробі,  $C_{\phi}$  – регіональний геохімічний фон елементу.



Це дало змогу побудувати комплект поелементних техногеохімічних карт ґрунтів (рис. 4.2-4.10), прозоре комп'ютерне накладання яких виявило контури спільних аномальних вмістів усіх елементів – забруднювачів та картосхему сумарного забруднення ґрунтів (рис. 4.11). Такі ж покомпонентні картосхеми побудовані для ґрунтових вод (рис. 4.12-4.21) та атмосферного повітря (рис. 4.22-4.35), а прозоре комп'ютерне накладання попередніх покомпонентних техногеохімічних картосхем СПЗ (рис. 4.36) «надало» інтегровану карту усіх попередніх поелементних та покомпонентних еколого-техногеохімічних карт, що характеризують просторовий розподіл забруднень по території Богородчанського району.

Екологічна картосхема побудована нами на ландшафтній основі (рис. 4.37) [92, 97] і враховує усі порушення та забруднення як окремих компонентів довкілля, так і в цілому характеризує сучасну екологічну ситуацію на дослідженій території (рис. 4.38). На рисунку 4.39 показано побудову еколого-технологічної моделі на основі накладання сумарних показників забруднення в ґрунтах, ґрунтових водах і атмосферному повітрі. Геоекоекологічне районування Богородчанського району (рис. 4.40) виконано з врахуванням усіх показників стану довкілля.

#### Висновки до розділу 4

Для визначення сучасної екологічної ситуації на території Богородчанського району та його територіальних громад було розбито мережу із 111 точок спостережень, які більш-менш рівномірно охоплюють весь полігон досліджень. Відібрані проби ґрунтів проаналізовано на вміст речовин-забрудників, а результати аналізу зведені в базу даних, яка включає екологічну інформацію.

За допомогою програмного забезпечення EXCEL бази даних були введені в персональний комп'ютер. Використавши SURFER та MAP INFO, виконані електронні карти вмісту забрудників у досліджуваних компонентах довкілля, а також комплексні карти забруднення ґрунтів.

Крім того, для загальної оцінки стану природного середовища Богородчанського району була побудована карта екологічного стану довкілля у залежності від газопроводів.

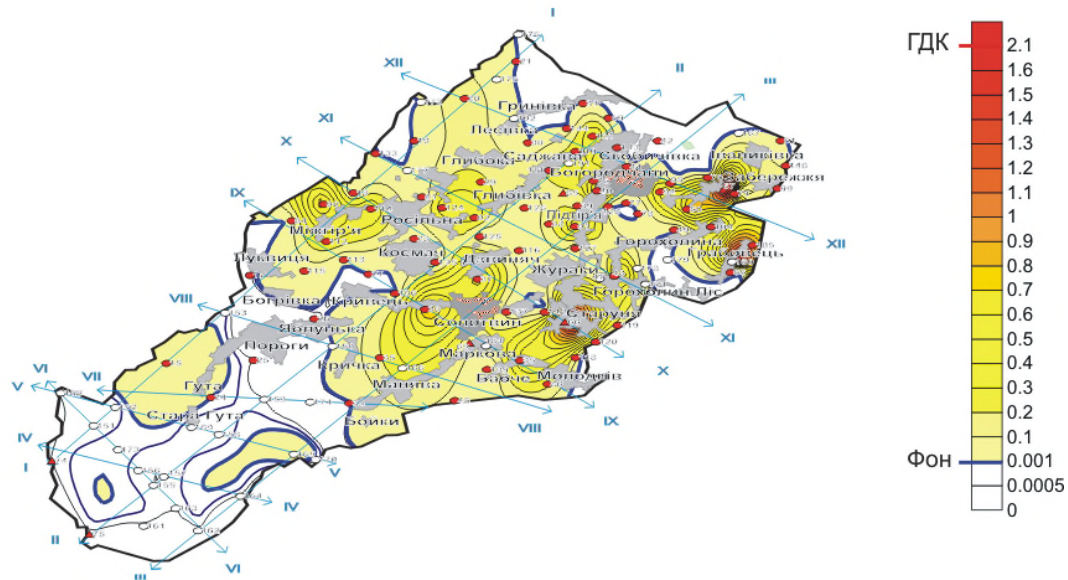
Із досліджень можна зробити наступні висновки:

1 Проведені відбір проб та їх аналіз на основні типи забруднювачів показав, що на території Богородчанського району поверхневі і ґрунтові води, донні відклади, атмосферне повітря та опади (сніг) забруднені спорадично, лише у кількох точках, які не створюють широких і протяжних просторових аномалій, а локалізуються лише біля окремих техногенних об'єктів.

Побудований комплекс комп'ютерних (електронних) еколого-техногеохімічних карт екологічного стану ґрунтових вод на території Богородчанського району та його територіальних громад свідчить, що води цього типу відносяться до категорії чистих і досить чистих. Вміст забруднювальних речовин у 95 % проб не перевищує регіональний геохімічний фон, або нижче цього фону (Hg, Cu, Zn, Ni, ДДТ). Лише Cd в окремих незначних по площі (до 1 км<sup>2</sup>) овалах перевищує ГДК в 1,2 раз (сс. Міжгір'я, Бойки, Солотвин, Старуня, Гриніва, Богородчани), що може бути пов'язано з несанкціонованими сміттєзвалищами.

Перевищення ГДК в 1,5 раз по Pb теж має острівний характер і приурочено до автомобільних доріг (Гута-Пороги, Міжгір'я-Росільна-Дзвиняч, Підгір'я-Богородчани, Іванківка-Забережжя-Грабовець).

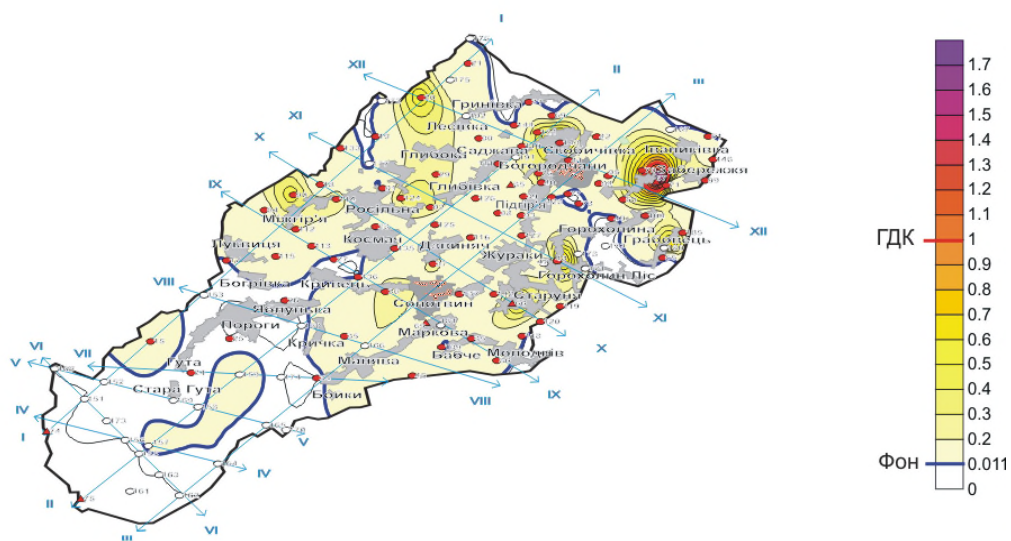
У районі с. Стара Гута встановлено перевищення ГДК по ДДТ в 1,2 рази, але це лише одна проба. На решті території району вміст пестицидів у ґрунтових водах значно нижче від регіонального фону.

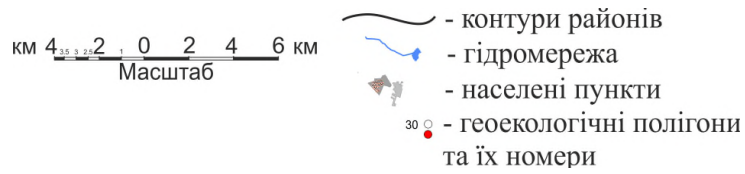


км 4 2 0 2 4 6 км  
Масштаб

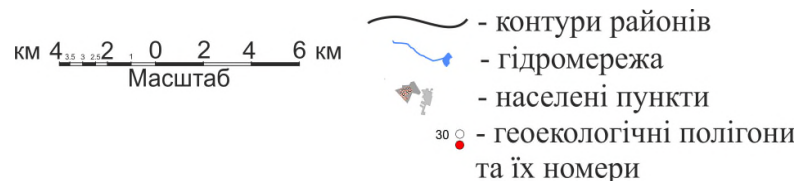
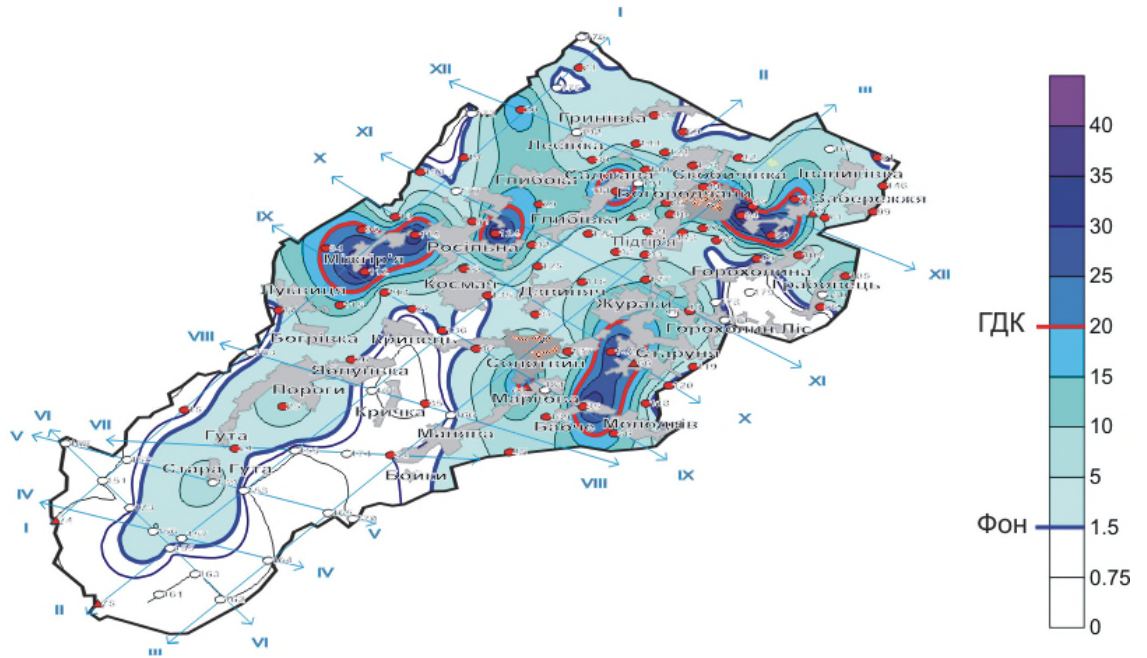
- контури районів
- гідромережа
- населені пункти
- геоекологічні полігони та їх номери

**Рисунок 4.2 – Hg, мг/кг, у ґрунтах**

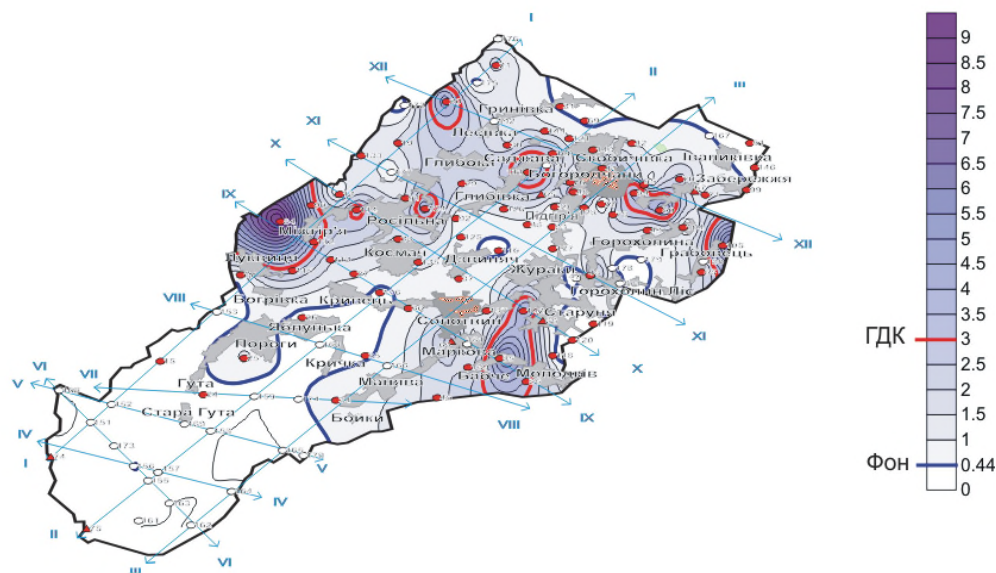




**Рисунок 4.3 – Cd, мг/кг, у ґрунтах**



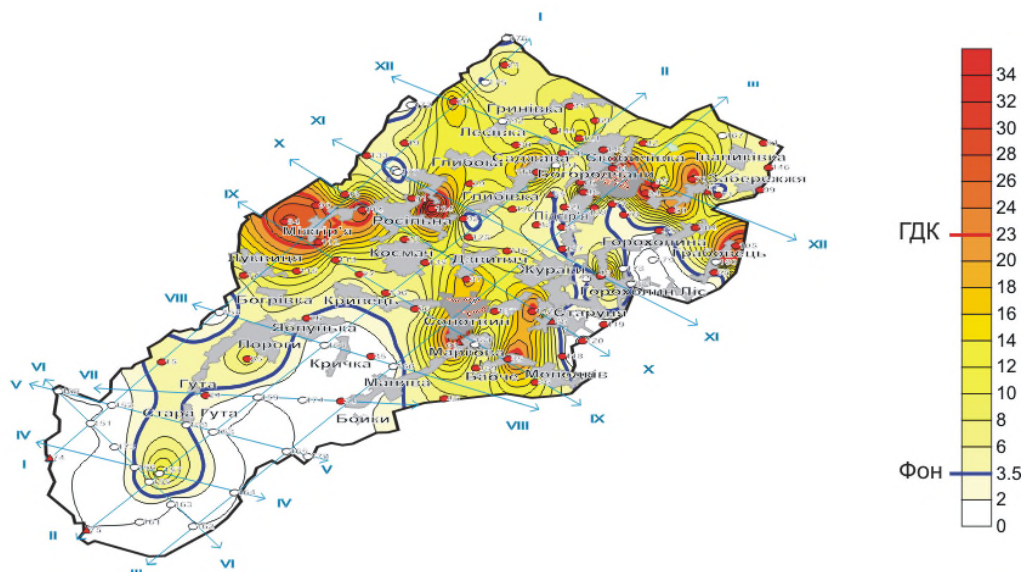
**Рисунок 4.4 – Pb, мг/кг, у ґрунтах**



- контури районів  
 - гідромережа  
 - населені пункти  
 30 - геоекологічні полігони та їх номери

Масштаб 0 2 4 6 км

**Рисунок 4.5 – Cu, мг/кг, у ґрунтах**



- контури районів  
 - гідромережа  
 - населені пункти  
 30 - геоекологічні полігони та їх номери

Масштаб 0 2 4 6 км

**Рисунок 4.6 – Zn, мг/кг, у ґрунтах**



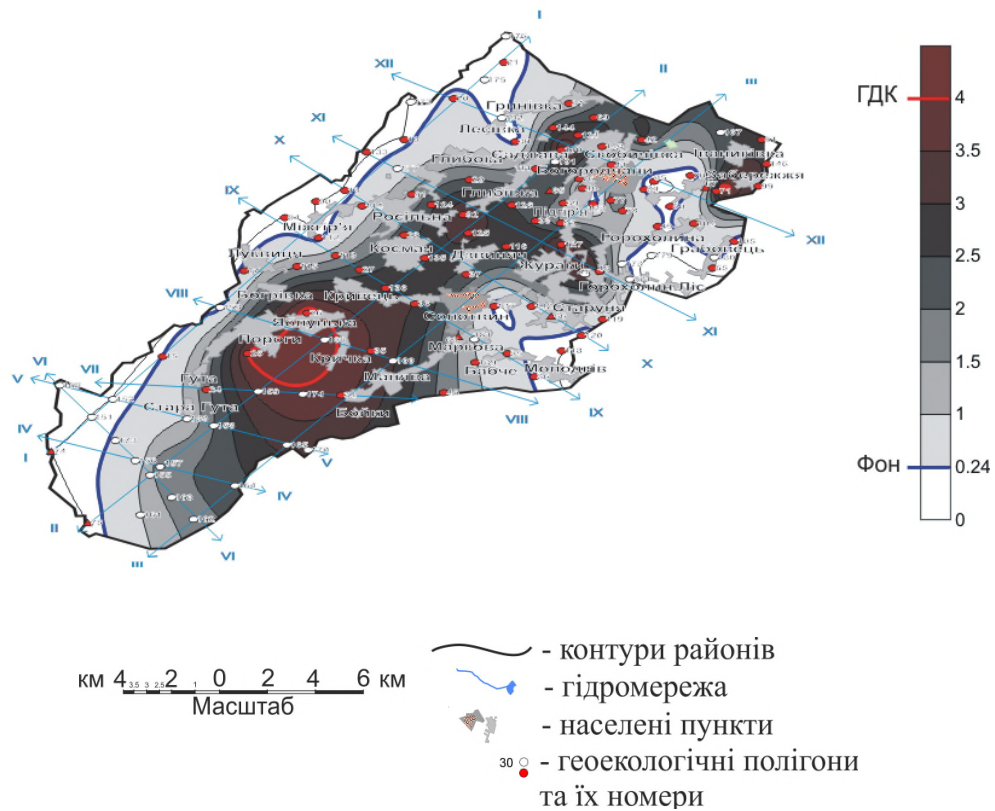


Рисунок 4.7 – Ni, мг/кг, у ґрунтах

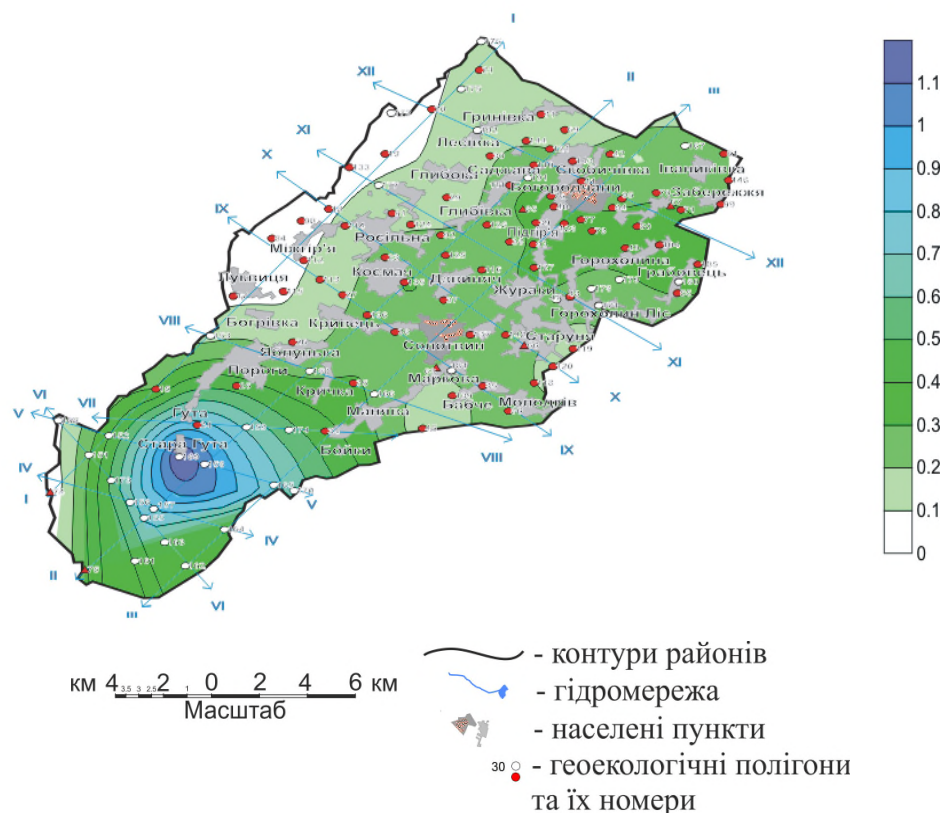
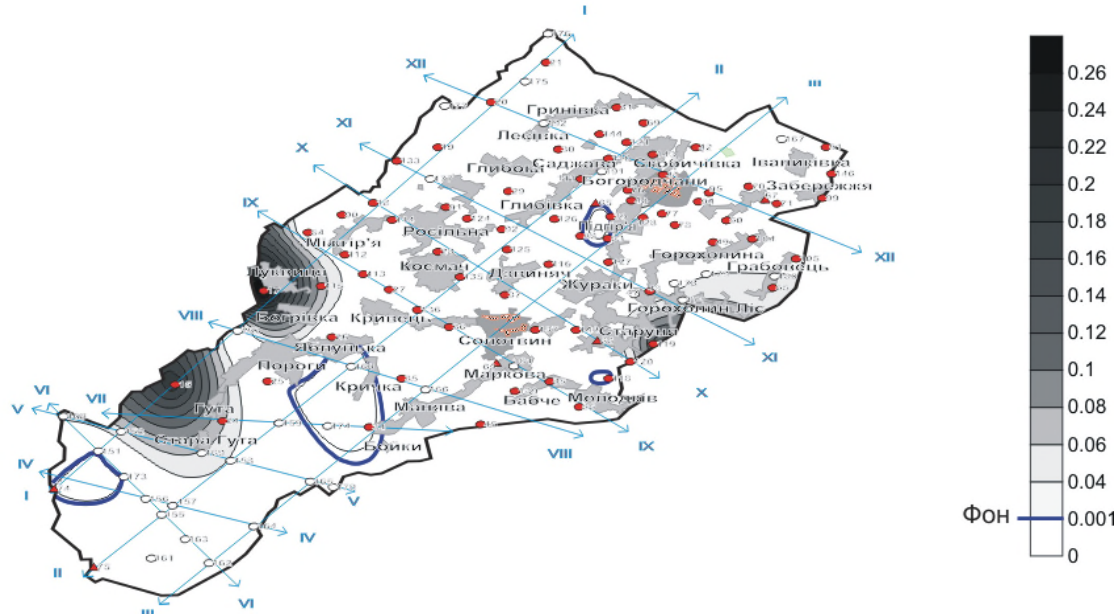
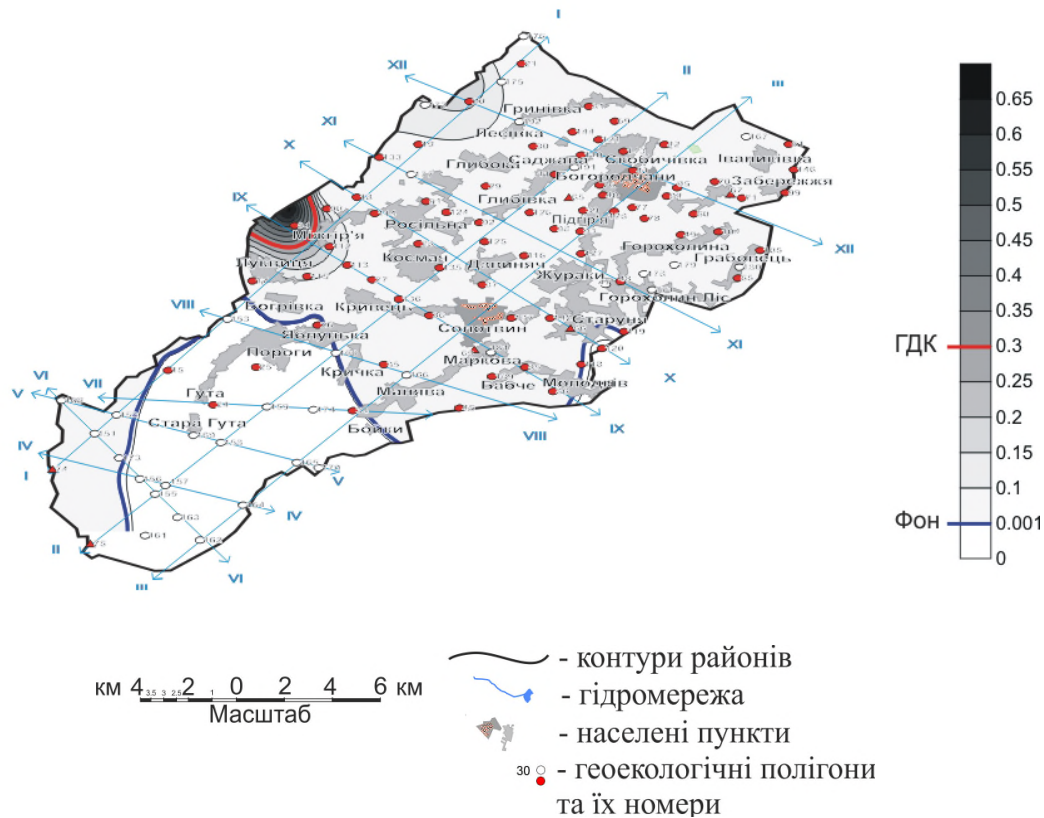


Рисунок 4.8 – Cs137, Kc/км<sup>2</sup>, у ґрунтах



- контури районів  
 - гідромережа  
 - населені пункти  
 - геоекологічні полігони та їх номери

**Рисунок 4.9 – ДДТ, мг/кг, у ґрунтах**



- контури районів  
 - гідромережа  
 - населені пункти  
 - геоекологічні полігони та їх номери

**Рисунок 4.10 – Нафтопродукти, мг/кг, у ґрунтах**



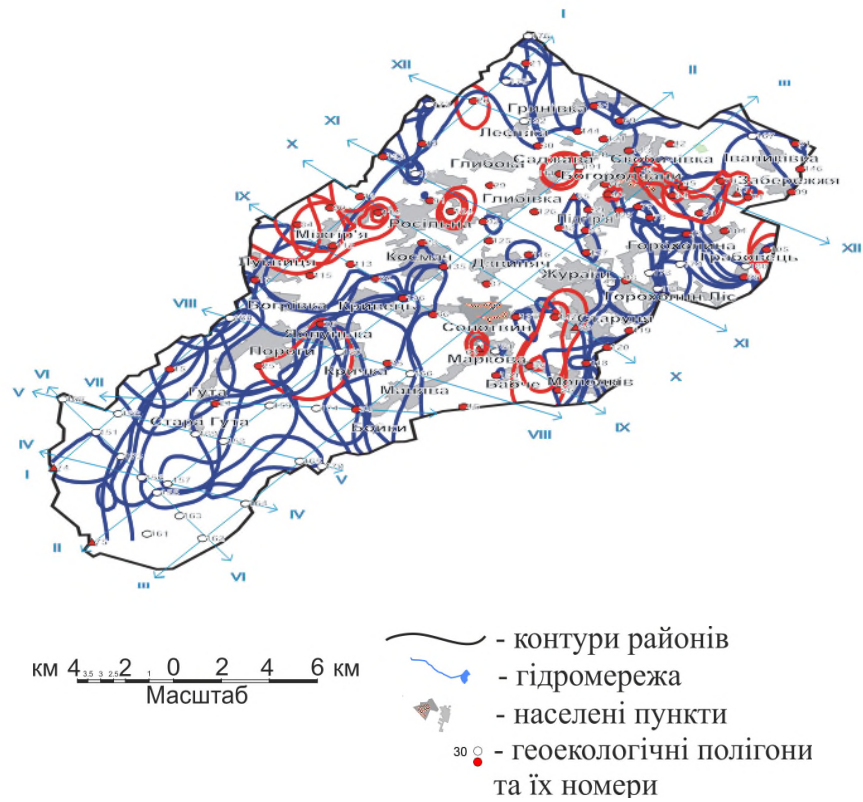


Рисунок 4.11 – Накладання поелементних карт ґрунтів

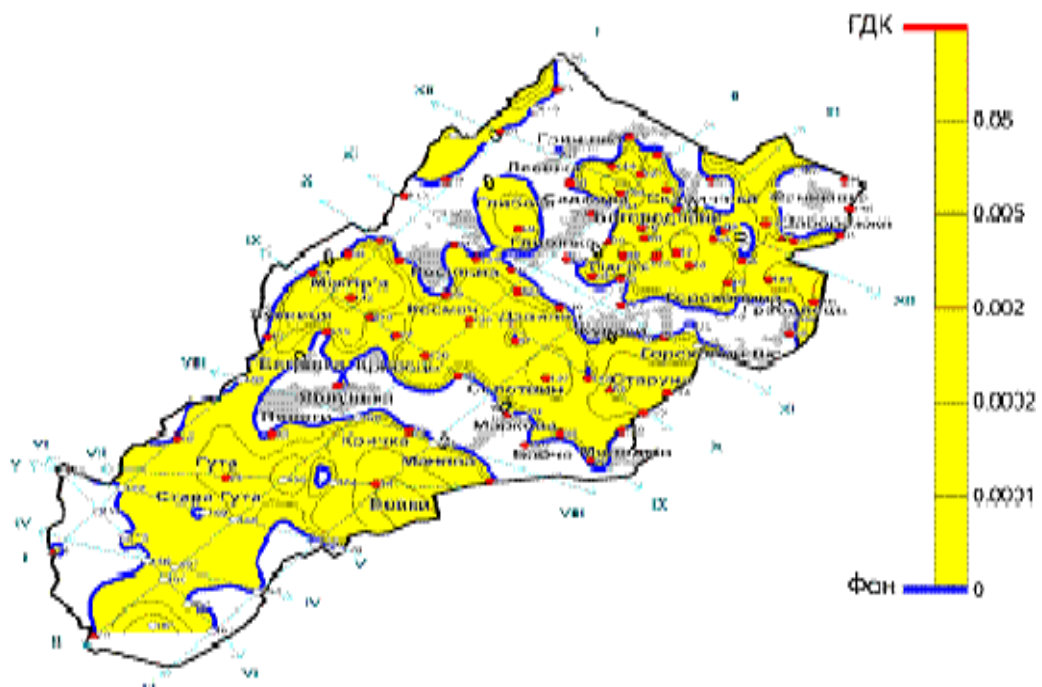


Рисунок 4.12 – Hg, мг/дм<sup>3</sup>, у ґрунтових водах



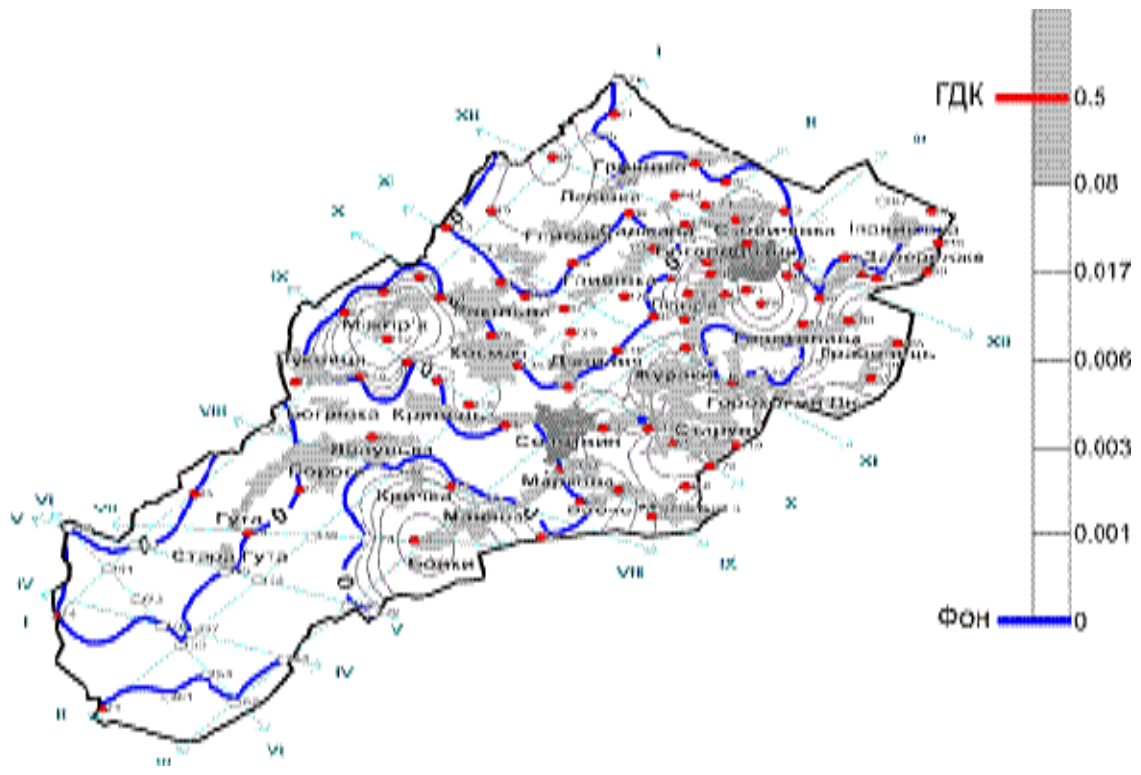


Рисунок 4.15 – Zn, мг/дм<sup>3</sup>, у ґрунтових водах

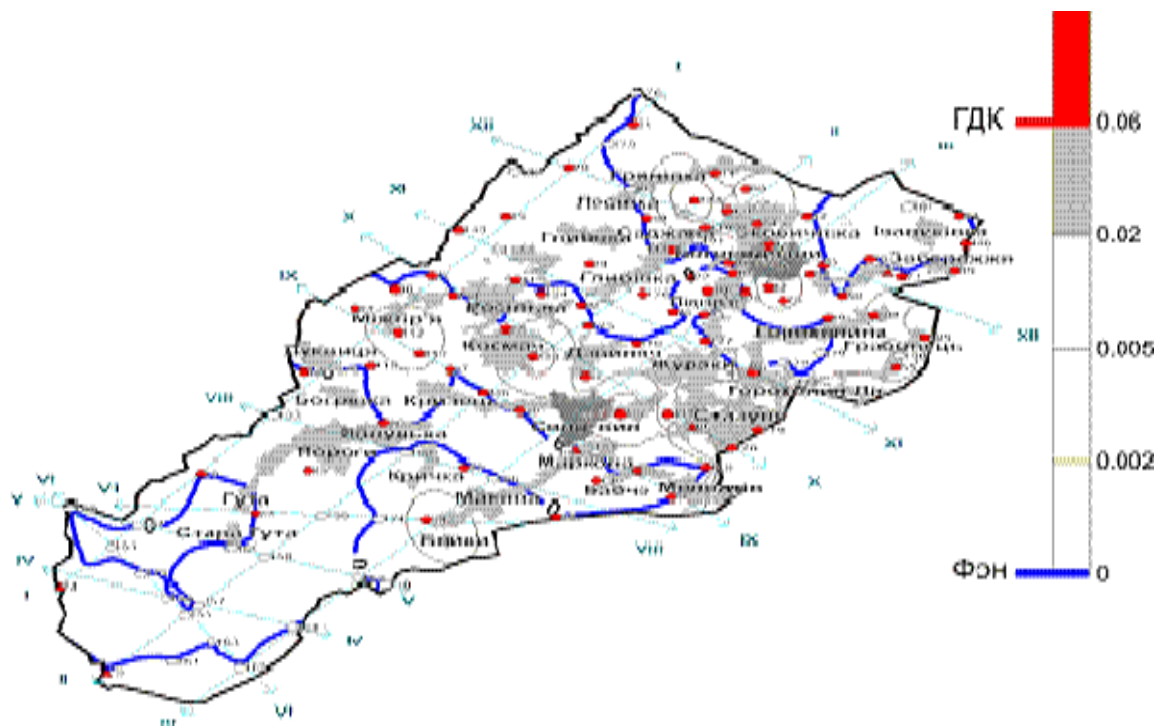


Рисунок 4.16 – Ni, мг/дм<sup>3</sup>, у ґрунтових водах

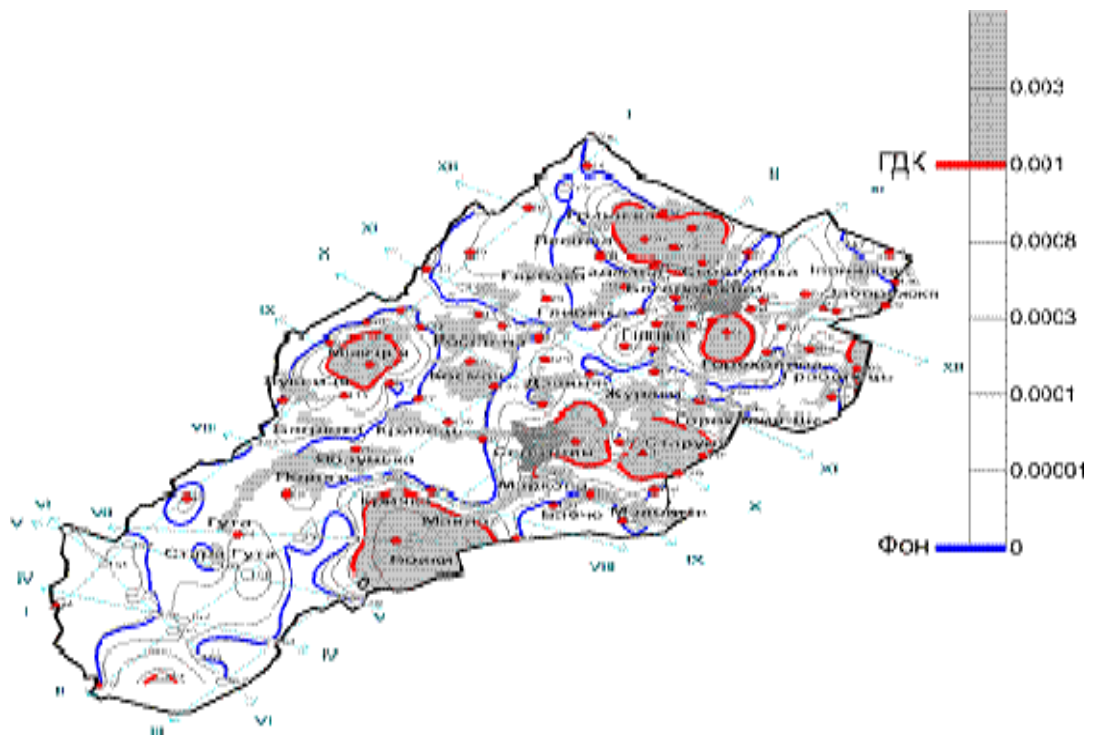


Рисунок 4.17 – Cd, мг/дм<sup>3</sup>, у ґрунтових водах

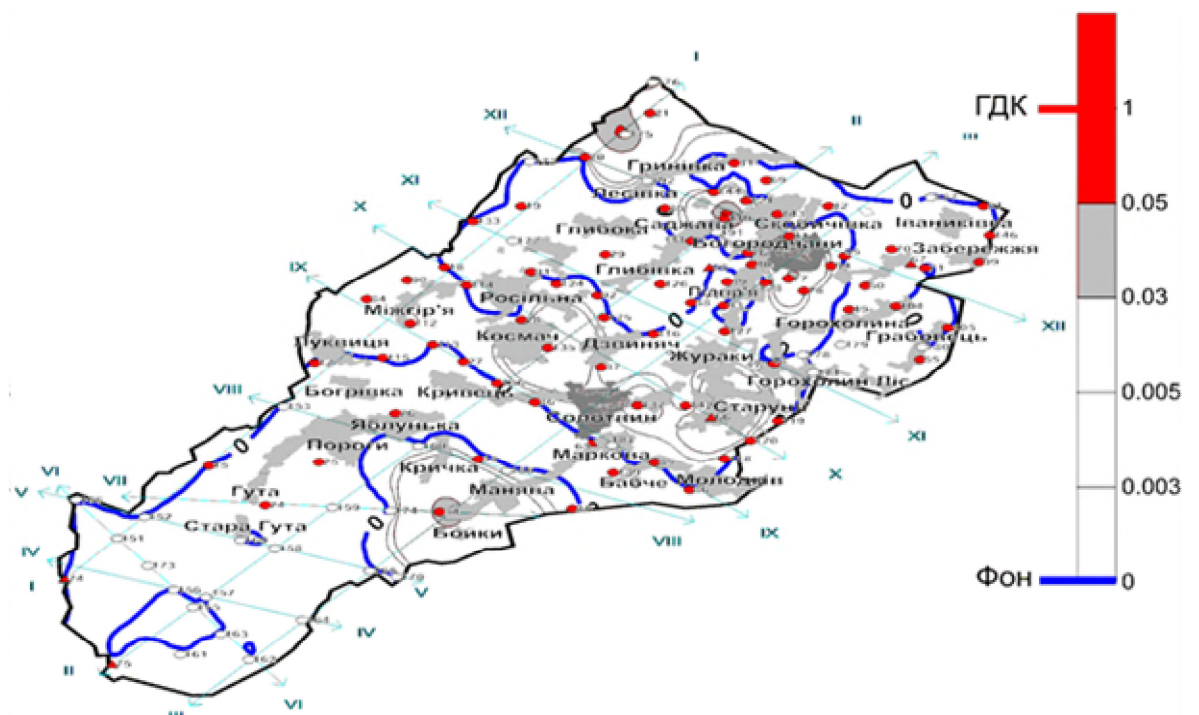


Рисунок 4.18 – ДДТ, мг/дм<sup>3</sup>, у ґрунтових водах



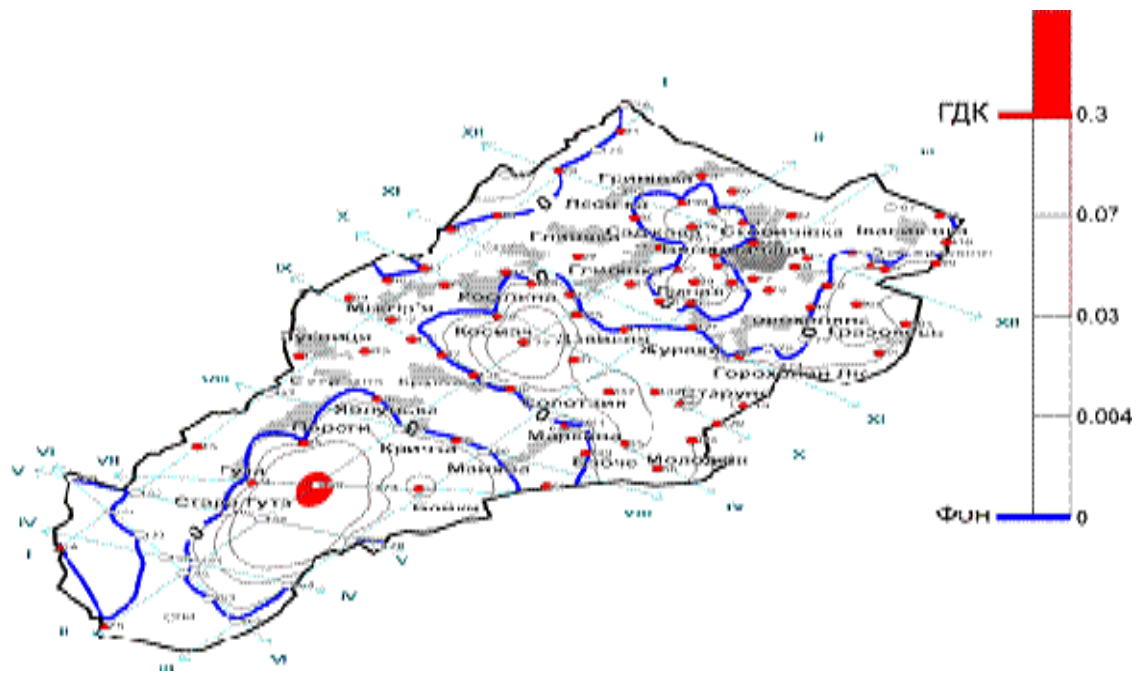


Рисунок 4.19 – Нафтопродукти,  $\text{мг/дм}^3$ , у ґрунтових водах

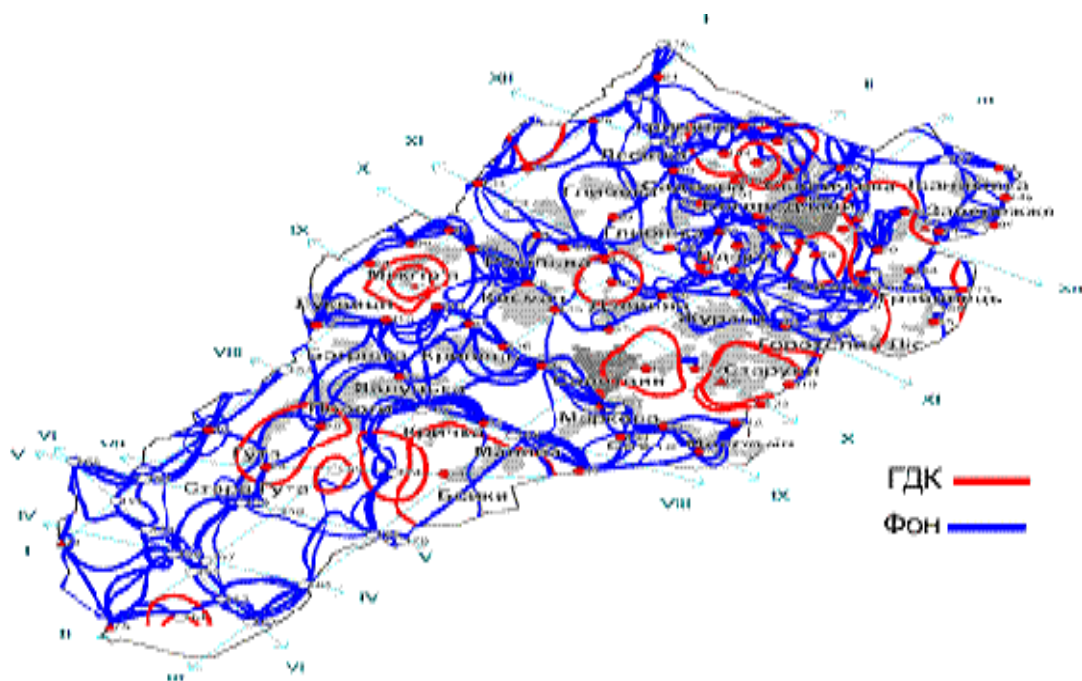


Рисунок 4.20 – Накладання поелементних карт забруднення ґрунтових вод

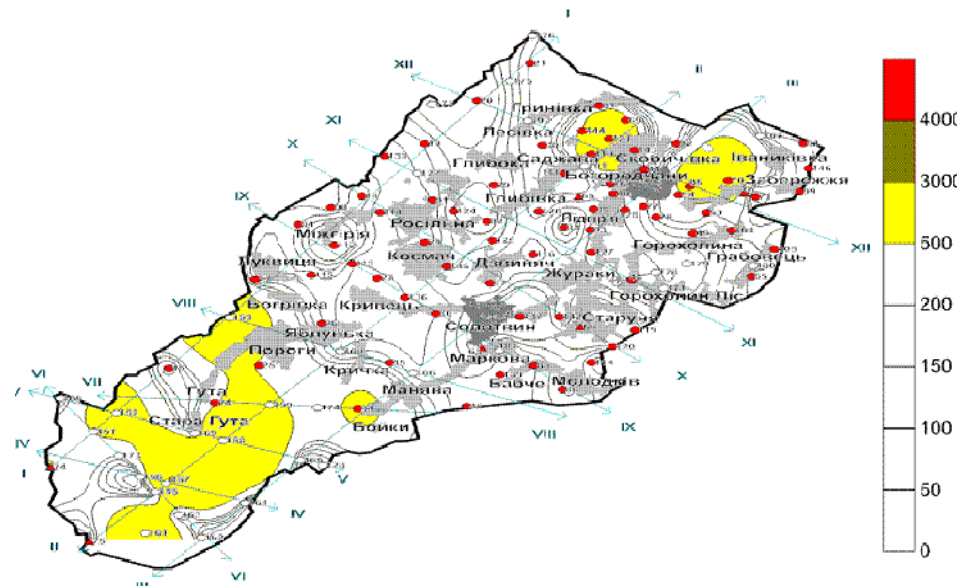


Рисунок 4.21 – Сумарний показник забруднення ґрунтових вод

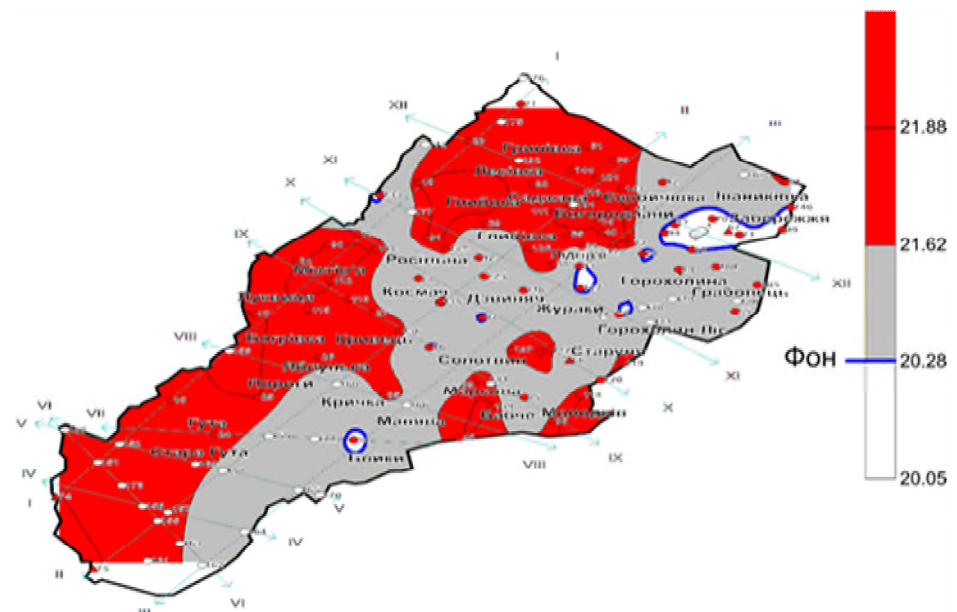


Рисунок 4.22 –  $O_2$ , вміст у % об'ємних в атмосферному повітрі



Рисунок 4.23 – CO<sub>2</sub>, вміст в % об'ємних, в атмосферному повітрі

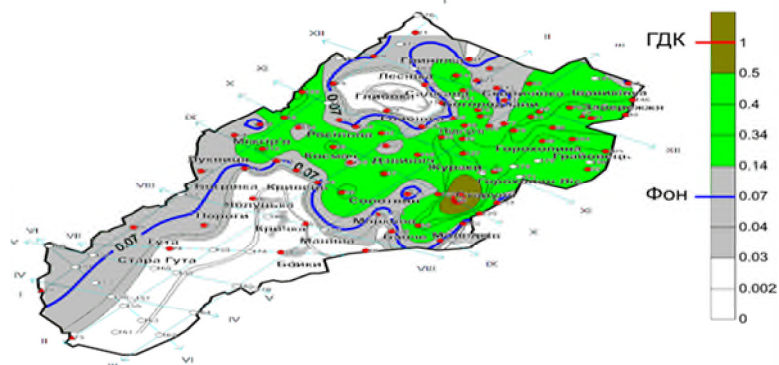


Рисунок 4.24 – CO, мг/м<sup>3</sup>, в атмосферному повітрі

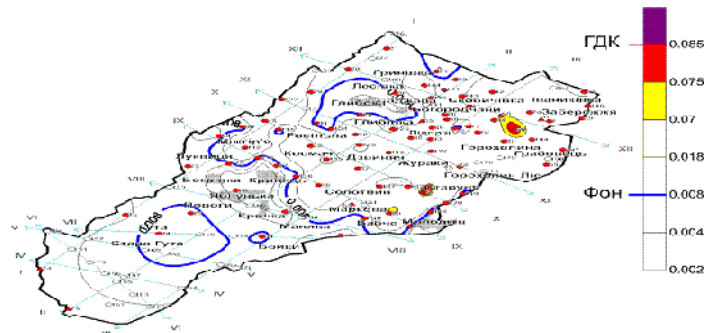


Рисунок 4.25 – NO<sub>x</sub>, мг/м<sup>3</sup>, в атмосферному повітрі

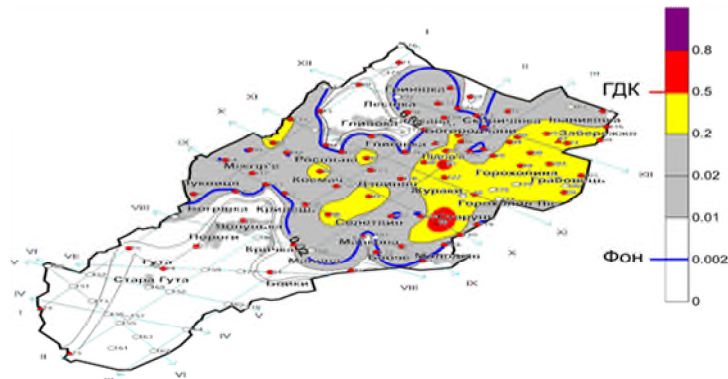


Рисунок 4.26 – SOx, мг/м<sup>3</sup>, в атмосферному повітрі

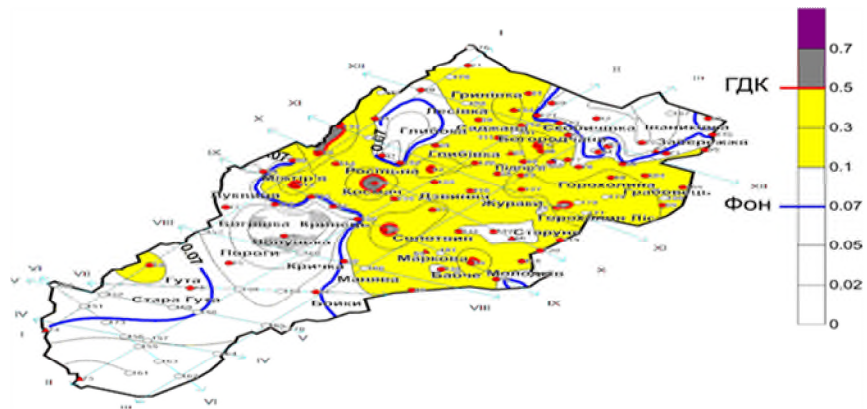


Рисунок 4.27 – Пил, мг/м<sup>3</sup>, в атмосферному повітрі

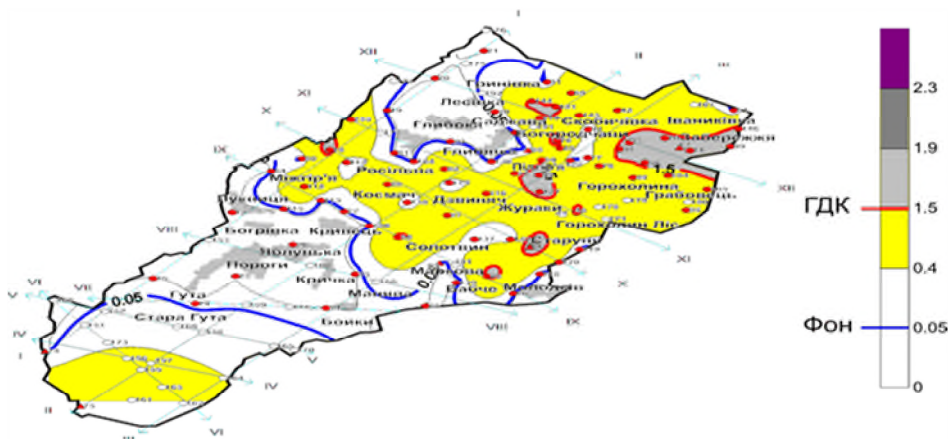


Рисунок 4.28 – Бензин, мг/м<sup>3</sup>, в атмосферному повітрі

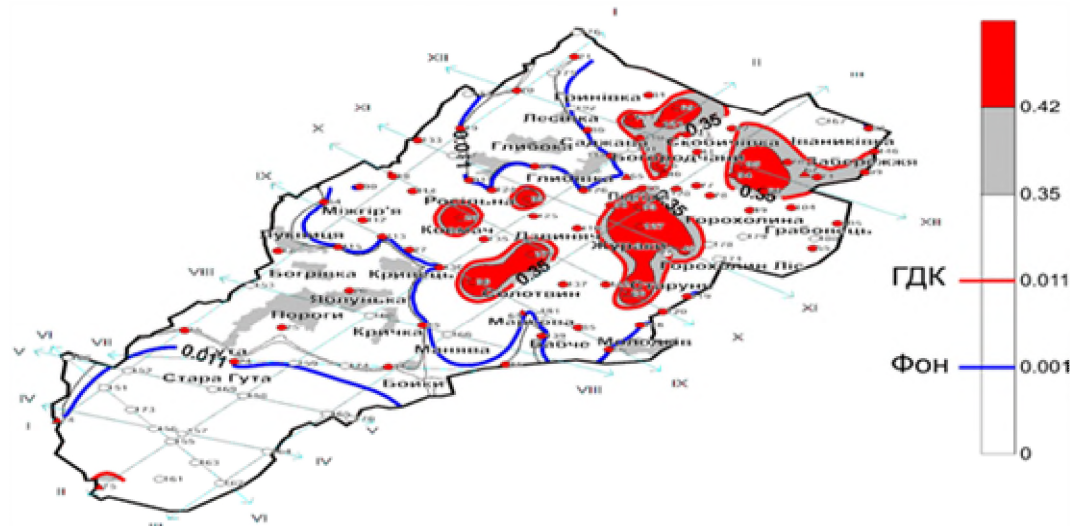


Рисунок 4.29 – Ацетон,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , в атмосферному повітрі

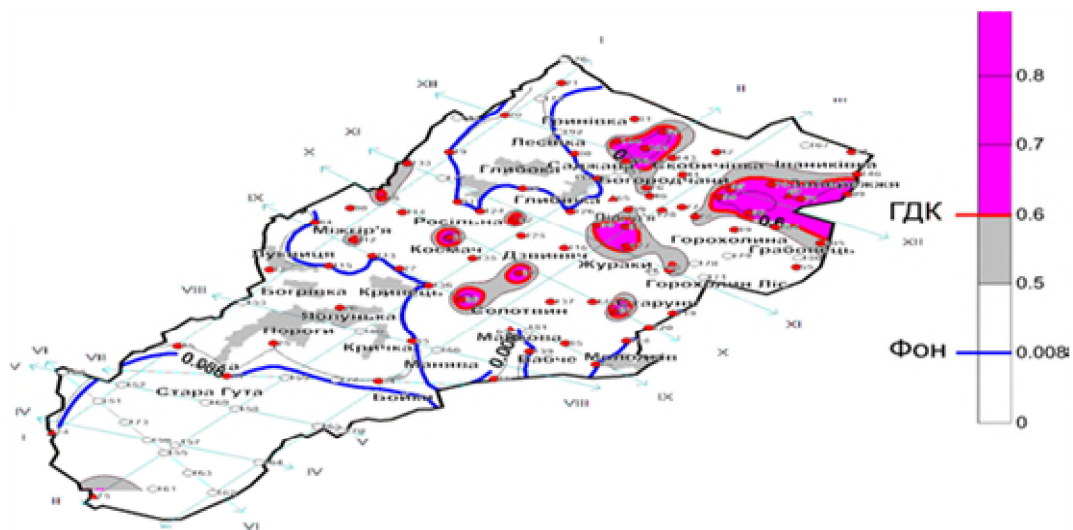


Рисунок 4.30 – Толуол,  $\text{мг}/\text{м}^3$ , в атмосферному повітрі

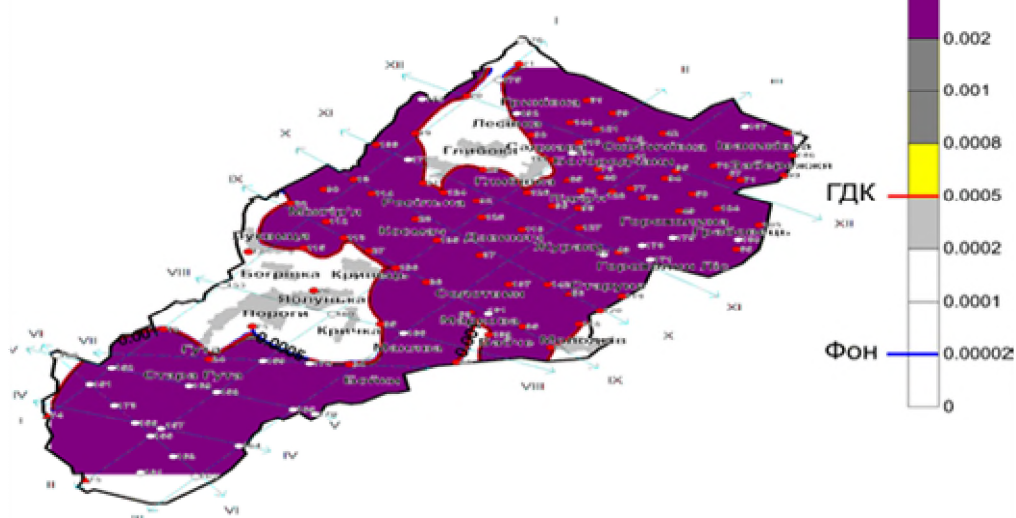


Рисунок 4.31 – Si,  $\text{мг}/\text{кг}$  опадах снігу

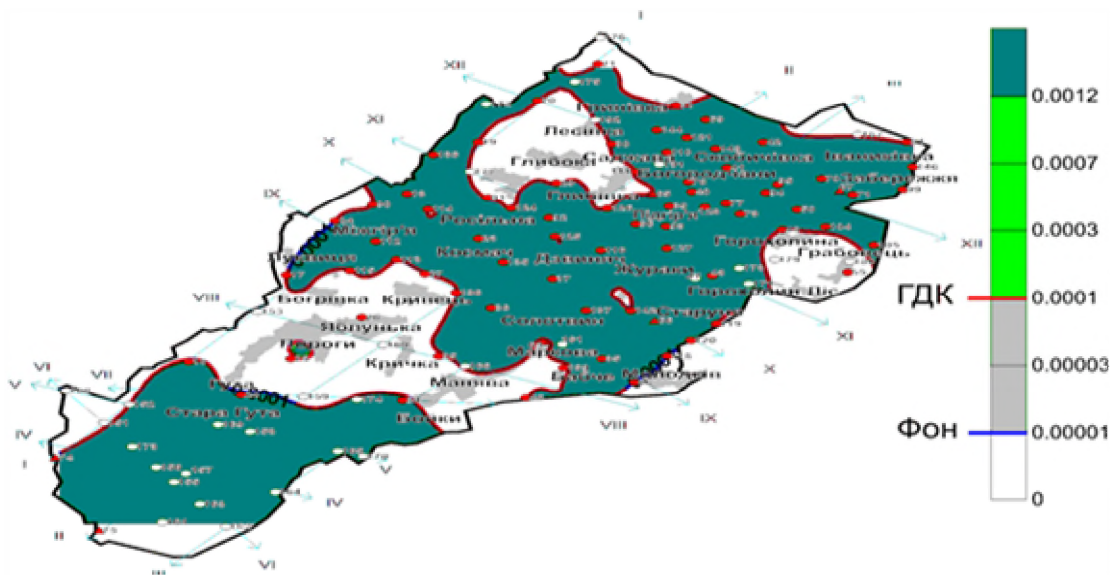


Рисунок 4.32 – Pb, мг/кг опадах снігу

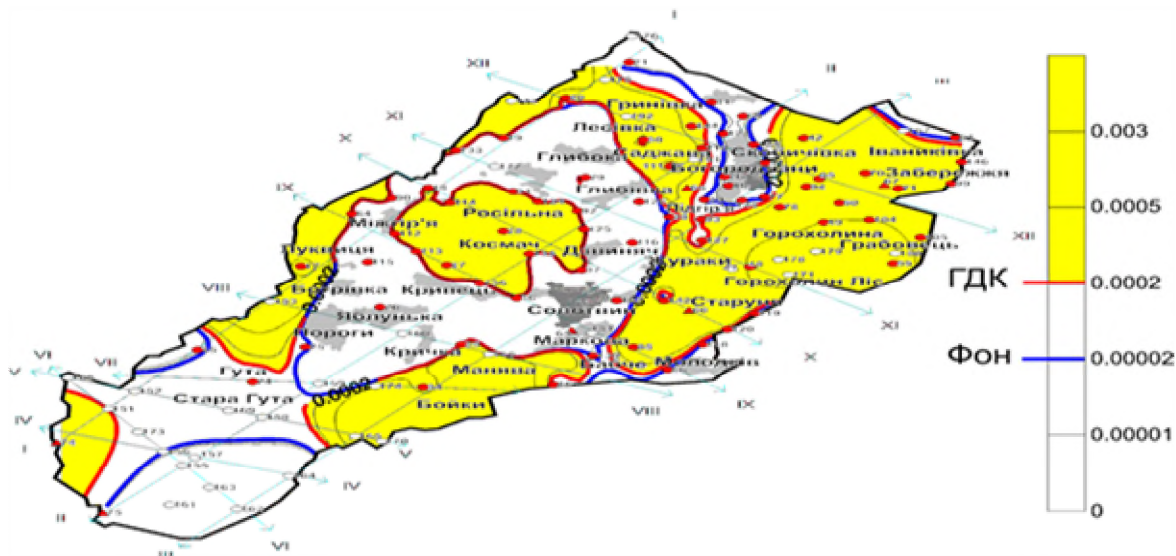


Рисунок 4.33 – Pb, мг/кг опадах снігу

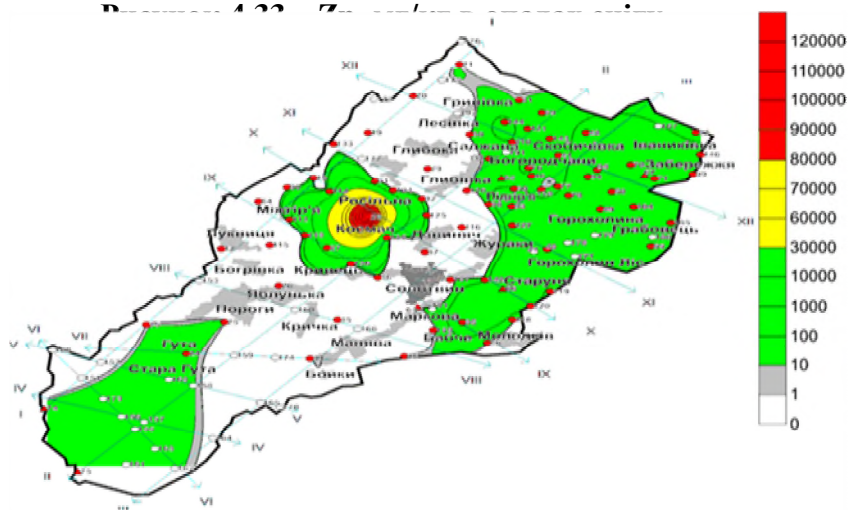
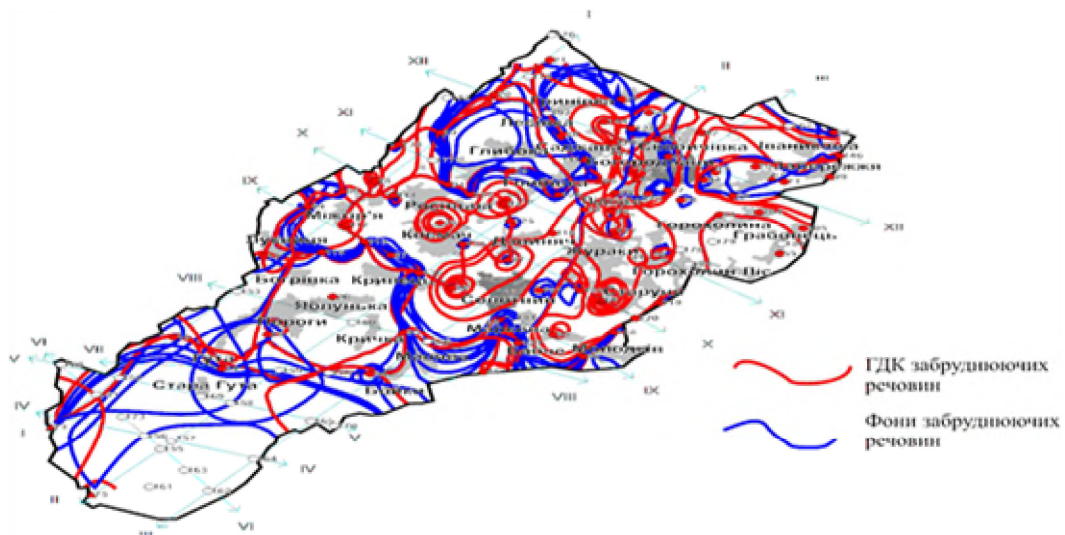
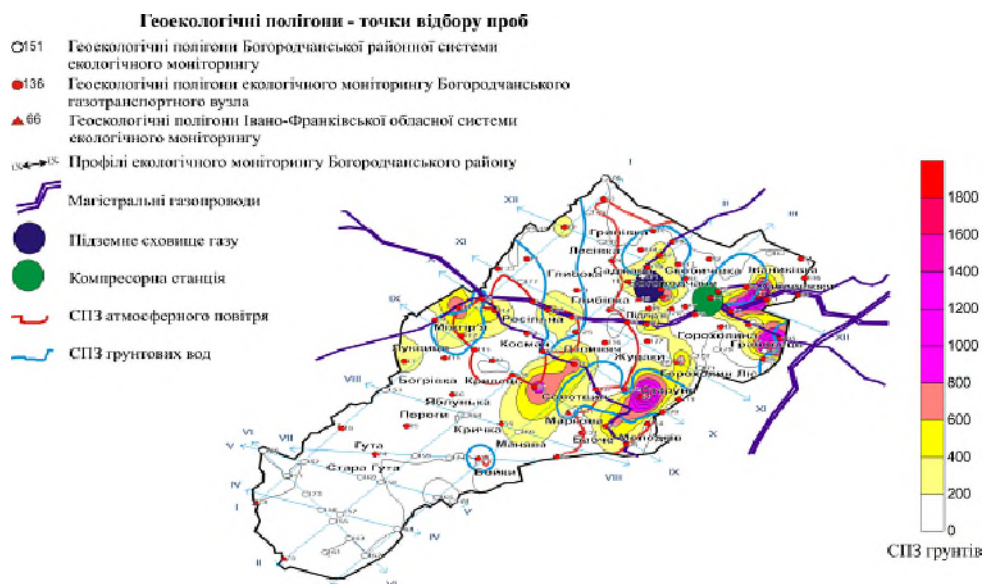


Рисунок 4.34 – Сумарний показник забруднення атмосферного повітря





**Рисунок 4.35 – Накладання поелементних карт забруднення атмосферного повітря**



**Рисунок 4.36 – Накладання сумарних показників забруднення в ґрунтах, ґрунтових водах і атмосферному повітрі Богородчанського району**

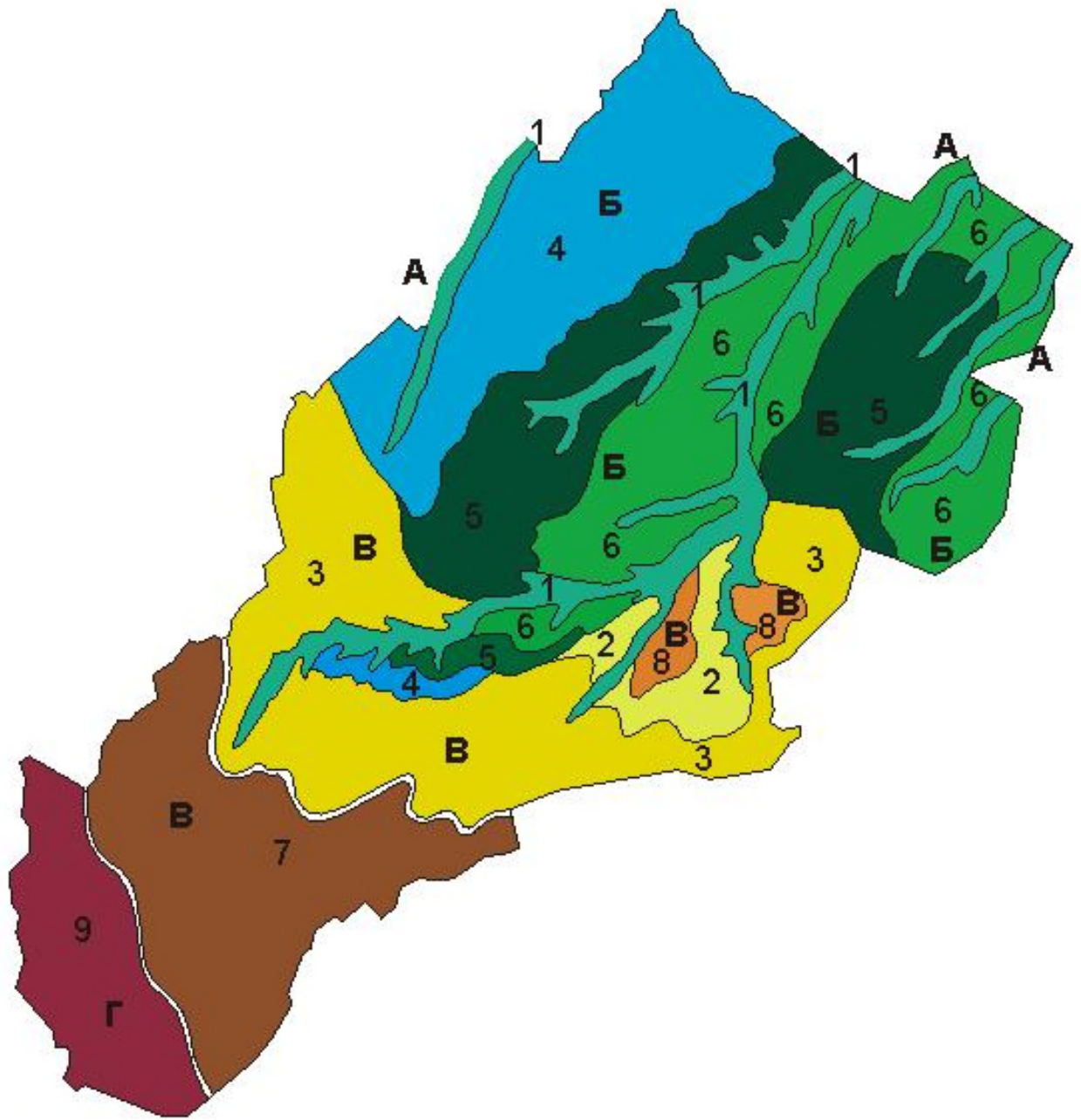


Рисунок 4.37 – Ландшафтна картосхема території Богородчанського району



Умовні позначення до рис. 4.37 – Ландшафтної картосхеми території Богородчанського району

**КАРПАТСЬКА ГІРСЬКА КРАЇНА (частина)**  
**Клас ландшафтів гірські і передгірські ландшафти**

Природні зони – Українські Карпати

А. Передгірські заплавні ландшафти на неогенових моласових відкладах

**Місцевості**

 1 Суглинисто-пісчано-галечникові заплави з дерновими нерозривними ґрунтами, луками і чагарниками

Б. Ландшафти Передгірні акумулятивно-денудаційних височин з антропогеновим покривом на неогенових моласових відкладах


**Місцевості**

 2 Розчленовані височини з буроземно-підзолистими і дерново-буроземними поверхнево-оглесними ґрунтами, смерековими бучинами

 3 Денудаційні ерозійно-зсувні увалисто-пасмові і увалисто-улоговинні височини з дерново-підзолистими поверхнево-оглесними і сірими опідзоленими ґрунтами, дубово-грабовими бучинами

 4 Розчленовані високотерасові рівнини з дерново-підзоленими поверхнево-оглесними ґрунтами, буковими дібровами і смереково-ялицевими бучинами

 5 Розчленовані середньотерасові рівнини з дерново-підзоленими поверхнево-оглесними ґрунтами, буковими дібровами

 6 Низькотерасові слабодреновані височини з дерново-підзолистими поверхнево-оглесними, дерновими, лучними і болотяними ґрунтами, дібровами

В. Ландшафти низькогір'їв з елювіально-делювіальними відкладами на неогеново-палеогеновому фліші

**Місцевості**

 7 Плоскосхиліві низькогір'я бурими гірсько-лісовими щебенюватими ґрунтами, смереково-ялицевими бучинами і вторинними луками

 8 Острівні крутосхили структурні низькогір'я з бурими гірсько-лісовими щебенюватими ґрунтами, смерековими бучинами

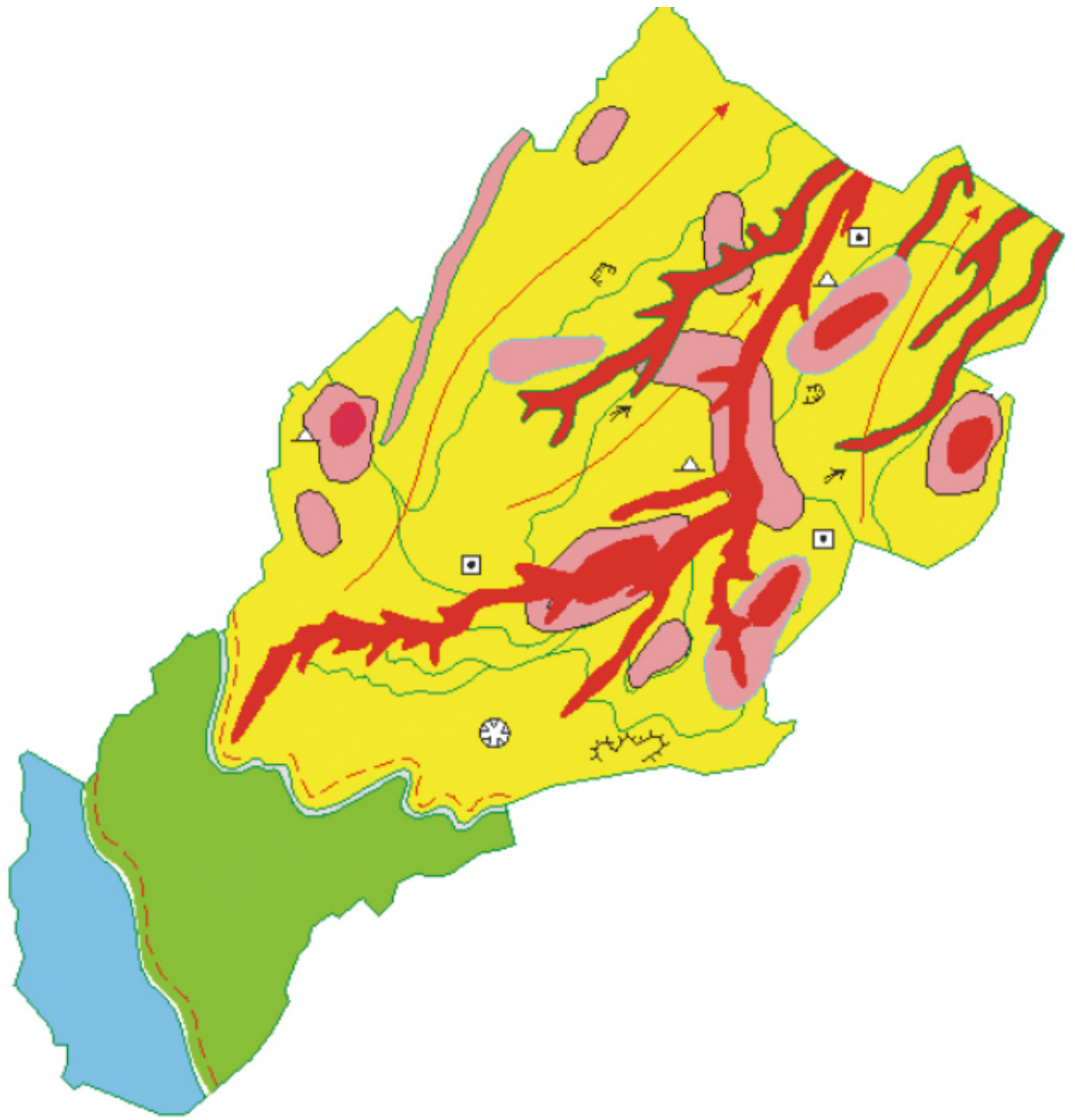
Г. Ландшафти середньогір'їв з елювіально-делювіальними відкладами на палеогеново-крейдовому фліші

**Місцевості**

 9 Крутосхиліві середньогір'я з бурими гірсько-лісовими щебенюватими ґрунтами, буково-ялицевими сураменями і чистими сураменями

 Границі між місцевостями

 Границі між ландшафтами








КМ 4 3.5 3 2.5 2 1 0 2 4 6 КМ  
Масштаб



**Рисунок 4.38 – Екологічна картосхема території  
Богородчанського району**

Умовні позначення до екологічної картосхеми (рис. 4.38)  
території Богородчанського району

### Геологічне середовище

-  Неотектонічні розломи, виражені у рельєфі уступами
-  Неотектонічні підняття (а) та опускання (б)
-  Карст
-  Грязовий вулкан
-  Кар'єри

### Геоморфосфера

-  Бічна та глибинна ерозії
-  Зсуви

### Педосфера

-  Контури забруднення ґрунтового покриву вище фону




### Гідросфера

-  Контури забруднення ґрунтових вод вище фону






### Атмосфера

-  Контури забруднення атмосферного повітря вище фону

### Техносфера

-  Основні джерела викидів в атмосферу та скидів у водне середовище
-  Місця звалищ твердих відходів
-  Бувші склади пестицидів

### Екологічний стан території

- |                                                                                     |                                  |                                                                                      |                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | СПЗ нижче 0,5 фону - нормальний  |  | СПЗ 2,0 – 3,0 фону - напружений |
|  | СПЗ 0,5 – 1,0 фону - нормальний  |  | СПЗ більше 3,0 фону - складний  |
|  | СПЗ 1,0 – 2,0 фону - задовільний |                                                                                      |                                 |

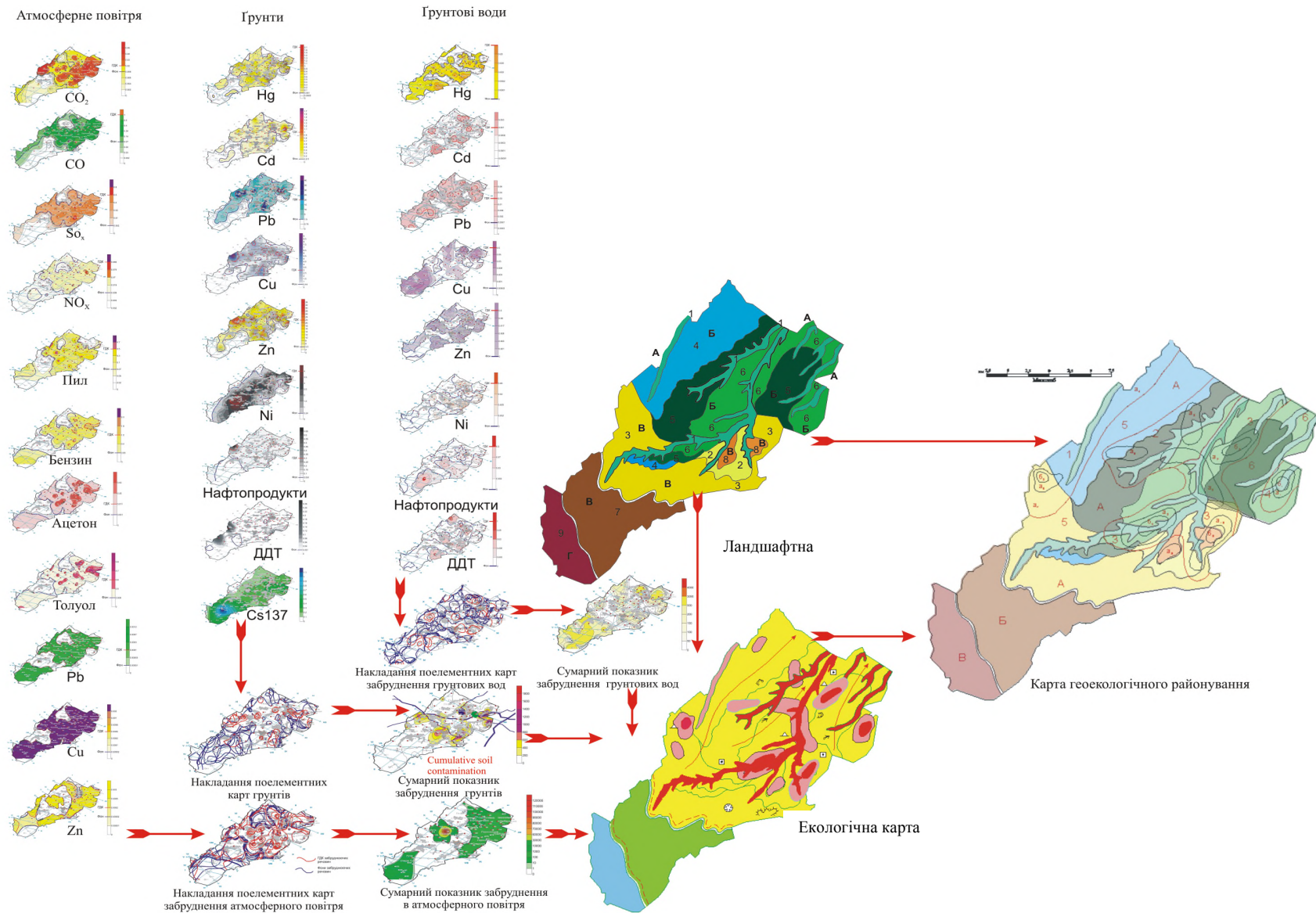


Рисунок 4.39 – Побудова еколого-технологічної моделі для території Богородчанського району





Геоекологічні зони:

А - Передгірська, Б – Низькогірна, В – Середньо- і Високогірна

Геоекологічні смуги концентрації:

1 – Луквинська, 2 – Саджавська, 3 – Солотвинсько – Бистрицька, 4 – Заберезька.

Геоекологічні смуги розсіювання:

5 – Луквинсько - Саджавська, 6 – Міжбистрицька.

Геоекологічні ареали концентрації: а<sub>1</sub>, а<sub>2</sub>, а<sub>3</sub>, а<sub>4</sub>, а<sub>5</sub>, а<sub>6</sub>, а<sub>7</sub>, а<sub>8</sub>, а<sub>9</sub>, а<sub>10</sub>

з геоекологічними вогнищами – джерелами забруднення: б<sub>1</sub>, б<sub>2</sub>, б<sub>3</sub>, б<sub>4</sub>, б<sub>5</sub>.

**Рисунок 4.40 – Картосхема геоекологічного районування території Богордчанського району, яка є додатковим обґрунтуванням поділу адміністративного району на 5-6 територіальних громад**



2 Еколого-техногеохімічні карти якості повітря на території Богородчанського району та його територіальних громад свідчать, що приповерхнева атмосфера практично не забруднена. Особливо цікавим є підвищений порівняно з регіональним фоном і стандартом вміст  $O_2$  (21,6-21,8 %) над обширними зонами лісів (від с. Гута і гори Сивулі до с. Міжгір'я вздовж лівого борту долини р. Бистриці Солотвинської; в районі сс. Гриніва, Невочин, Глибівка, Розсільна; окремі овали над лісами біля сс. Старуні, Маркова, Маняви, Горохолин Ліс). Ці зони особливо привабливі для організації рекреації і лікування цілющим повітрям.

Перевищення ГДК в 1,5-2,0 рази по  $CO_2$  встановлено в районі сс. Міжгір'я, Розсільна, Скобичівка, Старі Богородчани, Богородчани, Старуня, Солотвин. Вміст  $CO$ ,  $NO_x$  і  $SO_x$  в атмосферному повітрі Богородчанського району – в межах фону і нижче. Лише в районі сс. Підгір'я і Старуні є аномалії сірчаних сполук точкового типу.

Точкові аномалії вмісту пилу, бензину, ацетону і толуолу співпадають між собою і приурочені до підземного сховища газу, компресорної станції, смт Богородчани, сс. Солотвин, Міжгір'я, Дзвиняч.

Вміст  $Cu$ ,  $Pb$ ,  $Zn$  в опадах снігу перевищує фон, а іноді в окремих точках і ГДК (у 1,2-1,5 рази), що пояснюється тривалим накопиченням важких металів у снігу, який лежав взимку, коли відбирались проби, більше 1 місяця. Джерелом цих накопичень, судячи з широких, нелокалізованих плям, скоріше за все були не місцеві, а регіональні і транскордонні переноси.

3 Сумісний аналіз комп'ютерних (електронних) еколого-техногеохімічних карт шляхом їх накладання дозволив побудувати комп'ютерну (електронну) карту сучасної екологічної ситуації на території Богородчанського району та його територіальних громад (рис. 4.38). На цій карті шляхом комплексного аналізу розповсюдження забруднень у середовищах ґрунтів, атмосферного повітря і ґрунтових вод було виділено 7 геоекологічних зон з різним екологічним станом (рис. 4.40):

- Гутинська зона зі сприятливим (нормальним) екологічним станом;
- Міжгірська зона зі складним екологічним станом;
- Солотвинська зона з задовільним екологічним станом;
- Глибокинсько-Манявська зона з сприятливим (нормальним) екологічним станом;
- Старунсько-Богородчанська зона з напруженим екологічним станом;
- Горохолинська зона зі сприятливим (нормальним екологічним станом);
- Грабовецька зона з напруженим екологічним станом.

Виконане нами геоекологічне районування враховує 3 компоненти ландшафтів – ґрунти, ґрунтові води і атмосферне повітря. При подальших дослідженнях, на рівні територіальних громад, після вивчення екологічного стану геологічного середовища, геоморфосфери і поверхневої гідросфери, запропоноване районування може буде уточнено.

4 Базуючись на карті сучасної екологічної ситуації рекомендуємо для рекреаційно-туристичного і курортно-санітарного використання Гутинську зону (особливо лівобережну частину долини р. Бистриці Солотвинської, де підвищений вміст кисню в атмосферному повітрі), а також північну частину Глибокинсько-Манявської геоекологічної зони.

Об'єктами туристично-спортивного використання можуть служити ці ж зони, а також Міжгірська і Старунсько-Богородчанська зони.

5 Аналіз екологічного стану ґрунтового покриву дозволяє «розбракувати» його на відносно забруднені території (Міжгірська, Старунсько-Богородчанська і Грабовецька зони) і чисті території (Горохолинська, Глибокинсько-Манявська і Гутинська зони), де можна вирощувати екологічно чисту сільськогосподарську продукцію, отримавши відповідний агроекологічний сертифікат.

6 Магістральні газопроводи, компресорна станція і підземне сховище газу також не створюють небезпечних аномалій у воді, ґрунтових водах і атмосферному повітрі. Окремі плями забруднення важкими металами указаних середовищ вірогідно виникли ще в період

будівництва трубопроводів, тоді ж були забруднені ґрунти різними механізмами та залишками використаної техніки і труб. Ці ж джерела можуть впливати і на екологічний стан поверхневих вод та донних відкладів.

7 Радіоактивного забруднення досліджених середовищ не виявлено. Пестициди і нафтопродукти трапляються дуже рідко і в незначних кількостях.

Для кожної геоекологічної структури Богородчанського району розроблено індивідуальні заходи з екологічної безпеки (див. розділ 5). Таке ж саме у подальшому необхідно виконати для кожної територіальної громади окремо.

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

**ГІС АДМІНІСТРАТИВНОГО РАЙОНУ ТА ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД ДЛЯ  
ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ МОНІТОРИНГОМ ДОВКІЛЛЯ ТА  
ПРИРОДООХОРОННИМИ ЗАХОДАМИ**

**5.1 Характеристика геоінформаційних систем моніторингу довкілля Рогатинського і Богородчанського районів та територіальних громад**

Щоб контролювати стан довкілля та керувати його екологічною безпекою, необхідно чітко знати, з яких компонентів воно складається. На кожний компонент живої і неживої природи, на кожну сферу, що оточує Землю, впливає той чи інший техногенний об'єкт [3, 26, 37, 40, 42, 176]. Необхідно вміти оцінювати цей вплив, стежити за його змінами, прогнозувати його розвиток, щоб керувати станом довкілля і вчасно запобігати його негативним змінам. Отже, в структурі довкілля, враховуючи визначення К. М. Ситника зі співавторами [19], І. І. Дедю [69], В. М. Петліна [155], М. А. Голубця [53-57] та багатьох інших екологів і географів, ми у своїх дослідженнях виділяємо такі компоненти довкілля: геологічне середовище та геоморфосферу, ґрунтовий покрив, гідросферу та атмосферу, рослинний покрив, які були описані вище. До компонентів довкілля відносять також тваринний світ, геофізичні поля, демосферу і техносферу, які не розглядались нами у монографії.

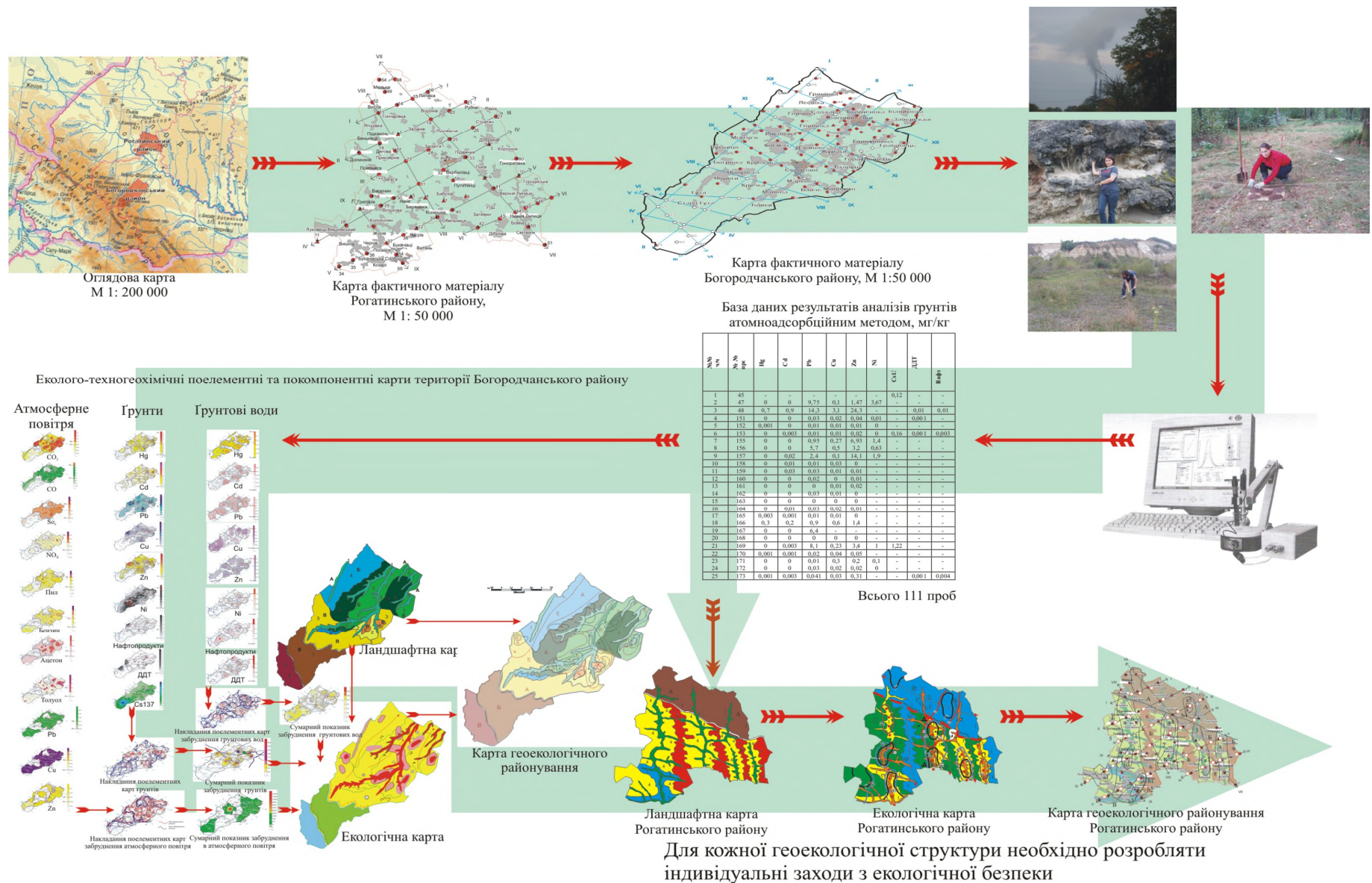
Комплексне геоекологічне оцінке компонентів довкілля ми виконали шляхом комп'ютерної інтеграції спочатку поелементних еколого-техногеохімічних, а потім покомпонентних карт. Використання сучасних ГІС-технологій дозволяє максимально автоматизувати цей процес і створити комп'ютерні багатокомпонентні постійно діючі системи екологічної безпеки територій [1, 37, 88, 105-107, 137].

*Геоінформаційні системи (ГІС)* – це інформаційні технології, які забезпечують збирання, зберігання, обробку, доступ, відображення та поширення просторово орієнтованих даних, це сукупність електронних (комп'ютерних) карт, баз даних з інформацією про ці об'єкти та програмного забезпечення для зручної роботи з картами і базами як з єдиним цілим [68, 137]. По суті те, що ми виконали у розділах 3 і 4, це і є постійно діюча багатокомпонентна еколого-технологічна модель автоматизованої ГІС екологічного моніторингу та екологічної безпеки територій адміністративних районів (рис. 5.1) [175].

Управління природними ресурсами, охорона їх та збалансоване природокористування, екологічний територіальний аудит територій та визначення сучасної екологічної ситуації, оцінка впливів техногенних об'єктів на навколишнє середовище, організація та виконання моніторингу довкілля та усіх його компонентів (геологічного середовища, геофізичних полів, рельєфу, гідросфери, атмосферного повітря, ґрунтового і рослинного покривів), моделювання та прогнозування стану довкілля та його змін під впливом природних і техногенних чинників, – усе це неможливо без використання геоінформаційних систем [187].

Вирішення цих завдань і процедур вимагає інтегрованого підходу, тобто врахування багатьох одночасно діючих чинників, збирання та актуалізації великої кількості різноманітної інформації за станом компонентів 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 [31, 113, 121, 214].

Отже, геоінформаційні системи: – найбільш об'єктивно оцінюють і враховують зміни стану довкілля, щоб запобігти катастрофічним наслідкам подій природного походження (повені, зсуви, просадки, землетруси і т.ін.);



**Рисунок 5.1 – Постійно діюча багатокомпонентна еколого-технологічна модель автоматизованої ГІС екологічного моніторингу та екологічної безпеки адміністративних районів і територіальних громад [175]**

- дозволяють реалізувати політику управління природоохоронною діяльністю у такий спосіб, щоб мінімально не шкодити навколишньому природному середовищу. Для прийняття дійсно оптимальних управлінських рішень потрібна не просто актуальна інформація, а вона потрібна оперативно і, що головне, у вигляді, зручному для прийняття рішень.

Величезна кількість даних, які накопичені та постійно оновлюються у сфері екологічного моніторингу та ведення баз даних – постійно змінних параметрів про стан довкілля на певній території – повинна бути максимально упорядкована, систематизована та структурована, щоб забезпечити її обробку та подання результату у вигляді, котрий буде найбільш об'єктивним і зручним для користувача. При цьому повинен бути врахований досвід обробки екологічних даних, накопичений у світі. А світовий досвід свідчить, що найкращим способом представлення, зберігання і оброблення інформації, яка має просторову складову (географічну прив'язку), є геоінформаційні системи.

Важливість впровадження ГІС-технологій у природоохоронну практику підкреслюється в Законі «Про екологічний аудит», і в Загальнодержавній програмі розвитку водного господарства (Закон України від 17 січня 2002 р. № 2988-III) та в багатьох інших державних та галузевих документах. Геоінформаційні комп'ютерні системи екологічної безпеки (КСЕБ), однією із яких є і розроблена нами для територій Рогатинського і Богородчанського районів, повинні задовольняти ряд вимог:

1 Забезпечувати комплексність моніторингу стану компонентів довкілля та джерел їх забруднення з уніфікацією параметрів – показників стану довкілля та географічних місць прив'язки відбору проб, що і виконано нами у розділі 2 (рис. 2.2). Для забезпечення такої вимоги створюють карту фактичного матеріалу на топографічній багатоплановій основі, яка включає горизонталі рельєфу, гідрографічну мережу, дороги, населені пункти, контури лісових масивів, сільськогосподарських угідь та інші необхідні дані.

2 Забезпечувати постійне оновлення (актуалізацію) даних в автоматизованому режимі, що, по-перше, дозволить мати оперативну інформацію, по-друге, вимагатиме мінімуму часу на підтримку системи, по-третє, дозволить постійно перевіряти коректність даних, отриманих іншими дослідниками. У нашій роботі виконано одноразове вимірювання параметрів екологічного стану ґрунтів, атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод та рослинного покриву, тобто проведений екологічний територіальний аудит досліджуваної території. У подальшому, якщо буде можливість фінансувати екологічний моніторинг, то наповнення побудованих нами баз даних та еколого-техногеохімічних карт можна здійснювати в автоматизованому режимі, користуючись запропонованим нами алгоритмом (рис. 5.1).

3 Забезпечувати інформаційну підтримку прийняття рішень як за територіально-адміністративним, так і за басейновим або ландшафтним принципами управління станом довкілля. Тобто введення, обробку і виведення інформації здійснюють за критеріями, що відповідають названим принципам. А це забезпечує зручність використання системи для державного управління охороною навколишнього природного середовища у Рогатинському і Богородчанському районах, для басейнових управлінь водними ресурсами і т.д.

4 Забезпечувати можливість експорту інформації в інші українські чи загальноєвропейські системи (XML, MS Excel, MS Word, Map Info та ін.).

5 Для виконання основних функцій та використання ГІС екологічного територіального аудиту, моніторингу довкілля або екологічної безпеки не вимагати придбання ліцензій на професійне геоінформаційне програмне забезпечення, що дозволить легко поширювати систему на необмежену кількість користувачів, які вводитимуть вхідні дані та використовуватимуть аналітичну інформацію для прийняття рішень. При цьому користувачі повинні бути забезпечені необхідним мінімумом комп'ютерної техніки і відповідних програм (MS Windows XP та MS Office 2007, Surfer, MapInfo та ін.). Автор у своїй роботі використовувала це, що показано у розділах 3, 4.

Головним нашим завданням з використання ГІС-технологій було те, що усі дані про реальні фізичні об'єкти (гідромережа, ліси, горизонталі рельєфу та інша інформація з багатопланової топографічної карти) ми прив'язали до цифрової карти, а всі інші дані (місця



відбору проб, геоекологічні полігони, профілі) просторово та інформаційно-логічно прив'язували до них. Тому ГІС, створені на основі цієї технології, інтегрують у собі всю наявну екологічну інформацію про об'єкти довкілля та антропогенний вплив на них, дозволяють виявляти тенденції та причини змін стану довкілля, способи зниження антропогенного навантаження на довкілля, порушення вимог екологічної безпеки та винуватців цього, виробляти оптимальні рішення з інтегрованого управління природоохоронною діяльністю.

Необхідно уточнити деякі поняття в галузі сучасних ГІС-технологій, якими ми користувались у розділах 3, 4 і які необхідні для інтеграції отриманої інформації для складання комплексної карти сучасної екологічної ситуації та карти геоекологічного районування. Як уже було відмічено вище, геоінформаційна система (ГІС) – це сукупність електронних карт з умовними позначеннями об'єктів на них, баз даних з інформацією про ці об'єкти та програмного забезпечення для зручної роботи з картами і базами даних як з єдиним цілим.

Бази даних – це структурований набір даних про певні характеристики фізичних чи віртуальних систем. Бази даних ГІС можуть бути як внутрішніми (інтегрованими у спеціалізовані геоінформаційні програмні пакети, які напряму працюють з електронними картами), так і зовнішніми (в інших програмних пакетах та форматах). Інформацію внутрішніх баз даних зазвичай називають атрибутами або атрибутивною інформацією. Просторову інформацію електронних карт (координати усіх об'єктів, їх типи та умовні позначення, іноді ще й правила топології – правила відображення відносно інших об'єктів) зазвичай називають просторовими даними. Бази даних у нашому дослідженні є зовнішніми, тому що вони можуть постійно наповнюватись новими даними, які з допомогою програм можуть оперативно вносити коректуру в електронні карти [113, 121, 214].

Отже, електронні карти ГІС містять просторову та атрибутивну інформацію. Практично будь-які сучасні ГІС містять і внутрішні бази даних, і зовнішні, оскільки останні легше оновлювати та супроводжувати, ніж внутрішні.

Найчастіше природоохоронні органи та наукові екологічні установи оновлюють дані повторного екологічного територіального аудиту як початок процесу екологічного моніторингу та характеристики, які не є просторовими даними, а тому ці дані легше вводити у пакет програм, призначений для роботи з базами даних, наприклад в MS Access 2003.

Геоінформаційні технології (ГІС-технології) – технологічна основа створення географічних інформаційних систем, які дозволяють реалізувати функціональні можливості ГІС. ГІС-технологія – це технологія, яку можна застосовувати за наявності чотирьох складових: програмісти, картографічне забезпечення, інформаційне забезпечення та програмне забезпечення. Жодна із 4-ох складових не може бути відсутня. Фактично має місце формула ГІС = люди + карти + інформація (бази даних) + програми. Звичайно, що для застосування ГІС-технологій потрібні не тільки названі вище складові, а ще й апаратне, нормативно-правове, організаційне забезпечення. Ми в своїх дослідженнях усе це мали, тільки воно належало різним організаціям. Але підкреслимо, що навіть маючи усе це, неможливо «запустити» в дію ГІС, якщо немає відповідної просторової інформації для наповнення баз даних і побудови електронних карт. Саме тому нам довелося для виконання поставлених завдань дослідження найбільшу увагу приділити збору просторової інформації, яка міститься у базах даних.

Є два способи подання інформації в ГІС: векторний і растровий.

Векторне подання – це цифрове подання точкових, лінійних та полігональних просторових об'єктів у вигляді набору координатних пар з описанням тільки геометрії об'єктів. Більш просто це можна пояснити по-іншому. Будь-які складні геометричні об'єкти можна скласти із трьох видів найпростіших об'єктів (примітивів): точка, лінія, полігон (зафарбований багатокутник). Кожен із примітивів має свій набір властивостей (з точки зору їх відображення на екрані) :

- точка – 1 набір координат та 1 спосіб відображення (наприклад, колір чи умовне позначення) точки;

- лінія – 2 набори (початок і кінець) координат та 1-3 способи відображення (кожного кінця лінії та самої лінії);

- полігон – більше 2-х наборів координат, різні способи відображення можуть мати точки полігона, лінії – границі полігона та злиття поверхні полігона (колір, тип штрихування, фонове або мозаїчне умовне позначення тощо).

Об'єкти, які відображаються як точка, або за допомогою ліній, або за допомогою полігонів, називаються відповідно, точковими, лінійними та площинними об'єктами. Саме так ми склали еколого-техногеохімічні карти забруднення ґрунтів, атмосферного повітря, ґрунтових вод і рослинності.

Растрове подання – це неперервний простір у вигляді матриці (мозаїки) комірок. Кожна така комірка ще називається елементом растра або пікселем, має прямо-, три- чи шестикутну форму і містить зображення з однорідними характеристиками в межах комірки (одного кольору чи гама та ін.). Растрове подання ми використовували для відображення неперервних числових величин, наприклад, для зображення однорідних концентрацій забруднювальних речовин у тому чи іншому компоненті довкілля. Растрова карта – це будь-яке растрове комп'ютерне зображення місцевості.

Як правило, під поняттям електронна карта ГІС (або просто «електронна карта» або «ГІС») розуміють, що мова йде про векторну карту, оскільки саме вона є цифровим аналогом звичайної паперової географічної карти. Поняття «географічного (просторового) об'єкта» чи просто «об'єкта» пов'язане виключно з векторними картами. Растрові карти об'єктів не мають, за означенням. Саме за допомогою векторної карти можна легко здійснити пошук потрібних об'єктів на карті, таку карту зручно редагувати, векторна карта займає значно менший об'єм пам'яті у порівнянні з растровою.

У той самий час растрова карта дозволяє доповнити карту з умовними позначеннями більш реалістичним неперервним зображенням або растровою картою з певними інтерпольованими по всій поверхні району характеристиками об'єктів векторної карти, що значно покращує візуалізацію представлених даних.

Окремі об'єкти векторної карти можуть об'єднуватись у шари (наприклад, річка, водосховище, ставок та інші об'єкти гідромережі) або у групи шарів (наприклад, рослинність та ін.) за характером локалізації та ознаками, які встановлює користувач. При цьому утворюється ієрархічна структура подання даних (річки, більш детально – річки постійні чи такі, що пересихають; ще детальніше – вони поділяються за шириною і т.д.), що застосовується під час розв'язання різних прикладних задач.

Важливо пам'ятати, що файл класифікатора (rsw або інший) є невід'ємною частиною будь-якої карти. У разі копіювання карти для перенесення її в іншу папку чи інший комп'ютер слід копіювати не тільки саму карту з розширенням «map» чи «sit», а й її rsw-класифікатор. Векторна карта створюється або на основі растрової за допомогою спеціальної програми (векторизатора) або просто у ГІС-пакеті за допомогою редактора карти. Векторно-растрове перетворення (пастеризація) – це перетворення (конвертування) векторного подання просторових об'єктів у растрове шляхом присвоєння елементам растру значень, які відповідають належності або неналежності до них елементів векторних об'єктів. Ми в роботі такими перетвореннями не користувалися.

Серед функцій ГІС розрізняють 5 груп:

1 Інформаційно-довідкова – створення і ведення банків просторово-координованої інформації, в тому числі:

- створення цифрових (електронних) еколого-техногеохімічних карт. Це комплект із 35 комп'ютерних карт вмісту у компонентах довкілля різних забруднювальних речовин і елементів, тому ми їх назвали як поелементні і покомпонентні карти;

- створення і ведення банків екологічної інформації;

- створення комплексних комп'ютерних (електронних, цифрових) карт сучасної екологічної ситуації (рис. 5.3) на ландшафтній основі з інтеграцією поелементних і покомпонентних електронних карт, а також карт екологічних змін геологічного середовища, геоморфосфери та геофізичних полів (рис. 5.1).

2 Функція автоматизованого картографування – постійна інтеграція нових даних до побудованої на основі екологічного територіального аудиту карти сучасної екологічної ситуації, що є «нульовим екологічним фоном», на якому в процесі моніторингу компонентів довкілля надбудовуються послідовно нові екологічні карти.

3 Функція просторового аналізу та моделювання природних, природно-антропогенних і соціально-економічних систем. Відповідно до заданого сценарію соціально-економічного розвитку тої чи іншої території можна порівнювати різні екологічні ситуації, які будуть спричинені цими сценаріями, і уникати небажаних змін у навколишньому середовищі.

4 Функція прогнозування процесів у природних, природно-антропогенних і соціально-економічних територіальних системах. Реалізується при оцінці і прогнозі поведінки природних і природно-антропогенних територіальних систем та їх компонентів при вирішенні різних наукових і прикладних завдань, у тому числі пов'язаних з охороною навколишнього природного середовища та збалансованим використанням природних ресурсів.

5 Функція підтримки прийняття рішень у плануванні, проектуванні та управлінні. Реалізується завдяки технологіям штучного інтелекту, який забезпечує механізм формально-логічного висновку та ухвалення рішення на основі інформації, наявної в базі даних, довідково-інформаційному блоці і результатах просторово-часового аналізу та моделювання. У нашій роботі прийняття рішень обґрунтовується тими змінами у довкіллі, які визначили поділ території на геоікологічні смуги з різним екологічним станом.

Геоінформаційні системи для оцінки територій розрізняють за масштабом [93]:

- глобальні в масштабі 1:10 000 000 – 1 000 000 (континенти та їх частини);
- національні – 1:1 000 000 – 1:500 000 (територія України);
- регіональні – 1:500 000 – 1:200 000 (Карпатський регіон, Донбас, Причорномор'є, Полісся та інші або адміністративні області – Тернопільська та ін.);
- локальні – 1:100 000 – 1:25 000 (Чортківський, Борщівський та інші райони).

Ядром кожної ГІС є база даних, під якою розуміють поіменовану сукупність даних, що відображає стан об'єкта, його властивості і взаємовідношення з іншими об'єктами, а також комплекс технічних і програмних засобів для ведення цих баз даних. Формування структури ГІС починається з формування баз даних, застосованих на територіальній (географічній) прив'язці точок відбору проб або інших параметрів. Територіальна впорядкованість відомостей важлива не тільки з погляду уніфікації їхнього збору, а й установлення оптимальної відповідності розмірам досліджуваних систем.

Виділяють закриті і відкриті геоінформаційні системи.

Закриті ГІС не мають можливостей розширення, у них відсутні вбудовані блоки, не передбачено написання додатків, вони виконують тільки запрограмовані операції. Відкриті ГІС, до яких належить і побудована нами, мають від 70 до 90 % вбудованих функцій і на 10-30 % можуть добудовуватися самим користувачем за допомогою спеціальних програм.

З позицій геоінформатики будь-яку ГІС можна представити як чотирьохкомпонентну модель, що включає:

- апаратне забезпечення (весь комплекс технічних засобів – процесори, периферія та ін.), яке ми використовували в Департаменті екології та природних ресурсів Івано-Франківської обласної державної адміністрації;

- програмне забезпечення (методи і засоби, що забезпечують функції зберігання, аналізу і надання даних) було ліцензованим і належало вказаному департаменту;

- інформація (якісні та кількісні характеристики досліджуваного об'єкта – зазначеному в нашій роботі – це авторський відбір проб та результати їх аналізу, а також просторова (географічна) прив'язка до відповідних карт);

- персонал (технічні фахівці, які розробляють і підтримують систему, створюють і управляють даними, і безпосередні користувачі). Авторів в процесі роботи допомагав і консультував програміст, кандидат геологічних наук Д. О. Зорін (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу) [87].

У типових просторових ГІС виділяють [93] такі підсистеми:

- підсистема введення і перетворення даних;

- підсистема обробки і аналізу даних;
- підсистема зберігання даних (бази даних);
- підсистема управління базою даних;
- підсистема виведення (візуалізації) даних;
- підсистема надання інформації;
- призначений для користування інтерфейс.

Перш ніж дати коротку характеристику тій системі, якою ми користувались при побудові баз даних і електронних карт, перерахуємо найпоширеніші ГІС-платформи [93] :

- 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 Draw / Geo Graph.

Із цього широкого спектру ГІС, який застосовують в Україні і за рубежом, ми вибрали ГІС MapInfo Professional не тільки завдяки зручності її використання, а й тому, що така вимога Міністерства екології і природних ресурсів України, Державної служби з надзвичайних ситуацій, геологічних та інших організацій.

MapInfo пакет є настільною ГІС і призначений для [93] :

- створення і редагування карт;
- візуалізації і дизайну карт;
- побудови тематичних карт;
- просторового і статистичного аналізу графічної та семантичної інформації;
- геокодування;
- роботи з банками даних;
- виведення карт і звітів на принтер / плотер або у графічний файл.

MapInfo поєднує переваги обробки даних, якими володіють бази даних, і наглядність карт, схем, графіків. У MapInfo поєднані ефективні засоби аналізу і представлення даних. Вбудована мова MapBasic дає змогу кожному користувачеві 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. Вимоги до персонального комп'ютера: оперативна пам'ять – 64 Мб; вільне місце на диску для розміщення пакета – 103 Мб; монітор – 16 або 24-бітовий кольоровий SVGA.

MapInfo Pro надає можливість редагувати і створювати первинні електронні карти. Оцифрування можливе як за допомогою дигитайзера, так і за сканованим зображенням, що ми і виконували, коли використовували матеріали інших авторів (наприклад, геологічну, ґрунтову, тектонічну та інші карти). Підтримка драйверів дигитайзерів Wintab і VTI (версії 2.10 і пізніші). Пакет підтримує растрові формати GIF, IPEG, TIFF, PCX, BMP, TGA (Targa), BIL (Spot – супутникові фотографії).

Універсальний транслятор MapInfo Pro імпортує карти, створені у форматах інших геоінформаційних систем: AutoCAD, Intergraph, AtlasGIS, ARC/INFO та ін. Цифрова інформація з GPS (навігаційних приладів глобального позиціонування) та інших електронних приладів

вводяться в MapInfo без використання додаткових програм.

Дані в MapInfo організовані у вигляді кількох однойменних файлів, що несуть певне функціональне навантаження. Виклик карти в MapInfo здійснюється за допомогою головного блока з розширенням .tab, що містить інформацію про тип картографічних даних і пов'язані з ними атрибутивні дані. Файли з розширенням .dat містять геокодовану інформацію про географічні координати (це табл. 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 3.3). Зв'язок з атрибутивними даними в таблицях баз даних здійснюється за допомогою файлів-ідентифікаторів.

У MapInfo Pro можна працювати з даними у форматах Excel, Access, xBASE, Lotus 1-2-3 і текстовому форматі. Конвертація файлів даних не потрібна. До записів у цих файлах додаються картографічні об'єкти. Дані різних форматів можуть використовуватися одночасно. Отже, основними функціональними можливостями пакета MapInfo Pro є :

- створення точкових, лінійних, площинних об'єктів, тексту, буферних зон та інших просторових об'єктів;
- модифікація стилю оформлення об'єкта і типів об'єктів;
- оверлейні операції: об'єднання, розрізання;
- формування карт із різних шарів, контроль за відображенням шарів і особливостями їх візуалізації залежно від масштабу;
- створення тематичних карт і легенд до них;
- пошук і геокодування об'єктів;
- можливість переходу від проекції до проекції і створення власних проекцій та еліпсоїдів.

MapInfo Pro – відкрита система. Мова програмування MapBasic дає можливість створювати на базі MapInfo власні геоінформаційні системи. MapBasic підтримує обмін даними між процесорами (DDE, DLL, RPC, XCMD, XFCN), інтеграцію в програму SQL-запитів. Спільне використання MapInfo Pro і середовища розробки MapBasic дає можливість кожному користувачеві створити власну ГІС для розв'язання конкретних задач, у тому числі і прикладного характеру. MapInfo Pro містить понад 300 операторів і функцій. Версії пакета локалізовані більш ніж 20 мовами.

Усі ці особливості та можливості ГІС MapInfo Pro сприяли автору у вирішенні поставлених завдань з еколого-геохімічної оцінки території Рогатинського та Богородчанського районів для складання поелементних і покомпонентних карт (рис. 5.1), карт сучасної екологічної ситуації та геоекологічного районування, що містяться у розділах 3 і 4.

## **5.2 Використання ГІС-технологій для геоекологічного (ландшафтно-геохімічного) оцінювання геосистем та природно-техногенної безпеки територій**

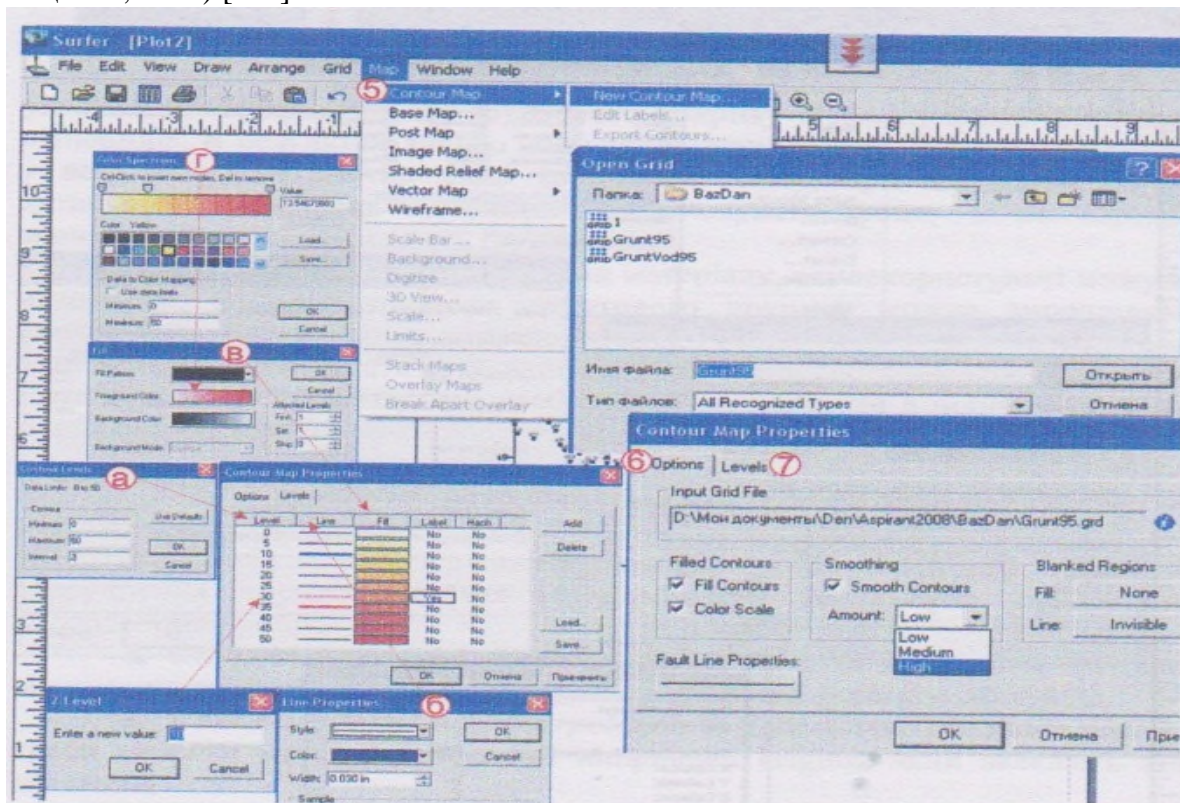
Вирішення цих завдань і процедур вимагає інтегрованого підходу, тобто врахування багатьох одночасно діючих чинників, збирання та актуалізації великої кількості різноманітної інформації зі стану компонентів довкілля. У ландшафтно-техногеохімічних дослідженнях такий підхід ґрунтується на обробці даних 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 [93, 105-107].

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. 5.2) Surfer використовує дані на прямокутній регулярній мережі – *GRID*. У пакеті реалізована велика кількість алгоритмів її побудови (регуляризації або ґридінгу). Серед них: триангуляція, метод зворотних відстаней, кріггінг, поліномальна регресія, метод мінімальної кривизни, метод Шепарда, метод радіальних базисних функцій, метод ковзаючого середнього, метод локальних поліномів (О. О. Світличний, С. В. Плотницький, 2006) [185].



**Рисунок 5.2 – Робочі панелі Surfer для побудови техногеохімічних карт**

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 зворотних відстаней є дуже швидким методом побудови сіткової функції. Недоліком методу зворотних відстаней є генерація структур типу «бичаче око» довкола точок спостережень з великими значеннями функції.

Метод мінімальної кривизни широко використовують у 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 використовують 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 використовують метод найменших квадратів. Це зменшує вірогідність появи на поверхні, що згенерувала, структур типу «бичаче око».

Є можливість тонкого настроювання 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 різницевої карт, що характеризують відмінності між двома поверхнями, наприклад, загальним геохімічним фоном  $C_\phi$  та природним фоном  $C_\phi^n$  для отримання техногенного фону  $C_\phi^m$ .

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 автор використовувала метод триангуляцій, який дозволяє уникнути цих замкнених горизонталей і є точним інтерполяційним методом [110, 119, 212].

### 5.3 Деталізація космічного моніторингу за даними наземних досліджень

Дослідженнями Л. Д. Грекова, Г. Я. Красовського, О. М. Трофимчука [61], О. С. Волошкіної та ін. [93] встановлено, що «Дешифрувати на космічних знімках прояви забруднення довкілля викидами в атмосферу можна шляхом використання прямих і опосередкованих ознак. Перші з них пов'язані з варіаціями альbedo атмосфери, обумовлених наявністю в ній завислих твердих часточок техногенного або природного походження, другі – з проявами впливу складових викидів, які осідають у приземний шар атмосфери на так звані індикатори, якими зазвичай є фітоценози або сніговий покрив» [61]. Атмосфера складається із завислих у ній часточок (часточки пилу, водяні краплі та ін.) – так званий аерозоль, а також водяної пари (2,3-9.9 г/м<sup>3</sup>). Постійними є азот, кисень, вуглекислий газ, аргон, неон, метан, оксид азоту (NO), N<sub>2</sub>O, криптон, озон, водень, іноді сірчистий газ, пара азотної кислоти, аміак та ін.

В оптичному діапазоні взаємодія світла з атмосферою визначається процесами поглинання. Є слабкі смуги поглинання, пов'язані з киснем та озоном. У ближньому інфрачервоному (ІЧ) діапазоні смуги поглинання пов'язані з наявністю крапель води, водяної пари та вуглекислого газу.

Водяна пара поглинає випромінювання з довжин хвиль 720, 810, 940 і 1100 нм, особливо сильно – за довжин хвиль 1,4; 1,9 і 2,7 мкм. Вуглекислий газ сильно поглинає з довжин хвиль 2,7 і 4,3 мкм [61].

Спектральна залежність показника розсіювання атмосфери, на відміну від поглинання, носить повільний характер. Молекулярне розсіювання в атмосфері визначається основними газовими складовими – азотом та киснем і має відносно стабільні характеристики.

Аерозольне розсіювання, на відміну від молекулярного, зазнає значних варіацій залежно від концентрації та мікроструктури завислих часточок, а також від функції їх розподілу за розмірами. Для часточок невеликих розмірів ця залежність є монотонно спадною зі зростанням довжини хвилі, для великих часточок – різниця ступенів розсіювання променів із різною довжиною хвилі згладжується. Розсіювання світла на часточках обумовлює можливість ідентифікації на космічних знімках оптичного діапазону різних димових та пилових забруднень атмосфери (рис. 5.3, 5.4(а) від теплоелектростанцій, які потім осідають на поверхню ґрунтів (рис. 5.4(б)). Тому контури забруднень повітря та ґрунтів, як правило співпадають, що відображено на космічному знімку північної околиці Бурштинської ТЕС на території Рогатинського району.

Методичні засади дешифрування на космічних знімках забруднення атмосферного повітря та ґрунтів техногенним пилом розроблена Л. Д. Грековим, Г. Я. Красовським та О. М. Трофимчуком [61] на прикладі околиць Трипільської ТЕС, де використано варіації альbedo снігового покриву.

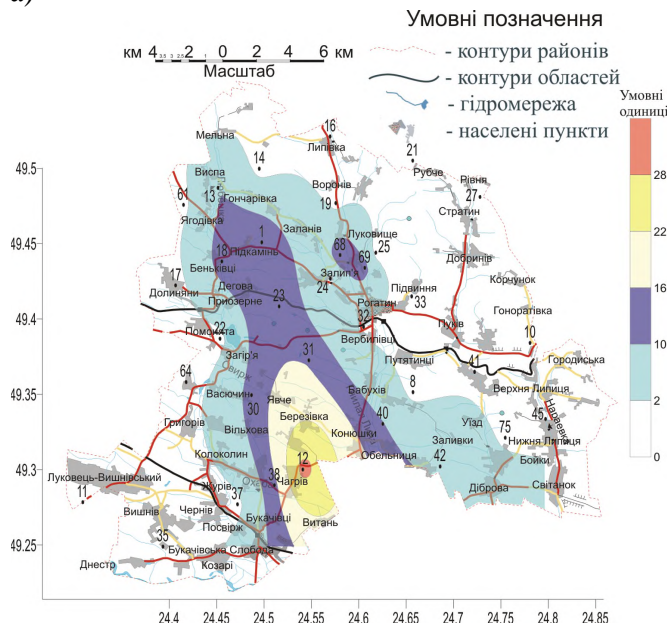
«Справді, – пишуть вказані автори [61], – серед багатьох чинників, які впливають на них, домінує вміст акумульованого снігом техногенного пилу, який осідає з атмосфери. Картографування ареалів, в яких цей вміст перевищує фоновий рівень, зручно виконувати з залученням програмного комплексу ERDAS IMAGINE від Leica Geosystems GIS & Mapping [61]».



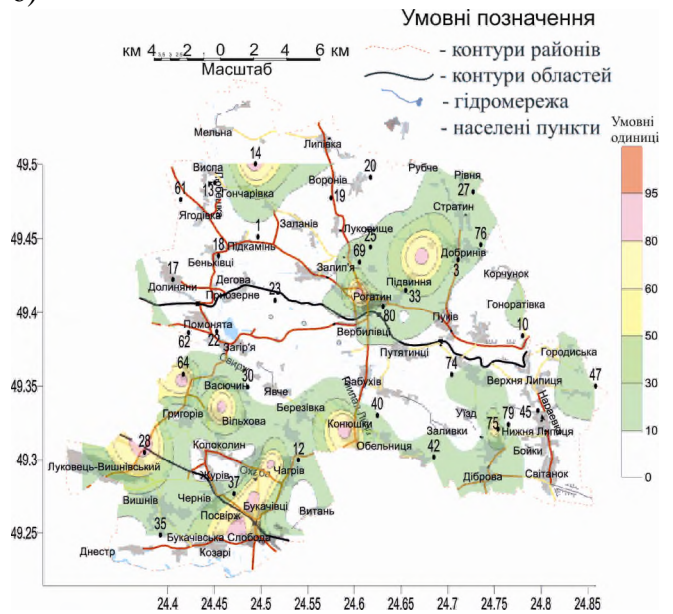
**Рисунок 5.3 – Димове забруднення від Бурштинської ТЕС розповсюджується згідно з розою вітрів, в тому числі і на територію Рогатинського району**



а)



б)



**Рисунок 5.4 – Розповсюдження забруднень атмосферного повітря (а) та ґрунтів (б) в умовних одиницях СПЗ від Бурштинської ТЕС над територією Рогатинського району**

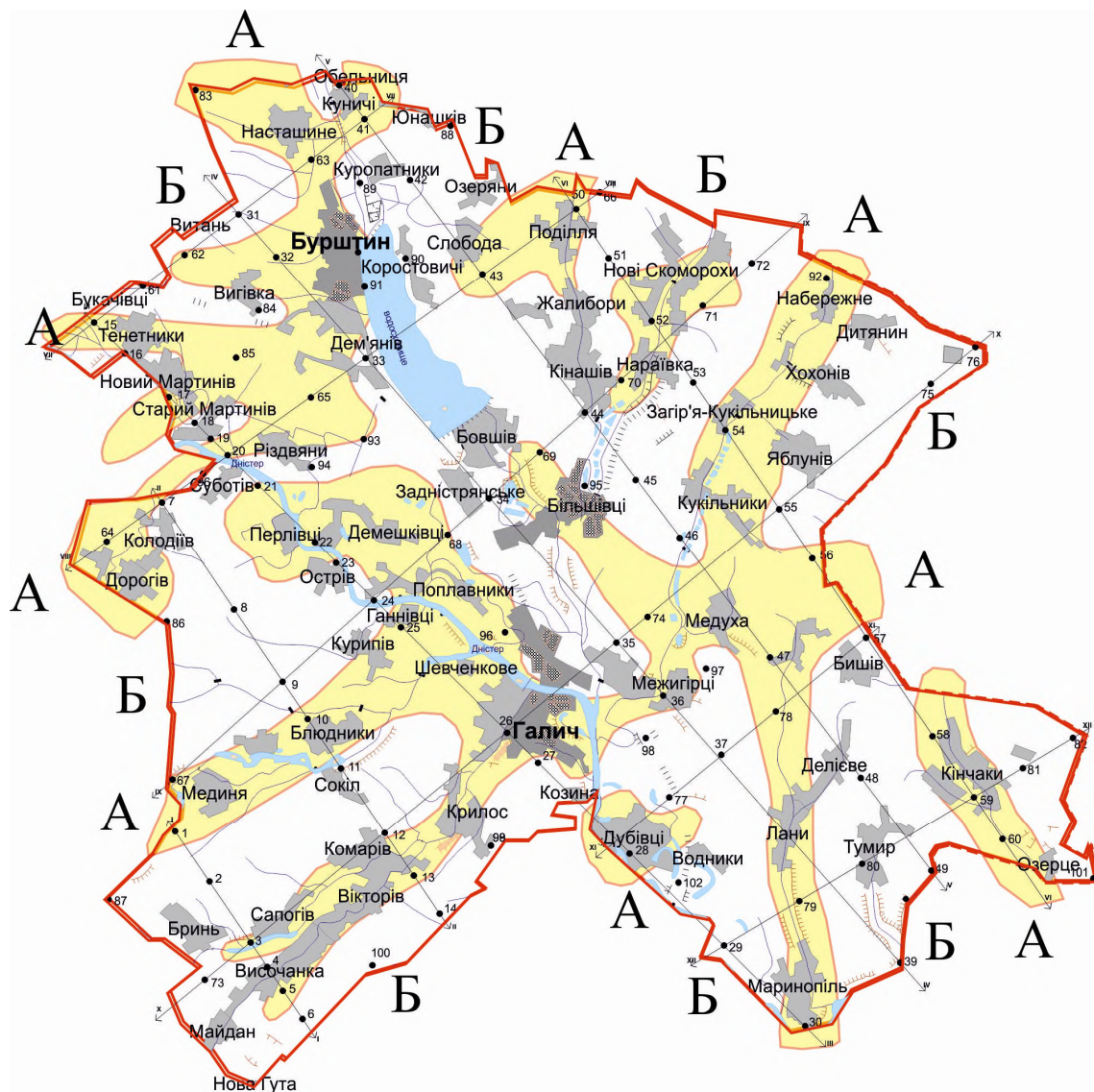
ERDAS IMAGINE – світовий лідер у розробленні програмного забезпечення для створення додатків з використанням даних дистанційного зондування. Технологія, розроблена ERDAS, – Geographic Imaging, – визначається як технологія для тих, кому необхідно створити, візуалізувати, проаналізувати та використати географічну інформацію, яка включає зображення в будь-якій формі.

В основі цієї технології лежить принцип обробки даних «Від знімка до карти» (Geospatial Imaging Chain™). Забруднення атмосферного повітря і ґрунтів від Бурштинської ТЕС розповсюджується згідно з розою вітрів радіально до 15-20 км від її труб висотою 250, 250, 180 м.

На космічному знімку і на наземній деталізації його (рис. 5.3, 5.4) видно, що під впливом пилового аерозабруднення перебуває майже весь Рогатинський район. Але це одноразовий напрямок розповсюдження поллютатнів.

Результуючий вплив за багаторічними спостереженнями охоплює всю навколишню територію, але нерівномірно, як могло б здаватись на перший погляд і це б було логічно. Насправді наземна структура забруднень досить складна (рис. 5.5) і нагадує радіально-звивисті струмені і кільця, між якими зберігаються не забруднені території, де у безпосередній близькості від ТЕС можна вирощувати екологічно чисту сільськогосподарську продукцію [152].

Вибір регіонів залежав тільки від метеорологічних умов у їх межах на момент космічного знімання, а саме: відсутність хмар і наявність сталого снігового покриву впродовж декількох днів.



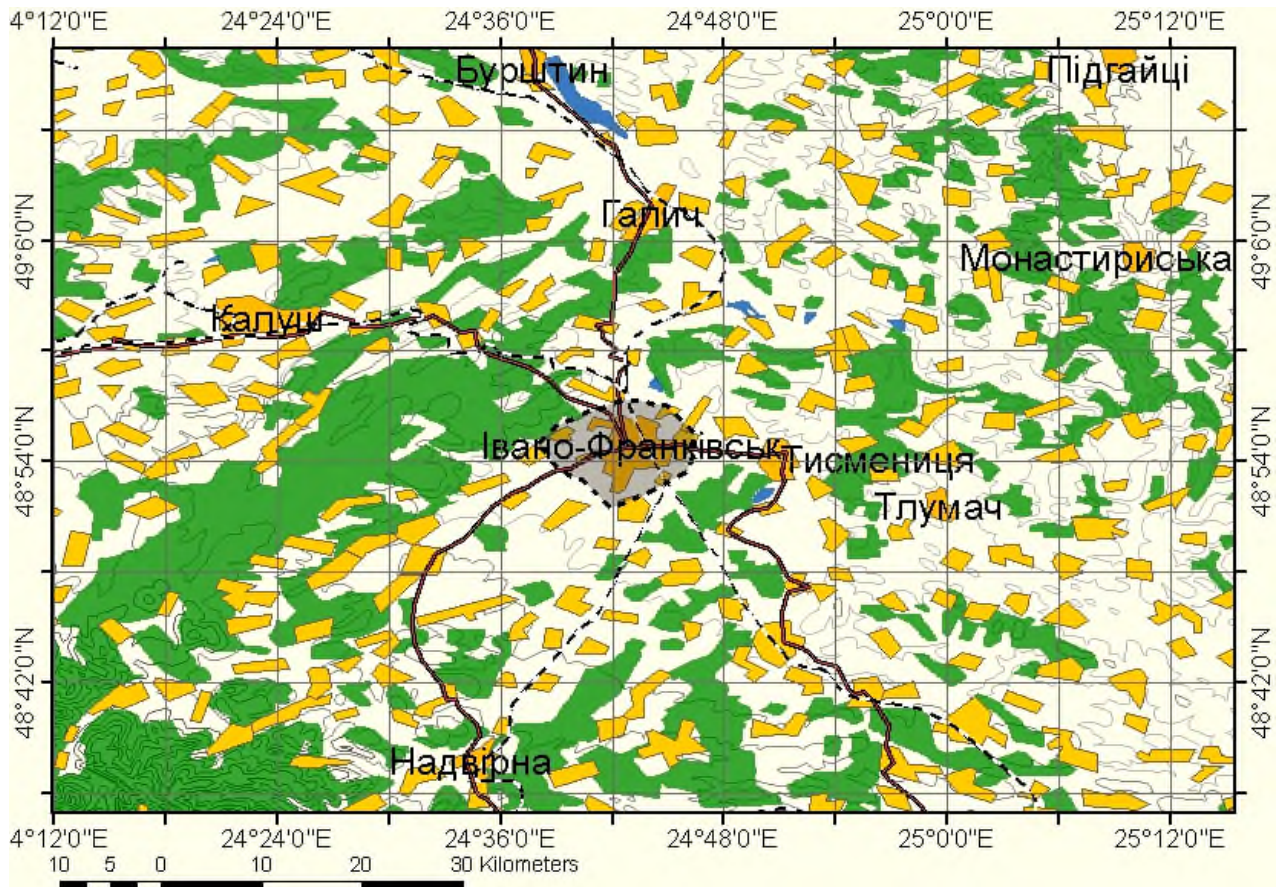
**Рисунок 5.5 – Забруднення ґрунтового покриву від Бурштинської ТЕС:  
А – забруднені зони, Б – чисті зони [152]**

Для розташованого між Богородчанським і Рогатинським районами містом Івано-Франківськ вдалося виконати процедуру порівняння космічних знімків з наземними системами моніторингу. А це дало змогу визначати реальні контури урбанізованої території, забрудненої техногенним пилом снігового покриву (рис. 5.6, 5.7) [44, 59, 96].

Картографічні моделі ареалів забруднення снігового покриву довкола міст України, в тому числі й Івано-Франківська (рис. 5.6) виконувались засобами ГІС ArcGIS 9.1 [61, 93].

Отже, для достовірної інтерпретації космічної інформації наземними методами необхідно мати космічні знімки зимового періоду, коли на поверхні ґрунтів зберігається сніговий покрив.





**ШЛЯХИ СПОЛУЧЕННЯ**

-- Залізниця

**АВТОМОБІЛЬНІ ШЛЯХИ**

— головні

— інші

■ ЛІСИ

**АРЕАЛИ ЗАБРУДНЕННЯ**

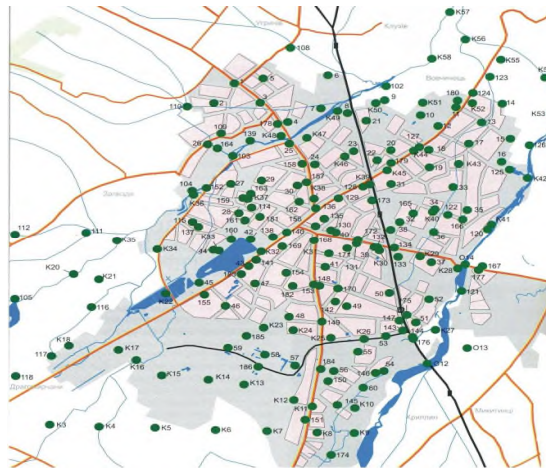
■ снігового покриття

**Рисунок 5.6 – Ареал забруднення снігового покриття довкола міста Івано-Франківська [61]**

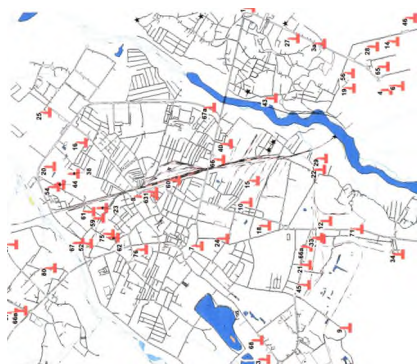




Ареал забруднення снігового покриву довкола м. Івано-Франківська на космічному знімку.  
Масштаб 1 : 200 000



Карта фактичного матеріалу наземних досліджень міської території м. Івано-Франківська. Масштаб 1 : 10 000



Карта розташування підприємств на території м.Івано-Франківська



Шкала потужності експозиційної дози гамма-випромінювання



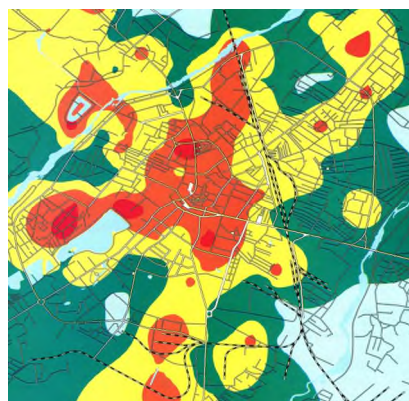
Радіологічна карта



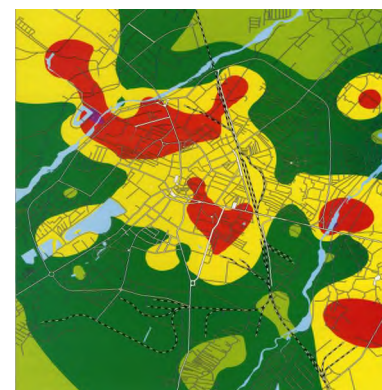
СПЗ ґрунтового покриву міської території



СПЗ забруднення важкими металами ґрунтових вод



СПЗ забруднення атмосферного повітря



СПЗ забруднення рослинного покриву

**Рисунок 5.7 – Деталізація результатів космічного моніторингу масштабу 1 : 200 000 наземними методами : пляма забруднення снігового покриву техногенним пилом навколо Івано-Франківська та карти забруднення середовищ міста масштабу 1 : 10 000**

## 5.4 Пропозиції щодо охорони та поліпшення стану довкілля у районах та територіальних громадах

Екологічна політика в Рогатинському та Богородчанському районах та територіальних громадах, як і в Карпатському регіоні повинна спрямовуватися на досягнення таких стратегічних цілей:

1 Зменшення викидів і скидів забруднювальних речовин у навколишнє природне середовище, безпечне поводження з відходами, а саме:

- зменшення обсягу викидів загальнопоширених забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами на 10 %; досягнення нормативів стандартів Євро-4, Євро-5 щодо вмісту забруднювальних речовин у відпрацьованих газах транспортних засобів;

- оптимізація структури енергетичного сектора економіки шляхом збільшення обсягу використання енергетичних джерел з низьким рівнем викидів двоокису вуглецю, скорочення обсягу викидів парникових газів;

- реконструкція існуючих та будівництво нових очисних споруд з метою зниження на 10 % рівня забруднення поверхневих вод (насамперед органічними речовинами, сполуками азоту і фосфору), а також зменшення скиду у водні об'єкти недостатньо очищених стічних вод;

- розроблення проектів землеустрою з контурно-меліоративною організацією території сільськогосподарських угідь;

- збереження і підвищення родючості ґрунтів;

- зменшення розораності території шляхом виведення зі складу орних земель схилів крутизною більш 5° і земель водоохоронних зон і прибережних смуг, консервація сильно еродованих і малопродуктивних земель (заліснення і залуження);

- забезпечення обов'язкового врахування природоохоронних вимог у процесі відведення земель для розміщення об'єктів промисловості, будівництва, енергетики, транспорту і зв'язку;

- збільшення площі лісів шляхом відведених для заліснення еродованих і малопродуктивних сільськогосподарських угідь;

- впровадження екологічно безпечних технологій проведення гірничих робіт; рекультивация та екологічна реабілітація земель, порушених внаслідок виробничої діяльності підприємств хімічної, гірничодобувної (кар'єри) і нафтопереробної промисловості;

- здійснення до 2020 року державного обліку артезіанських свердловин та обладнання їх засобами вимірювання обсягів видобутої води;

- визначення територій, на яких існує загроза виникнення надзвичайних ситуацій у зв'язку з незадовільним техногенним та екологічним станом, та районування їх за категоріями небезпеки;

- укріплення берегів водних об'єктів, будівництво дамб у межах населених пунктів;

- модернізація регіональної системи інформування населення з питань надзвичайних ситуацій;

- забезпечення безпечного зберігання побутових відходів на полігонах ТПВ;

- збільшення обсягу заготівлі, утилізації та використання відходів як вторинної сировини;

- запровадження новітніх технологій збору і переробки твердих побутових відходів (будівництво сміттєпереробних і сміттєсортувальних заводів);

- забезпечення вивезення на утилізацію гексахлорбензолу та непридатних до використання пестицидів та агрохімікатів;

- створення системи безпечного поводження з медичними відходами.

2 Досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього природного середовища, а саме:

- запобігання порушенням санітарно-гігієнічних вимог до якості повітря в населених пунктах шляхом встановлення систем автоматичного контролю за якістю повітря;

- забезпечення дотримання у повному обсязі нормативних вимог до джерел централізованого питного водопостачання;

- забезпечення дотримання санітарно-гігієнічних вимог до якості води, яку використовують для потреб питного водопостачання;
- виявлення зон екологічних ризиків для здоров'я населення;
- посилення державного екологічного контролю за дотриманням законодавства у процесі розміщення, будівництва, експлуатації нових і реконструкції існуючих промислових підприємств та інших об'єктів у зонах екологічного ризику для здоров'я населення;
- інформування населення щодо екологічних ризиків;
- розширення кола питань санітарно-епідеміологічного та природоохоронного характеру у програмі екологічної освіти управлінських кадрів і спеціалістів підприємств, які працюють у сфері охорони навколишнього природного середовища;
- налагодження ефективної державної системи моніторингу навколишнього природного середовища, посилення координації діяльності суб'єктів моніторингу та удосконалення системи управління даними як основи для прийняття управлінських рішень.

### 3 Забезпечення екологічно збалансованого природокористування, а саме :

- подальший розвиток системи кадастрів природних ресурсів, статистичної звітності з використання природних ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища;
- технічне переоснащення виробництва на основі впровадження інноваційних проектів, енергоефективних і ресурсозберігаючих технологій, маловідходних, безвідходних та екологічно безпечних технологічних процесів;
- підвищення енергоефективності виробництва шляхом впровадження ресурсозбереження в енергетиці та галузях, що споживають енергію і енергоносії;
- збільшення обсягу використання відновлюваних і альтернативних джерел енергії;
- збільшені частки земель, що використовуються в органічному сільському господарстві.

### 4 Припинення втрат біотичного та ландшафтного різноманіття, формування екомережі, а саме:

- проведення інформаційно-просвітницької роботи щодо цінності екосистемних послуг на прикладі екосистем області та районів;
- доведення площі регіональної екомережі до рівня, необхідного для забезпечення екологічної безпеки, запровадження системи природоохоронних заходів збереження біо- та ландшафтного різноманіття, збільшення площі природно-заповідного фонду;
- створення центрів розведення та реакліматизації рідкісних видів рослин і тварин та таких, що перебувають під загрозою зникнення;
- вжиття заходів з припинення зменшення чисельності видів тварин, у т.ч. занесених до Червоної книги України.

### 5 Підвищення рівня суспільної екологічної свідомості, а саме :

- створення в адміністративних районах інформаційно-аналітичних центрів щодо проблем екологічної безпеки і охорони навколишнього природного середовища та їх вирішення;
- збільшення частки екологічної інформації та реклами природоохоронного спрямування, що поширюється засобами масової інформації;
- сприяння утриманню еколого-інформаційно-аналітичних центрів в адміністративних областях і районах та Орхуського інформаційного центру в обласних департаментах екології і природних ресурсів;
- забезпечення фінансування громадських екологічних організацій для реалізації ними природоохоронних заходів на рівні не менше 5 % загальних видатків місцевих фондів охорони навколишнього природного середовища;
- створення системи екологічного навчання та підвищення кваліфікації державних службовців, керівників підприємств і організацій, до компетенції яких належать питання екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища;
- систематичне інформування про діяльність органів виконавчої влади і місцевого самоврядування у сфері екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища через офіційні веб-сайти та засоби масової інформації;

- забезпечення доступу громадськості до екологічної інформації та участі у прийнятті рішень відповідно до положень Конвенції про доступ до інформації, участі громадськості у процесі прийняття рішень та доступу до правосуддя з питань, що стосуються довкілля згідно з Орхуською конвенцією;
- створення умов для проведення громадської оцінки діяльності органів виконавчої влади і місцевого самоврядування з питань екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища;
- сприяння місцевим громадам щодо впровадження невиснажливого господарювання та екологічно безпечних технологій;
- включення питань формування екологічної культури та екологічної освіти в регіональні та місцеві програми соціально-економічного розвитку.

## **Висновки до розділу 5**

1 Комплексну геоекологічну оцінку компонентів довкілля ми виконали шляхом комп'ютерної інтеграції спочатку поелементних еколого-техногеохімічних, а потім покомпонентних карт. Використання сучасних ГІС-технологій дозволяє максимально автоматизувати цей процес і створити комп'ютерні багатокомпонентні постійно діючі еколого-технологічні моделі автоматизованих ГІС екологічного моніторингу та екологічної безпеки адміністративних районів та територіальних громад.

2 Геоінформаційні системи:

- найбільш об'єктивно оцінюють і враховують зміни стану довкілля, щоб запобігти катастрофічних наслідків подій природного походження (повені, зсуви, просадки, землетруси і т.ін.);
- дозволяють реалізувати політику управління природоохоронною діяльністю у такий спосіб, щоб мінімально не зашкодити навколишньому природному середовищу. Для прийняття дійсно оптимальних управлінських рішень потрібна не просто актуальна інформація, а вона потрібна оперативно і, що головне, у вигляді, зручному для прийняття рішень.

Величезна кількість даних, які накопичені та постійно оновлюються у сфері екологічного моніторингу та ведення баз даних – постійно змінних параметрів про стан довкілля на певній території – повинна бути максимально упорядкована, систематизована та структурована, щоб забезпечити її обробку та подання результату у вигляді, котрий буде найбільш об'єктивний і зручний для користувача. При цьому повинен бути врахований досвід обробки екологічних даних, накопичений у світі. А світовий досвід свідчить, що найкращим способом представлення, зберігання і оброблення інформації, яка має просторову складову (географічну прив'язку), є геоінформаційні системи.

3 MapInfo Pro – відкрита система. Мова програмування MapBasic дає можливість створювати на базі MapInfo власні геоінформаційні системи. MapBasic підтримує обмін даними між процесорами (DDE, DLL, RPC, XCMD, XFCN), інтеграцію в програму SQL-запитів. Спільне використання MapInfo Pro і середовища розробки MapBasic дає можливість кожному користувачеві створити власну ГІС для розв'язання конкретних задач, у тому числі і прикладного характеру. MapInfo Pro містить понад 300 операторів і функцій. Версії пакета локалізовані більш ніж на 20 мовах.

Усі ці особливості та можливості ГІС MapInfo Pro сприяли автору у вирішенні поставлених завдань з еколого-геохімічної оцінки території Рогатинського та Богородчанського районів для складання поелементних і покомпонентних карт, карт сучасної екологічної ситуації та геоекологічного районування, що містяться у розділах 3 і 4.

4 Екологічну політику в Рогатинському і Богородчанському районах та їх територіальних громадах як і в Карпатському регіоні необхідно спрямовувати на досягнення таких стратегічних цілей:

- зменшення викидів і скидів забруднювальних речовин у навколишнє природне середовище, безпечне поводження з відходами;



- досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього природного середовища;
- забезпечення екологічно збалансованого природокористування;
- припинення втрат біотичного та ландшафтного різноманіття, формування екомережі;
- підвищення рівня суспільної екологічної свідомості;
- створення в адміністративних районах інформаційно-аналітичних центрів щодо проблем екологічної безпеки і охорони навколишнього природного середовища та їх вирішення;
- створення системи екологічного навчання та підвищення кваліфікації державних службовців, керівників підприємств і організацій, до компетенції яких належать питання екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища;
- включення питань формування екологічної культури та екологічної освіти в регіональні і місцеві програми соціально-економічного розвитку.

## ВИСНОВКИ

У монографії розв'язано важливе наукове завдання, яке полягає у вдосконаленні існуючих систем моніторингу довкілля різних ієрархічних рівнів, а саме локального рівня, що відповідає території адміністративного району та його складових – територіальних громад. На основі проведеного дослідження зроблено такі висновки:

1 Огляд попередніх робіт з існуючих систем екологічних оцінок сучасної ситуації показав, що найбільш ефективним методом моніторингу довкілля є конструктивно-техноекоекологічне оцінювання територій. При цьому не виключаються й інші напрямки – еколого-геологічний, геоекологічний, еколого-ландшафтний та еколого-геохімічний. До цього часу не виявлені та не вивчені проблеми екологічної безпеки, які не включено до відповідних підзаконних актів або інструкцій. Тому одним із виконаних завдань монографії було розроблення сучасних методик моніторингу локального рівня для територій адміністративних районів та територіальних громад.

2 У результаті були обґрунтовані оптимальні мережі екологічного територіального аудиту та екологічного моніторингу для комп'ютеризованих систем екологічної безпеки територіальних громад і адміністративних районів, що ґрунтуються на достатній кількості геоекологічних полігонів: кожна геоекологічна структура охарактеризована не менш як десятьма полігонами на території Рогатинського району. Це 80 геоекологічних полігонів, розділених на вісім геоекологічних структур, які відповідають ландшафтним місцевостям, що дорівнює в середньому 10 полігонам на 1 структуру, а у Богородчанському районі той же показник 111 : 10 дорівнює 11 полігонам на кожен структуру.

3 На територіях обох досліджених районів виконані екологічні маршрути з відбором проб ґрунтів, поверхневих вод, донних відкладів, ґрунтових вод, атмосферного повітря та опадів дощу і снігу, частково рослинності. При цьому точки відбору проб на кожному геоекологічному полігоні з кожного компонента довкілля або співпадають на місцевості або розташовані поряд, що забезпечує об'єктивність їх екологічної оцінки.

4. Для аналітичних робіт використані сучасні лабораторні методи – атомно-адсорбційний, рентгенофлуоресцентний, хроматографічний, електрохімічний та новітні прилади. При цьому більшість аналізів автором виконано самостійно у сертифікованих лабораторіях, що забезпечує достовірність побудованих баз даних та техногеохімічних карт екологічного стану досліджених територій. Екологічну 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 враховує особливості попереднього від міждержавного до об'єктового. У монографії цю процедуру виконано на локальному рівні, що відповідає території адміністративного району.

5 Виконана комп'ютерна обробка отриманих результатів аналізів з побудовою баз даних, а на їх основі поелементних еколого-техногеохімічних карт, а потім покомпонентних карт. Використання сучасних методів ІТ, ДЗЗ та ГІС-технологій дозволило максимально автоматизувати цей процес і створити комп'ютерні багатокомпонентні постійно діючі еколого-технологічні моделі автоматизованих ГІС екологічного моніторингу та екологічної безпеки територій адміністративних районів та територіальних громад. Геоінформаційні системи найбільш об'єктивно оцінюють і враховують зміни стану довкілля, щоб запобігти катастрофічних наслідків подій природного походження (повені, зсуви, просадки, землетруси і т.ін.), дозволяють реалізувати політику управління природоохоронною діяльністю у такий спосіб, щоб мінімально не зашкодити навколишньому природному середовищу. Для прийняття дійсно оптимальних управлінських рішень потрібна не просто актуальна інформація, а вона потрібна оперативно і, що головне, у вигляді, зручному для прийняття рішень.

6 Теоретично обґрунтована і практично втілена на прикладах двох адміністративних районів та їх складових – територіальних громад система територіальної екологічної (природно-техногенної) безпеки на основі деталізації космічних знімків наземними методами, що дозволило виявити морфологію, структури і походження плям забруднення від найпотужнішої на заході України Бурштинської ТЕС.

7 Запропонований необхідний комплекс природоохоронних заходів для територій адміністративних районів і територіальних громад з метою управління екологічною безпекою:

- зменшення викидів і скидів забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, безпечне поводження з відходами;

- досягнення безпечного для здоров'я людини стану навколишнього природного середовища;

- забезпечення екологічно збалансованого природокористування;

- припинення втрат біотичного та ландшафтного різноманіття, формування екомережі;

- підвищення рівня суспільної екологічної свідомості;

- створення в адміністративних районах інформаційно-аналітичних центрів щодо проблем екологічної безпеки і охорони навколишнього природного середовища та їх вирішення;

- створення системи екологічного навчання та підвищення кваліфікації державних службовців, керівників підприємств і організацій, до компетенції яких належать питання екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища;

- включення питань формування екологічної культури та екологічної освіти в регіональні та місцеві програми соціально-економічного розвитку.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

- 1 Адаменко О. М. Інформаційно-керуючі системи екологічного моніторингу на прикладі Карпатського регіону / О. М. Адаменко. – Український географічний журнал, 1993. – № 3. – С. 8-14.
- 2 Адаменко О. М. Екологічна геологія / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько. – К. : Манускрипт, 1998. – 249 с.
- 3 Адаменко О. М. Екологічний аудит територій. Підручник для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / О. М. Адаменко, Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ : Факел, 2000. – 241 с.
- 4 Адаменко О. М. Екологічне картування / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько, Л. М. Консевич. – Івано-Франківськ : Полум'я, 2003. – 584 с.
- 5 Адаменко О. М. Наш майбутній дім – Екоєвропа. Роман життя, науки і кохання в 4-х томах / О. М. Адаменко. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2007. – 460 с. : іл.
- 6 Адаменко Олег. Конструктивная экология / Олег Адаменко. – Saarbrücken LAP LAMBERT Academy, Німеччина, 2014. – 122 с.
- 7 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.
- 8 Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно-небезпечних об'єктів на навколишнє середовище : науково-теоретичні основи, практична реалізація: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора технічних наук: спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Я. О. Адаменко. – Івано-Франківськ, 2006. – 39 с.
- 9 Аналізатор М-ХА1000-5. Руководство оператора КАСР 2.840.004 РО 000 “Мириада”, – 2011. – 28 с.
- 10 Андріанов М. С. Клімат. Природа Українських Карпат / М. С. Андріанов. – Львів : Львівський ун-т ім. І. Франка, 1968. – С. 87-101.
11. Андрущенко Г. А. Ґрунти західних областей України / Г. А. Андрущенко. – Львів-Дубляни : ЛСГІ, 1970. – Ч. І. – 184 с.
- 12 Антропогенні зміни біоценотичного покриву в Карпатському регіоні / [М. А. Голубець, І. І. Козак, М. П. Козловський та ін]. – К. : Наукова думка, 1994. – 166 с.
- 13 Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР [Карты, текст] / [редкол. Першын П. Н. и др.]. – М. : ГУГК при Совете Министров СССР, 1978. – 184с.
- 14 Атлас Івано-Франківської області [за ред. О.І. Шаблія]. – М. : ГУГК, 1990. – 32 с.
- 15 Атлас. Геологія і корисні копалини України. – Київ : ГУГКК, 2001. – 168с.
- 16 Барановський В. А. Екологічний атлас України / В. А. Барановський. – К. : Географіка, 2000 – 42 с.
- 17 Барановський В. А. Екологічна географія і екологічна картографія / В. А. Барановський. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 252 с.
- 18 Барановський В. А. Україна. Стійкість природного середовища / В. А. Барановський, П. Г. Шищенко. – К. : Всеукр. екол. ліга, 2002. –14 с.
- 19 Биосфера. Экология. Охрана природы : справочное пособие / К. М. Сытник, А. В. Брайон, А. В. Гордецкий, А. П. Брайон. – К. : Наукова думка, 1994. – 667с.
- 20 Білявський Г.О. Основи загальної екології / Г. О. Білявський, М. М. Падун, Р. С. Фурдуй. – К. : Либідь, 2005. – 367 с.
- 21 Богуцький А. Б. Антропогенні денудаційні поверхні вирівнювання північного краю Подільської височини / А. Б. Богуцький, Й. М. Свинко.– Київ : Доп. АН УРСР № 6, 1975. – С. 433-435.
- 22 Богуцький А. Б. Четвертинні відклади: Природа Тернопільської області / А. Б. Богуцький. – Львів : Вища школа, 1989. – С. 28-36.
- 23 Боков В. А. Основы экологической безопасности: Учебное пособие / В. А. Боков, А. В. Луцкич. – Симферополь : СОНАТ, 1998. – 224 с.

- 24 Бондарчук В. Г. Геоморфологія УРСР (геологічний розвиток рельєфу УРСР) / В. Г. Бондарчук. – К. : Радянська школа, 1949. – 241 с.
- 25 Бондарчук В. Г. Очерки по региональной тектоорогении / В. Г. Бондарчук. – К. : Наук. думка, 1972. – 259 с.
- 26 Буравльов Є. П. Загальнодержавний моніторинг техногенної безпеки / Є. П. Буравльов, В. В. Гетьман. – К. : Екологія і ресурси – [вип.11], 2005. – С. 48-58.
- 27 Веклич М. Ф. Основні етапи розвитку річкових долин / М. Ф. Веклич // Геоморфологія річкових долин України. – Київ : Наук. думка, 1965. – С. 7-26.
- 28 Веклич М. Ф. Этапы образования позднекайнозойских речных долин Украины / М. Ф. Веклич // Речные системы и мелиорация. – Новосибирск : Изд-во АН СССР, 1977, Ч. I. – С. 23-26.
- 29 Веклич М. Ф. Палеозапнятность и стратотипы почвенных формаций верхнего кайнозоя / М. Ф. Веклич. – Киев : Наук. думка, 1982. – 202 с.
- 30 Вернадский В. И. Несколько слов о ноосфере / В. И. Вернадский // Успехи современной биологии. – Вып. 2, 1944. – С. 113-120.
- 31 Використання географічних інформаційних систем для визначення екостанів та екоситуацій адміністративних областей та районів, населених пунктів Західного регіону України / [О. Адаменко, Я. Адаменко, В. Триснюк і ін.] // В кн. : Екологічна географія : історія, теорія, методи, практика. Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка, 2004. – С. 114-115.
- 32 Визначення важких металів в об'єктах навколишнього середовища та в сільськогосподарській продукції за допомогою автоматичного приладу М-ХА1000-5 / [О. І. Карнаухов, В. А. Копілевич, В. М. Галімова і ін.]. – Київ : НАУ, 2003. – 88 с.
- 33 Виноградов А. П. Биогеохимические провинции / А. П. Виноградов // Тр. Юбил. сессии, посвящ. 100 летию со дня рождения В. В. Докучаева. – М. – Л., 1962. – 124 с.
- 34 Вишневський П. Ф. Зливи і зливовий стік на Україні / П. Ф. Вишневський. – К. : Наук. думка, 1964. – 290 с.
- 35 Вишневський В. І. Ріки і водойми України. Стан і використання / В. І. Вишневський. – К. : Віпол, 2000. – 376 с.
- 36 Відновлювальні екологічно безпечні енергоресурси у Карпатському регіоні / А. Д. Стефанів, Л. В. Плаксієв, Л. Я. Вітко та ін. // Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії в регіоні : третя міжнар. наук.-практич. конф. 14-15 квітня 2005 р., Львів, 2005. – С. 49-52.
- 37 Вітко Л. Я. Геоінформаційна технологія оцінки геосистем при екологічному аудиті територій нафтогазовидобутку / Л. Я. Вітко // Екологічні проблеми нафтогазового комплексу : наук.-прак. конф. 26 лютого-2 березня 2007р. – Київ : НПЦ « Екологія. Наука. Техніка», 2007. – С.132-133.
- 38 Волошин І. М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / І. М. Волошин – Львів : Простір, 1998. – 356 с.
- 39 Волошин І. М. Еколого-географічні особливості Західного Поділля / І. М. Волошин, П. І. Третякова // Україна та глобальні процеси : географічний вимір. – Київ-Львів, 2000. – Т. 3. С. 16-20.
- 40 Волошин І.М. Ландшафтно-екологічні основи моніторингу / І. М. Волошин. – Львів : Простір, 1998. – 356 с.
- 41 Волошкіна О. С. Наукове обґрунтування прогнозу стану річкових басейнів України і методи його оцінки: автореф. дис. д-ра техн. наук : 21.06.01 / О. С. Волошкіна. – К., 2004. – 36 с.
- 42 Впровадження європейських стандартів і нормативів у Державну систему моніторингу довкілля України : науково-методичний посібник / [О. І. Боднар, О. Г. Тараріко, Є. М. Варламов та ін.]. – К. : Інрес, 2006. – 264 с.
- 43 В'ялов О. С. Стратиграфія моласс Предкарпатского прогиба / О. С. В'ялов. – Київ : Наукова думка, 1965. –191 с.
- 44 Гарбук С. В. Космические системы дистанционного зондирования Земли / С. В. Гарбук, В. Е. Гершензон. – М. : изд-во РАН, 1999. – 296 с.



45. Географічна енциклопедія України. – К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, томи 1, 2, 3. – 1989, 1990, 1993.
46. Геоінформаційна система екологічної безпеки та екологічного аудиту території. Система екологічного менеджмента ISO 14001 / [О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. В. Міщенко і ін.]. – Київ : Екологічний аудит, 2005. – 393 с.
47. Геологія з основами геоморфології підруч. Для студ. екол. і географ. спец. вищ. навч. закл. / [Г. І. Рудько, О. М. Адаменко, О. В. Чепіжко і ін.]. – Чернівці : Букрек, 2010. – 400 с.
48. Геохимия окружающей среды / [Ю. Е. Саєт, В. А. Ревич, Е. Н. Янин и др.]. – М. : Недра, 1990. – 335 с.
49. Герасимов И. П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды / И. П. Герасимов. – Изв. АН СССР, сер. геогр., 1975. – № 3. – С. 13-25.
50. Герасимов И.П. Советская конструктивная география / И. П. Герасимов. – М. : Наука, 1976. – 208 с.
51. Гожик П. Ф. / Аллювіальні відклади головних річкових систем УРСР / П. Ф. Гожик, Р. Д. Бойко, О. Л. Каверіна // Стратиграфія УРСР. Т. II. Антропоген [четвертинні відклади]. – Київ : Наук. думка. – Т. II. – 1969. – С. 229-253.
52. 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.
53. Голубец М. А. Актуальные вопросы экологии / М. А. Голубец. – К. : Наукова думка, 1982. – 158 с.
54. Голубец М. А. Від біосфери до соціосфери / М. А. Голубець. – Львів : Поллі, 1997. – 256 с.
55. Голубець М. А. Плівка життя / М. А. Голубець. – Львів : Поллі, 1997. – 186 с.
56. Голубець М. А. Екосистемологія / М. А. Голубець. – Львів : Поллі, 2000. – 316 с.
57. Голубець М. А. Біотична різноманітність і наукові підходи до її збереження / М. А. Голубець. – Львів : Ліга-Прес, 2003. – С. 33.
58. Голубець М. А. Дерево життя / М. А. Голубець, Б. Ф. Смоляк. – Львів : Комула, 2008. – 208 с.
59. Готинян В. С. Що таке ГІС/ДЗЗ-технології та їх місце в інфраструктурі геопросторових даних / В. С. Готинян : регіональна нарада, 13-14 червня 2007. – Тернопіль, 2007. – С. 7-38.
60. Гофштейн І. Д. Неотектоніка і морфогенез верхнього Придністров'я / І. Д. Гофштейн. – Київ : В-во АН УРСР, 1962. – 131 с.
61. Греков Л. Д. Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом / Л. Д. Греков, Г. Я. Красовський, О. М. Трофимчук. – К. : Наук. думка, 2007. – 123 с.
62. Гродзинський М. Д. Стійкість екосистем до антропогенних навантажень / М. Д. Гродзинський. – К., 1995. – 233 с.
63. Гродзинський М. Д. Ландшафтне різноманіття як компонента сталого розвитку / М. Д. Гродзинський, П. Г. Щищенко // Проблеми сталого розвитку України. – К. : БМТ, 2001. – С. 243-263.
64. Гуцуляк В. М. Основи ландшафтознавства: Навчальний посібник / В. М. Гуцуляк – К. : НМКВО, 1992. – 60 с.
65. Гуцуляк В. М. Ландшафтно-геохімічна екологія / В. М. Гуцуляк. – Чернівці : Рута, 1995. – 317 с.
66. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект / В. М. Гуцуляк. – Чернівці : Рута, 2002. – 272 с.
67. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект: Навч. посібник. – 2-ге вид. доп. / В. М. Гуцуляк. – Чернівці : ТОВ «Видавництво «Наші книги», 2010. – 312 с.
68. Дашковський О. А. Екоінформаційні, багатопараметрові газоаналітичні прилади і системи екологічного моніторингу довкілля / О. А. Дашковський, І. А. Міхєєва, В. П. Приміський // Вісті Академії інженерних наук України. Спеціальний випуск. Екологія. – 2002. – №2. – С. 6-14.

- 69 Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь / И. И. Дедю. – Кишинев : Штиинца, 1989. – 408 с.
- 70 Демедюк М. С. Четвертинні відклади / М. С. Демедюк // Природа Івано-Франківської області. – Львів : вид-во Львів. ун-ту, 1973. – С. 25-31.
- 71 Денисик Г. І. Антропогенні ландшафти Правобережної України: історико-географічний аналіз, регіональні структури, оптимізація : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. географ. наук : спец. 11.00.01 «Фізична географія, геофізика і геохімія ландшафтів» / Г. І. Денисик. – К., 1999. – 34 с.
- 72 Державне екологічне картування території нашої країни. К., 2001. – 17с.
- 73 Дмитрук Ю. М. Еколого-геохімічний аналіз ґрунтового покриву агросистем / Ю. М. Дмитрук. – Чернівці : Рута, 2006. – 328 с.
- 74 Докучаєв В. В. К изучению зон природы. Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны: Избранные сочинения / В. В. Докучаев. – М. : Сельхозгиз, 1949. – т. 3. – С. 315-329.
75. Долішний М. І. Економічний розвиток і екологічна безпека: шлях України / М. І. Долішний, В. С. Кравців // Проблеми сталого розвитку. – К., 1998. – С. 88-100.
- 76 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. Хвостик. – К. : Кондор, 2004. – 291 с.
- 77 Екологія. Словник екологічних термінів і понять для студентів вищих навчальних закладів України. – К. : Манускрипт, 2000. – 232с.
- 78 Екологічна безпека збалансованого ресурсокористування у Карпатському регіоні : монографія [О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, К. О. Радловська та ін.]. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2013. – 268 с.
- 79 Екологічна безпека територій : монографія [О. М. Адаменко., Я. О. Адаменко, К. О. Радловська та ін.]. – Івано-Франківськ : Супрун В. П., 2014. – 444 с.
- 80 Екологічне управління: підручник для студентів екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / [В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, Г. О. Білявський і ін.]. – Київ : Либідь, 2004. – 432 с.
- 81 Екологічний стан природного заповідника «Медобори» та суміжних територій / [В. М. Триснюк, І. В. Триснюк, В. Я. Жовтюк і ін.] // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Л. Українки. – Луцьк, 2007. – № 11 (ч. II). – С. 292-297.
- 82 Еколого-географічні дослідження території України / [Л. Г. Руденко, І. О. Горленко, Л. М. Шевченко і ін.]. – К. : Наукова думка, 1990. – 32 с.
- 83 Еколого-географічні дослідження на Прикарпатті та шляхи подолання складних екологічних ситуацій у Західному регіоні України / [О. М. Адаменко, О. В. Пендерецький, З. М. Лободіна і ін.] // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка, серія : Географія, № 2, частина II, 2004. – С. 3-7.
- 84 Журавель Н. Е. Закономерности формирования аномальных концентраций металлов в почвенно-растительном покрове Шебелинского месторождения / Н. Е. Журавель // Доклады АН УССР. – Серия Б, 1987, № 3. –С.14-17.
- 85 Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 № 2245-III // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, N 15, ст.73.
- 86 Заморій П. К. Четвертинні відклади Української РСР / П. К. Заморій. –Київ : вид-во Київ. ун-ту, 1961. – 550 с.
- 87 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.
- 88 Зорін Д. О. Методика оцінки екологічного стану екосистеми при екологічному аудиті території / Д. О. Зорін // Методи та прилади контролю якості, № 16, 2006. – С. 103-105.
89. 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.

- 90 Зорін Д. О. Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної екологічної мережі України : автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. геологіч. наук : спец. 21.06.01 «Екологічна безпека / Д. О. Зорін. – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.
- 91 Израэль Ю. А. Проблемы мониторинга и охраны окружающей среды / Ю. А. Израэль. – Ленинград, 1989. – 389 с.
- 92 Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А. Г. Исаченко. – М. : Высшая школа, 1991. – 366 с.
- 93 Інвентаризація водойм регіону з застосуванням космічних знімків і геоінформаційних систем / [Г. Я. Красовський, О. С. Волошкіна, І. Г. Пономаренко і ін.] // Екологія і ресурси, вип. 11, К. 2005. – С. 19-41.
- 94 Інформатизація аерокосмічного землезнавства / [С. О. Довгий, В. І. Лялько, О. М. Трофимчук і ін.]. – К. : Наук.думка, 2001. – 148 с.
- 95 Іщук С. І. Промислові комплекси України. Наукові основи територіальної організації / С. І. Іщук. – К. : Паливода, 2003. – 248 с.
- 96 Киенко Ю. П. Основы космического природоведения / Ю. П. Киенко. – М. : Картгеоцентр-Геоиздат, 1999. – 285 с.
- 97 Коваль П. Н. Конструктивно-географические основы ландшафтного анализа / П. Н. Коваль // География и экология. – М. : Наука, 1990. – С. 23-30.
- 98 Ковальчук И. П. Антропогенные эрозионные процессы в Западной Подолии и их интенсивность / И. П. Ковальчук // Рельеф и хозяйственная деятельность. – М. : изд-во Моск. фил. Геогр. об-ва СССР, 1982. – С. 34-42.
- 99 Ковальчук І. П. Регіональні закономірності поширення і тенденції розвитку яркових систем басейну Дністра / І. П. Ковальчук, М. Я. Симоновська // Вісник Львів. ун-ту,- Сер. географ., вип.18, 1992. – С. 16-19.
- 100 Ковальчук І. П. Геоморфологічна та історико-географічна спадщина професора Володимира Кубійовича / І. П. Ковальчук // Матеріали наукової конференції «Проблеми історії української географії і картографії», присвяченої 95-річчю від народження Володимира Кубійовича. – Тернопіль, 1995. – С. 28-31.
- 101 Ковальчук І. П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І. П. Ковальчук. – Львів : Інститут українознавства, 1997. – 440 с.
- 102 Ковальчук І. П. Геоекологічний аналіз Західного регіону України / І. П. Ковальчук // Регіональна політика України: наукові основи, методи, механізми. – Львів, 1998. – Ч.3. – С. 132-139.
- 103 Конструктивно-географические основы рационального природопользования в Украинской ССР. Теоретические и методические исследования / [А. М. Маринич, И. А. Горленко, Л. Г. Руденко и др.]. – К. : Наукова думка, 1990. – 200 с.
- 104 Кравчук Я. С. Геоморфологія Передкарпаття / Я. С. Кравчук. – Львів : Меркатор, 1999. – 188 с.
- 105 Красовський Г. Я. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водоспоживання міст / Г. Я. Красовський, В. А. Петросов. – К. : Наукова думка, 2003. – 224 с.
- 106 Красовський Г. Я. Розробка систем картографічного забезпечення для управління екологічною безпекою території області / Г. Я. Красовський, О. М. Трофимчук, Л. В. Зотова : регіональна нарада 13-14 червня 2007 р. – Тернопіль, 2007. – С. 41-49.
- 107 Красовський Г. Я. Космічний моніторинг безпеки водних систем з застосуванням геоінформаційних технологій / Г. Я. Красовський – К. : Інтертехнологія, 2008. – 480 с.
- 108 Кузьменко Э. Д. Способ пространственно-временного прогнозирования оползневых процессов. В кн.: Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. Збірка наукових статей, том I. / Э. Д. Кузьменко. – Харків, 2007. – С. 93-95.
- 109 Кучерявий В. О. Урбоекологія / В. О. Кучерявий. – Львів : Світ, 1999. – 360 с.
- 110 Ласкарев В. Д. Геологические исследования в юго-западной России / Б. Л. Ласкарев // Тр. Геолкома. – СПб., 1914. – 112 с.

- 111 Личков Б. Л. Об эпейрогенических движениях на Русской равнине / Б. Л. Личков // Труды Геоморф. ин-та, 1934. – вып. 10. – С. 5-80.
- 112 Лунгерсгаузен Г. Ф. Геологічна еволюція Поділля і Південного Наддністров'я / Г. Ф. Лунгерсгаузен // Праці молодих вчених. – К. : вид-во АН УРСР, 1941. – С. 9-90.
- 113 Лурье И. К. Основы геоинформатики и создание ГИС / И. К. Лур'є // Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М: изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2002. – 140 с.
- 114 Малишева Л. Л. Принципи і методика геоecологічного районування територій України / Л. Л. Малишева., П. Г. Шищенко, В. Г. Потапенко // Вісник Київськ. ун-ту. – Серія Географія. – вип. 41. – 1995. – С. 21-32.
- 115 Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території / Л. Л. Малишева. – К. : РВЦ «Київський університет», 1998. – 264 с.
- 116 Малишева Л. Л. Теорія та методика ландшафтно-геохімічного аналізу й оцінки екологічного стану територій: автореферат дисер. на здоб. наук. ступ. доктора географ. наук : спец. 11.00.01 «Фізична географія, геофізика і геохімія ландшафтів» / Л. Л. Малишева. – Київ, 1998. – 32 с.
- 117 Маринич О. М. Про походження врізаних меандрів р. Дністра / О. М. Маринич // Наук. зап. Київ. ун-ту. – 1950. – Вип. 9. – № 4. – С. 19-24.
- 118 Маринич А. М. Географические аспекты природопользования в условиях научно-технического прогресса. В кн.: Конструктивно-географические основы регионального природопользования в Укр.ССР. Теоретические и методологические исследования / А. М. Маринич, В. М. Пашенко. – К : Наукова думка, 1990. – С. 9-15.
- 119 Маринич О. М. Фізична географія України / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К. : 2003. – 472 с.
- 120 Маринич О. М. Фізична географія України / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К. : Знання, 2006. – 511 с.
- 121 Мариняк Я. О. Основы моделирования стану довкілля / Я. О. Мариняк. –Тернопіль, 2000. – 132 с.
- 122 Мельник А. В. Основы регионального еколого-ландшафтного аналізу / А. В. Мельник. – Львів : Літопис, 1997. – 229 с.
- 123 Мельник А. В. Українські Карпати: еколого-ландшафтне дослідження / А. В. Мельник. – Львів : вид-во ЛНУ ім. Івана Франка, 1999. – 286 с.
- 124 Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями: затверджено наказом Мінекобезпеки України від 31.03.1998 р. № 44. – Київ : «Символ-Т», 1998. – 28с.
- 125 Методика картографування екологічного стану поверхневих вод України за якістю води. – Київ : «Символ-Т», 1998. – 43 с.
- 126 Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / [О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. В. Міщенко та ін.] // Український географічний журнал, № 2, 2004. – С. 22-32.
- 127 Мильков Ф. Н. Физическая география: учение о ландшафте, географическая зональность / Ф. Н. Мильков. – Воронеж : Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. – 328 с.
- 128 Міллер Г. П. Ландшафтознавство: теорія і практика / Г. П. Міллер, В. М. Петлін, А. В. Мельник – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2002. – 172 с.
- 129 Міщенко Л. В. Геоecологічний аудит техногенного впливу на довкілля та здоров'я населення (на прикладі регіону Покуття : автореф. дисертації на здоб. наук. ступ. канд. географ. наук. 11.00.11 «Конструктивна географія» / Л. В. Міщенко. – Чернівці, 2003. – 20 с.
- 130 Міщенко Л. В. Геоecологічний аудит та моделювання екосистем Покуття / Л. В. Міщенко // Наукові записки ТДПУ, Серія : географія, №1. – 2003. – С. 87-89.
- 131 Міщенко Л. В. Екологічна оцінка стану демосфери та захворюваності населення на Прикарпатті / Л. В. Міщенко //Наукові записки Тернопільського національного пед.ун-ту ім. В. Гнатюка. – 2008. – № 1. – Вип.23. – С. 177-183.

- 132 Міщенко Л. В. Екологічний аудит території / Л. В. Міщенко, М. Г. Грицюк. – Івано-Франківськ : Полум'я, 2008. – 212 с.
- 133 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.
- 134 Міщенко Л. В. Геоінформаційні технології екологічного аудиту антропогенних ландшафтів / Л. В. Міщенко // Охорона і менеджмент об'єктів неживої природи на заповідних територіях: міжнарод. наук.-практич. конф. 21-23 травня 2008 р., смт. Гримайлів. – Тернопіль : Джура, 2008. – С. 188-189.
- 135 Міщенко Л. В. Геоекологічне районування. Наукова монографія за ред. О. М. Адаменка / Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2011. – 408 с.
- 136 Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Подільського регіону : регіональна нарада 29 листопада – 2 грудня 2004 р. – Хмельницький, 2004. – 96 с.
- 137 Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Прикарпаття : регіональна нарада 15-17 листопада 2005 р. – Івано-Франківськ, 2005. – 145 с.
- 138 Моніторинг атмосферного повітря. Проблеми моделювання і прогнозування / [В. В. Трофімович, О. С. Волошкіна, М. М. Фандікова та ін.] // Екологічна безпека та природокористування : Зб. наук. пр. – К., 2012. – Вип. 10. – С. 102-120.
- 139 Настанови щодо здійснення екологічного аудиту. Загальні принципи : ДСТУ ISO 14010-97. – [Чинний від 1998-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1997.
- 140 Настанови щодо здійснення екологічного аудиту. Процедури аудиту. Аудит систем управління навколишнім середовищем: ДСТУ ISO 14011-97. – [Чинний від 1998-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1997.
- 141 Палеогеографія Старуні. Нові дослідження українсько-польських експедицій (2004-2010 рр.) на місцезнаходженні мамонтової фауни і грязьового вулканізму на Прикарпатті / [К. О. Радловська, М. Котарба, О. М. Стельмах та ін.] // Фізична географія і геоморфологія, вип. 2(59), 2010. – С. 89-97.
- 142 Палиєнко В. П. Влияние новейших движений земной коры на строение голоценовой террасы Верхнего Днестра / В. П. Палиєнко // Материали по четвертичному періоду України. К VII Конгресу INQUA в США. – К. : Наукова думка, 1965. – С. 262-269.
- 143 Палиєнко В. П. О типах голоценового аллювия долины Днестра / В. П. Палиєнко // Материали по четвертичному періоду України. – К. : Наук. думка, 1974. – С. 247-250.
- 144 Палиєнко В. П. Отражение динамики блоков фундамента в новейшей тектонике и современном рельефе / В. П. Палиєнко // Геотектоника Вольно-Подолії. – К. : Наук. думка, 1990. – С. 203-209.
- 145 Палиєнко В. П. Про типи заплавних терас (на прикладі заплавних терас річкових долин Прикарпаття та прилеглої частини Поділля / В. П. Палиєнко // Пробл. геогр. наук в УРСР. – К. : Наук. думка, 1972. – С. 53-70.
- 146 Палиєнко В. П. Загальні положення морфоструктурно-неотектонічної ГІС для оцінки сучасної тектонічної активності структур / В. П. Палиєнко, Р. О. Спиця. – Луцьк : Вежа, 2000. – Т. 2. – С. 133-136. (Україна та глобальні процеси: географічний вимір. Збірник наук. праць VIII з'їзду УГТ).
- 147 Парпан В. І. Деякі результати моніторингових досліджень лісових екосистем Карпат / В. І. Парпан, Ю. С. Шпарик, П. Д. Марків – Львів : Науковий вісник лісотехн. ун-ту. – 1999. – Вип.9-10. – С. 42-46.
- 148 Пашенко В. М. Теоретические проблемы ландшафтоведения / В. М. Пашенко. – К., 1993. – 284 с.
- 149 Пендерецький О. В. Екологія Галицького району / О. В. Пендерецький. – Івано-Франківськ : Нова зоря, 2004. – 198 с.
- 150 Пендерецький О. В. Екологічний контроль стану ландшафтів методами моніторингу території регіону, області, району, міста / О. В. Пендерецький. – Івано-Франківськ : Науковий вісник ІФНТУНГ, № 11, 2004. – С. 101-105.



- 151 Пендерецький О. В. Оцінка антропогенного впливу енергетичного об'єкту на ландшафти / О. В. Пендерецький. – Науковий вісник Івано-Франк. нац. техн. ун-ту нафти і газу, № 1 (7), 2004. – С. 99-106.
- 152 Пендерецький О. В. Вплив Бурштинської ТЕС на екологічний стан атмосферного повітря Прикарпаття / О. В. Пендерецький. – Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету, вип.4 (27), 2004. – С. 158-161.
- 153 Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман. – М. : Высш. шк., 1996. – 392 с.
- 154 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.
- 155 Петлін В. М. Ландшафтно-екологічна експертиза / В. М. Петлін. – Львів, вид-во ЛНУ ім. І. Франка, 2005. – 236 с.
- 156 Петлін В. М. Екологічні механізми організації природних територіальних систем / В. М. Петлін. – Львів : вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008. – 304 с.
- 157 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.
- 158 Позняк С. П. Чинники ґрунтоутворення / С. П. Позняк, Є. Н. Красеха. – Львів : видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 400с.
- 159 Польшов Б. Б. Учение о ландшафтах / Б. Б. Польшов. – М. : Издательство АН СССР, 1956. – 232 с.
- 160 Порядок здійснення державного моніторингу вод: постанова КМУ від 20.07.1996р. № 815. – Київ, 1996. – 12 с.
- 161 Природа Івано-Франківської області / за ред. К. І. Геренчука. – Л.: Вища шк., 1973. – 159с.
- 162 Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / [Б. М. Данилишин, С. І. Дорогунцов, В. С. Міщенко та ін.]. – К. : РВПС України, 1999. – 716 с.
- 163 Приходько М. М. Управління природними ресурсами та природоохоронною діяльністю /М. М. Приходько, М.М. Приходько (молодший). – Івано-Франківськ : Фоліант, 2004. – 847 с.
- 164 Приходько М. М. Оцінка антропогенного впливу на природне середовище та обґрунтування геоекологічних засад раціонального природокористування в Івано-Франківській області: автореф. дис.на здоб. наук. ступеня канд. географ. наук зі спец. 11.00.11 «Конструктивна географія та рац. використ. прир. ресурсів» / М. М. Приходько. – Львів, 2005. – 18 с.
- 165 Приходько М. М. Регіональні геоекологічні дослідження і раціональне природокористування (на прикладі Івано-Франківської області) / М. М. Приходько. Монографія. – Івано-Франківськ : Фоліант, 2006. – 245 с.
- 166 Радловська К. О. Палеонтологічне дослідження у с. Старуні на Прикарпатті / К. О. Радловська. – Науково-практична конференція, приурочена 100-річчю з дня народження Юрія Юркевича. – К.: НТУ, 2011. – С. 19-20.
- 167 Радловська К. О. Міждисциплінарні дослідження Старуні українсько-польськими експедиціями у 2004-2009 рр. / К. О. Радловська // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2011. – № 2(4). – С. 62-68.
- 168 Радловська К. О. Із історії досліджень проблеми збалансованого ресурсокористування для побудови районних ГІС / К. О. Радловська // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012. – № 1(5). – С.56-60.
- 169 Радловська К. О. Геохімічні особливості ґрунтового покриву на території Рогатинського району Івано-Франківської області / К. О. Радловська // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012. – № 1 (7). – С. 48-53.

- 170 Радловська К. О. Екологічні дослідження стану довкілля Рогатинського Опілля / К. О. Радловська // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012. – № 2 (6). – С. 81-84.
- 171 Радловська К. О. Картографічна ландшафтно-геохімічного стану довкілля на території Рогатинського району / К. О. Радловська // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2013. – № 2 (8). – С. 51-56.
- 172 Радловська К. О. Проблеми збалансованого ресурсокористування як розвиток ідей В. І. Вернадського / К. О. Радловська : Тези міжнародної конференції «Соціально-екологічні проблеми переходу до сталого розвитку : реалії та перспективи XXI століття». – НУБПУ, 24-27 вересня 2013 року. Херсон: Грін Д.С. – С. 97-99.
- 173 Радловська К. О. Ландшафтна, екологічна та геоecологічного районування картографії Рогатинського Опілля / К. О. Радловська // Екологічна безпека та природокористування. – Зб.наук.праць /М-во освіти і науки України, Київ.нац.ун-т буд-ва і архіт., НАН України, Ін-т телекомунікацій і глобал. інфор.простору. – К. – 2013. – Вип. 13. – С. 35-44.
- 174 Радловська К. О. Природно-техногенний стан довкілля у зоні впливу Богородчанського газотранспортного вузла на Прикарпатті / К. О. Радловська // Екологічна безпека : науковий журнал. – Кременчук, 2013. – № 2 (16). – С. 53-56.
- 175 Радловська К. О. Постійно діюча автоматизована еколого-технологічна модель екологічного моніторингу для підвищення рівня екологічної безпеки та розробки стратегії сталого розвитку Прикарпаття / К. О. Радловська // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2015. – № 1 (11). – С. 127-141.
- 176 Радомська М. М. Підвищення рівня екологічної безпеки м.Києва за рахунок оздоровлення зелених насаджень / М. М. Радомська, С. О. Кумейко, Х. В. Штельма. – Вісник НАУ. – 2014. – №1 (58). – С. 59-63.
- 177 Радомська М. М. Оцінювання впливу АЗС на навколишнє середовище / М. М. Радомська, Г. В. Головка. – Вісник НАУ. – 2013. – №1 (58). – С. 64-69.
- 178 Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 637 с.
- 179 Росляков Н. А. Экогеохимия Западной Сибири / [Н. А. Росляков, Ю. Г. Щербаков и др.]. – Новосибирск : изд-во СО РАН, 1996. – 248 с.
- 180 Рудько Г. І. Екологічний моніторинг геологічного середовища. Підручник для студентів геологічних, географічних, екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2001. – 245 с.
- 181 Рудько Г. І. Техногенно-екологічна безпека геологічного середовища (наукові та методичні основи). Монографія / Г. І. Рудько. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2001. – 359 с.
- 182 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.
- 183 Рудько Г. І. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові та методичні основи) : наукова монографія / Г. І. Рудько, С. В. Гошовський. – К. : Нічлава, 2006. – 464 с.
- 184 Саєт Ю. Е. Эколого-геохимические подходы к разработке критериев нормативной оценки городской среды / Ю. Е. Саєт, Б. А. Ревич // Изв. АН СРСР, сер. геогр., № 4, 1988. – С. 14-22.
- 185 Светличный А. А. Географические информационные системы : технология и приложения / А. А. Светличный, В. Н. Андерсон, С. В. Плотницкий. – Одесса : Астропринт, 1997. – 196 с.
- 186 Светличный О. О. Основи геоінформатики. Навчальний посібник / О. О. Светличный, С. В. Плотницкий. – Суми : Університетська книга, 2006. – 295 с.
- 187 Свинко Й. М. Геоморфологія / Й. М. Свинко // Природа Тернопільської області. – Львів : Вища школа, 1979. – С. 43-57.

- 188 Сеньковський Ю. М. Літологія верхньокрейдових відкладів Середнього Придністров'я / Ю. М. Сеньковський. – К. : вид-во АН УРСР, 1963. – 208 с.
- 189 Сеньковський Ю. М. Короткий нарис з історії геологічного розвитку Волино-Подільської плити / Ю. М. Сеньковський, Б. П. Різун // Геологія і геохімія кор. копалин. – К. : Наукова думка, 1971. – С. 41-52.
- 190 Сергеев Е. М. Проблемы преобразования окружающей среды и инженерно-геологические прогнозы / В кн. : Международный геологический конгресс. XXV сессия. Доклады советских геологов «Геология четвертичного периода, инженерная геология, проблемы гидрогеологии аридной зоны» / Е. М. Сергеев. – М., 1976. – С. 145-148.
- 191 Серов Г. П. Экологический аудит (Концептуальные и организационно-правовые основы) / Г. П. Серов. – М. : Экзамен, 2000. – 766 с.
- 192 Сивий М. Я. Мінеральні ресурси Поділля : конструктивно-географічний аналіз і синтез / М. Я. Сивий. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2004. – 656 с.
- 193 Сивий М. Я. Теорія і практика конструктивно-географічного аналізу мінерально-сировинних ресурсів Подільського регіону : автореф. дис. на здоб. наук. ступеня доктора географ. наук зі спец. 11.00.11. «Конструкт. географ. і рац. використ. природ. ресурсів» / М. Я. Сивий. – Львів, 2005. – 36 с.
- 194 Силур Подолии. Путеводитель экскурсии // Под ред. Д. Е. Айзенверга. - К. : Наукова думка, 1963. – 86 с.
- 195 Симонов Ю. Г. Географическое соседство и методы его измерения / Ю. Г. Симонов // Весник МГУ, Серия 5. География. – 1970. – № 4. – С. 42-48.
- 196 Система підтримки прийняття управлінських рішень керівниками водогосподарських організацій для басейну річки Сіверський Донець з використанням геоінформаційних технологій / [В. Б. Мокін, Б. І. Мокін, М. Я. Бабич та ін.]. – Вінниця : УНІВЕРСУМ, 2009. – 352 с.
- 197 Скрипник В. С. Оцінка впливів об'єктів нафтогазового комплексу на антропогенні ландшафти Прикарпаття. Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету ім. М. М. Коцюбинського. Серія : Географія, вип. 10 / В. С. Скрипник. – 2005. – С. 30-35.
- 198 Слывка Р. О. Схема комплексного использования и охраны земельных ресурсов Ивано-Франковской области / Р. О. Слывка // Геоморфологическая карта. Масштаб 1 : 200 000. – Львов : ГИПРОВОДХОЗ, 1977. – 24 с.
- 199 Солнцев Н. А. Основные проблемы советского ландшафтоведения / Н. А. Солнцев // Изв. ВГО. – 1962. – С. 3-14.
- 200 Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск, 1978. – 319с.
- 201 Спиця Р. О. Структурно-геоморфологічний аналіз здвигової неотектонічної компоненти на території Волино-Подільської плити та Передкарпатського прогину / Р. О. Спиця // Український географічний журнал. – 1999. – № 1. – С. 37-41.
- 202 Спиця Р. О. Дослідження морфоструктурно-неогеодинамічних умов взаємодії в системі «Ороген-платформенна рівнина» / Р. О. Спиця // Український географічний журнал. – 2000. – № 4. – С. 40-44.
- 203 Спиця Р. О. Морфоструктура, новітня і сучасна геодинаміка зони взаємодії Українських Карпат і платформених рівнин. Автореферат дисертації на здоб. наук. ступ. канд. географ. наук / Р. О. Спиця. – Київ, 2003. – 20 с.
- 204 Старуня – унікальна геологічна пам'ятка природи з викопною фауною волохатих носорогів і мамонта та проявами грязьового вулканізму / [О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, К. О. Радловська і ін.]. – Міжнародна наукова конференція до 100-річчя першої знахідки волохатого носорога в Старуні у 1907 році. Тез. доп. Івано-Франківськ-Краків, 2007. – С. 33-36.
- 205 Старунський геодинамічний полігон – Парк Льодовикового періоду / [О. М. Адаменко, Л. В. Міщенко, К. О. Радловська і ін.] // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2011. – № 1(3). – С. 75-76.

- 206 Стецюк В. В. Передумови та зміст еколого-геоморфологічних досліджень / В. В. Стецюк // Вісник Київського університету, серія географічна, вип. 43, 1996. – С. 26-31.
- 207 Триснюк В. М. Екологія Гусятинського району Тернопільської області. Монографія / В. М. Триснюк. – Тернопіль : Терно-граф, 2005. – 225 с.
- 208 Франчук Г. М. Управління еколого-геохімічним станом урболандшафтів / Г. М. Франчук, М. М. Радомська, С. М. Маджд. – Вісник НАУ. – 2013. – № 2 (55). – С. 168–174.
- 209 Царик Л. П. Еколого-географічні дослідження – історична ретроспектива / Л. П. Царик // Історія української географії. – Тернопіль, 2000. – № 1. – С. 62-68.
- 210 Царик Л. П. Еколого-географічне краєзнавство : об'єкт, завдання, специфіка, зміст і структура / Л. П. Царик // Регіональне географічне краєзнавство: теорія і практика. – Тернопіль, 2002. – С. 114-120.
- 211 Цись П. М. Геоморфологія УРСР/ П. М. Цись. – Львів : вид-во Львівського ун-ту, 1962. – 224 с.
- 212 Чебаненко И. И. Блоковая тектоника кристаллического основания –каркас для заложения фанерозойских региональных геоструктур /И. И. Чебаненко // Геотектоника Волино-Подоллии. – К. : Наук. думка, 1990. – С. 146-147.
- 213 Червона книга України. Рослинний світ. – Київ, 2009. – 677с.
- 214 Чупило Г. Р. Використання програмного пакету Erdas smagine для аналізу рельєфу Тернопільщини / Г. Р. Чупило : Регіональна нарада 13-14 червня 2007 р. – Тернопіль, 2007. – С. 116-121.
- 215 Шевчук В. Я. Екологічний аудит / В. Я. Шевчук, Ю. М. Саталкін, В. М. Навроцький. – К. : Вища школа, 2000. – 244с.
- 216 Шищенко П. Г. Прикладная физическая география / П. Г. Шищенко. – К. : Вища школа, 1988. – 192 с.
- 217 Шищенко П. Г. Потенціал ландшафтний / П. Г. Шищенко // Географічна енциклопедія України. Т.3. – К. : УРЕ, 1993. – С. 73-74.
- 218 Шищенко П. Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании. К : Фитосоциоцентр, 1999. – 440 с.
- 219 Шкіца Л. Є. Екологічна безпека гірничопромислових комплексів Західного регіону України. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук / Л. Є. Шкіца. – Івано-Франківськ, 2006. – 36 с.
- 220 Яковлев Е. А. О структуре оценки и управление экологическим риском геологической среды Украины / Е. А. Яковлев // Геологический журнал, № 1, 1993. – С. 41-52.
- 221 Яковлев Е. А. Экологическая геология. На черте двух наук / Е. А. Яковлев // Минеральные ресурсы Украины, 1994. – С. 15-22.
- 222 Яцишин А. М. Геоморфологічна будова долини Дністра у межах Передкарпаття // Автореферат дис. на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук / А. М. Яцишин. – Львів, 2001. – 18 с.
- 223 Яцишин Андрій. Кореляція терас Дністра у межах Передкарпаття з основними стратиграфічними горизонтами лесово-грунтової серії Волино-Поділля / Андрій Яцишин // Сучасні проблеми і тенденції розвитку географічної науки : міжнар. конф. до 120-річчя географії у Львівському університеті 24-26 вересня 2003р. – Львів : видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – С. 285-287.
- 224 Adamenko O. leg M., Stelmakh Orest R., Zorin Denis O., Radlovska Katerina O. Idea of the ecological and geological tourism center in Starunia (Fore-Carpathian region, Ukraine) / O. Adamenko, O. Stelmakh, K. Radlovska. – Geoturystyka, geotourism. – Akademia Gorniczo-Hutniczej. – Krakow, 2009. – №3 (18). – P. 21-25.
- 225 Audits II. Agra Earth and Environmental Ltd., Calgary, Alberta / Audits II. – Canada, 1995. – PP. 13-21.
- 226 Berzelius J. J. Lehrbuch der Chemie / J. J. Berzelius. – Biogeochemical province Endemia, Pekin, 1991. – P. 392-397.

- 227 Bogucki A. Historia badan czwartorzędu i rzeźby Naddniestrza halickiego: Studia geologica Polonica / A. Bogucki, M. Lanczont, A. Yacysyn. – Vol. 119. – Część III. – 2002. – PP. 27-32.
- 228 Bogucki A. Historia badan czwartorzędu i rzeźby Naddniestrza Halickiego/ A. Bogucki, M. Lanczont, A. Yacysyn // Studia geologica Polonica. – Vol. 119. Część III. – 2002. – P. 27-32.
- 229 Czyzewski J. Z historii doliny Dniestru: Pr. Geogr / J. Czyzewski. – 1928. – z.10. – Lwów Warszawa. – S. 33-62.
- 230 Environmental auditing : an introduction and practical guide. – The British Library, 1993. – 78p.
- 231 Gajewski W. Szczatki flory pierwotnej w jarze Dniestru: Ochrona Przyrody / W. Gajewski. – r.l. – Kraków, 1931. – S. 10-39.
- 232 Gore A. Earth in the Balance. Ecology and the Human Spirit / A. Gore. – New York, Plume, 1993. – 394 p.
- 233 Hadac Emil. Ekologiczna Katastrofa / Hadac Emil. – Praha, 1987. – 320 s.
- 234 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, WMO, 1979. – № 517- Geneva, pp. 3-9.
- 235 Kloke A. Content of arsenic, cadmium, chromium, fluorine, lead, mercury and nickel in plants grown on contaminated soil, papers presented at United Nations-ECE Symp. on Effects of Airborne Pollution on Vegetation / A. Kloke. – Warsaw. – 1979. – 192 p.
- 236 Kurzek T. Przewodnik po województwie Tarnobrzeskim / T. Kurzek. – Tarnobrzeg, 1936. – 304 s.
- 237 Lessy i paleolit Naddniestrza halickiego (Ukraina). /Pod red. T. Madeyskiej. – Kraków : Studia geologica Polonica. – Vol. 119. – Część III. – 2002.
- 238 Lomnicki A. Atlas Geologiczny Galicyi / A. Lomnicki. – z. 18. 1905. – 332s.
- 239 Mann R. F. Global environmental Monitoring System (GEMS) / R. F. Mann. – Action Plan for Phase 1. SCORE. Rep. 3 – Toronto, 1973. – 130 p.
- 240 Mandryk O. Contamination of soils with heavy metals in the industrialized region of Western Ukraine: Western Podole Upland // O. Mandryk, K. Radlovska. – Geomatics and environmental engineering. – AGH University of science and technology. – Kraków, 2013. – Quarterly Vol. 7 (No.1), P. 75-82.
- 241 Pedro G. Distribution des principaux types d'alteration chimique à la surface du globe / G. Pedro // Precipitation d'une esquisse géographique, Resu. Géographie Phys. et géol // JMnam, 1968. – P. 457-470.
- 242 Pollution monitoring and research in the framework of MAB Programme. Moscow. 23-26 Apr. 1974. – P. 58-63.
- 243 Romer E. Kilka przyczynków do historii doliny Dniestru / E. Romer // Kosmos, t.XXXI. 1906. – S. 363-386.
- 244 Teisseyre H. Problemy morfologiczne wschodniego Podkarpacia / H. Teisseyre // Spr. Polsk. Inst. Geol. Smolenskij J. Smolenskij J. – 1932-1933. – t.VII. – Warszawa. – S. 421-464.
- 245 Teisseyre W. Paleomorfologia podola (wiadomość tymczasowa) / W. Teisseyre // Spraw. Komis. fizjograf. – Kraków, 1894. – S. 186-191.
- 246 Yatsyshyn A. Surface loess-soil complexes of Dniester terraces : Loess and Paleoenvironment / A. Yatsyshyn, R. Dmytruk. // Abstracts and Field Excursion Guidebook. – Moskwa, May 26 – June 1, 2003. – S. 63-64.