

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТЕРИТОРІЙ

МОНОГРАФІЯ

За редакцією
ПРОФЕСОРІВ

доктора геолого-мінералогічних наук О. М. Адаменка
та доктора технічних наук Я. О. Адаменка

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТЕРИТОРІЙ

МОНОГРАФІЯ

За редакцією
ПРОФЕСОРІВ
доктора геолого-мінералогічних наук О. М. Адаменка
та доктора технічних наук Я. О. Адаменка

Івано-Франківськ
2014

МВ 02070855-8079-2014

УДК 504. 61

ББК 20.1

Е 45

Рецензенти:

Рудько Г. І. – доктор технічних, доктор геологічних і доктор географічних наук, професор, голова Державної комісії України по запасах корисних копалин

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

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

Друкується за ухвалою Вченої ради Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, протокол від 24.04.2014 р. №05/539

ISBN

М 71 Екологічна безпека територій: колективна монографія. За редакцією професорів доктора геолого-мінералогічних наук О. М. Адаменка та доктора технічних наук Я. О. Адаменка. Автори Адаменко Я. О., Адаменко О. М., Архипова Л. М., Гладун Я. Д., Зорін Д. О., Зоріна Н. О., Мандрик О. М., Манюк О. Р., Міщенко Л. В., Орфанова М. Мик., Орфанова М. Мих., Приходько М. М., Радловська К. О., Стельмахович Г. Д., Федак І. А. – Івано – Франківськ : Голіней, 2014. – 361 с.

Монографія є підсумком виконання у 1993-2014 рр. науково-дослідної роботи кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Висвітлені розроблені авторами системи екологічної (природно-техногенної) безпеки територій на різних ієрархічних рівнях – від міждержавного, регіонального, адміністративних областей і районів та населених пунктів до промислових підприємств, територій традиційного видобутку та транспортування нафти і газу та ділянок перспективних на сланцевий газ.

Для екологів, географів, геологів природоохоронців-практиків, науковців, викладачів, аспірантів, магістрів і бакалаврів – студентів вищих навчальних закладів.

УДК 504. 61

ББК 20.1

© Адаменко Я. О., Адаменко О. М.,
Архипова Л.М. та ін., 2014

© Зорін Д. О., дизайн обкладинки, 2014

© Голіней, 2014

ISBN

ЗМІСТ

ВСТУП. <i>Адаменко О.М., Адаменко Я.О.</i>	5
Розділ 1. ТЕРИТОРІЇ КРАЇН ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА СХІДНОЇ ЄВРОПИ	10
1.1 Комп'ютеризована система екологічної безпеки Центральної та Східної Європи. <i>Адаменко О.М.</i>	10
1.2 Комп'ютеризована система екологічної безпеки Карпатського Євросходу. <i>Адаменко О.М.</i>	25
Розділ 2. ТЕРИТОРІЯ ДЕРЖАВИ УКРАЇНА	32
2.1 Українська національна комп'ютеризована система екологічної безпеки (УНКСЕБ). <i>Мищенко Л.В...</i>	32
Розділ 3. ТЕРИТОРІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ	37
3.1 Підвищення рівня екологічної безпеки територій Західного регіону України на базі геоecологічного районування. <i>Мищенко Л.В.</i>	37
3.1.1 Із історії досліджень проблем екологічної безпеки	37
3.1.2 Методологія оцінки природної та техногенної складових екологічної безпеки територій	38
3.1.3 Геоінформаційні системи екологічної оцінки та геоecологічного районування територій	69
3.1.4 Теоретичне обґрунтування геоecологічного районування для екологічної (природно-техногенної) безпеки території	73
3.1.5 Практичне використання геоecологічного районування для оцінки сучасного стану ПАГС у зоні впливу розробки нафтогазових родовищ та видобутку сланцевого газу	78
3.2 Екологічна безпека природних і антропогенно-модифікованих геосистем (на прикладі Карпатського регіону). <i>Приходько М.М.</i>	81
3.3 Екологічна ситуація в Карпатському регіоні. <i>Адаменко О.М.</i>	85
3.3.1 Вплив промислового виробництва на довкілля	87
3.3.2 Вплив транспорту та дорожньої мережі (на прикладі Чернівецької області)	90
3.3.3 Вплив сільськогосподарського виробництва на довкілля	91
3.3.4 Екологічна ситуація	92
3.3.5 Висновки та пропозиції щодо охорони та поліпшення стану довкілля	96
3.4 Моделювання екологічної безпеки природно-технічних систем (на прикладі гідроекосистем) Карпатського регіону. <i>Архипова Л.М.</i>	99
3.4.1 Концепція екологічної безпеки гідроекосистем	99
3.4.2 Комплексний індекс потенціалу якості – основа дослідження якісної складової безпеки гідроекосистем	103
Розділ 4. ТЕРИТОРІЯ АДМІНІСТРАТИВНОЇ ОБЛАСТІ	115
4.1 Природно-ресурсний потенціал Івано-Франківської області. <i>Зоріна Н.О.</i>	115
4.1.1 Енергетичні ресурси	115
4.1.2 Водні ресурси	118
4.1.3 Земельні ресурси	118
4.1.4 Лісові ресурси	119
4.1.5 Рекреаційно-туристичні ресурси	119
4.1.6 Мінерально-сировинні ресурси	120
4.2 Лікарські рослини Прикарпаття та їх значення для екології та здоров'я населення. <i>Гладун Я.Д.</i>	122
4.3 Утворення, нагромадження та утилізація відходів. вторинні ресурси Івано-Франківської області. <i>Орфанова М.Мик.</i>	127
4.4 Антропогенне навантаження на природні ресурси (на прикладі Львівської області). <i>Стельмахович Г.Д.</i>	135
4.5 Ендогеодинамічна модель новітньої тектоніки території Івано-Франківської області. <i>Зорін Д.О.</i>	137

4.6	Проблеми моделювання і картування транскордонного забруднення. <i>Федак І.А.</i>	142
4.7	Екологічний аудит, моніторинг довкілля, геоекоекологічне районування та екологічний менеджмент для екологічно безпечного використання території Івано-Франківської області. <i>Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Міщенко Л.В., Приходько М.М., Зорін Д.О.</i>	146
Розділ 5.	ТЕРИТОРІЯ АДМІНІСТРАТИВНОГО РАЙОНУ...	168
5.1	Екологічна безпека адміністративних районів на рівнинних, передгірських та гірських територіях. <i>Радловська К.О.</i>	168
Розділ 6.	ТЕРИТОРІЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТУ	183
6.1	Екологічна безпека території міста Івано-Франківська. <i>Адаменко О.М. Міщенко Л.В.</i>	183
Розділ 7.	ТЕРИТОРІЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА	198
7.1	Екологічна безпека території ПАТ«Івано-Франківськцемент». <i>Міщенко Л.В.</i>	198
7.2	Експертна екологічна оцінка стану довкілля на територіях будівництва МГЕС у Карпатах. <i>Л.М. Архипова, Я.О.Адаменко</i>	222
7.3.	Проблеми екологічної безпеки території проекрованої розвідки та видобутку сланцевих газів на Олеський площі. <i>Адаменко О.М.</i>	235
7.4	Покращення екологічної безпеки функціонування нафтогазових підприємств Івано-Франківської області. <i>Орфанова М. Мих.</i>	242
7.5	Вплив нафтогазопроводів на довкілля. <i>О.М. Мандрик</i>	249
7.6	Підвищення рівня екологічної безпеки в районах розробки родовищ калійних солей. <i>Манюк О.Р.</i>	253
Розділ 8.	ТЕРИТОРІЯ ДНІСТРОВСЬКОГО ПРОТИПАВОДКОВОГО ПОЛІГОНУ	261
8.1	Можливості прогнозування та зменшення наслідків катастрофічних паводків в долині Дністра. <i>Адаменко. О.М., Адаменко Я.О., Мандрик О.М., Зорін Д.О., Ногач М.М., Зоріна Н.О.</i>	261
8.2	Циклічність кліматичних змін та їх вплив на періодичність катастрофічних паводків в долині Дністра. <i>Зорін Д.О.</i>	279
8.2.1.	Геологічні свідки кліматичних змін від початку історії Землі (4560 млн. років – XI століття)	279
8.2.2	Історія кліматичних змін останнього тисячоліття за літописними та історичними даними (X-XXI століття)	307
8.2.3	Зміни клімату України і Прикарпаття за період інструментальних метеорологічних спостережень (1881 р. – сучасність)	322
8.3	Автоматизована інфомаційно-вимірювальна протипаводкова система попередження та захисту населення від катастрофічних паводків в долині Дістра. <i>Адаменко О.М., Зорін Д.О.</i>	324
Розділ 9.	ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ПІДГОТОВКА КАДРІВ	332
9.1	Проблема екологічної освіти та підготовки кадрів вищої кваліфікації в галузі екологічних наук. <i>Адаменко О.М.</i>	332
9.1.1	Тенденції розвитку екологічної освіти у вищій школі	332
9.1.2	Основні напрямки сучасного розвитку екологічної освіти у вищій школі	332
9.2	Кафедра екології ІФНТУНГ у вирішенні освітянських та наукових екологічних проблем	334
9.3	Підготовка кадрів вищої кваліфікації в галузі екологічних наук	348
ВИСНОВКИ. <i>Адаменко О.М., Адаменко Я.О.</i>		351
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ		356

ВСТУП

Концептуальні основи екологічної безпеки

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

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

По-друге, настав час об'єктивно порахувати природні ресурси як Землі в цілому, так і кожної держави, а в ній – кожного регіону, області, району, тобто керівництво і громада кожної адміністративно-територіальної одиниці повинні знати, скільки якого ресурсу у них є і скільки можна витратити мінерально-сировинних, територіальних, земельних, водних, кліматичних, вітрових, енергетичних, біологічних та інших ресурсів, тобто скільки і чого можна взяти від природи, щоби не порушити існуючий природний баланс, щоби не лишити майбутні покоління такої ж можливості.

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

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

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

Безпосередньо в галузі природоохоронної діяльності системи екологічної безпеки значно посилюють державну систему екологічного контролю, робить її більш ефективною, гнучкою, дієздатною. За допомогою таких систем можна кваліфіковано зробити те, чого не завжди можна досягти примусово через систему державного екологічного контролю. Тому в інтересах державних установ управління екологічною безпекою та державної екологічної інспекції як на місцях, так і в центрі необхідно всіляко сприяти впровадженню і поширенню екологічного оцінювання. Екологічний інспектор не є конкурентом державним службовцям, він такий же

охоронець навколишнього природного середовища, тільки зі своїм еколого-економічним механізмом впливу на потенційних забруднювачів навколишнього середовища.

Екологічна безпека – це нова галузь природоохоронної діяльності, нова спеціалізація в межах вузівської спеціальності-екологія, охорона навколишнього середовища і збалансоване природокористування та нова дисципліна для підготовки бакалаврів і магістрів з екології та географії

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

У зв'язку з цими обставинами та різним змістом, який вкладають у *термін* «екологічна безпека» різні дослідники, О.М. Адаменко запропонував своє бачення структури екологічної безпеки, яка не повинна бути аморфною, невизначеною, у кожного автора своєю. Вона повинна складатися з відомих процедур, які законодавчо прийняті у нас і за кордоном, що дозволяють контролювати, слідкувати за змінами, прогнозувати, а значить і керувати станом довкілля. При цьому екологічна безпека повинна охоплювати не тільки технічні об'єкти, а й території. В епоху науково-технічного прогресу на усі компоненти довкілля активно впливає техносфера, яку створила людина.

В «Екологічній енциклопедії» (т.1, 2007, с.64), за даними Ю.С. Шемчушенка, екологічна безпека – це «...стан захищеності навколишнього середовища від порушення його рівноваги». За Концепцією національної безпеки країни, схвалено Верховною Радою України 16 січня 1997р., основними напрямками державної політики у сфері екологічної безпеки є:

- впровадження і контроль за дотриманням науково обґрунтованих нормативів природокористування та охорони довкілля;
- контроль за станом навколишнього середовища, виявлення і усунення загроз для здоров'я населення, своєчасне попередження громадян України в разі небезпеки;
- зниження антропогенного навантаження на довкілля, ліквідація наслідків шкідливого впливу діяльності людини на природне середовище;
- впровадження у виробництво екологічно безпечних технологій, реалізація заходів щодо зменшення наслідків Чорнобильської катастрофи;
- недопущення неконтрольованого ввезення в Україну екологічно небезпечних технологій, речовин і матеріалів та інше.

Екологічна безпека забезпечується системою організаційно-правових, економічних, технічних, санітарно-гігієнічних та інших заходів екологічного характеру. Систему цих заходів передбачено Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», 1991). Це, зокрема:

- охорона навколишнього середовища у процесі застосування засобів захисту рослин, мінеральних добрив, токсичних хімічних речовин та інших препаратів, а також від неконтрольованого і шкідливого біологічного впливу, від радіоактивного, електромагнітного, іонізуючого та інших впливів фізичних факторів від забруднення виробничими, побутовими, а також іншими відходами;
- екологічна безпека транспортних засобів;
- дотримання вимог екологічної безпеки при проведенні наукових досліджень, впровадженні відкриттів, винаходів та застосуванні нової техніки, імпортного устаткування, технологій і систем;
- вимоги екологічної безпеки щодо військових, оборонних об'єктів і військової діяльності;
- екологічні вимоги до розміщення і розвитку населених пунктів.

Не дивлячись на перераховані вище основні напрями і заходи екологічної безпеки, що охоплюють різні види екологічної діяльності, в офіційному визначенні екологічної безпеки відсутні як структура екологічної безпеки так і механізми її реалізації.

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

Структура КСЕБ та алгоритми побудови системи екологічної безпеки території складається із семи блоків, а саме:

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

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

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

Блок 4. Моніторинг довкілля, особливо в зоні впливу техногенних об'єктів, ґрунтується на безперервних стеженнях за природними та антропогенними змінами всіх екологічних показників, що характеризують стан екосистем на певній час спостережень.

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

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

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

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

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

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

Необхідно також чітко визначити, що розуміється під терміном «екологія»? За півтора століття після введення в науку цього терміну Ернестом Геккелем, він значно змінив свій зміст. Якщо першовизначальник екології розумів її як науку про взаємовідносини рослин і тварин між собою і навколишнім середовищем, то пізніше, коли доквілля почало деградувати під впливом техносфери і його стан почав загрожувати існуванню людини, зміст терміну «екологія» значно розширився, вийшов за межі біологічної науки. Під ним стали розуміти взаємовідносини у системі Природа-Людина-Техносфера, тобто стан доквілля, що швидко змінюється під впливом втручання людини, яка часто діє без оглядки на можливі наслідки. Біологи проти такого розширення змісту екології і залишають її у розумінні Е.Геккеля, пропонуючи для широкого вживання термін «охорона природи». За кордоном «екологію» залишили біологам, а її широке сучасне розуміння замінили терміном інвайронментологія (від Environment – навколишнє середовище) або інженерія середовища, охорона (захист) середовища і т.д.

І.Г.Черваньов пропонує і у нас користуватись терміном «інвайронментологія» – наука про «оселю людини», її дім і правила поведінки в ньому. Це було б логічно, але сам термін дуже важкий для слов'янського вуха, в той час як що таке екологія, знають усі наші співвітчизники і вживають його вже з дитячого садочка. Тому прийдеться нам користуватись терміном «екологія» в широкому розумінні, а науковцям можливо треба подискутувати над термінологією і, як один із варіантів, інвайронментологію назвати доквіллязнавством, або середовищезнавством.

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

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

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

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

Еколого-геохімічний напрямок має свої глибокі корні в роботах В.В. Докучаєва, Б.Б. Польнова, Ю.Е. Саєта та ін. Засновником його є А.И. Перельман.

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

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

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

Розділ 1. ТЕРИТОРІЇ КРАЇН ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА СХІДНОЇ ЄВРОПИ

1.1 КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА СХІДНОЇ ЄВРОПИ

Протягом багатьох років О.М. Адаменко [17] вдалось зібрати досить повні бази даних, що характеризують екологічний стан основних природних компонентів європейських ландшафтів. Це були досить складні і нелегкі для виконання маршрути разом з В.М. Кучмою, І.М. Климчуком, О.Р. Стельмахом та багатьма іншими, з якими відібрались проби ґрунтів, поверхневих вод, рослинності в різних країнах Центральної та Східної Європи. Постійну допомогу у зборі матеріалів, а іноді і у відборі проб, надавали численні колеги – екологи, географи, біологи Ласло Башша (Угорщина), Олдржих Мікулик, Антонін Вайсхар, Владімір Хнілічка (Чехія), Єжи Ковальський, Тадеуш Герлах, Лешек Старкель (Польща), Арно Гофман, Ханс Хаерманн (ФРН), Дмитро Димитров, Милана Снежева (Болгарія), Петер Йордан (Австрія) та багато інших.

У 1992р. у м.Відні була опублікована карта масштабу 1:3 000 000 «Природокористування і проблеми навколишнього середовища Центральної та Східної Європи» за редакцією Петера Йордана (рис.1.1), яка в значній мірі врахувала попередні дослідження стану довкілля і наші визначення його на основі відібраних та проаналізованих проб, що дало початок розроблення моніторингової мережі Європейської міждержавної комп'ютеризованої системи екологічної безпеки ЄКСЕБ (ECSES) [59].

Головний принцип природокористування як політики і економіки майбутнього – це збереження природних ресурсів, що є основою виживання людства, і охорона навколишнього середовища, без якості якого неможливо зберегти генетичний фонд. Антропогенні зміни довкілля стають проблемними, коли вони ускладнюють або роблять неможливим попередній підхід до природокористування, або коли стає неможливим використання старих засобів і методів використання природних ресурсів. Проблеми в природокористуванні виникають, коли відбуваються порушення стандартів якості навколишнього середовища і коли порушується баланс використання і відновлення ресурсів. Розмір нанесених збитків вираховується згідно ступеня порушеності довкілля. Якщо вони переходить межу в 1%, то є загроза невідновленості стану довкілля.

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

На кожному полігоні проаналізовані проби атмосферного повітря на вміст O_2 , CO_2 , SO_2 , ацетону і хлору. Там же зібрані зразки ґрунтів і визначений вміст в них Cd, Pb, Cu, ДДТ. У пробах поверхневих вод і рослинності визначався вміст Cd, Pb і Cu. На деяких полігонах, де не вдалось відібрати проби, використали матеріали попередніх дослідників, які надані нам колегами-екологами відповідних країн (рис. 1.2, табл. 1.1).

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

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

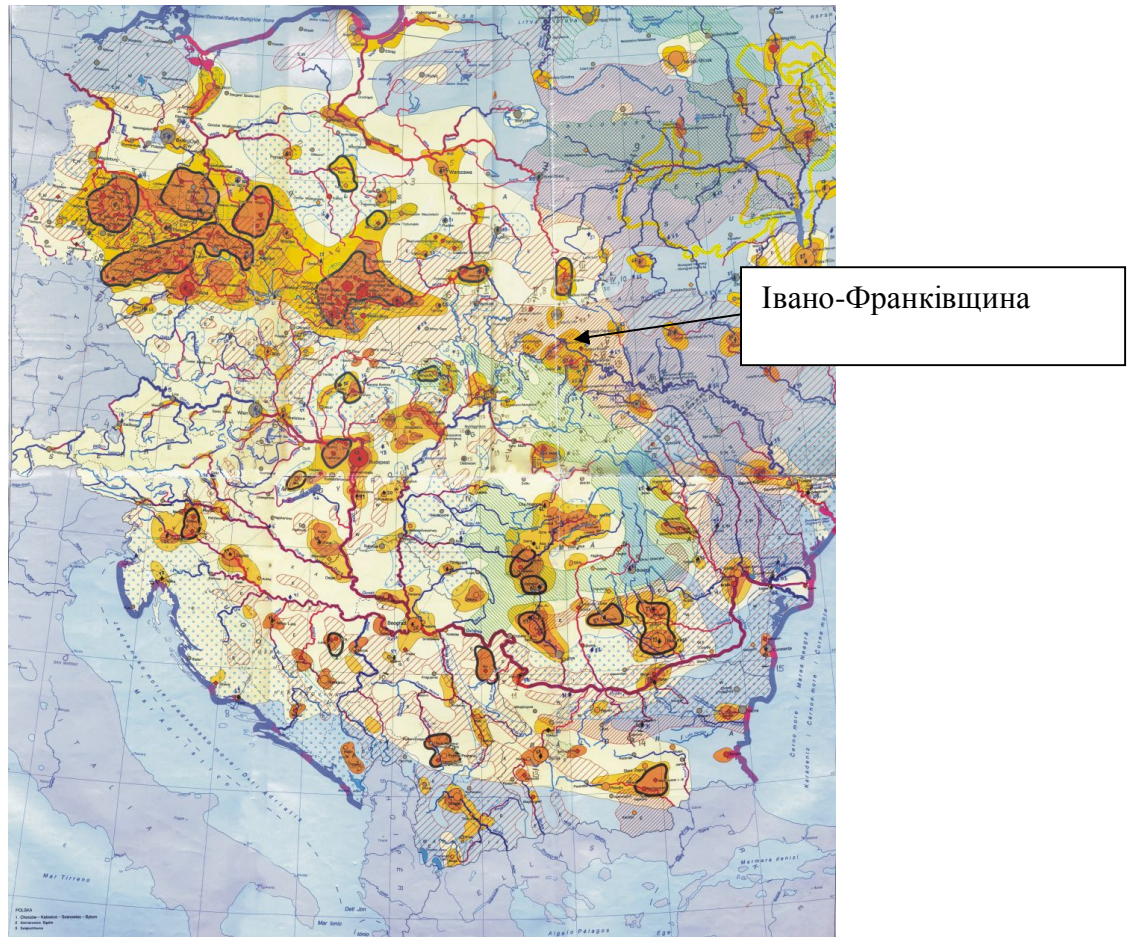


Рис. 1.1. Карта природокористування та проблем навколишнього середовища Центральної та Східної Європи [59]

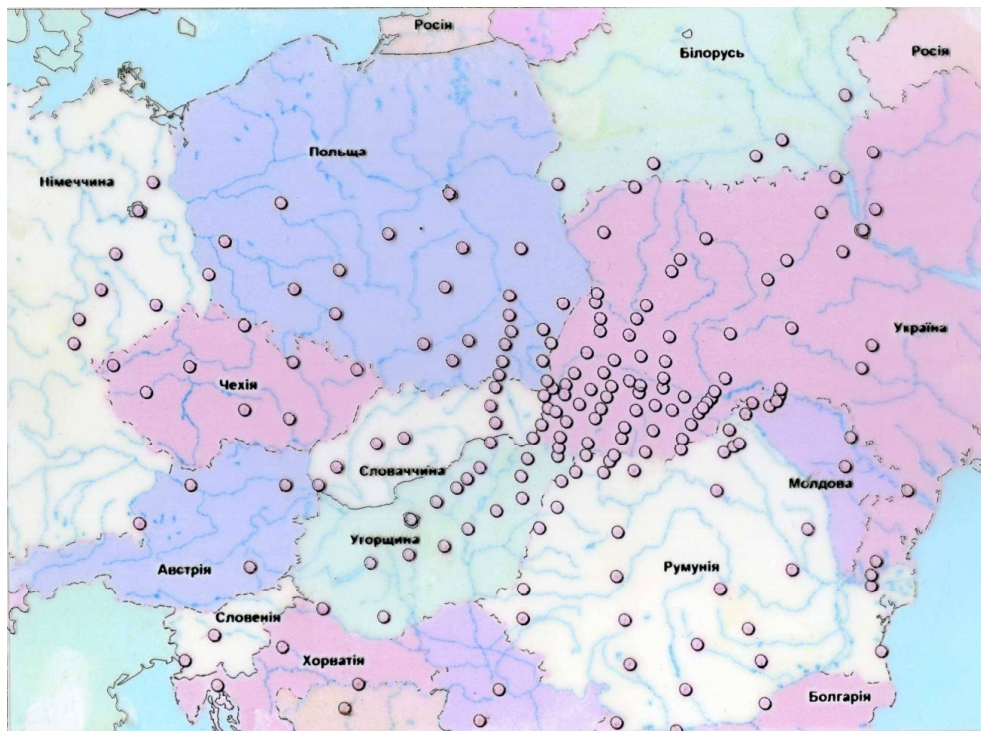


Рис. 1.2. Геоєкологічні полігони Європейської ком'ютеризованої системи екологічної безпеки (ECSES) [59]

Таблиця 1.1

База даних з хімічного забруднення навколишнього середовища Центральної та Східної Європи

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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
15	15	Wrocław, Польща	21,08	0,0133	0,05	0,34	0	0,05	13,6	1,2	0	0,001	0,02	3,4	0,004	0
16	16	r. Prosna	21,81	0,013	0,001	0,002	0	0,001	1,2	1,3	0,012	0,001	0,01	2,6	0,001	0
17	17	Łódź	20,17	0,0194	0,23	0,69	0,03	0,31	54,3	7,6	0	0,007	0,04	3,4	0,009	0
□	Профіль 4-4															
18	18	Salzburg, Австрія	21,89	0,011	0	0	0	0	1,4	0,1	0	0	0,003	0,03	0	0
19	19	r. Donau, Zinz	21,78	0,009	0	0	0	0	1,2	0,09	0	0	0,001	0,01	0	0
20	20	Jihlava, Чехія	21,93	0,009	0	0	0	0	1,3	0,08	0	0	0,001	0,02	0	0
21	21	Tiehá Orlice	21,03	0,0149	0,05	0,39	0,1	0,05	13,6	1,5	0	0,002	0,04	0,5	0,008	0
22	22	Opole, Польща	21,16	0,0155	0,06	0,47	0,2	0,06	14,3	1,7	0	0,003	0,05	0,6	0,009	0
	Профіль 5-5															
23	23	Trieste	21,94	0,012	0	0	0	0	1,2	0,2	0	0	0,001	0,01	0	0
24	24	Ljubljana, Словенія	21,04	0,0144	0,05	0,34	0,06	0,05	13,6	1,5	0,013	0,003	0,05	0,03	0,009	0
25	25	Graz, Австрія	21,88	0,011	0	0	0	0	1,3	0,1	0	0	0,001	0,002	0,002	0
26	26	Wien	21,05	0,0151	0,05	0,35	0,07	0,07	14,3	1,3	0	0	0,003	0,003	0,008	0
27	27	Brno, Чехія	21,01	0,0193	0,06	0,39	0	0,04	11,3	1,4	0	0,003	0,05	0,03	0,9	0
28	28	Ostrava	20,03	0,0188	0,18	0,75	0,06	0,12	64,3	7,9	0,003	0,012	0,17	3,4	0,015	0
29	29	Kraków, Польща	19,91	0,0194	0,16	0,65	0,07	0,16	78,4	8,3	0,007	0,013	0,19	5,6	0,017	0
30	30	Kielce	21,02	0,041	0,05	0,35	0,05	0,05	15,3	1,9	0	0,002		0,7	0,005	0,003
31	31	Radom	21,88	0,012	0,003	0,003	0	0,003	1,4	1,3	0	0,003	0,001	0	0	0
32	32	Warszawa	21,07	0,0137	0,06	0,35	0,06	0,05	16,1	1,5	0	0,002	0,03	0,5	0,006	0,003
	Профіль 6-6															
33	33	Bratislava, Словаччина	20,55	0,0166	0,025	0,066	0,07	0,014	71,2	9,4	0,02	0,017	0,11	5,6	0,015	0,008
34	34	Tmava	21,83	0,014	0,003	0,001	0	0,001	1,6	1,2	0,03	0,004	0,001	0,8	0,003	0,002
35	35	Novaky	20,16	0,0188	0,18	0,75	0,05	0,12	73,2	6,8	0,05	0,013	0,16	3,4	0,013	0,006

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
36	36	Banská Bystrica	21,88	0,012	0,004	0,001	0	0,001	1,4	1,2	0,03	0,001	0,001	0,6	0,005	0,001
37	37	Nowy Sacz, Польща	21,77	0,011	0,003	0,001	0	0,001	1,3	1,2	0,02	0,002	0,001	0,5	0,003	0,001
38	38	Tarnów	20,15	0,0194	0,19	0,69	0,05	0,13	71,4	6,4	0,05	0,014	0,17	3,5	0,015	0,007
Профіль 7-7																
39	43	Rijeka, Хорватія	20,16	0,0174	0,18	0,66	0,04	0,12	71,4	6,3	0,06	0,013	0,17	3,1	0,012	0,007
40	44	Zagreb	21,03	0,0137	0,07	0,33	0	0,06	14,3	1,2	0	0,002	0,03	0,6	0,011	0,009
41	45	г.Мур, Угорщина	21,94	0,009	0,001	0,003	0	0,001	1,3	1,5	0	0,001	0,01	0,12	0,009	0,001
42	46	л. Balaton	21,93	0,007	0,001	0,001	0	0,001	1,2	0,9	0	0	0	0,06	0	0
43	47	Budapest	20,08	0,0194	0,21	0,77	0,05	0,12	64,3	6,7	0	0,014	0,18	4,5	0,015	0,007
44	48	Vac	21,8 7	0,006	0,001	0,001	0	0,001	1,3	0,8	0	0	0,07	0,003	0	0
Профіль 7-7, профіль І-II КЄ*																
45	1	Visonta	21,04	0,0143	0,06	0,34	0	0,001	13,5	1,3	0	0,003	0,05	0,6	0,007	0,003
46	2	Eger	21,05	0,0137	0,07	0,35	0	0,001	16,2	1,7	0	0,004	0,04		0,006	0,004
47	3	Miskolc	20,16	0,0184	0,21	0,77	0,06	0,12	69,3	6,4	0	0,012	0,16	3,7	0,015	0,007
48	4	Scemere	21,77	0,0151	0,004	0,005	0	0,001	1,2	1,1	0,03	0,004	0,001	0,8	0,001	0,002
49	5	Košice, Словаччина	20,54	0,0166	0,027	0,066	0,07	0,012	70,3	10,1	0,03	0,016	0,12	5,6	0,017	0,009
50	6	Prešov	20,55	0,0171	0,024	0,061	0,08	0,013	75,4	9,8	0,04	0,017	0,13	6,3	0,016	0,011
51	7	Ladomirona	21,81	0,0131	0,003	0,004	0	0,001	1,3	1,3	0,02	0,005	0,001	0,6	0,002	0,003
52	8	Ducła, Польща	21,64	0,0121	0,004	0,003	0	0,001	1,2	1,3	0,02	0,005	0,001	0,5	0,001	0,003
53	9	Krosno	21,71	0,0119	0,003	0,005	0	0,002	1,3	1,5	0,01	0,003	0,001	0,4	0,002	0,002
54	10	Zyznów	21,66	0,0113	0,003	0,004	0	0,001	1,4	1,2	0,03	0,005	0,001	0,6	0,002	0,001
55	11	Rzeszów	20,55	0,0181	0,005	0,061	0,07	0,012	71,4	9,3	0,04	0,017	0,14	7,2	0,015	0,012
56	12	Rudnic	21,65	0,0114	0,003	0,004	0	0,001	1,5	1,2	0,04	0,005	0,002	0,5	0,001	0,002

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Профіль 7-7																
57	106	Stalowa Wola	20,16	0,0191	0,21	0,75	0,06	0,12	64,3	7,2	0	0,014	0,16	3,4	0,015	0,007
58	107	Lublin	20,54	0,0166	0,025	0,066	0,07	0,014	71,3	9,2	0,02	0,017	0,12	6,1	0,017	0,009
59	108	Брест, Білорусь	21,89	0,0151	0,002	0,001	0	0,003	1,2	1,3	0,03	0,001	0,001	0,9	0,001	0,001
Профіль 8-8																
60	39	Split, Хорватія	21,94	0,0016	0,001	0,001	0	0,002	1,4	1,6	0,01	0,001	0,001	0,6	0	0
61	40	Banjaluka, Боснія	21,04	0,0133	0,05	0,34	0	0,06	13,1	1,4	0	0,002	0,003	0,9	0,003	0,005
62	41	г. Sava, Югославія	21,99	0,0151	0,001	0,001	0	0,001	1,6	1,2	0	0	0	0	0,001	0,001
63	42	Décs, Угорщина	21,03	0,0158	0,06	0,33	0,33	0,06	13,5	1,7	0	0,003	0,04	0,9	0,008	0,006
64	49	Dunaújváros	21,06	0,0166	0,07	0,34	0,34	0,05	16,1	1,9	0,02	0,004	0,07	0,8	0,009	0,003
65	50	Kecskemét	21,81	0,009	0,007	0,61	0,61	0,06	13,1	1,4	0,01	0,003	0,06	0,7	0,008	0,004
Профіль 8-8, профіль П-П КС																
66	13	Szolnok	21,79	0,0113	0,008	0,64	0,64	0,05	14,2	1,3	0,02	0,003	0,05	0,6	0,008	0,005
67	14	Kenderes	21,81	0,0117	0,009	0,61	0,61	0,05	13,6	1,2	0,02	0,001	0,01	0,7	0,003	0,001
68	15	Debrecen	21,79	0,0131	0,003	0,75	0,75	0,06	14,1	1,3	0,03	0,001	0,02	0,6	0,007	0,002
69	16	Nyiregyháza	21,77	0,0134	0,007	0,61	0,61	0,03	15,4	1,4	0,04	0,004	0,05	0,8	0,004	0,005
70	17	г. Tisa	21,81	0,0119	0,008	0,59	0,59	0,04	13,6	1,2	0,02	0,007	0,04	0,7	0,003	0,004
71	18	Чоп, Україна	21,03	0,0137	0,06	0,35	0,35	0,06	13,5	1,7	0,003	0,003	0,06	1,4	0,003	0,003
72	19	Ужгород	21,07	0,0187	0,07	0,41	0,41	0,09	65,1	6,4	0,004	0,005	0,09	2,7	0,009	0,005
73	20	Великий Березний	21,81	0,0112	0,003	0,016	0,016	0,001	15,4	0,4	0,003	0,001	0,03	0,9	0,001	0,001
74	21	Nova Sedlica, Словаччина	21,79	0,0116	0,004	0,017	0,017	0,003	13,2	1,2	0,001	0,002	0,02	0,3	0,002	0,001
75	22	Wetina, Польща	21,77	0,0117	0,003	0,019	0,019	0,003	12,1	0,9	0,002	0,007	0,03	0,7	0,001	0
76	23	г. San	21,81	0,003	0,005	0,021	0,021	0,01	14,2	1,4	0,003	0,003	0,01	0,6	0,001	0
77	24	Jasień	21,82	0,0116	0,003	0,116	0,116	0,03	15,6	0,6	0,001	0,004	0,02	0,4	0	0,001
<i>Продовження таблиці 1.1</i>																

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
78	25	Przemysl	21	0,02	0,1	0,4	0,1	0,05	63	5,4	0	0	0,1	3,4	0,023	0,01
79	26	Jaroslaw	21,1	0,02	0	0,3	0	0,06	54	5,9	0	0	0,1	3,5	0,016	0,01
80	27	Nowy Lubliniec	21,8	0,01	0	0	0	0,003	12	1,3	0	0	0	1	0	0
Профіль 9-9, профіль III-III КС																
81	28	Чорноголова, Україна	21,8	0,01	0	0	0	0,003	12	1,4	0	0	0	0,9	0,001	0
82	29	Утокський перевал	21,8	0,01	0	0	0	0,001	17	1,7	0	0	0,1	1,3	0,001	0
83	30	Турка	21,8	0,01	0	0	0	0,006	17	1,9	0	0	0	1,2	0	0
84	31	Борислав	21	0,04	0,1	0,6	0,1	0,09	69	6,4	0	0	0,1	4,3	0,009	0
85	32	Комарно	21,8	0,02	0	0	0	0,002	1,4	1,5	0	0	0	0,8	0,001	0
86	33	Львів	20,6	0,04	0	0,6	0,1	0,07	61	6,5	0	0	0,1	3,4	0,007	0
87	34	Куликів	21,8	0,01	0	0	0	0,001	1,2	1,6	0	0	0	0	0	0
88	35	Великі Мости	20,2	0,04	0,1	0,7	0	0,06	65	6,3	0	0	0,1	1,6	0,003	0
89	36	Червоноград	20	0,04	0,1	0,6	0,1	0,07	71	7,2	0	0	0,1	1,9	0,002	0
Профіль 9-9																
90	51	Ковель	20,2	0,05	0,1	0,7	0,1	0,04	71	6,4	0	0	0,1	1,4	0,004	0
91	52	р. Прип'ять	21,8	0,01	0	0	0	0,004	1,2	1,7	0	0	0,1	0,8	0,001	0
92	53	Писк, Білорусь	20,2	0,05	0,1	0,7	0,1	0,05	75	6,3	0	0	0,1	1,5	0,004	0
Профіль 10-10																
93	54	Valjevo, Югославія	21,2	0,01	0	0	0	0,005	1,7	1,9	0	0	0	0,9	0,003	0
94	55	Beograd	20,2	0,04	0	0,1	0,1	0,016	81	9,6	0	0	0	6,3	0,031	0
95	56	Timisoara, Румунія	20,2	0,03	0	0,7	0,1	0,03	15	3,4	0	0	0,1	1,4	0,004	0
96	57	Arad	21,9	0,01	0	0	0	0,001	0,9	0,6	0	0	0	0,6	0,002	0
97	37	Osadea	20,4	0,03	0,1	0,6	0	0,003	16	6,1	0	0	0,1	1,6	0,006	0,01
98	38	Marghita	21,8	0,01	0	0,3	0	0,01	15	1,4	0	0	0	0,3	0,001	0
<i>Продовження таблиці 1.1</i>																

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Профіль 10-10, профіль IV-IV КС																
99	39	Carei	21,8	0,01	0	0,3	0	0,02	11	1,2	0	0	0	0,6	0	0
100	40	Szatmareseke, Угорщина	21,8	0,02	0	0,2	0	0,01	12	1,6	0	0	0	0,4	0	0
101	41	Берегове, Україна	21,6	0,01	0	0,2	0	0	11	1,1	0	0	0	0,5	0	0
102	42	Мукачеве	20,2	0,04	0	0,7	0,1	0,03	16	7,1	0	0	0,1	1,6	0,004	0,01
103	43	Поляна	21,8	0,01	0	0	0	0,001	4,3	1,2	0	0	0	0,9	0	0
104	44	Верецький перевал	21,8	0,02	0	0	0	0,003	6,5	0,9	0	0	0	0,7	0	0
105	45	Сколе	21,8	0,01	0	0,1	0	0,006	5,4	0,8	0	0	0	1,3	0	0
106	46	Стрий	20,2	0,03	0	0,8	0	0,01	4,6	7,8	0	0	0,1	3,6	0,001	0
107	47	Новий Розділ	21,03	0,036	0,07	0,35	0,06	0,09	68,1	6,4	0,011	0,003	0,06	0,9	0,007	0,004
108	48	Перемишляни	21,16	0,012	0,03	0,09	0,01	0,013	14,3	3	0	0,001	0,01	3,4	0,001	0
109	49	Олесько	21,8	0,013	0,04	0,04	0,02	0,014	15,4	2,1	0	0,001	0,02	3,6	0	0
110	50	Броди	21,32	0,016	0,03	0,75	0,04	0,015	70,1	3,6	0	0	0,06	5,6	0	0
Профіль V-V КС																
111	51	Satu Mare, Румунія	20,12	0,039	0,21	0,95	0,07	0,13	71,4	6,9	0,003	0,003	0,09	3,4	0,021	0,016
112	52	Tarna Mare	21,8	0,013	0,01	0,03	0	0,001	0,9	1,4	0	0,001	0	0,3	0	0
113	53	Хуст, Україна	21,64	0,012	0,02	0,05	0	0,001	0,8	1,2	0	0,001	0	0,2	0	0
114	54	Міжгір'я	21,95	0,011	0,03	0,06	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0
115	55	Верхній Бистрий	21,88	0,016	0,01	0,01	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0
116	56	Вишівський перевал	21,16	0,009	0,01	0,01	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0
117	35ІФ	Долина	20,13	0,041	0,09	1,16	0,04	0,12	64,3	9,2	0,013	0,012	0,15	1,4	0,016	0,012
118	39ІФ	Калуш	20,16	0,031	0,08	0,95	0,14	0,13	69,3	10,1	0,021	0,013	0,14	1,2	0,015	0,013
119	20ІФ	Бурштин	20,09	0,142	0,09	0,69	0,03	0,15	95,1	6,4	0,031	0,016	0,13	1,6	0,018	0,012

Закінчення таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Профіль VI-VI																
120	57	Baia Mare, Румунія	20,01	0,149	0,19	0,95	0,13	0,11	69,3	9,2	0,009	0,014	0,016	0,007	0,009	0,003
121	58	Izvoarele	21,81	0,001	0,001	0	0	0,001	1,2	0,9	0	0	0	0	0	0
122	59	Signetu Marmatiei	21,78	0,003	0,002	0	0	0,001	1,4	0,8	0	0	0	0	0	0
123	60	Водиця, Україна	21,95	0,013	0,003	0	0	0	1,3	0,6	0	0	0	0	0	0
124	61	Хр.Свидовець	21,64	0,009	0,004	0	0	0	2,6	0	0	0	0	0	0,001	0
125	77ІФ	Пасічна	20,16	0,043	0,09	1,12	0,05	0,12	96,3	9,2	0,016	0,012	0,15	1,3	0,015	0,012
126	65ІФ	Богородчани	20,31	0,042	0,08	1,16	0,06	0,13	71,4	10,3	0,015	0,013	0,16	1,2	0,016	0,013
127	41ІФ	Івано-Франківськ	20,51	0,018	0,09	0,073	0	0	31,4	4,6	0	0,001	0,001	0,003	0,004	0,003
Профіль II-II																
128	58	Vidin, Болгарія	21,79	0,013	0,003	0,003	0	0,004	1,3	1,5	0,03	0,003	0,001	0,8	0,001	0,002
129	59	Rogojel Зумунія	20,01	0,039	0,026	0,061	0,08	0,014	81,6	10,1	0,03	0,015	0,12	6,1	0,017	0,019
130	60	Petrosani	20,09	0,041	0,031	0,069	0,09	0,016	80,3	9,2	0,04	0,016	0,13	7,2	0,012	0,016
131	61	Zlatna	21,81	0,016	0,003	0,008	0	0,004	0,03	1,4	0,003	0,004	0,003	1,2	0,003	0
132	62	Cluj-Napoca	20,06	0,033	0,023	0,061	0,06	0,04	75,3	8,4	0,005	0,015	0,16	6,1	0,013	0,015

* 35 ІФ - геоекологічні полігони регіонального екологічного моніторингу Івано-Франківської області

* І-І КЄ - профіль І-І системи екомоніторингу Карпатського Євро регіону

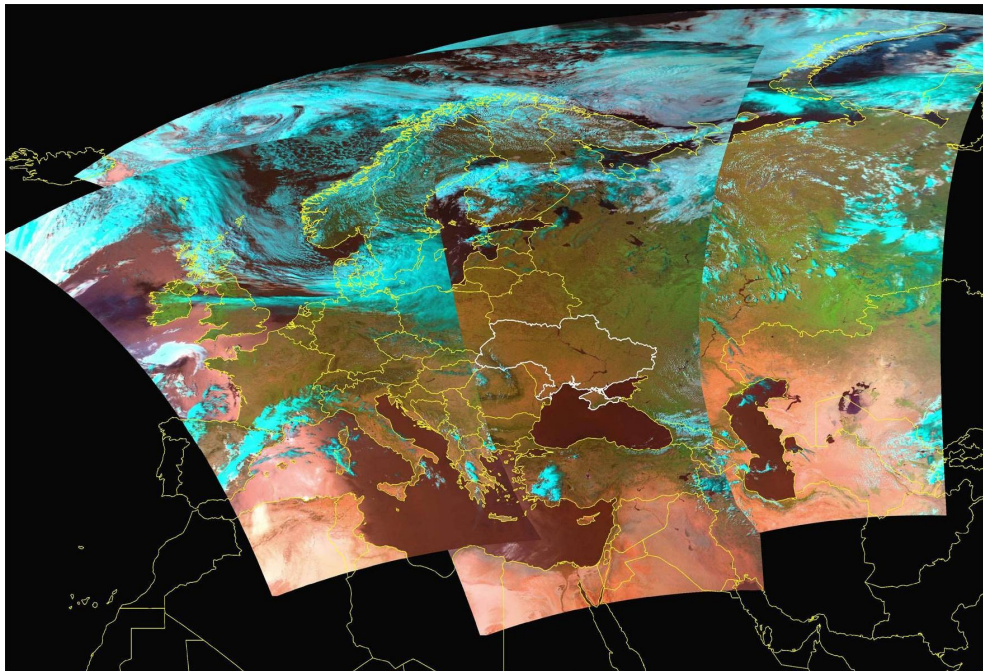


Рис. 1.3. Супутникові знімки району досліджень [17]

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

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

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

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

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

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

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

Така ж закономірність характерна і для використання лісових ресурсів. При цьому відмічається, що інтенсивна заготівля деревини у Карпатах максимально помітна на фоні інших територій Європи. Найбільші промислові порушення навколишнього середовища спостерігаються в містах-мільйонерах, у гірничовидобувних районах Рудних гір, західної Чехії, південної Польщі, де максимально розвинуті вугільновидобувні, енергетичні та хімічні виробництва. Це – Лейпцігсько-Гальський буровугільний (відкриті розробки) район з хімічною і енергетичною промисловістю, південь бувшої НДР з буровугільною (відкриті розробки) і енергетичною промисловістю; південно-західний Чеський промисловий будівельно-металургійний район; район Легніци у Польщі з гірничовидобувною і мідно-металургійною промисловістю; Остравський, Верхньо-Сілезький і Катовіце-Краківський промислові райони з виробництвом кам'яного вугілля, чавуну, сталі та енергії. У цій же зоні знаходяться і найбільш забруднені столиці Прага і Будапешт, а також Краков, Любляна, Загреб. Ця «напруга» зумовлена тим, що в указаних зонах знаходиться 40 із 50 найбільших у Європі джерел викидів SO_2 в атмосферу, що добре видно на космічних знімках.

Річки з чистою водою у Центральній та Східній Європі є тільки у високогірних районах, а на решті території більшість поверхневих водотоків не придатні для питного водоспоживання, тобто відносяться до IV-V класів якості води. Вода Дунаю відносно чиста лише вище Відня (3 категорія). На території Росії, Білорусі і Молдови – така ж картина: більшість водотоків забруднені, а половина малих річок деградована, або перетворена у меліоративні канали.

Прибережні води Балтики сильно забруднені, особливо поблизу Щеціна, Гданська, Калінінграду. Дуже гостра проблема забруднення вод Чорного моря біля Одеси, Бургаса, Констанци, де стічні води або зливаються в море, або періодично прориваються із-за аварій на каналізаційних системах.

Проблема деградації ґрунтів особливо характерні для України і Молдови. Ерозійні процеси розвиваються в Чехії, на території бувшої НДР. Дуже важкі наслідки мають південні степові райони України і Молдови із-за неправильного зрошення: засолення і підтоплення земель та ін.

В цілому можна відмітити, що інтенсивність і ефективність природокористування зменшується з заходу на схід, а деградація, як результат неправильного поводження з природою, зростає. Забруднення атмосфери і вод сконцентровано навпаки у західних районах Європи.

Із міждержавних екологічних проблем відмітимо наступні. Більше половини емісій забруднюючих речовин, особливо SO_2 , переноситься вітром в інші країни (табл. 1.2). Концентрація трансграничних екологічних проблем існує у приграничних районах між

Німеччиною, Польщею і Чехією. Північно-Чеський буровугільний басейн утворює разом з польською тепловою електростанцією Турошув та енергетичним комплексом Лаузиць обширний центр забруднення з деградацією ґрунтів та лісів. Північнорейнсько-Вестфальський промисловий район з розробкою вугілля і виробництвом енергії представляє серйозну небезпеку не тільки для населення і лісів східної Німеччини, а й для західної Польщі. Промисловий район Острава-Карвіна і Верньо-Сілезький центр навколо Катовіц є в однаковому ступені винним у забрудненні не тільки східної Польщі, а й доходить до західної України.

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

Тепер розглянемо екологічні проблеми деяких країн.

Німеччина (східна частина, бувши – НДР). Із всіх бувших соціалістичних країн НДР була найбільш промислово розвинутим регіоном, з інтенсивним сільським господарством. Останнє було найбільш хімізованим і займало по щільності поголов'я домашніх тварин друге місце в Європі після Австрії і третє місце з продуктивності рослинництва. Найбільш інтенсивно розвивався аграрний сектор на розораних степових рівнинах. Масовий розвиток гірничовидобувної промисловості (відкритий видобуток вугілля і солі), а також інтенсивне виробництво енергії та хімічних добрив нанесло значний збиток стану довкілля.

На території бувшої НДР виділяються екологічно чисті та відносно забруднені райони. До чистих відносяться Берлін і земля Бранденбург з високорозвиненою електричною промисловістю, точним машинобудуванням. Столиця Німеччини є одним із найменш забруднених метрополій у Європі. До чистих районів відноситься Тюрінгія з промисловістю високоточних приладів. І навпаки, до найбільш техногенно напружених районів віднесені Лейпцигсько-Гальський і Лаузіцький, поблизу чесько-німецького кордону. Тут працюють зверхпотужні хімічні комбінати і найбільші у Європі теплоелектростанції з 30 величезними кар'єрами бурого вугілля. Це основні забруднювачі. Низька якість вугілля робить його не вигідним для транспортування на великі відстані. Біля 80% електроенергії бувшої НДР виробляється в цих районах. Основними джерелами емісії сірчаних сполук є Лузія, Баксберг і Еншвальде. В Лейпцигсько-Гальському районі джерелами видиків є хімічна промисловість і теплові електростанції на базі бурого вугілля. Це – Шкопау, Лойна, Белей, Еспехайн, Волфен, Деліч. Лейпциг є одним із найбільш забруднених німецьких міст. На півдні бувшої Німеччини найбільш забрудненим районом є Рудні гори, де розвинута кольорова металургія, видобуток поліметалів, золота, урану. Сюди також проникають транскордонні переноси з Чехії. При цьому Рудні гори рахуються одним із популярних в ФРН рекреаційних районів. Дрезден теж не дуже екологічно чисте місто.

Порівняно із південною частиною бувшої НДР на її півночі екологічна ситуація значно краще. Зони відпочинку Балтійського узбережжя і Мекленбурзького озерного плато є екологічно чистими. А ось лесові розорані простори є ареною водної та вітрової ерозії. Надлишкове використання мінеральних добрив та отрутохімікатів привело до забруднення підземних вод, ґрунтів та сільськогосподарських продуктів.

Таблиця 1.2

Взаємні емісії SO₂ між Європейськими країнами

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

Австрія. Екологічна ситуація в Австрії не є типовою на досліджуваній території. По відношенню до своїх сусідів із пострадянських країн, вона краще розвинута технологічно та організаційно. Тут переважають невеликі підприємства з високими технологіями. Австрія – невелика країна з багатьма контрастами, зумовленими географічним положенням та мозаїчним характером її природи. Більша частина країни – не високі та середні гори. Тільки північні та південно-східні Передальпи, а також рівнинні та горбисті місцевості на північному сході характеризуються розвиненим сільським господарством. Велике значення має туризм, який сконцентровано в горах та навколо озер. Щорічна кількість туристів дорівнює кількості населення Австрії – 7-8 млн. чоловік.

Вплив промисловості на навколишнє середовище відносно не великий. Відень – найменш забруднена столиця Центральної та Східної Європи. Головні джерела промислових викидів в атмосферне повітря – в містах Лінц і Грац. Є і менші джерела у невеликих містах: Леобен, Рансхофен, Тайліц і Капфенберг.

Австрія має кращі екологічні умови, ніж інші країни – її сусіди. Це зумовлено не тільки сприятливими природно-територіальними умовами, а й впровадженням ефективних заходів захисту навколишнього середовища. Особливо важливо, що уже з 70^х років минулого століття цими питаннями займалися на підприємствах. Тому місцеві порушення стану довкілля ще збереглися, але вони значно зменшилися. Специфічні порушення стану довкілля пов'язані з індустрією туризму та транзитним транспортом, особливо в Альпах.

Інтенсивність сільськогосподарського виробництва коливається від самих високих показників, типових для європейських рівнин, до екстенсивного утримання домашніх тварин на альпійських луках. Хорошим екологічним умовам сприяє також висока (46%) лісистість території. Ліси – важлива компонента господарства країни, як джерело деревини, так їх рекреаційні та відновлювальні функції. Є в цьому і проблема: дуже високі темпи відчуження лісових земель під дороги і подрібнення лісових масивів туристичними стежками.

Заповідники розташовані у центральній частині Австрії і майже не мають можливостей для розширення із-за комплексного використання території. Природокористування обмежено тільки на високогірних територіях, які грають важливу водозбірну роль, але і там виникають екологічні проблеми із-за високого рекреаційного навантаження.

У аграрних районах, де переважно культивують кукурудзу і виноградники, розвиваються ерозійні процеси на ґрунтах. Інтенсивне тваринництво теж несприятливо діє на якість пасовищ, в тому числі і в альпійській зоні. Там же багато схилів відчужено під лижні траси. Нові лісонасадження швидкоростучими породами дерев (в основному ялина) приводить до окислення лісових ґрунтів.

Водні ресурси поки що мають найвищу якість у Європі. Але в аграрних районах спостерігається нітрифікація вод, що зумовлено надмірним використанням мінеральних добрив. Із річкової мережі найбільш забруднені ріки Мур і Фальцах.

Якість повітря у населених пунктах залежить від викидів, а також від густої мережі транспортних магістралей. Але навіть у промисловому місті Лінц якість повітря не гірше курортного Зальцбурга. Великий вплив на загальну екологічну ситуацію в Австрії мають транскордонні переноси.

Сербія, Хорватія, Словенія та інші постюгославські держави характеризуються великою строкатістю і контрастністю природокористування, що обумовлено: глибокою розчленованістю рельєфу (дві третини займають гори); різноманітністю кліматичних умов (теплий субтропічний – на Середземному морі, суворий гірський – у Динарських горах та Альпах, помірно-континентальний – на рівнинах); складна етнічна структура, велике різноманіття культур; різний рівень економічного розвитку (Словенія по виробництву продукції на душу населення перевищує у два рази цей показник усїєї бувшої Югославії).

Сільськогосподарське землекористування дуже контрастне. Максимальної інтенсивності воно досягає у субпанонському районі (60% плодівих і 50% виноградних насадів усїєї бувшої Югославії), на Адріатичному Примор'ї і у Верданській долині, де домінують рис і бавовна. Максимальна врожайність зернових – у Воеводині. У гірських районах більшість території зайнято пасовиськами, врожайність зернових тут в два рази нижче, а використання мінеральних добрив – у десять разів нижче, ніж у панонському районі.

На більшій частині території переважають дрібні селянські господарства, але більше 50% земельних угідь використовується нераціонально. Спостерігається непомірний ріст урбанізації, вилучення з аграрного сектору родючих земель. Тільки сьома частина ріллі захищена від повеней, 2,5 млн. га вражені ерозійними процесами. Лісистість висока (до 60% у Словенії, Хорватії і Боснії). В цих гірських районах проживає 25% населення, яке займається інтенсивними рубками лісу. В результаті швидко прогресує водна ерозія схилів, розвиваються селі і зсуви.

Ця територія багата корисними копалинами, розробка яких наносить велику шкоду довкіллю. Можна в цьому плані виділити чотири райони: північно-західний (північно-західна Хорватія і Словенія), де видобувають кольорові метали, їх збагачують і виплавляють, з розвинутою хімічною і нафтохімічною промисловістю і енергетикою; північно-східний район (північна Сербія, Воеводина, східна Словенія) з переважанням хімічної промисловості та машинобудування; східний район (центральна Сербія) і центральний (Боснія) райони, де розвинута гірничовидобувна промисловість та енергетика, що значно впливають на довкілля. Найбільш екологічно напружені території прилягають до міст Бора, Тітов Велесе, Тітоград, Мостар, Шибеники. Джерелами забруднення є теплові електростанції Косово, Тузле, Шоштани і Требавле. Тут використовується низькоякісне вугілля з високим вмістом сірки. Біля третини лісів вже зруйновано, із них 45% хвойних і 28% листяних. Найбільше страждають міжгірські долини і котловини. Північно-західна частина території знаходиться під впливом транскордонних переносів з Італії та інших країн. 10-40% опадів – це кислотні дощі.

Водні ресурси теж значно забруднені, особливо води Дунаю, Сави, Драви. Чиста вода є тільки у гірських районах. Але і там її запаси обмежені із-за високої частки територій з карстовими процесами. Кількість стічних неочищених вод щорічно зростає на 7%.

Тверді відходи теж турбують екологів, бо щорічно їх кількість збільшується на 2 млн. тонн. Особливо небезпечні токсичні відходи підприємств гірничовидобувної галузі та металургії кольорових металів.

Прибережні райони Адріатичного моря мають високе рекреаційне навантаження, де щорічно відпочиває 8-10 млн. чоловік. Зростає доля гірсько-лижного туризму. В вузьких гірських долинах, де сусідствують туризм і промисловість, а також в портових містах часто виникають конфліктні ситуації.

Болгарія поки що є однією із найменш забруднених країн Європи. 60% її території зайнято сільськогосподарськими землями. Лісові масиви розвинуті у гірських районах: Стара

Планина, Ріла, Родопи (30% території). Туризм вздовж чорноморського узбережжя є важливим екологічним фактором. Незважаючи на високу хімізацію сільського господарства, його продуктивність у центрі країни досягає тільки середньої для Європи величини, при цьому спостерігається велика різниця по районах.

Власних сировинних ресурсів не вистачає для розвитку промисловості та енергетики, тому користуються привозними. А це не завжди потрібна якість, що створює певну напругу екологічної ситуації. Найбільш забруднені райони пов'язані з відкритим видобутком вугілля, кольорових металів в долині р.Маріци, в районах Сишитинської Середньої гори, Лудогір'ї, Родопах. По усій території країни розкидані численні кар'єри будівельних матеріалів, які створюють певну екологічну напругу.

Великі площі розорених земель, використання важких сільськогосподарських машин, хижацькі розроблення деревини на горбистих і гірських територіях зумовили інтенсивну ерозію ґрунтового покриву. Щорічно втрачається біля 50 млн. тонн ґрунту. Використання низькоякісних енергетичних і промислових сировинних матеріалів, а також застарілих виробничих технологій викликало серйозну проблему забруднення атмосферного повітря. Вона загострюється наявністю котловин і долин з малими швидкостями вітру там, де лежать основні промислові центри: Софійський, Перникський, Златицько-Пірдопський, Пазарджиканський, Пловдивський, Варненський, Бургаський, Видінський, Русевський та ін.

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

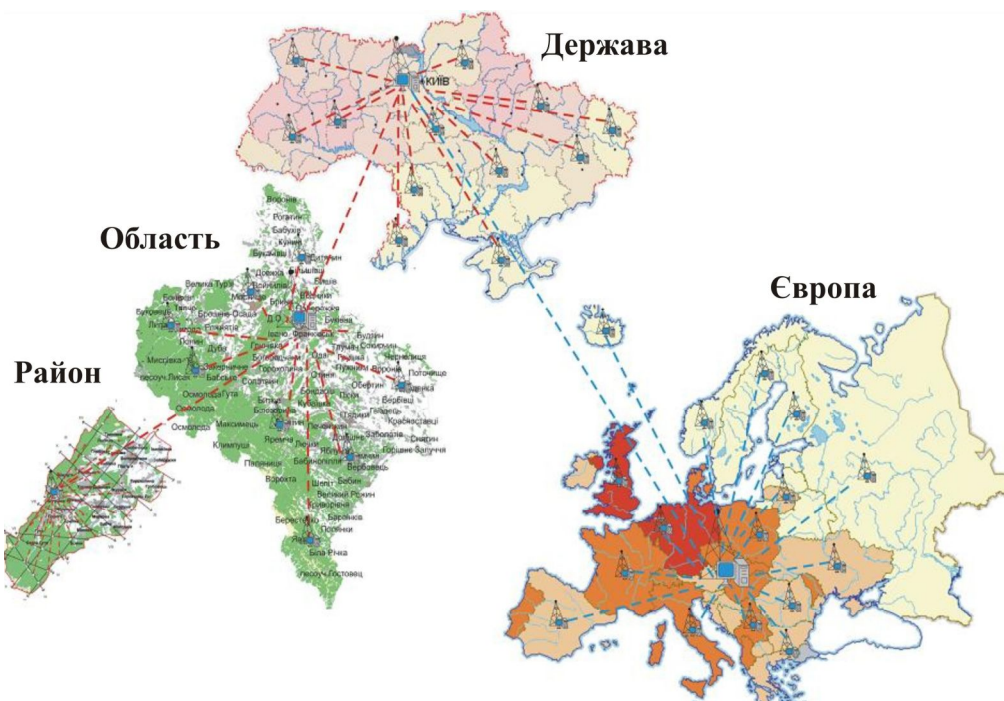


Рис. 1.4. Європейська система екологічної безпеки [17]

У кожній територіально-адміністративній одиниці, наприклад, у районі на центральний сервер в автоматизованому режимі поступає інформація з кожного геоекологічного полігону, а потім – з кожного району – на обласний сервер, з кожної області - на всеукраїнський сервер, а з кожної держави – на європейський сервер з центром, наприклад, у м.Будапешті. Таким чином здійснюється автоматизоване управління екологічною безпекою Європи, кожної держави, а в державі – областями, районами, містами і окремими підприємствами – з єдиного екологічного центру.

Висновки. Стан довкілля в країнах Центральної та Східної Європи, зафіксований на карті 1992р. за редакцією Петера Йордана та нашій 2010р., є наслідком попереднього, соціалістичного стану розвитку. Тоді емісії забруднюючих речовин, особливо SO₂, досягали свого максимуму. Країни, викидаючи шкідливі речовини в атмосферне повітря, забруднювали не тільки свою територію, а й вносили певну частку у транскордонні переноси. Враховуючи те, що на досліджуваній території переважають західні вітри (атлантичні циклони), найбільшу шкоду Центральна та Східна Європа завдала Україні, Білорусі, західним районам Росії. Так, тільки з території Польщі, за даними Міжнародного метеорологічного центру в Осло, на Україну поступає щорічно 691 тис. тонн SO₂, а в зворотному напрямі ми «поставляємо» Польщі тільки 215 тис. тонн SO₂ (табл. 1.2). За такий «несправедливий» баланс потрібно сплачувати велику грошову компенсацію, але поки що не має відповідних міждержавних механізмів із-за відсутності угод про відшкодування збитків за взаємне, але не адекватне забруднення довкілля. У майбутньому Екоєвропейському домі потрібно буде навести відповідний порядок. Ось чому наші дослідження і екологічні карти будуть мати з часом велике значення.

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

Тому впровадження таких КСЕБ на різних ієрархічних рівнях – це важлива державна задача наукових організацій, природоохоронних служб та народногосподарських підприємств. І ми віримо, що за такими системами – майбутнє!

1.2 КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ КАРПАТСЬКОГО ЄВРОРЕГІОНУ

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

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



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

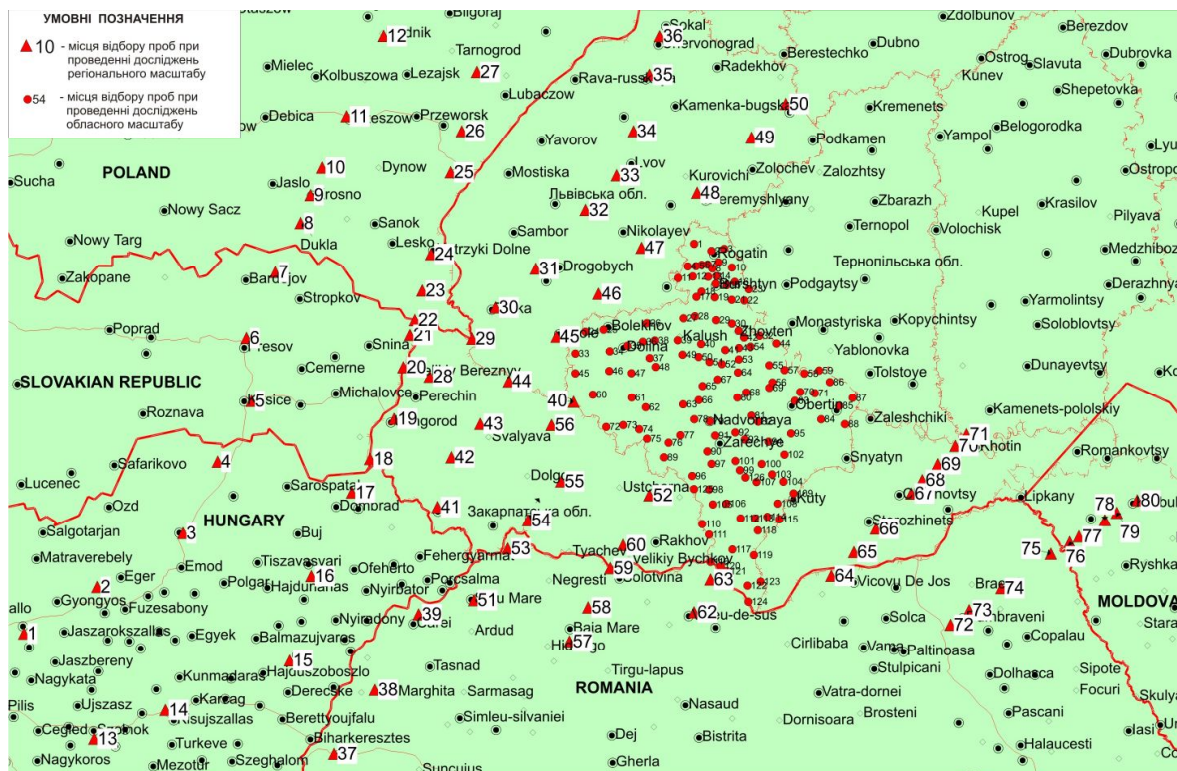


Рис. 1.6. Карта фактичного матеріалу по Карпатському Єврорегіону (Адаменко О.М., 1994) [107]

Висновки щодо сучасного стану довкілля тої чи іншої країни ми зробили на основі отриманої карти.

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

№№ проб	Компоненти довілля	I клас токсичності									II клас токсичності						III клас токсичності					
		As	Cd	Hg	Be	Pb	Zn	F	Tl	Be	B	Co	Ni	Mo	Cu	Sb	Cr VI	Ba	V	W	Mn	Sr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	грунт	0,006	0,001	0,002	0,008	0,064	0,135	0	0	0	0,144	0	0,135	0	0,61	0	0,118	0,144	0	0	0,34	0,011
	вода поверхнева	0,001	0	0	0	0,017	0,114	0	0	0,148	0,114	0	0,161	0	0,83	0	0,118	0,191	0	0,136	0,61	0,065
	вода ґрунтова	0,007	0	0,007	0,003	0,112	0,163	0	0,143	0,148	0	0	0	0	0	0,166	0,118	0,34	0	0,116	0,85	0,114
	донні відклади	0,021	0,001	0,003	0,016	0,114	0,127	0,006	0,113	0	0,181	0,116	0	0,114	0,06	0,143	0,114	0	0,161	0	0,43	0,066
	повітря	0,035	0,003	0,017	0,019	0,118	0,165	0,009	0,017	0	0,147	0,181	0	0,9	0,09	0,136	0,143	0	0	0,126	0,64	0,013
	сніг	0	0	0,061	0,013	0,064	0,036	0,001	0,003	0	0,009	0,114	0	0	0,06	0,144	0	0,116	0	0,139	0,75	0,064
рослини	0	0	0,003	0,011	0,036	0,016	0	0	0	0,034	0	0	0	0,04	0,116	0	0	0	0,175	0,34	0,116	
2	грунт	0,003	0,003	0,006	0,018	0,036	0,018	0	0	0	0,066	0,148	0	0	0,41	0,163	0	0	0,155	0,114	0,66	0,112
	вода поверхнева	0,018	0,016	0,015	0,013	0,114	0,034	0,135	0	0,118	0,134	0	0	0	0,29	0	0,119	0	0	0,165	0,43	0,213
	сніг	0,013	0,013	0,004	0,064	0,161	0,041	0	0	0	0,165	0	0	0	0,63	0	0,143	0	0	0,149	0,36	0,004
	рослини	0	0	0,001	0,003	0,003	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0,65	0,003
3	грунт	0	0	0	0	0,114	0,63	0	0	0	0	0	0	0,16	0	0	0	0	0	0,31	0,017	
	вода поверхнева	0	0	0	0	0,191	0,35	0	0	0,135	0	0,164	0,017	0	0,09	0,118	0,139	0,144	0	0	0,64	0,034
	вода ґрунтова	0	0	0	0	0,136	0,18	0	0	0,124	0	0,131	0,161	0	0,08	0	0	0	0	0	0,34	0,118
	донні відклади	0	0	0	0	0,143	0,31	0	0	0	0	0	0	0	0,61	0	0	0	0	0	0,39	0,129
	повітря	0	0	0	0	0,116	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0,98	0	0	0	0	0	0,65	0,114
	сніг	0	0	0	0	0,073	0,64	0	0	0	0	0	0	0	0,61	0	0	0,135	0,144	0	0,98	0,119
рослини	0	0	0	0	0,036	0	0	0	0,143	0,112	0,108	0	0,135	0,86	0	0	0,143	0,118	0	0,65	0,113	
4	грунт	0	0	0	0	0,116	0,031	0	0	0	0,138	0,141	0	0,124	0,31	0	0	0,128	0,131	0	0,24	0,016
	вода поверхнева	0	0	0	0	0,113	0,64	0	0	0,135	0	0,149	0	0,136	0,65	0	0,013	0,111	0,034	0	0,16	0,143
	повітря	0	0	0	0	0,115	0,06	0	0	0,163	0	0,135	0	0,149	0,39	0	0,013	0,0129	0,011	0	0,81	0,136
5	грунт	0,013	0,006	0,071	0,003	0,009	0,135	0,114	0	0,138	0	0,126	0	0,128	0,04	0	0,134	0,114	0,016	0	0,66	0,149
	вода поверхнева	0,071	0,008	0,063	0,003	0,013	0,124	0	0	0,175	0	0,168	0	0,114	0,09	0	0,126	0	0	0	0,25	0,118
	вода ґрунтова	0,036	0,016	0,031	0	0,075	0,071	0	0	0,134	0	0,155	0	0,161	0,29	0	0,135	0,114	0	0,158	0,29	0,111
	повітря	0	0	0	0	0,036	0,006	0	0	0,186	0,134	0,118	0,112	0,121	0,14	0,113	0,181	0,116	0	0,135	0,31	0,069
6	грунт	0,11	0,43	0,03	0,07	1,64	2,32	0,003	0	0,07	0,31	0,44	0,63	0,17	2,3	0,006	0,01	0,43	0,01	0,03	14,2	0,02
	вода поверхнева	0,31	0,16	0,03	0,01	1,84	2,24	0,07	0,13	0,09	0,01	0,36	0,61	0,16	2,7	0,09	0,03	0,16	0,01	0,03	16,1	0,01
	вода ґрунтова	0,43	0,41	0,01	0,03	1,31	2,39	0,11	0,11	0,01	0,16	0,16	0,29	0,21	2,8	0,11	0,02	0,39	0	0	21,2	2,03
	повітря	0,16	0,37	0	0	0,01	0,41	0,14	0,24	0,11	0,24	0,09	0,24	0,19	2,4	0,23	0,003	0,24	0	0	19,3	2,161
	рослини	0,03	0,09	0	0	0,02	0,19	0,09	0	0,03	0,01	0,03	0,16	0,09	2,9	0,16	0	0,09	0	0	16,1	2,31
7	грунт	0,33	0,47	0,03	0,11	1,16	1,86	0,12	0,36	0,64	0,13	0,16	0,34	0,11	2,1	0,13	0	0,64	0,03	0,09	17,3	2,47
	вода поверхнева	0,22	0,71	0,06	0,16	1,24	1,34	0,13	0,14	0,39	0,21	0,24	0,26	0,12	2,3	0,17	0,03	0,03	0,07	0,01	10,2	1,94
	повітря	0,16	0,83	0,01	0,31	1,87	2,64	0,31	0,71	0,41	0,24	0,39	0,19	0,26	2,5	0,18	0,01	0,41	0,01	0,02	9,1	1,76
8	грунт	0,46	0,93	0,31	0,64	1,80	2,39	0,16	0,16	0,09	0,64	0,37	0,24	0,11	2,1	0,19	0,11	0,27	0,03	0	13,6	1,84
	вода поверхнева	0,73	0,16	0,13	0,14	1,3	2,43	0,31	0,34	0,16	0,19	0,18	0,21	0,21	2,9	0,13	0,13	0,16	0,03	0	13,9	0,03
	повітря	0,09	0,03	0	0	0	0,03	0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,09	0,24	2,2	0,16	0,01	0,19	0	0,03	11,2	0,02
9	грунт	0,16	0,24	0,09	0,03	1,24	2,47	0,03	0,03	0,07	0,27	0,39	0,63	0,15	2,4	0,07	0,01	0,24	0,02	0,01	16,2	0,94
	вода поверхнева	0,14	0,19	0,07	0,01	2,16	3,16	0,04	0,03	0,06	0,31	0,41	0,65	0,17	2,3	0,01	0,01	0,36	0,01	0,01	17,4	0,16
	повітря	0,21	0,27	0,03	0,02	2,94	2,98	0,02	0,03	0,01	0,16	0,45	0,34	0,19	2,6	0,03	0	0,44	0	0	15,2	1,64

Усього в базі даних 199 проб

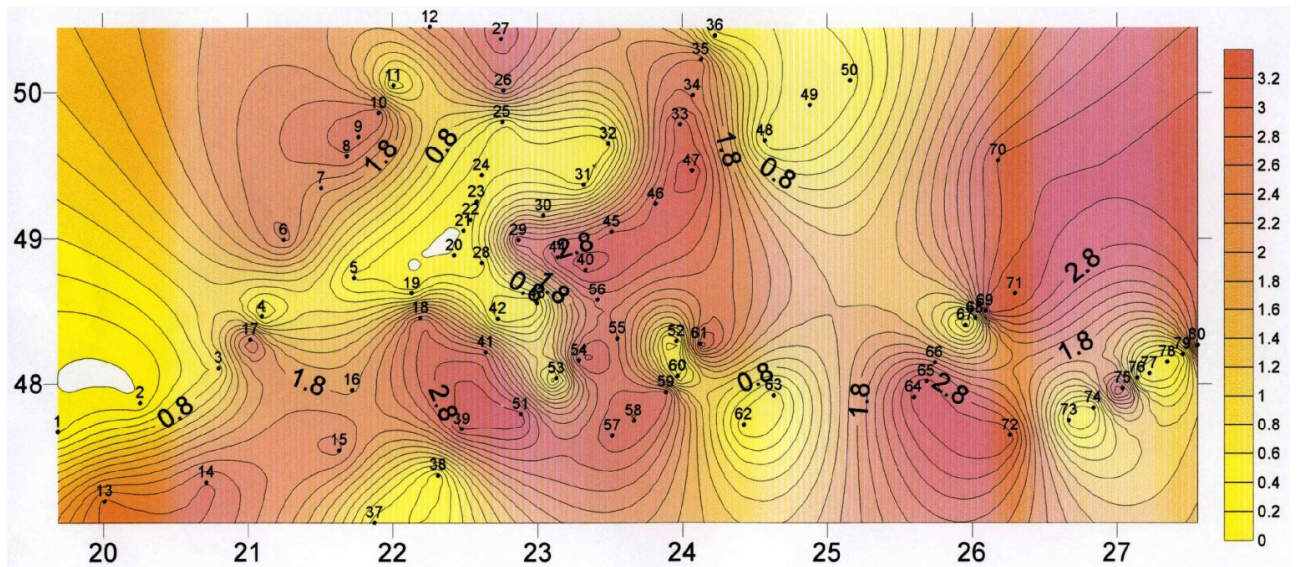


Рис. 1.7. Карта забруднення ґрунтів Zn на території Карпатського Євротрону

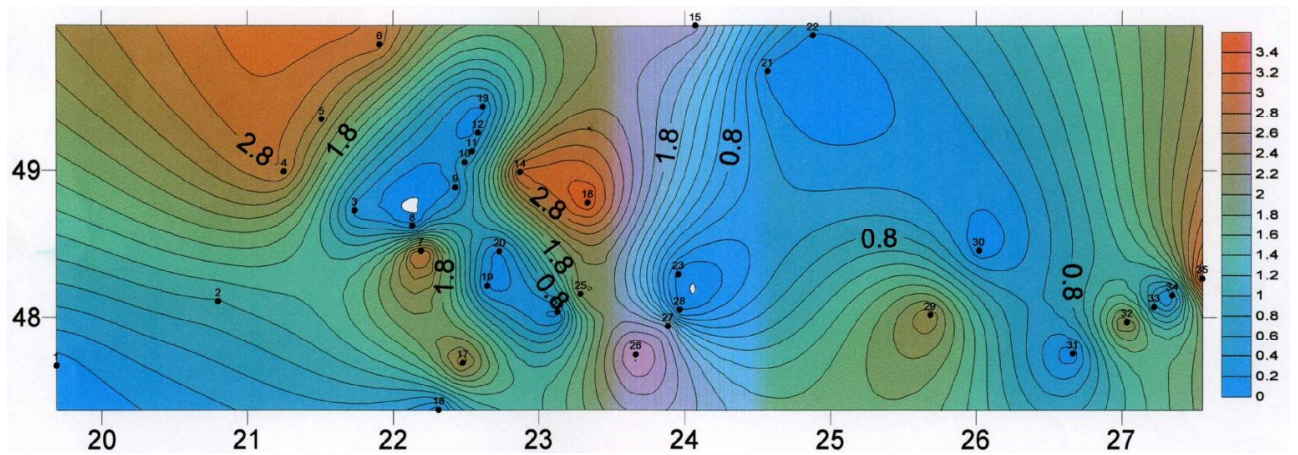


Рис. 1.8. Карта забруднення повітря Si

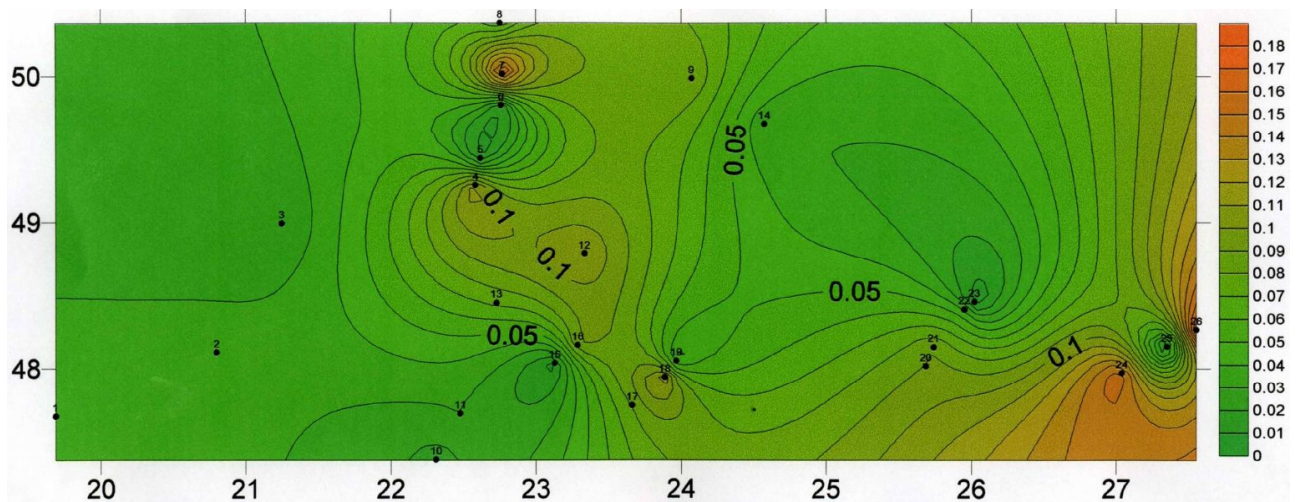


Рис. 1.9. Карта забруднення рослинності Pb

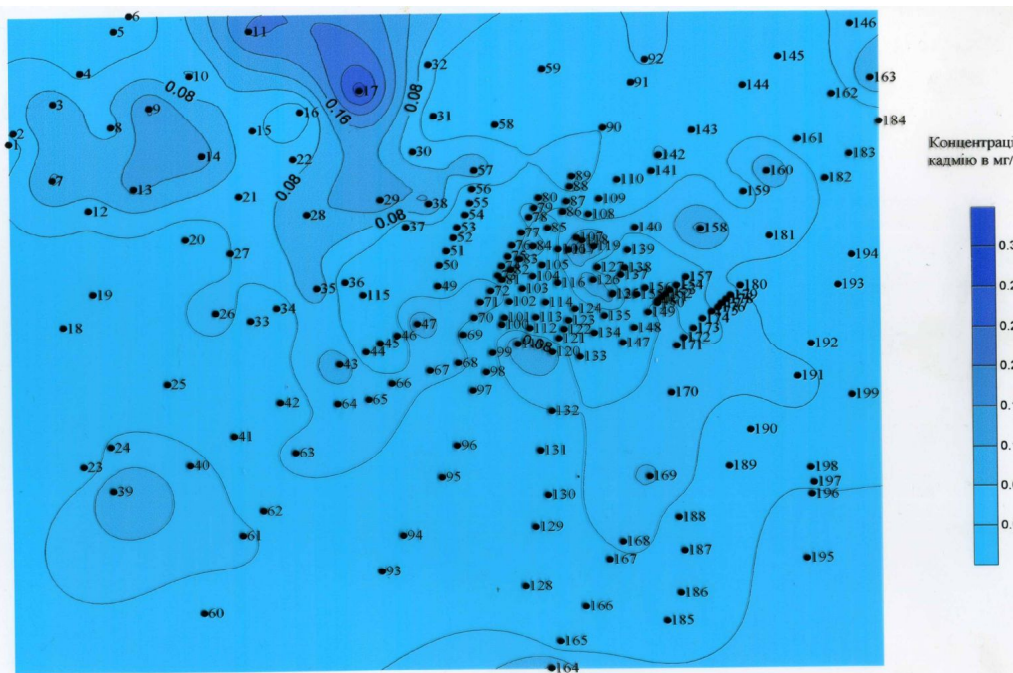


Рис. 1.10. Схема розповсюдження кадмію в ґрунтах Центральної і Східної Європи і більш детально в межах Карпатського Євросерегіону [107]

Польща. Відрізняється від сусідніх країн за структурою землекористування високою часткою приватних господарів, що з точки зору охорони довкілля є позитивним. Характерна мозаїчна структура угідь з різноманітною спеціалізацією. Численні островні сади, пасовиська, луки, сінокоси затримують ерозію ґрунтів. В цілому порушення природних і аграрних ландшафтів незначне і воно зменшується у східному напрямку. Використання мінеральних добрив і пестицидів незначне, а показники урожайності теж невисокі. Поблизу міст інтенсивність землекористування та навантаження на ґрунти помітно зростає. Лісові масиви займають до 28% території країни, що є оптимальним для захисту навколишнього середовища. Але і вони зазнають деградації під впливом викидів в атмосферу. При цьому від 40 до 50% хімічного забруднення Польщі формується за її межами. Показники валового забруднення (пил – 3,5, SO₂ – 7,4, NO₂ – до 2,5 млн. тонн за рік) – середні за європейськими мірками.

В багатьох воєводствах бракує питної води: центральні і східні райони, а також Верхня Сілезія і Краків, де переважає промисловий та комунально-побутовий розхід поверхневих і підземних вод. Якість річкової води дуже низька. 42% відноситься до 4 категорії, а чиста вода є лише в Татрах. У 80^{ті} роки минулого століття стан прибережних вод Балтійського моря був визнаним катастрофічним. Пізніше, завдяки прийнятим заходам з очистки стічних вод, ситуація покращилась.

Найбільш екологічно напружена ситуація склалась на півдні країни: Судети (міждержавне забруднення з Чехії і Німеччини), долина р.Одер з містами Вроцлав і Ополе, а також Верхня Сілезія і регіон Кракова з видобутком кам'яного вугілля, цинку, олова, виробництвом енергії. Разом із сусідніми промисловими районами Чехії і Словаччини тут склався один із найбільш екологічно напружених районів Європи. В долині верхньої Вісли значну шкоду наносив видобуток сірки у Тарнобжегу. Зараз тут проводять реабілітацію кар'єрів та відновлення ландшафтів. На заході Польщі значну шкоду довкіллю завдає видобуток та переробка мідних руд у Любин-Глогуві.

Найкращий стан довкілля у Підлязці, частині Мазовши і Мазурак, де активно розвивається рекреаційно-туристична індустрія.

Європейська частина Росії і Білорусь – це величезна територія з різноманітними природними ресурсами, колись безкоштовними, і думалось, безграничними, швидкий розвиток промисловості, відсутність регламентації природокористування, – усе це привело до швидкої деградації земельних, сировинних і паливних ресурсів. Багато брали від природи

і ці країни почали постійно відчувати дефіцит сировини і продовольства. Причина – в стратегії економічного розвитку гігантського СРСР, в хижацькому використанні природних ресурсів. І хоча це вже усім відомо, уряди цих країн ще не знайшли ефективних заходів протидіяти цьому.

Дуже гостро стоять проблеми сільськогосподарського природокористування. Створення крупних колективних господарств (тільки 2,5% угідь знаходились у приватній власності) привело до втрати історичних традиційних форм господарювання, зниження мотивації праці. В результаті – понижена порівняно з іншими країнами Європи продуктивність сільського господарства.

Найважливішими екологічними проблемами є деградація земель під впливом надмірного розорювання, вітрової і водної ерозії, неправильного ведення меліорації земель, великі масиви земель, використання важкої техніки. Еродованість ґрунтів на розчленованих просторах досягає 10-20 т/га. В Білорусі починається засолення ґрунтів, що ніколи не було характерним для цієї країни. В деяких районах, особливо поблизу крупних міст, відбувається затоплення земель. На Поліссі, в долині р.Припять, осушення торф'яників викликало надмірну мінералізацію і втрату родючості ґрунтів.

Велику екологічну небезпеку викликає забруднення великих і малих рік. Їх вода – низької якості. Відноситься до 4-6 категорій, не придатна не тільки для питного, а навіть для комунально-побутового і рекреаційного використання. Малі ріки та штучні водосховища потрапляють від неочищених стоків тваринницьких комплексів та низької екологічної культури населення.

Забруднення повітря у Європейській частині Росії і в Білорусі не має такої напруги, як у Центральній Європі. Це пов'язано з невеликою площею та інтенсивністю техногенних джерел викидів. Найбільші з них розташовані в Естонії, Санкт-Петербурзі, Москві, Мінську, Гомелі. Важливу роль грають також «кислотні» дощі, обумовлені транскордонними переносами вітрів із заходу. Тільки за літній період на територію бывшего СРСР поступає більше 4,5 млн. тонн SO₂.

Особливе місце займають проблеми радіаційного забруднення від Чорнобильської катастрофи. Тільки в Білорусі 1/5 території вражена Cs₁₃₇. В Україні радіація розповсюдилась на 300 км на захід і на 400 км на південний захід (до Снятинського району Івано-Франківської, Кіцманського та Заставнівського районів Чернівецької областей). В Російській Федерації радіаційно забруднені землі Брянської області. Радіаційному враженню піддалися 5 млн. чоловік, із них 1,8 млн. в Україні, 2,4 млн. в Білорусі і біля 1 млн. в Росії. Ця проблема буде ще довго хвилювати наші народи, тому чорнобильську «загрозу» потрібно весь час моніторити і шукати ефективні методи очистки ландшафтів та оздоровлення населення.

Румунія довгий час була закритою країною і екологічні проблеми були невідомі широкому загалу Європи. В той же час достатньо велика територія (237 500 км²) і немала кількість населення (22, 5 млн. чоловік) створювали екологічну загрозу сусіднім державам.

Дуже швидка індустріалізація, розробка родовищ нафти і газу, вугілля, концентрація промисловості у крупних містах, застаріла технологія і відсутність ефективних очисних споруд, – усе це привело до значних порушень навколишнього середовища. Щорічно у повітря викидається 135 млн. тонн CO₂, біля 2 млн. тонн SO₂, 2,5 млн. тонн фенолу та інших шкідливих речовин. Основні джерела забруднення – хімічні та нафтохімічні підприємства Бухаресту, Пітешти, Онешти, Плоєшті, кольорова металургія в Бая Маре, Копша Міке, Ораде і Слатині, а також крупні теплові електростанції в Туречині, Кіскані, Мантія-Дева, Рогожею, Ішальниця. Розкиданість джерел викидів по всій країні сприяє формуванню численних, хоча і невеликих за площею, ареалів забруднення повітря. Тому більше 10% території Румунії, де проживає 4,5 млн. мешканців, знаходиться у передкризовому екологічному стані. А 1,5 млн. людей постійно хворіє з екологічних причин.

Поверхневі води теж забруднені: на 30,5% - це 4-5 категорія якості. В деяких районах забруднені також підземні води (Бакеу, Прахов).

Значні проблеми мають земельні ресурси: окислення, підтоплення, засолення, водна ерозія на площі 5 млн. га, ерозія ґрунту на 1 млн. га перевищує 10 тонн з гектару. Щорічно

втрачається 1,5 млн. тонн гумусу. Значне хімічне навантаження на ґрунти обумовлене спробою інтенсифікувати агропромислове виробництво.

Угорщина. Відрізняється дуже високою інтенсивністю сільськогосподарського виробництва з використанням мінеральних добрив. Врожайність зернових – одна із самих високих у Європі (48-55 центнерів з гектару). Рівнинні території країни, а їх майже половина, складають великий контраст щодо впливу на довкілля порівняно з промисловими центрами у гірсько-горбистих місцевостях.

Столиця Будапешт (1/5 населення із 10,6 млн. чоловік і 1/3 зайнятого у промисловості) концентрує велику кількість підприємств хімічної, нафтохімічної та інших шкідливих для навколишнього середовища галузей. Це також підсилюється густою мережею транзитних транскордонних магістралей. Тому Будапешт – одне із самих забруднених міст Європи.

Багато екологічних проблем Угорщини пов'язано з її географічним розташуванням всередині Карпатської гірсько-складчастої дуги. В цій котловині збираються численні транзитні водотоки, вже забруднені на територіях інших країн. Під їх впливом формуються артезіанські підземні води, верхні горизонти яких забруднені мінеральними добривами, пестицидами, важкими металами. Більшість артезіанських свердловин вже не придатні для питного водопостачання.

Висока щільність населення (112 чол/км²) при відсутності заходів з захисту довкілля (будівництва ефективних очисних споруд, ліквідація несанкціонованих смітників та ін.) зумовило виникнення ряду локальних, але іноді критичних екологічних ситуацій.

Найбільша забрудненість повітря спостерігається в Будапештській агломерації. В котловині Тата, в долині р.Шайо з центром у м.Мішкольц, а також у промислових центрах Вац, Дорог, Дунайварош, Дер, Печ, Аніка, Варпалота та ін. райони з забрудненим повітрям охоплюють 11% території країни, де проживає 44% її населення. На березі самого крупного у Європі озера Балатон (600 км²) відпочиває під час одного літнього week end до 800 000 чоловік. Але і сюди досягають викиди промислових емісій. Негативний вплив на природні екосистеми здійснює осушення боліт, які раніше слугували природними фільтрами. Із-за цього вода в Балатоні починає евтрифікуватись, деінде озеро заростає.

Значну шкоду природі Угорщини нанесла економічна стратегія СРСР у 50^х-60^х роках минулого століття. Виникли великі металомісткі підприємства, які почали «давати» на природне середовище. Помилкові рішення про переорієнтацію промисловості на привозну нафту і послідовне закриття вугільних шахт не сприяли вирішенню енергетичної кризи. Пізніше «провалився» і проект видобутку вугілля і бокситів, залягаючих одне на одному в Задунайському Середньогір'ї, тому що це потребувало великих обсягів осушення, зниження рівня карстових вод і ін. Негативну роль зіграв і проект будівництва гідроелектростанцій Габчиково-Надьмарош, який викликав міжнародний конфлікт.

Сільське господарство Угорщини довгі роки було ефективним і завоювало ринки у Європі. Але швидко стало зрозумілим, що його інтенсифікація на основі хімізації нанесла велику шкоду довкіллю, яку виправляють і тепер, при переході до малих і середніх власників землі і поверненню до традиційних, історичних методів вирощування сільськогосподарських культур.

Транскордонні забруднені зони виникли також вздовж кордонів Угорщини і Словаччини із-за будівництва комплексної гідроелектростанції Габчиково-Надьмарош. Воно було розпочато без попередньої екологічної експертизи, що привело потім до серйозних екологічних, економічних і політичних наслідків. Теж саме зараз відбувається у зоні можливого будівництва каналу Дунай – Чорне море в Одеській області, де українські екологи рішуче протестують проти порушення екосистем біосферного заповідника, а румуни прогнозують серйозні трансформації дельти Дунаю.

Висновки. Отже, у Карпатському Євросередині, як і у Центральній Європі, екологічні проблеми ще більш «концентровані», тому що до них приєднуються радіаційні плями від Чорнобильської катастрофи. Отже виникає гостра необхідність створення єдиної для Карпатського Євросередину КСЕБ.

Розділ 2. ТЕРИТОРІЯ ДЕРЖАВИ УКРАЇНА

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

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

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

Одне з джерел екологічної кризи в Україні – аварія на Чорнобильській АЕС (26 квітня 1986 р.). Забруднена територія відчуження в межах України становить 2044,4 км². Стан навколишнього середовища є найважливішою складовою національної безпеки держави, впливає на її внутрішню і зовнішню політику. З екологічною кризою тісно пов'язане входження України в *демографічну кризу*. Про це свідчить той факт, що в 1991 р. вперше зафіксовано перевищення смертності над народжуваністю.

Під впливом господарської діяльності відбуваються *антропогенні зміни природних компонентів ландшафтів*: рельєфу – в процесі будівництва, виположування схилів, засипання від'ємних форм, виймання гірських порід із шахт, кар'єрів, переформування берегів водосховищ, затоплення річкових долин після перекриття їх греблями гідроелектростанцій та ін.; ґрунтів – зміни їхньої структури і хімічного складу в процесі оранки і вирощування сільськогосподарських культур, внесення органічних і мінеральних добрив, спровокованої землеробством водної і вітрової ерозії, площинного змиву, механічного впливу сільськогосподарської техніки; рослинності – зміни її видового складу під час розорювання степів, луків, лісокорування, під час зміни природних рослинних угруповань культурними (поля, сади, виноградники, ліси, парки), створення протиерозійних лісонасаджень на еродованих землях, природних насаджень, полезахисних лісосмуг у степових і сухостепових ландшафтах; тваринного світу – збіднення його видового складу через надмірну промислову експлуатацію, зміну екологічних умов (ліквідацію екологічних ніш, порушення харчових ланцюгів та ін.); гідрологічного режиму – шляхом зарегулювання поверхневого стоку, створення ставків і водосховищ, перерозподілу річкового стоку, відгородження лиманів від основних акваторій та ін.; клімату і мікроклімату – шляхом активного впливу на атмосферу, зміни характеру діяльності поверхні (площ заліснення, забудови, співвідношення площі суші й водних поверхонь) та ін.

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

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

Ecологічний стан переважної більшості рік України дуже складний. У поверхневі водні об'єкти щороку скидається понад 4,3 млрд. т (1995) забруднюючих речовин. Серед них нафтопродукти, біогенні речовини, феноли, отрутохімікати, солі важких металів. Головні джерела забруднення пов'язані з промисловістю (чорна металургія, хімічна, нафтохімічна промисловість, електроенергетика) – понад 60 % скидів стічних вод, комунальне господарство – близько 20 %, сільське господарство – понад 16 %. Найбільша кількість забруднюючих речовин надійшла в ріки басейну Дніпра – 28 % загальної кількості, у басейн Сіверського Дінця – 17 %. Найбільш забрудненими ріками є Сіверський Донець у районі міст Северодонецьк, Лисичанськ, Рубіжне; Інгулець у районі м. Кривий Ріг та Південний Буг у районі Вінниці і Первомайська. Серед областей найбільша кількість цих речовин припадала на Донецьку – 35 %, Луганську – 17 % і Дніпропетровську – 12 %.

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

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

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

26 квітня 1986 р. на четвертому реакторі Чорнобильської АЕС сталася аварія, наслідки якої мають планетарний катастрофічний характер. Разом з паливом у повітря було

викинуто радіоактивний йод, цезій, телур, стронцій, барій, плутоній. Сумарний викид радіоактивних речовин оцінювався в 50 млн. кюрі, що аналогічно наслідкам вибуху 500 атомних бомб, подібних до скинутих у 1945 р. на Хіросіму. Радіоактивного забруднення зазнали великі території в Україні, Білорусі, Росії. Радіоактивні викиди після аварії виявлено у Фінляндії, Швеції, Польщі, Німеччині, Франції та ін. В Україні забруднені території виявлено в Київській, Житомирській, Чернігівській, Рівненській, Черкаській, Вінницькій, Хмельницькій, Івано-Франківській областях. З території «зони відчуження» відселено жителів 74 населених пунктів. Тут поверхнєве радіоактивне забруднення верхнього шару ґрунту становить 110 тис. Ки цезію-137, 127 тис. Ки стронцію-90, 800 Ки ізотопів плутонію. Радіоактивного забруднення зазнали рослинність, води, тваринний світ, ґрунти, ландшафти. Після аварії загинули соснові деревостани на площі 580 га («рудий ліс»). Загибель соснових лісів спостерігалась на відстані до 6,1 км від ЧАЕС по західному сліду, 9,2 км по північному і 3,2 км по південному. Радіоактивне забруднення характеризується значною плямистістю. Західний розгалужений слід радіоактивних опадів досяг північних районів Рівненщини. Північний слід накрив русла і заболочені тераси Дніпра, Прип'яті, межиріччя Прип'яті й Брачинки. Окремі плями цього сліду виявлено за 150 км, а південного – за 80 км від аварійного реактора.

Площа забрудненої території зі щільністю більше 1 Ки/км² визначається понад у 41 тис. км². Тут знаходяться 2215 населених пунктів, де мешкає 2 млн. 421 тис. осіб, у тому числі 544 тис. дітей. Зона безумовного (обов'язкового) відселення охоплює 92 населених пункти, зона гарантованого добровільного відселення – 835, зона посиленого радіоекологічного контролю – 1288 населених пунктів.

Питоме техногенне забруднення території України оцінюється як найбільше в Європі. Максимальна кількість викидів на одиницю площі припадає на Донецьку область – 108 т/км² за рік. У Донецько-Придніпровському регіоні цей показник становить 36 т/км² за рік. У 1990 р. Верховна Рада оголосила Україну зоною екологічного лиха.

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

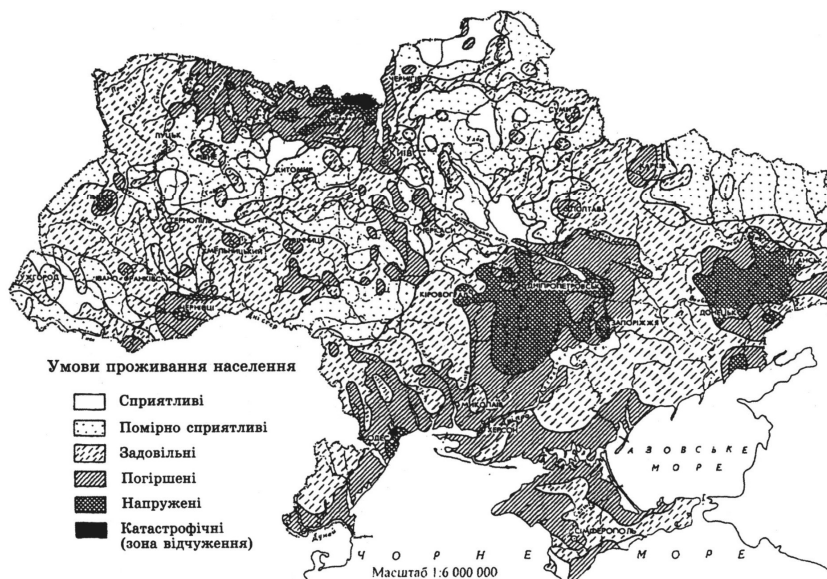


Рис. 2.1. Екологічна ситуація в Україні [80]

Рис. 2.2. Радіаційна забрудненість [80]

Рис. 2.3. Техногенне навантаження [80]

Рис. 2.4. Загальна захворюваність населення [80]

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

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

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

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

Розділ 3. ТЕРИТОРІЇ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

3.1 ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЙ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ НА БАЗІ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ

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

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

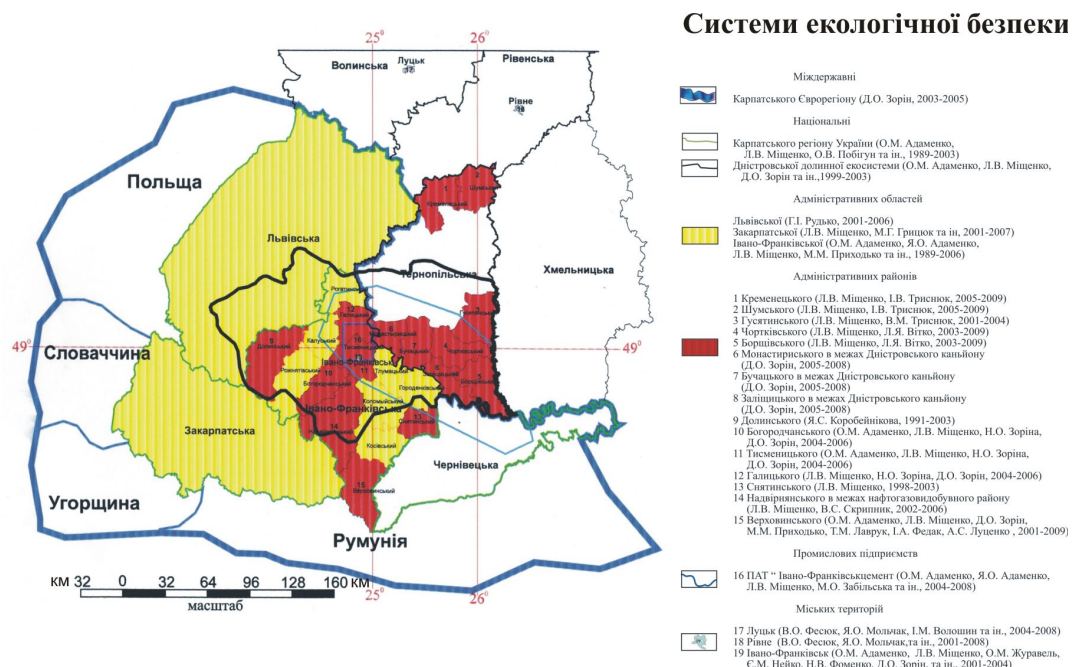
Природно-антропогенна геосистема – геоекологічна структура, що поєднує природну (ландшафтну) основу та її зміни під впливом антропогенних (техногенних) навантажень.

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

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

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

3.1.1 Із історії досліджень проблем екологічної безпеки



Основні напрямки геоекологічних досліджень попередників:
Еколого-геологічний,
Геоекологічний,
Еколого-ландшафтний,
Еколого-геохімічний,
Геоеколого-техногеохімічний.

Рис. 3.1. Картограма геоекологічної вивченості

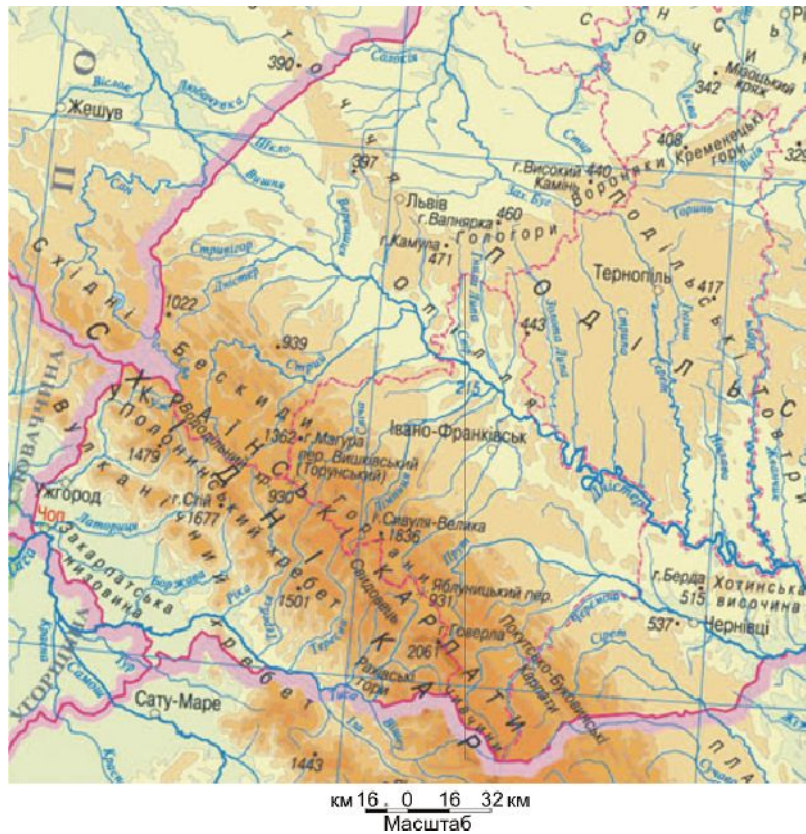


Рис. 3.2. Оглядова карта території досліджень

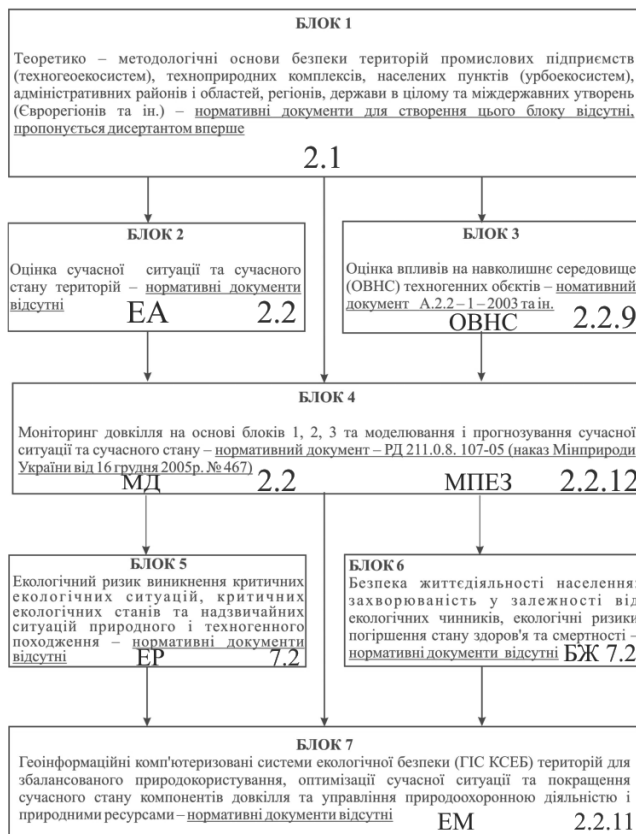
3.1.2 Методологія оцінки природної та техногенної складових екологічної безпеки територій

Концептуальні основи екологічної безпеки територій



Рис. 3.3. Структура ПАГС (О.М. Адаменко, Г.І.Рудько, 1998)

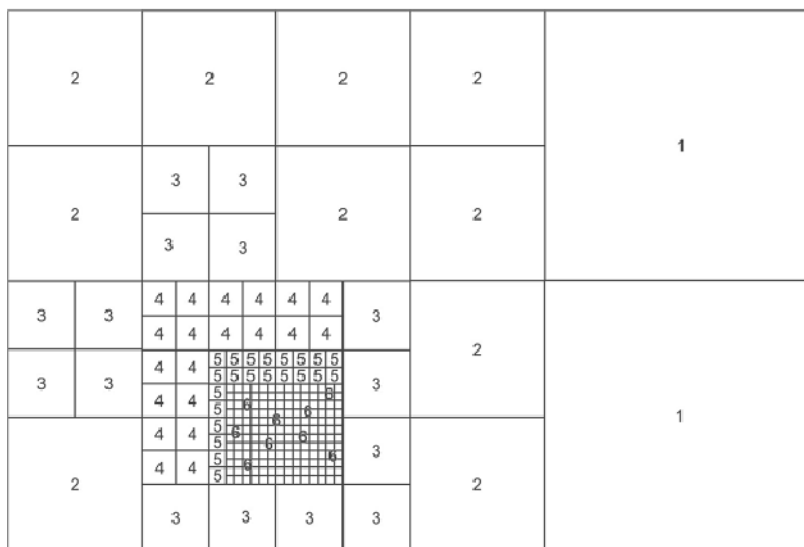
Структура екологічної безпеки територій



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

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

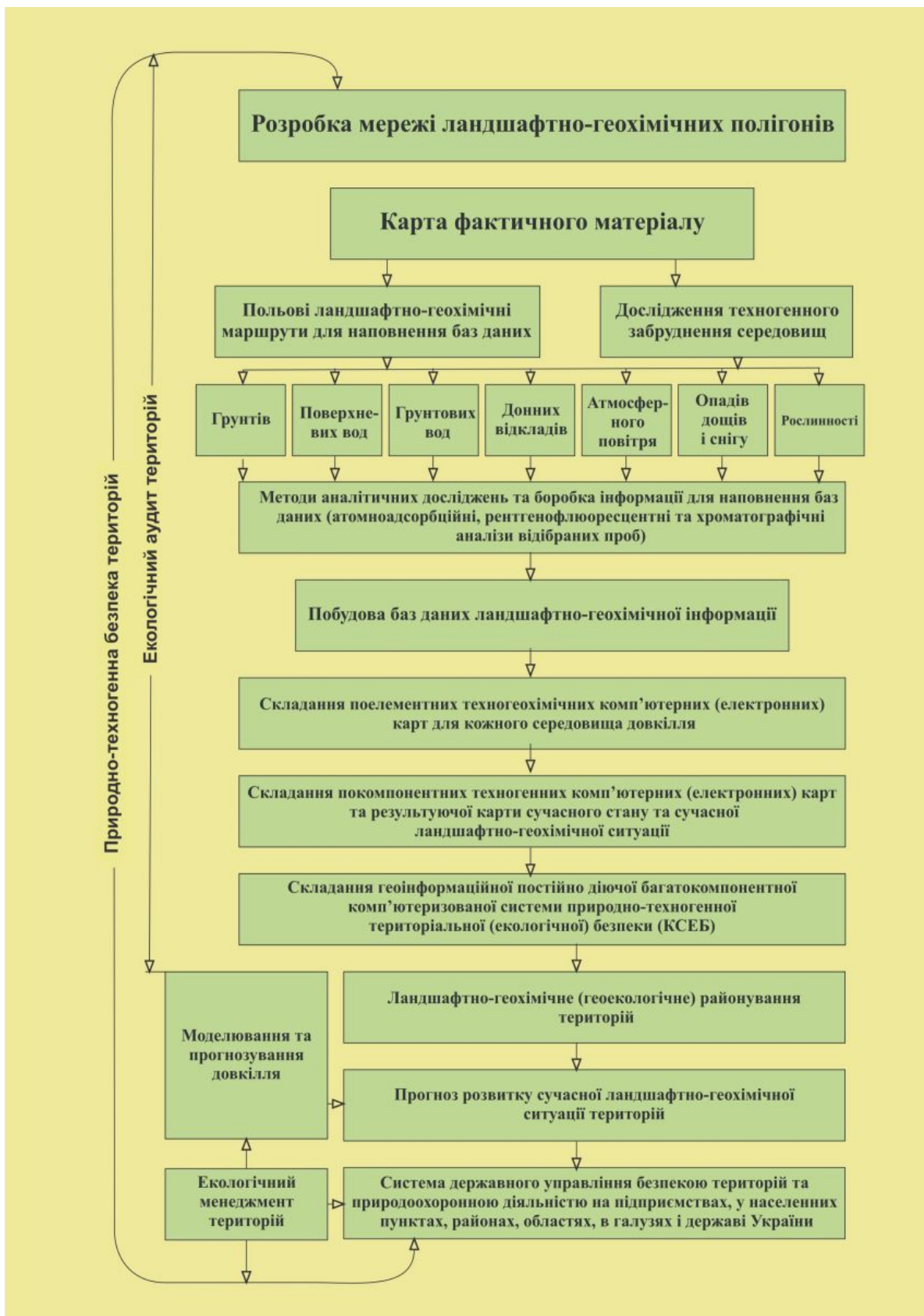
ІЄРАРХІЧНІ РІВНІ ДОСЛІДЖЕНЬ



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

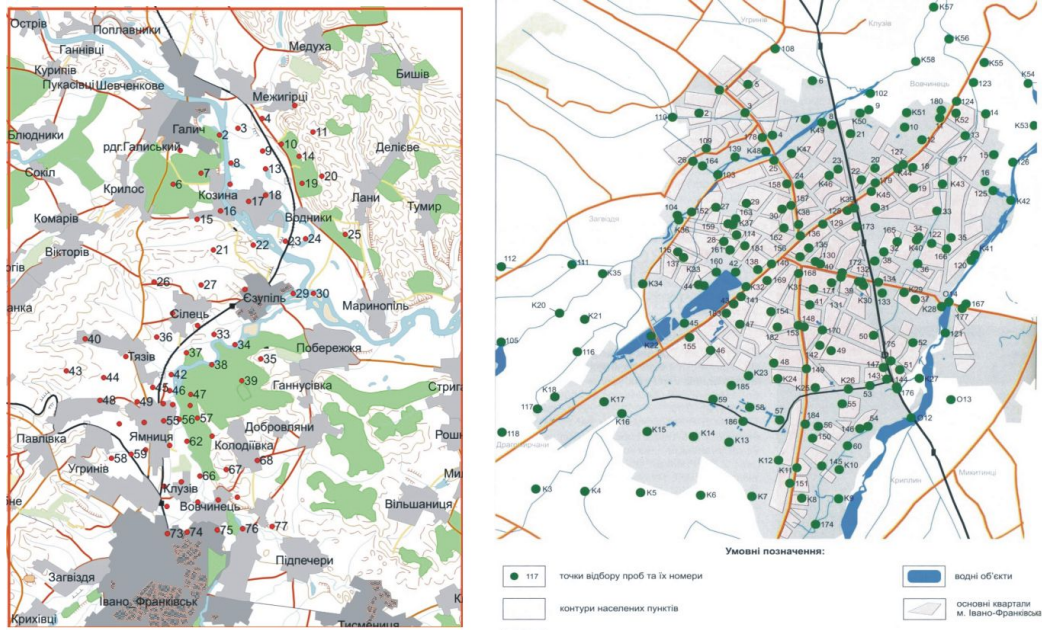
Рис. 3.4. Субординація (ієрархія) різномасштабних рівней екологічного аудиту та моніторингу досліджень

Алгоритм дослідження



*Технологія екологічного аудиту та моніторингу території
Карти фактичного матеріалу*

Об'єктовий ієрархічний рівень, масштаб 1 : 10 000



Івано-Франківськцемент

Місто Івано-Франківськ
(О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, О.М. Журавель, 2001-2004)

Рис. 3.5. Промислові підприємства та населені пункти

Локальний ієрархічний рівень, масштаб 1 : 50 000

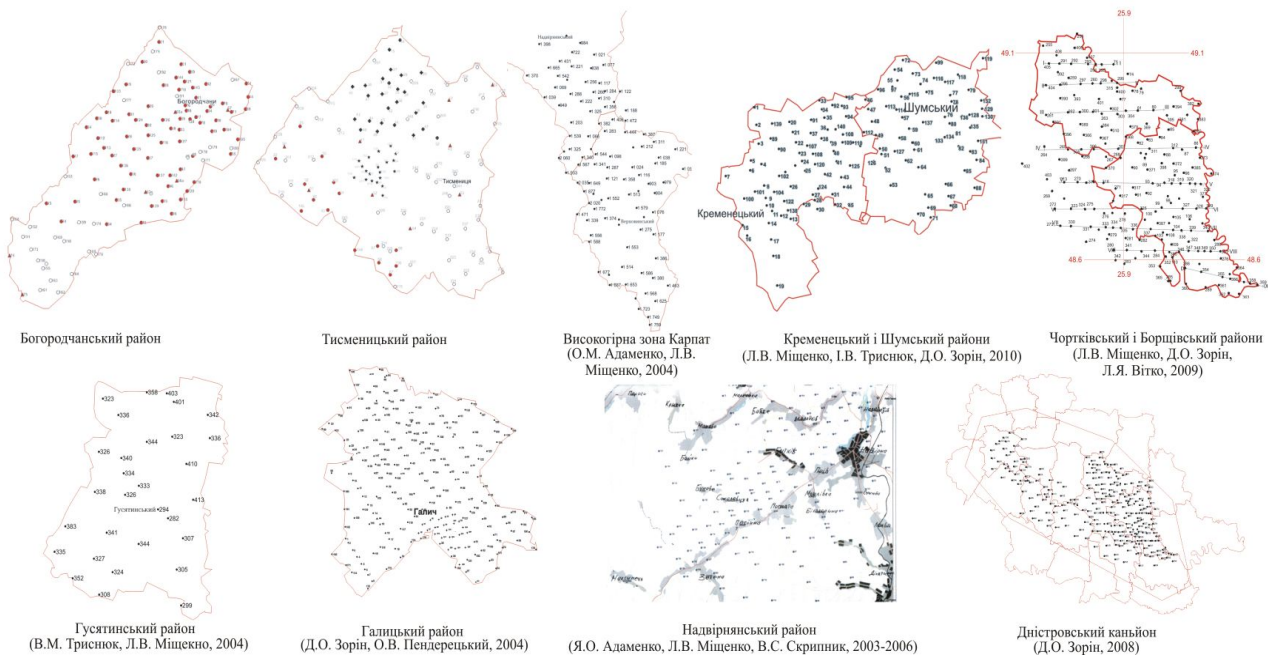
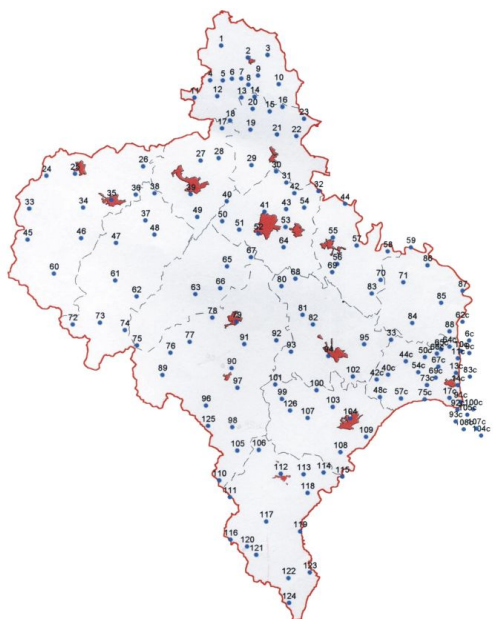


Рис. 3.6. Адміністративні райони

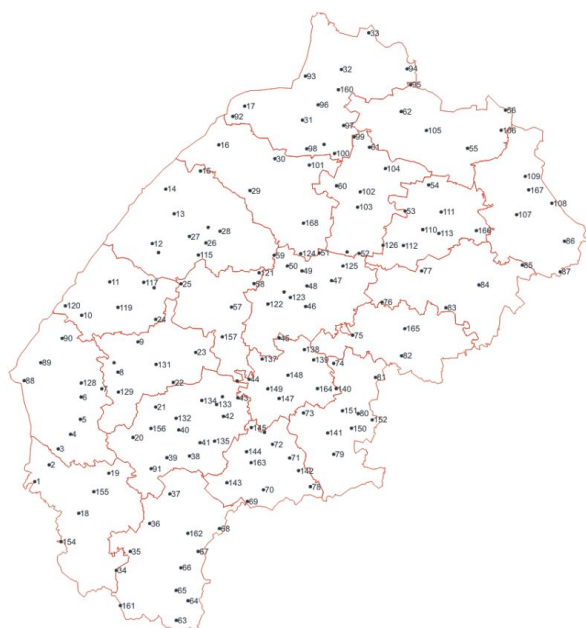
Регіональні ієрархічний рівень, масштаб 1 : 200 000 – 1 : 500 000



Космознімок

Івано-Франківська область

(О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Л.В. Міщенко,
Д.О. Зорін, М.М. Приходько, 2006)



Львівська область



Закарпатська область

Рис. 3.7. Адміністративні області

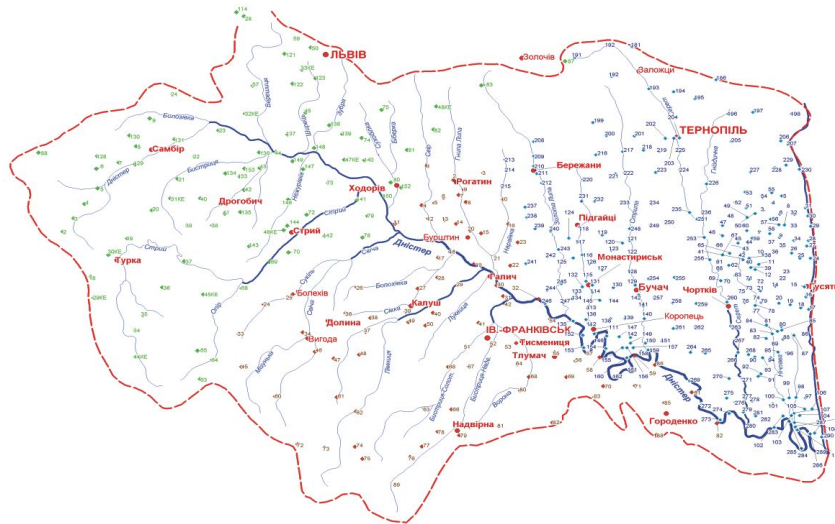


Рис. 3.8 а. Дністрівська долинна екосистема (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, 1999-2003)



Рис. 3.8 б. Західний регіон України

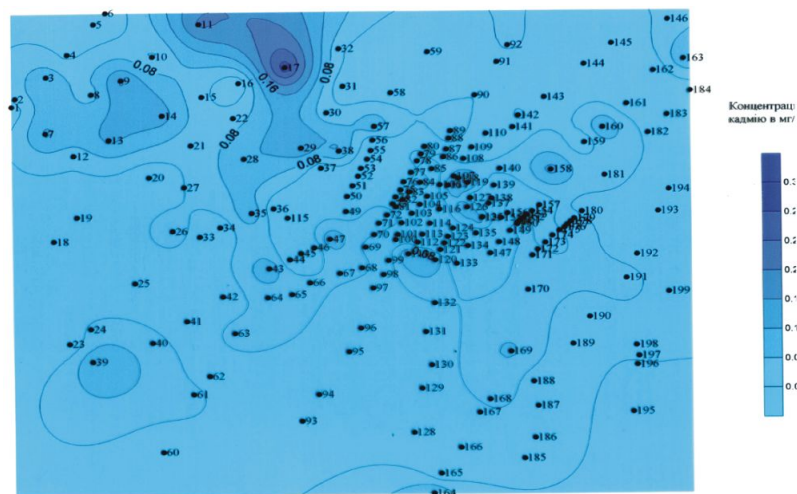


Рис. 3.8 в. Карпатський Євросережіон (Д.О. Зорін, 2003)

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

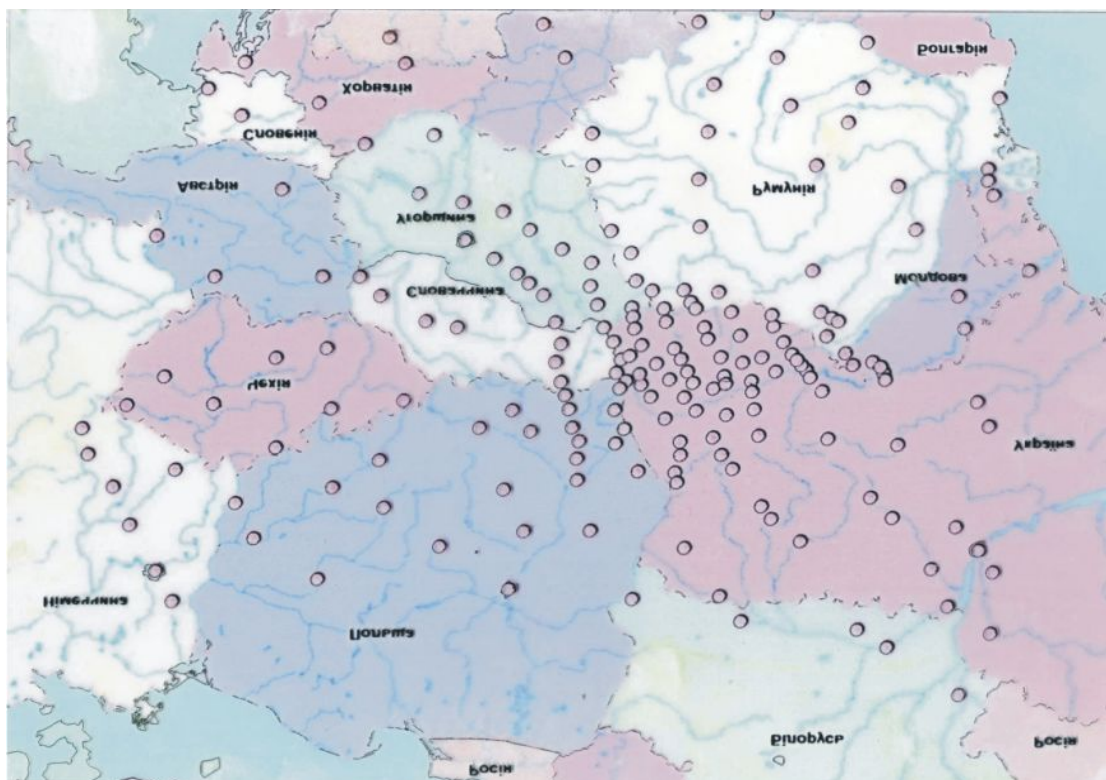


Рис.3.9 а. Центральна та Східна Європа (О.М. Адаменко, 1998)

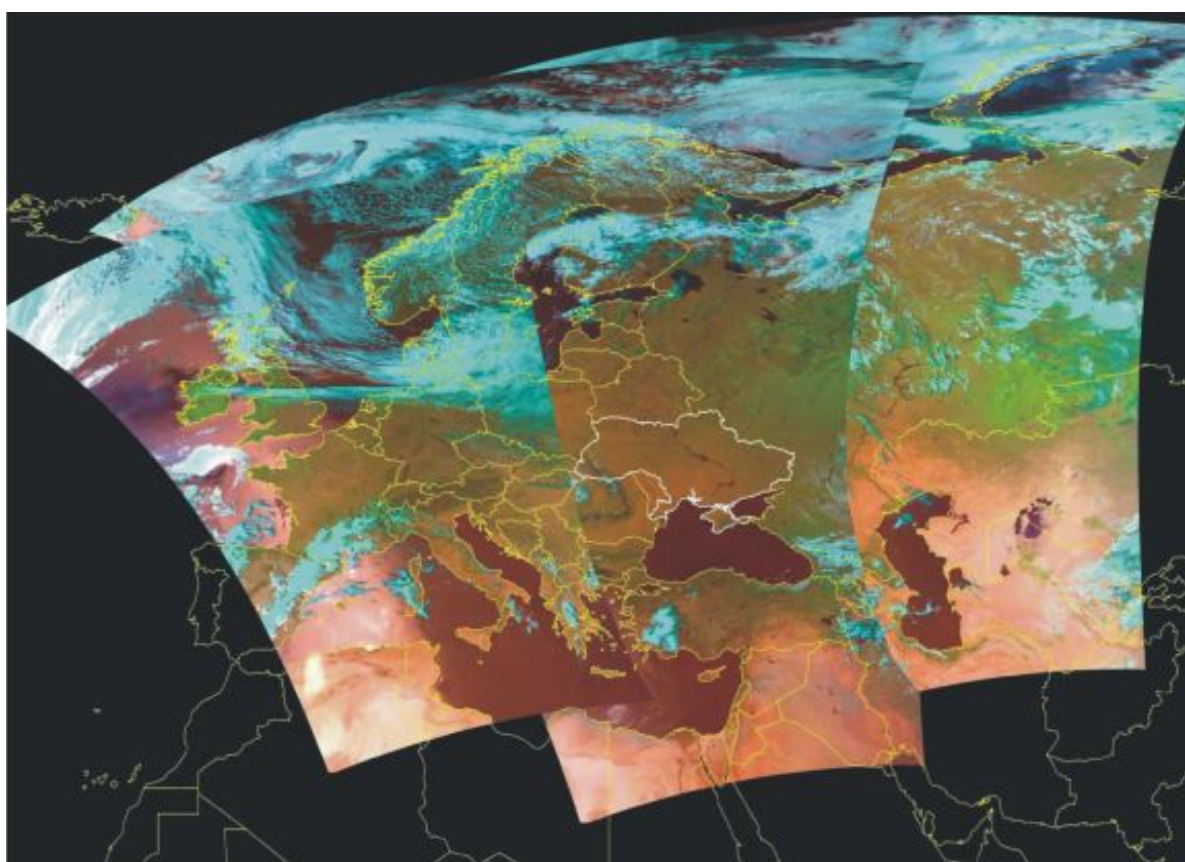


Рис. 3.9 б. Космознімок Європи

Полеві екологічні дослідження та відбір проб ґрунтів, поверхневих, ґрунтових вод та донних відкладів, атмосферного повітря, опадів дощу і снігу та рослинності



Рис. 3.10. Відбір проб

Аналітичні роботи

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

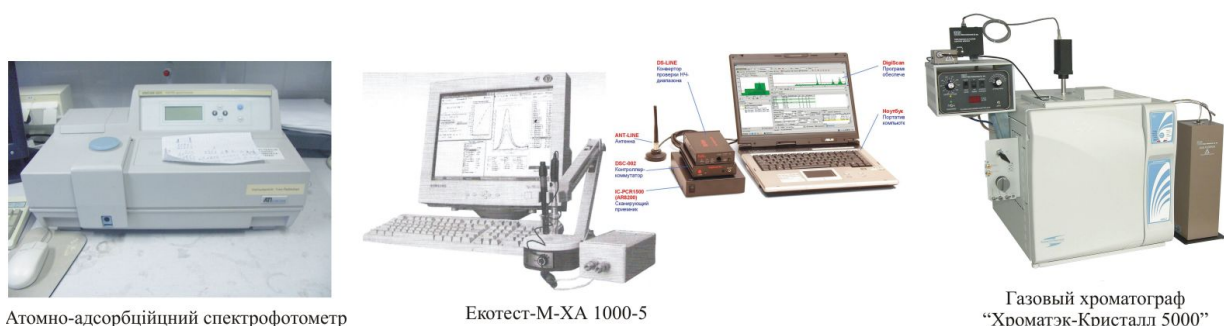
Фізико-хімічні методи: атомно-адсорбційний аналіз з метою вивчення рухомих форм елементів у пробах ґрунту та окремих елементів у воді (атомно-адсорбційні аналізатори АА-1, Сатурн-1; для визначення ртуті - газоаналізатор РАФ); хіміко-спектральний аналіз – для твердих завислих частин із атмосферного повітря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

Ядерно-фізичні методи: рентгенофлуоресцентний аналіз для багатоконпонентних зразків (прилад ХР-500).

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

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

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



Атомно-адсорбційний спектрофотометр

Екотест-М-ХА 1000-5

Газовый хроматограф
"Хроматэк-Кристалл 5000"

Рис. 3.11. Прилади для екологічних досліджень

Таблиця 3.3

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

Компоненти довкілля Клас токсичності Територія	Ґрунти				Поверхневі і ґрунтові води	Донні відклади	Повітря, дощ, сніг	Рослинність
	I	II	III, IV					
1	2	3	4	5	6	7	8	
ВАТ «Івано-Франківськцемент»	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Co	Cr Fe Al	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al O ₂ N ₂ CO ₂ CO SO ₂ NO ₂ пил бензин СЖК ксилол ацетон формальдегід хлор HCl	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al O ₂ N ₂ CO ₂ CO SO ₂ NO ₂	
м.Івано-Франківськ	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Co	Cr Fe Al	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al SO ₄ ^{II} Cl ^I ЗР N ₂ амон. N ₂ ніт. P O ₂ БСК ₃	O ₂ N ₂ Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al CO ₂ CO SO ₂ NO ₂ HCl пил бензин СЖК ксилол ацетон формальдегід хлор толуол	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Fe Al O ₂ N ₂ CO ₂ CO SO ₂ NO ₂	
Богородчанський район		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	ДДТ НФ ¹³⁷ Cs				
Верховинський район	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Cr	Fe Al	NO ₂ SO ₄ ^{II} Cl ^I ЗР N ₂ амон. P O ₂ БСК ₃ феноли	O ₂ N ₂ CO ₂ CO пил бензин ацетон	Cd Zn Pb Cu Mo	
Галицький район	As	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr V Sr Fe Al	As Cd Zn Pb Cu Cr Fe NO ₂ ^{II} SO ₄ ^{II} Cl ^I N ₂ амон. БСК ₃ ДДТ НФ феноли	Pb Cu Zn НФ феноли O ₂ CO ₂ CO SO ₂ NO ₂ пил Pb Cu Zn ацетон		
Гусятинський район	Be Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Co Mo	Sr	Be Se Hg Cd Zn Pb Cu Co Mo Cr Ni	Be Se Hg Cd Zn Pb Cu Cr Co Ni Mo Sr	
Долинський район		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Fe Al				
Кременецький і Шумський райони								
Надвірнянський район	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Fe Al	SO ₄ ^{II} Cl ^I N ₂ амон. БСК ₃ феноли НФ ДДТ Be Se As Hg Cd Zn Pb Cu Co Cr	Pb Cu Zn O ₂ N ₂ CO ₂ CO SO ₂ NO ₂ пил бензин СЖК ксилол ацетон формальдегід хлор толуол	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Co Ni Mo V	
Тисменицький район	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Fe Al	SO ₄ ^{II} Cl ^I N ₂ амон. БСК ₃ феноли Be Se As Hg Cd Zn Pb Cu Co Cr	Pb Cu Zn O ₂ N ₂ CO ₂ CO SO ₂ NO ₂ пил бензин СЖК ксилол ацетон формальдегід хлор толуол	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu Co Ni Mo V	

1	2	3	4	5	6	7	8		
Снятинський район	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Co Mo F Ti Sb B	Ba V W Mg Sr Ti Fe Al	Be As Se Hg Cd Zn Pb Cu F Ti Sb B Ni Cr Co Mo Ba V W Mg Sr Ti Fe Al ДДТ атрозин стмазин прометрін	ДДТ атрозин стмазин прометрін As Se Hg Zn Pb Cu Al B Mn Sr Ti Ba	O ₂ N ₂ CO ₂ CH ₄ C ₂ H ₄ C ₂ H ₆ C ₃ H ₈ бензин ацетон ксилол толуол бутит-ацетат етанол Cd Zn Cu Ni Cr Mn Pb V Cl	As Se Be Hg Zn Pb Cu Al B Mn Sr Ba F Ti Sb B Co Mo V W Sr Cd Ni
Чортківський і Боршівський райони									
Дністровський район	Монастирський район Заліщицький район Бучацький район								
Карпатський національний природний парк	As	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni			Zn Pb Cu			
Закарпатська область	Be As Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Mo	Sr Fe Al V		NO ₂ CO ₂ SO ₂ CO пил бензин хлор НФ Se As Hg Cd Zn Pb Be Cu Cr Ni Mo Fe Al Sr V		
Івано-Франківська область	Se	Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr Co Mo	Fe Al	Zn Pb Cu			
Львівська область		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni	Cr	Fe Al		O ₂ N ₂ CO ₂ CO бензин пил		
Дністровська долина екосистема (басейн Верхнього Дністра)		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni		Fe Al	NO ₂ ^{II} SO ₄ ^{II}	O ₂ N ₂ CO		
Карпатський регіон					Fe Al	NO ₂ ^{II} SO ₄ ^{II} Cl ^I			
Карпатський Євро регіон		Hg Cd Zn	Pb Cu Ni				O ₂ N ₂ CO бензин феноли		
Центральна та Східна Європа		Cd	Pb Cu	ДДТ		Pb Cu Cd	O ₂ CO ₂ SO ₂ ацетон	Cd Pb Cu	
Ряди токсичності важких металів, за О.Ф. Рильським (2012)	Sn Cu Co Zn Ag Cd Pb Ni Al Mn Mo Hg V								

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

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

№№ п/п	№№ проб	Вміст елементів Сі, мг/кг, клас токсичності												Сумарний коефіцієнт забруднення СІПЗ або Z _c
		I клас		II клас				III клас			IV клас			
		Hg	Cd	Zn	Cu	Pb	Ni	Co	Mo	Cr	Se	Fe	Al	
ГДК	2,1 валовий	0,6	23 рухомий	3 рухомий	32 валовий	4 рухомий	5 рухомий	0,2	0,05 валовий	не встановлено	не встановлено	не встановлено		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	0	0	1,4	0,1	2,4	0,4	0,1	0,01	0	0,01	20,1	5,4	1,425594306
2	2	0	0	1,6	5,4	2,6	0,1	0,2	0,03	0	0,02	35,4	6,9	3,941383339
3	3	1,4	0,4	19,4	6,2	64,2	5,2	6,1	0,3	0,06	3,6	66,4	70,2	25,40167432
4	4	1,5	0,5	18,6	6,1	5,4	0,1	0,1	0,01	0,04	0,03	60,3	91,3	12,82035861
5	5	0	0	1,2	0,4	6,4	0,3	0,3	0,07	0	0,04	65,2	5,4	3,74764076
6	6	0	0	1,6	0,3	6,7	0,1	0,1	0,02	0	0,03	76,1	10,1	4,05477866
7	7	0	0	1,5	0,5	8,2	0,2	0,1	0,03	0	0,01	24,3	12,3	2,332846045
8	8	0	0	0,9	5,6	4,8	5,7	4,7	0,2	0	3,1	83,4	16,1	15,99652147
9	9	1,6	0,3	17,3	6,1	72,1	0,4	0	0,04	0,04	0,02	71,3	80,2	14,56081149
10	10	1,3	0,4	16,3	0,1	4,3	0,1	0	0,05	0,03	0,02	72,6	96,4	11,14199348
11	11	1,2	0,5	21,2	0,1	60,3	0,1	0	0,01	0,05	0,03	60,4	71,5	11,6098895
12	12	0	0	4,3	0,4	3,6	0,2	0	0	0	0,01	12,3	6,4	1,325050692
13	13	0	0	1,2	1,2	3,9	6,2	6,1	0,4	0	36,6	12,9	8,2	13,83509213
14	14	0	0	1,6	1,6	6,1	0,1	0	0	0	0,01	12,7	9,4	1,840201571
15	15	1,1	0,6	19,4	4,5	66,9	0,1	0	0	0,03	0,02	6,5	81,3	11,32078246
16	16	1,3	0,3	18,5	0,9	6,4	0,1	0	0	0,03	0,03	75,3	65,4	9,57335883
17	17	1,5	0,4	16,4	0,8	6,5	0,2	0	0	0,03	0,04	74,3	70,4	9,9948949907

Визначення регіонального геохімічного фону

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

Інтервали вмісту						
0	0,01-0,1	0,1-1,0	1,0-5,0	5,0-10,0	10,0-25,0	>25,0
0	0,03	0,8	1,1	9,65	14,3	41,2
0	0,01	0,6	1,4	7,04	16,4	35,4
0	0,01	0,95	2,3	9,55	12,3	26,6
0	0,01	0,8	2,4	9,85	22,3	48,9
0	0,03	0,9	1,9	7,05	21,4	38,7
0	0,02	0,3	1,9	5,7	24,3	36,6
	0,03	0,6	1,6	8,1	20,6	38,5
	0,03	0,41	2,3	9,8	21,9	41,2
	0,01	0,4	3,4	5,9	21,7	40,1
	0,02	0,3	2,1	5,3	21,85	36,5
	0,041	0,9	2,85	5,4		32,9
	0,01		4,8	6,35		
	0,03		4,3	9,75		
	0,03		2,9			
			1,6			
			1,6			
			4,6			
			3,5			
			1,4			
			1,55			
			2,4			
			1,32			
			2,9			
			3,6			
			2,4			
			3,15			
			1,4			
			1,6			
			2,4			
			3,15			
			3,85			
			1,6			
			2,9			
			3,9			
$\sum_{i=1}^4 = 0$	$\sum_{i=1}^{14} = 0,311$	$\sum_{i=1}^{11} = 6,96$	$\sum_{i=1}^{24} = 86,35$	$\sum_{i=1}^{13} = 99,70$	$\sum_{i=1}^{10} = 197,05$	$\sum_{i=1}^{11} = 416,7$
$\bar{x} = \frac{0}{6} = 0$	$\bar{x} = \frac{0,311}{14} = 0,022$	$\bar{x} = \frac{6,96}{11} = 0,63$	$\bar{x} = \frac{86,35}{24} = 2,54$	$\bar{x} = \frac{99,7}{13} = 7,7$	$\bar{x} = \frac{197,05}{10} = 19,7$	$\bar{x} = \frac{416,7}{11} = 37,9$
ік = 0	ік = 0,222	ік = 0,63	ік = 2,54	ік = 7,7	ік = 19,7	ік = 37,9

Фон (Сф) (66 проб із 99, тобто 2/3 або 66,6%) = $\frac{0 + 0,311 + 6,96 + 86,35 + 5,3}{6 + 14 + 11 + 34 + 1} = 1,5$
 Аномальний вміст (Са) = $3 \cdot \Phi = 3 \cdot 1,5 = 4,5$
 Ізоконцентрати (ік) для карти 0 - 0,222 - 0,63 - 1,5 - 2,54 - 4,5 - 7,7 - 20 - 37,9
 Сф Са ГДК

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

$$C_{\phi}^{\text{т}} = C_{\phi} - C_{\phi}^{\text{п}}. \quad (3.1)$$

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

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

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

$$C_i^{\text{т}} = C_i - C_{\phi}^{\text{п}}. \quad (3.2)$$

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

Статистичні розрахункові методи визначення загального геохімічного фону C_{ϕ}

Визначення загального геохімічного фону C_{ϕ} складаються із наступних етапів статистичної обробки даних:

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

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

Статистичні параметри для розрахунків

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

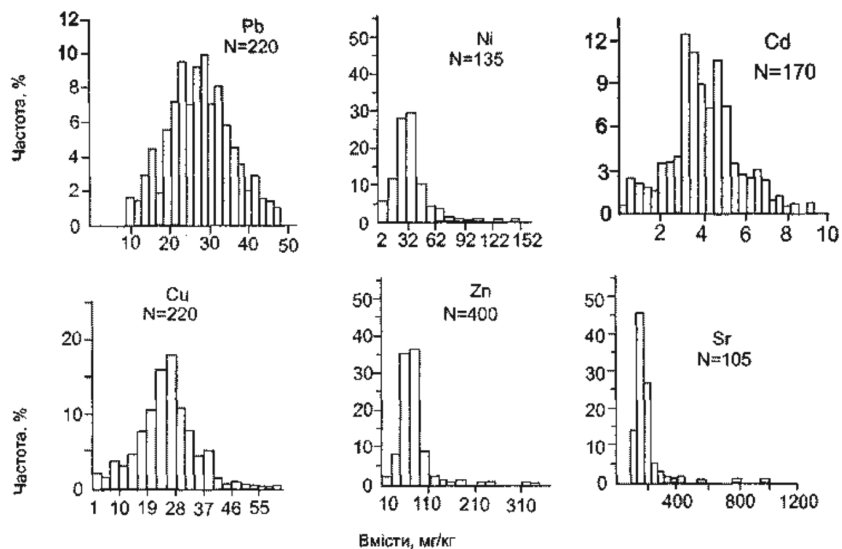


Рис. 3.12. Гістограми розподілу хімічних елементів у ґрунтах, мг/кг, N– кількість проб у вибірці

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

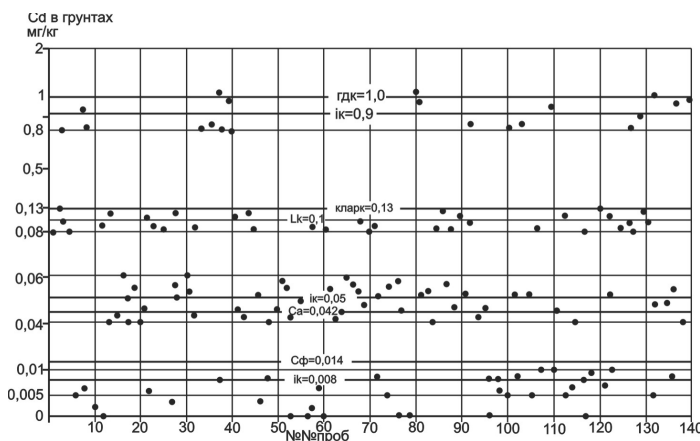


Рис. 3.13. Розповсюдження кадмію Cd в ґрунтах Дністровського каньйону: графічне визначення фонових і аномальних значень (Д.О. Зорін, 2007)

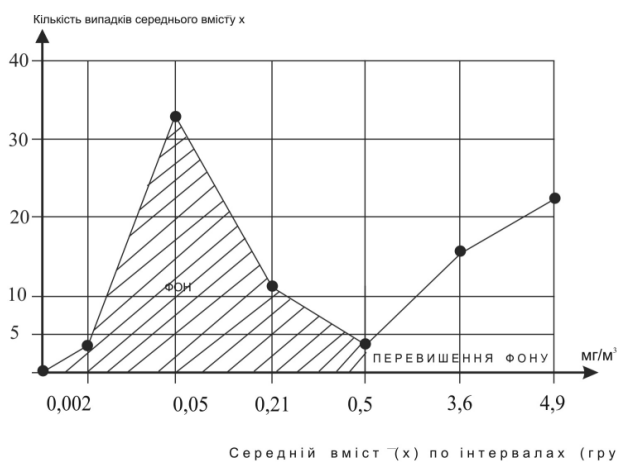


Рис. 3.14. Розподіл середнього вмісту (\bar{X}) радона в атмосферному повітрі Гусятинського району (В.М. Триснюк, Л.В. Міщенко, 2002)

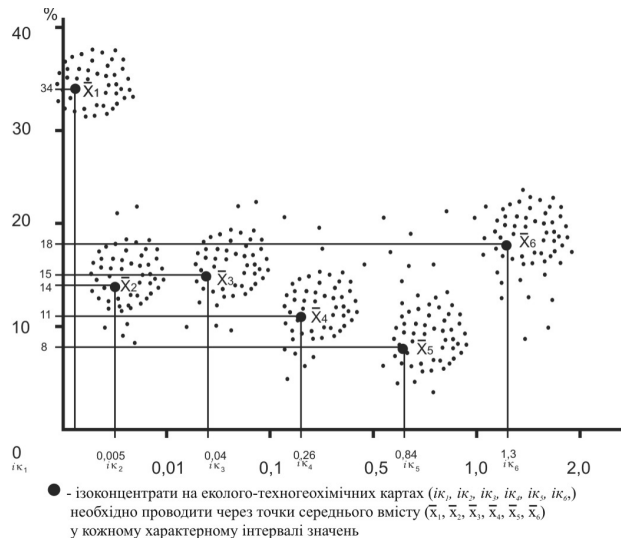


Рис. 3.15. Хвильово-ройовий характер розподілу забруднюючих речовин у ґрунтах (Д.О. Зорін, 2007)

Програмно-комп'ютерний метод визначення загального геохімічного фону S_{ϕ} за статистичними параметрами

Таблиця 3.7

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

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

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

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

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

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

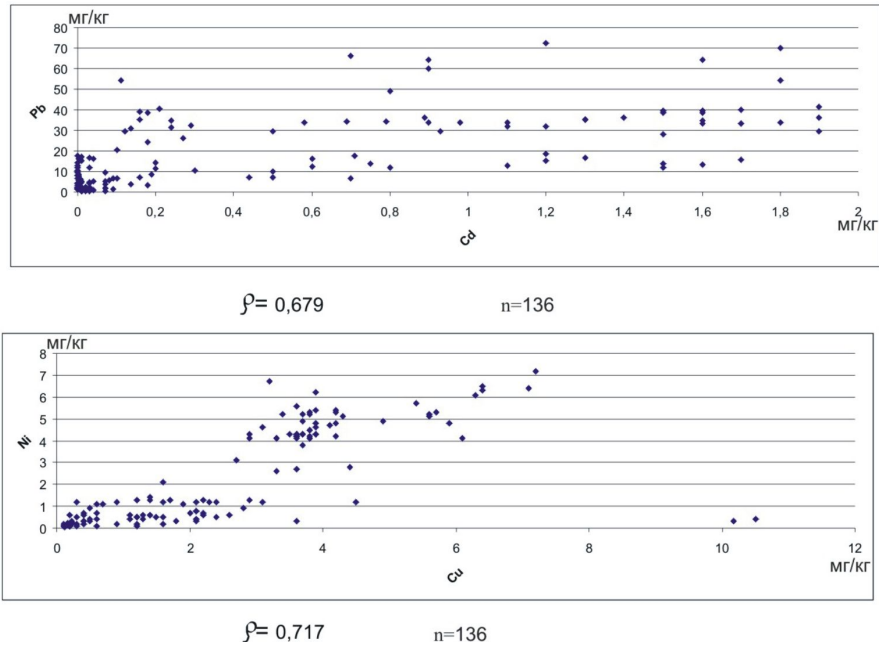


Рис. 3.16. Кореляційні зв'язки між вмістами елементів Сі в ґрунтах

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

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

Тобто, знаючи вміст у пробі, наприклад, цинку ми можемо вирахувати, скільки у ній Рb, Сu, Сd і т.д.

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

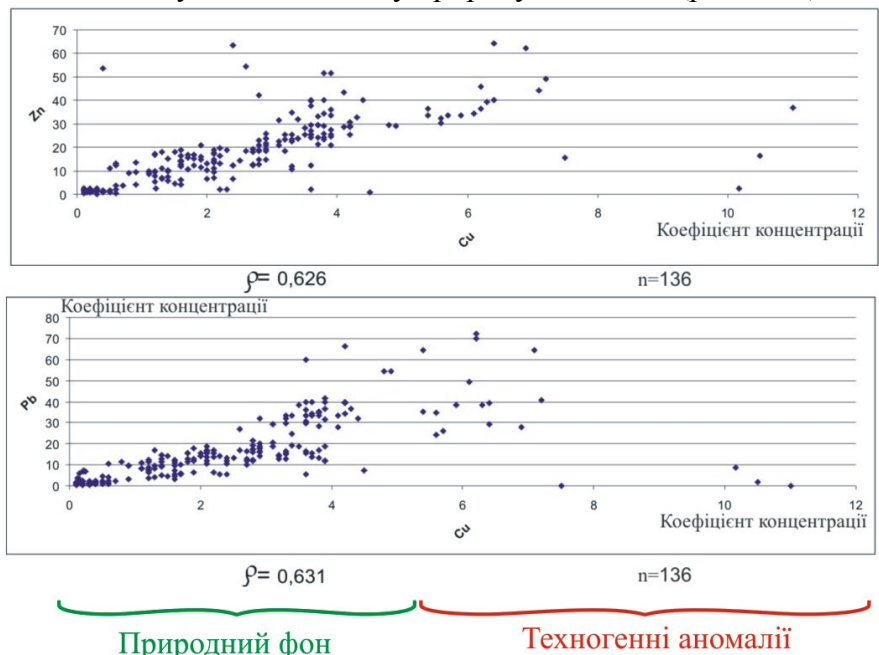


Рис. 3.17. Кореляційні зв'язки між коефіцієнтами концентрації K_k елементів в ґрунтах між одними і тими ж елементами у різних середовищах (Д.О. Зорін, 2008)

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

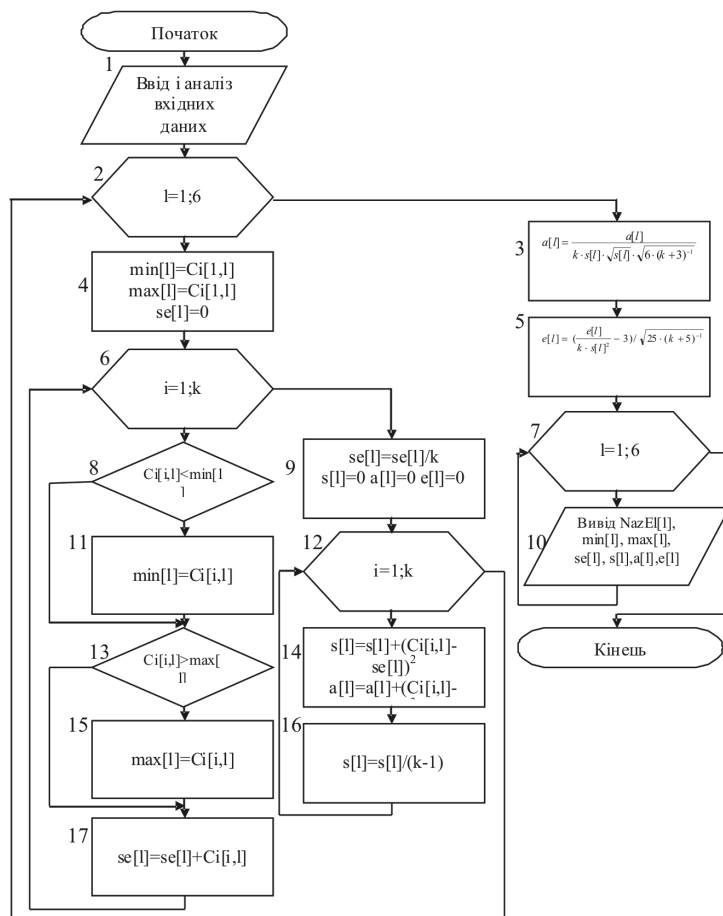


Рис. 3.18. Програмний продукт ECOSTAT

Використання ГІС-технологій для екологічного оцінювання геосистем та природно-техногенної безпеки територій

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

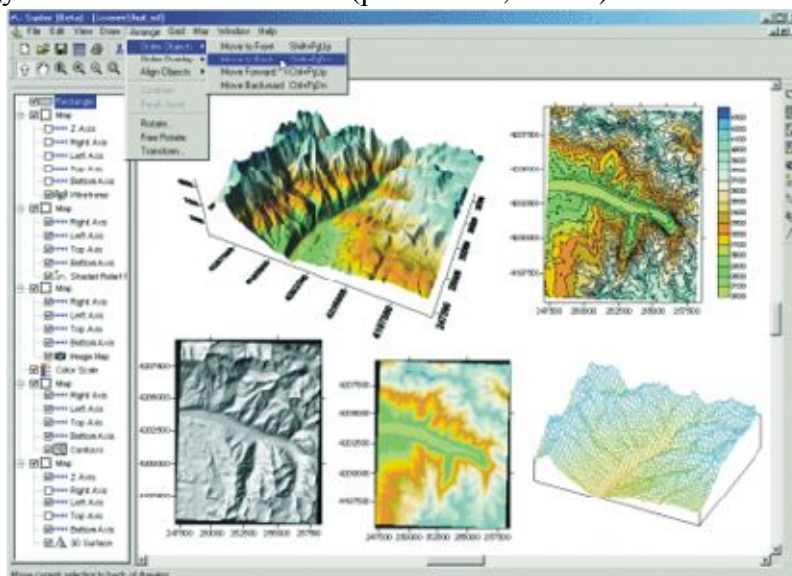


Рис. 3.19 а. Візуалізація поверхонь Surfer

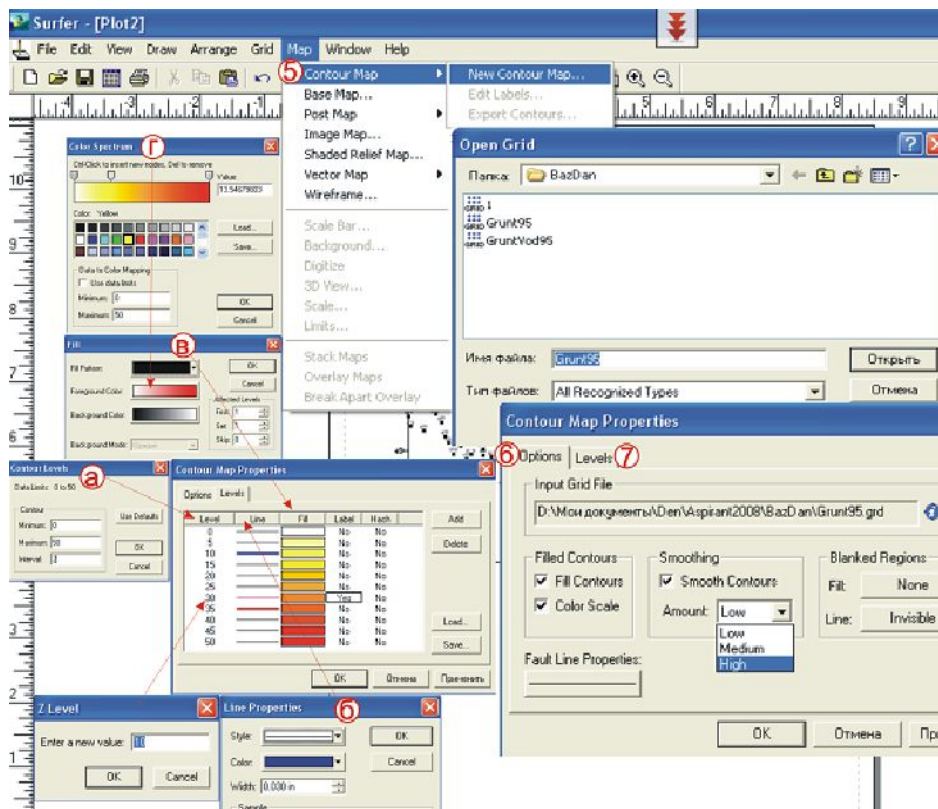


Рис. 3.19 б. Робочі панелі Surfer для побудови техногеохімічних карт (Д.О. Зорін, 2013)

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

Основне призначення Golden Software Surfer та MapInfo Professional:

Створення карт ізоліній, тривимірних, тінювих і ін. карт; регуляризація і аналіз просторових даних.

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

Відокремлення техногенної складової екологічної безпеки від природної

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

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

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

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

Геохімічні фони (C_{ϕ} , C_{ϕ}^n , C_{ϕ}^T) цинку (Zn) на територіях розвитку різних класів геохімічних ландшафтів Західного регіону України

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

Таблиця 3.9

База даних з вмісту хімічних елементів C_i , їх природного фону C_{Φ}^n та техногенного вмісту C_i^T , коефіцієнтів концентрації K_k^T та техногенного СПЗт у ґрунтах Гусятинського району та природного заповідника "Медобори" (2013 р.)

№	№ проби	Вміст елементів (мг/кг) та клас їх небезпеки (I-II)																										
		I												II													СПЗт	
		Nd 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						
C_i	C_{Φ}^n	$C_i^T = C_i - C_{\Phi}^n$	K_k^T	C_i	C_{Φ}^n	C_i^T	K_k^T	C_i	C_{Φ}^n	C_i^T	K_k^T	C_i	C_{Φ}^n	C_i^T	K_k^T	C_i	C_{Φ}^n	C_i^T	K_k^T	C_i	C_{Φ}^n	C_i^T	K_k^T	C_i	C_{Φ}^n	C_i^T	K_k^T	СПЗт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
Природний заповідник "Медобори"																												
1	3	3,6	0,12			1,4	0,3			74	3,5			7,4	0,3			61	1,7			0,3	0,12					
2	4	0,07	0,12			0,2	0,3			3,4	3,5			0,6	0,3			1,7	1,7			0,5	0,12					
3	5	0,09	0,12			0,7	0,3			3,6	3,5			0,5	0,3			1,3	1,7			0,1	0,12					
4	6	0	0,12			0,1	0,3			1,6	3,5			0,7	0,3			1,2	1,7			0,2	0,12					
5	7	0	0,12			0,6	0,3			1,7	3,5			0,1	0,3			1,1	1,7			0,1	0,12					
6	8	0	0,12			0,1	0,3			1,9	3,5			0,3	0,3			1,3	1,7			0,3	0,12					
7	9	0	0,12			0,2	0,3			71	3,5			0,3	0,3			1,7	1,7			0,6	0,12					
8	24	3,1	0,12			0,2	0,3			3,4	3,5			0,1	0,3			1,4	1,7			0,011	0,12					
9	25	0	0,12			0,4	0,3			6,5	3,5			0	0,3			1,9	1,7			0,03	0,12					
10	26	0	0,12			0,6	0,3			4,9	3,5			0	0,3			2,3	1,7			0,09	0,12					
11	27	0,4	0,12			0	0,3			7,1	3,5			0,2	0,3			6,9	1,7			0,07	0,12					
12	28	0,6	0,12			0	0,3			6,2	3,5			0,3	0,3			1,2	1,7			0	0,12					
13	29	0,3	0,12			0	0,3			1,4	3,5			0	0,3			1,4	1,7			0	0,12					
14	30	0,1	0,12			0	0,3			1,9	3,5			0	0,3			2,3	1,7			0,01	0,12					
15	31	0,2	0,12			0,1	0,3			2,3	3,5			0	0,3			3,6	1,7			0,09	0,12					
16	32	0	0,12			0,2	0,3			2,2	3,5			0,1	0,3			3,1	1,7			0	0,12					
17	33	0,3	0,12			0,6	0,3			3,1	3,5			1,6	0,3			1,9	1,7			0	0,12					
18	34	0	0,12			1,2	0,3			3,9	3,5			1,4	0,3			1,2	1,7			0	0,12					
19	35	0	0,12			1,4	0,3			4,3	3,5			1,5	0,3			0	1,7			0	0,12					
Гусятинський район (за межами ПЗ "Медобори")																												
26	1	0,05	0,12	0	0	0,1	0,3	0	0	65	3,5	62	18	0,5	0,3	0,2	0,6	1,5	1,7	0	0	0,7	0,12	0,6	4,8	22,9		
27	2	0,06	0,12	0	0	0,1	0,3	0	0	68	3,5	65	19	0	0,3	0,3	1	1,6	1,7	0	0	0,4	0,12	0,3	2,3	22,3		
28	10	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	39	3,5	38	11	0,2	0,3	0	0	1,1	1,7	0	0	0	0,12	0	0	11,3		
29	11	0,03	0,12	0	0	0	0,3	0	0	2,3	3,5	0	0	0	0,3	0	0	1,2	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0		
30	12	0,07	0,12	0	0	0	0,3	0	0	2,9	3,5	0	0	0,1	0,3	0	0	1,3	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0		
31	13	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	3,6	3,5	0,1	0,3	0,3	0,3	0	0	1,9	1,7	0,2	0,1	0,1	0,12	0	0	0		
32	14	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	68	3,5	65	18	0,2	0,3	0	0	1,6	1,7	0	0	0,7	0,12	0,6	5	0,4		
33	15	3,1	0,12	2,98	25	1,3	0,3	1	0,3	61	3,5	58	17	6,5	0,3	6,2	21	57	1,7	55,3	33	8,1	0,12	7,9	66	23		
34	16	0	0,12	0	0	0,1	0,3	0	0	1,7	3,5	0	0	0,3	0,3	0	0	1,8	1,7	0,1	0	0,9	0,12	0,8	6,5	142,9		
35	17	0	0,12	0	0	0,7	0,3	0,4	1,3	1,4	3,5	0	0	0,7	0,3	0,4	1,3	1,7	1,7	0	0	0	0,12	0	0	6,6		
36	18	0,01	0,12	0	0	0,3	0,3	0	0	1,3	3,5	0	0	0,1	0,3	0	0	1,5	1,7	0	0	0	0,12	0	0	2,6		
37	19	0,07	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0,9	3,5	0	0	0,2	0,3	0	0	1,2	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0		
38	20	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0,1	3,5	0	0	0	0,3	0	0	0,9	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0		
39	21	0,01	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0,1	3,5	0	0	0	0,3	0	0	0,8	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0		
40	22	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	0	3,5	0	0	0	0,3	0	0	0,3	1,7	0	0	0	0,12	0	0	0		
41	23	3,1	0,12	2,98	25	0,9	0,3	0,6	2	66	3,5	62	12	6,1	0,3	5,8	29	57	1,7	55,3	33	8,1	0,12	7,9	66	167		
42	37	0	0,12	0	0	1,2	0,3	0,9	3	16	3,5	13	3,8	7,7	0,3	7,4	25	29	1,7	27,3	17	3,6	0,12	3,5	29	77,8		
43	38	0	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,2	3,5	0	0	0	0,3	0	0	0	1,7	0	0	0	0,12	0	0	1		
44	39	3,6	0,12	0	0	0,9	0,3	0,6	2	19	3,5	16	4,4	6,3	0,3	6	20	34	1,7	32,3	19	3,1	0,12	3	25	99,4		
45	40	1,4	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,2	3,5	0	0	0	0,3	0	0	1,6	1,7	0	0	0,01	0,12	0	0	10,7		
46	41	1,6	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,4	3,5	0	0	1,4	0,3	1,1	4	1,9	1,7	0,2	0,1	0,02	0,12	0	0	16,12		
47	42	1,3	0,12	0	0	0	0,3	0	0	1,9	3,5	0	0	0	0,3	0	0	2,4	1,7	1,5	0,8	0,07	0,12	0	0	9,08		
48	43	0	0,12	0	0	1,6	0,3	1,3	4	69	3,5	66	18	6,3	0,3	6	20	27	1,7	25,3	15	3,1	0,12	3	25	92		
49	44	0	0,12	0	0	1,4	0,3	1,1	0,3	73	3,5	70	18	6,9	0,3	6,6	22	24	1,7	22,3	13	3,6	0,12	3,5	29	81,1		

Всього у базі даних 79 проб

Розрахунки природного фону C_{Φ}^n виконувались шляхом групування C_i в інтервали (наприклад: 0; 0-0,1; 0, 1-1,0) для визначення ізоконцентрат – ізоліній (Ік) для складання техногеохімічних карт. При цьому враховувались дані тільки 2/3 (66,6%) від загальної кількості проб, а 1/3 найменших вмістів – min (не характерних) і найбільших – max („ураганих“) із розрахунків виключались.

Розрахунки виконувались за формулою:

$$C_i^T = C_i - C_{\Phi}^n \quad (3.5)$$

Коефіцієнт концентрації:

$$K_k = C_i^T / C_{\Phi}^n . \quad (3.6)$$

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

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

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

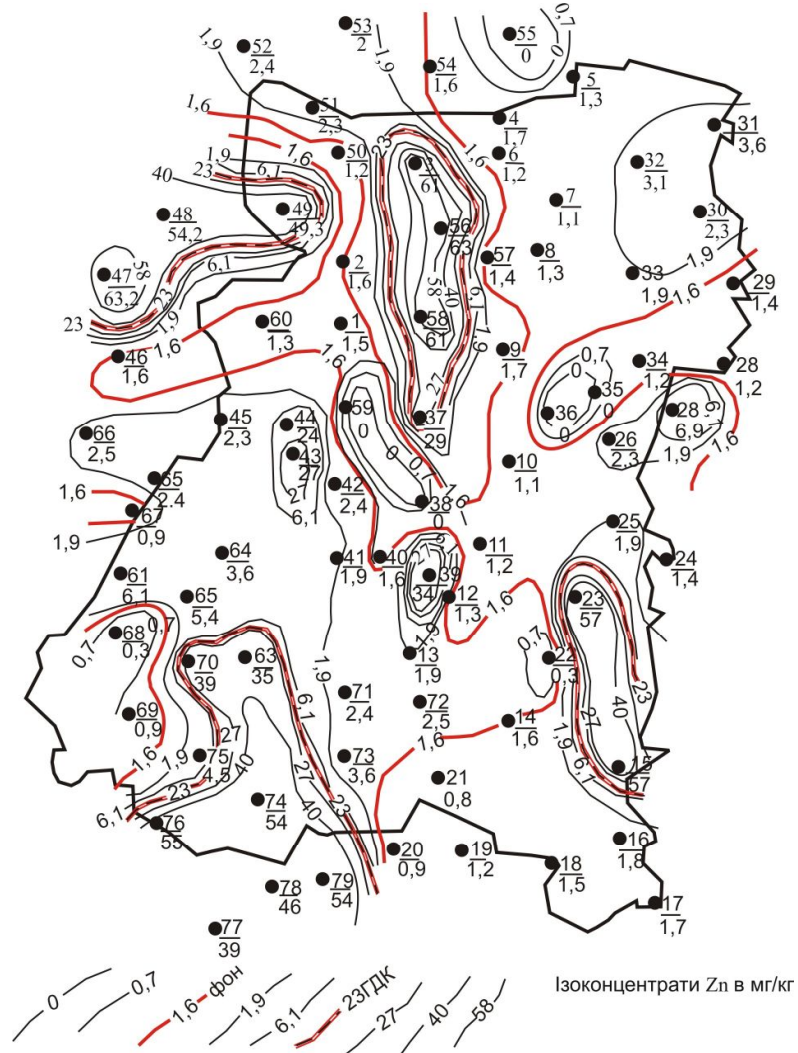


Рис. 3.20. Техногеохімічна картосхема вмісту (мг/кг) цинку (Zn) C_i у ґрунтах (побудована методом тріангуляції). М 1:100 000

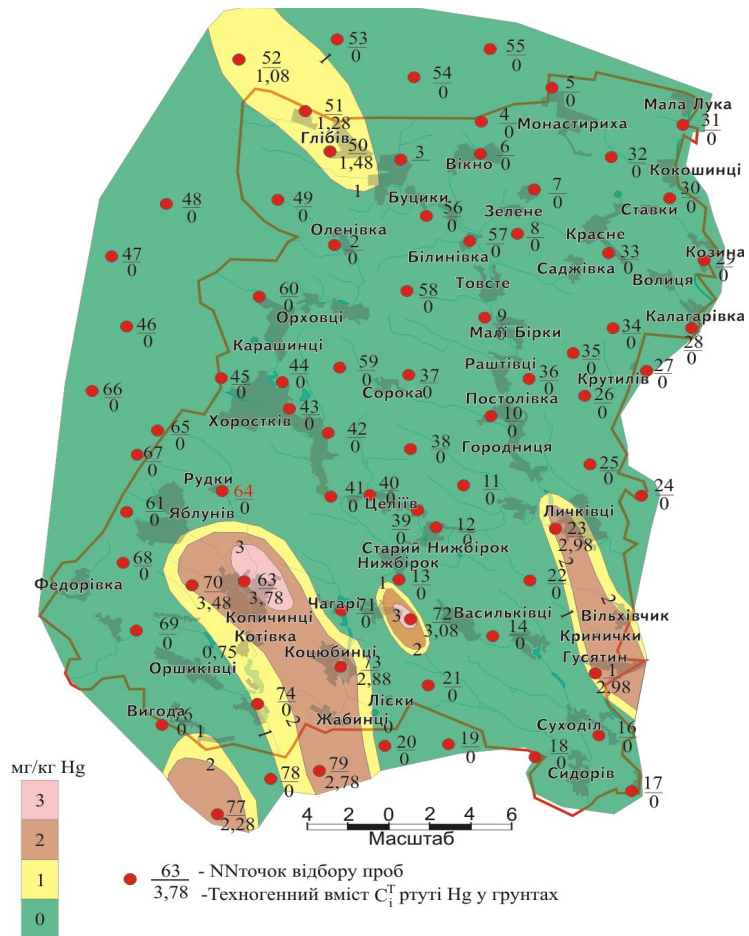


Рис. 3.21. Техногеохімічна картосхема техногенного вмісту C_1^T ртуті Hg у ґрунтах

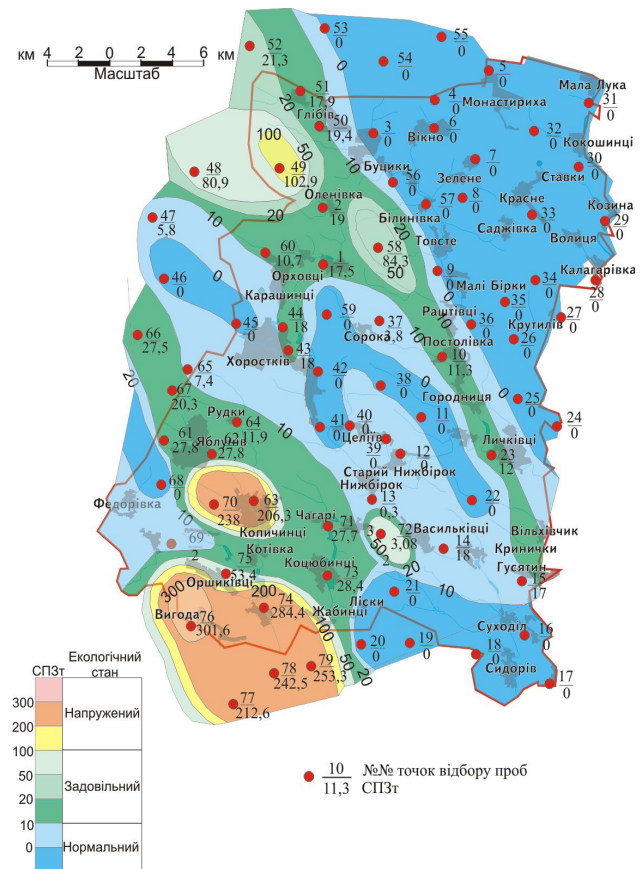


Рис. 3.22. Техногеохімічна картосхема СПЗ^T ґрунтів

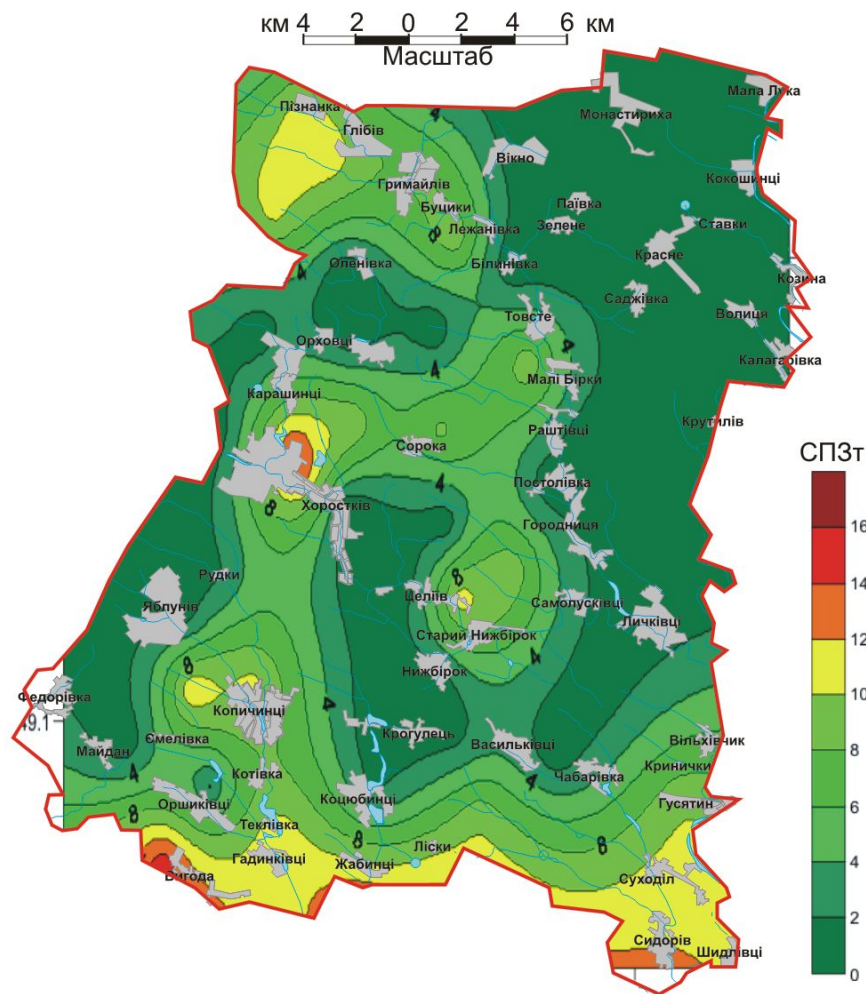


Рис. 3.23. Техногеохімічна картосхема сумарного показника техногенного забруднення СПЗ^Т атмосферного повітря

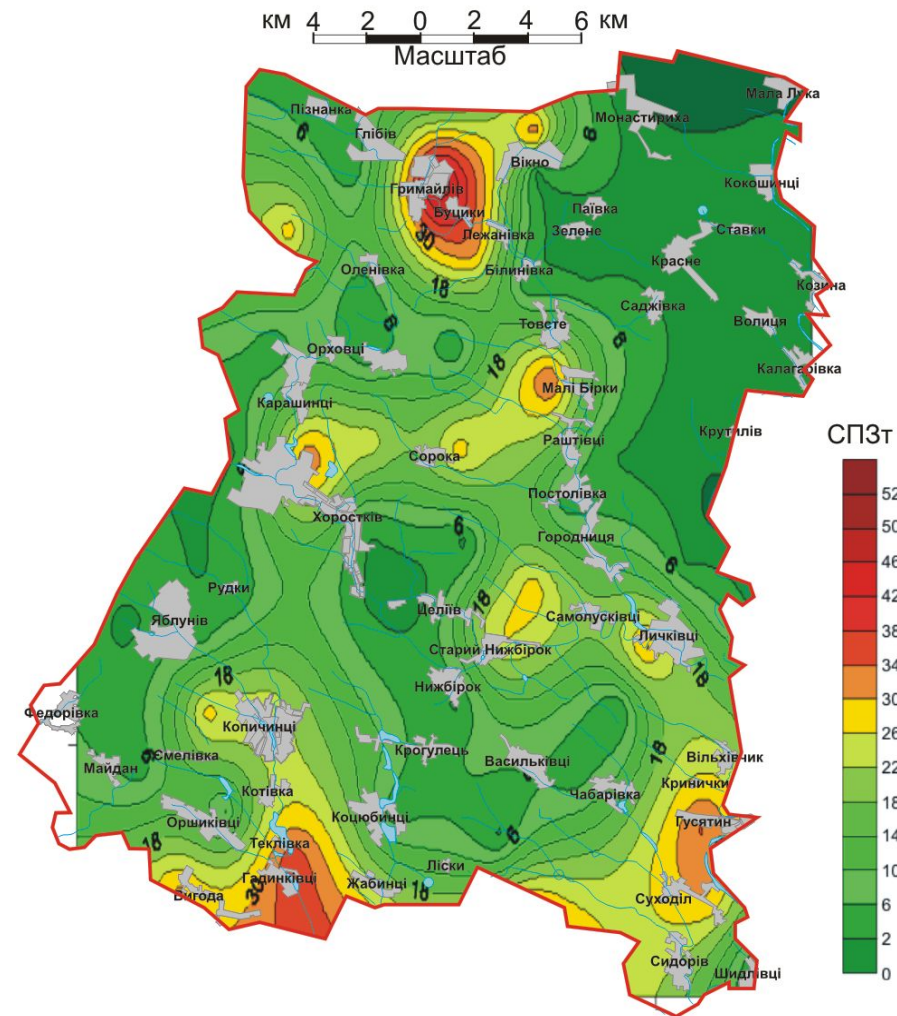


Рис. 3.24. Техногеохімічна картосхема сумарного показника техногенного забруднення СПЗ^Т золи трав'янистої рослинності

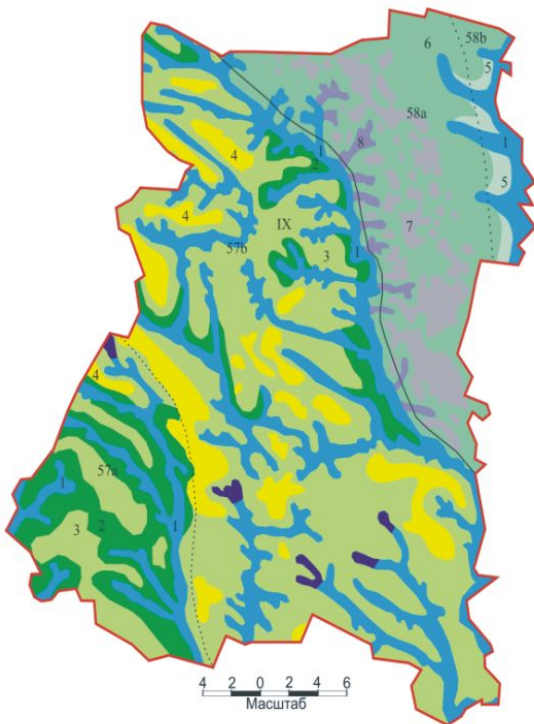
Побудова карт сучасної екологічної ситуації та сучасного екологічного стану

Сучасний екологічний стан – це ступінь перетвореності (трансформації) первинного природного ландшафту (природного геохімічного фону) під впливом як природних так і антропогенних (техногенних) чинників (змін у часі). Послідовність змін та їх інтенсивність створює поступальний ряд станів, яких може бути від 4 до 6-8: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний.

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

Екологічна карта – це картографічна модель сучасних екологічних станів різних геоекологічних структур, які у сукупності відображають сучасну екологічну ситуацію на території. Екологічна карта – це множина дискретних значень стану геосистеми, які поступово змінюються від точки до точки, охоплюючи всю досліджувану територію. Тобто ця множина значень повинна відображати не те, що впало на ґрунт з повітря, а те, що безпосередньо міститься у ґрунті, в різних його горизонтах, визначаючи його загальний сучасний стан на ландшафтній основі. Починати побудову екологічної карти необхідно з ландшафтної карти (рис. 3.25).

Легенда



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

І Західно-Подільська височинна область,
за О.М. Мариничем та ін.

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

1 – Гримаїлівсько – Густинський

2 – Збаразько – Смотрицький (Товтровий)

Ландшафти:

1а – Нічлавський

1b – Тайненський

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

У зв'язку з необхідністю виконувати великий обсяг розрахунків для визначення C_{ϕ}^n , C_i^T , $СПЗ^T$ розроблено новий програмний продукт ЕСОРHОНЕ (рис. 3.26).

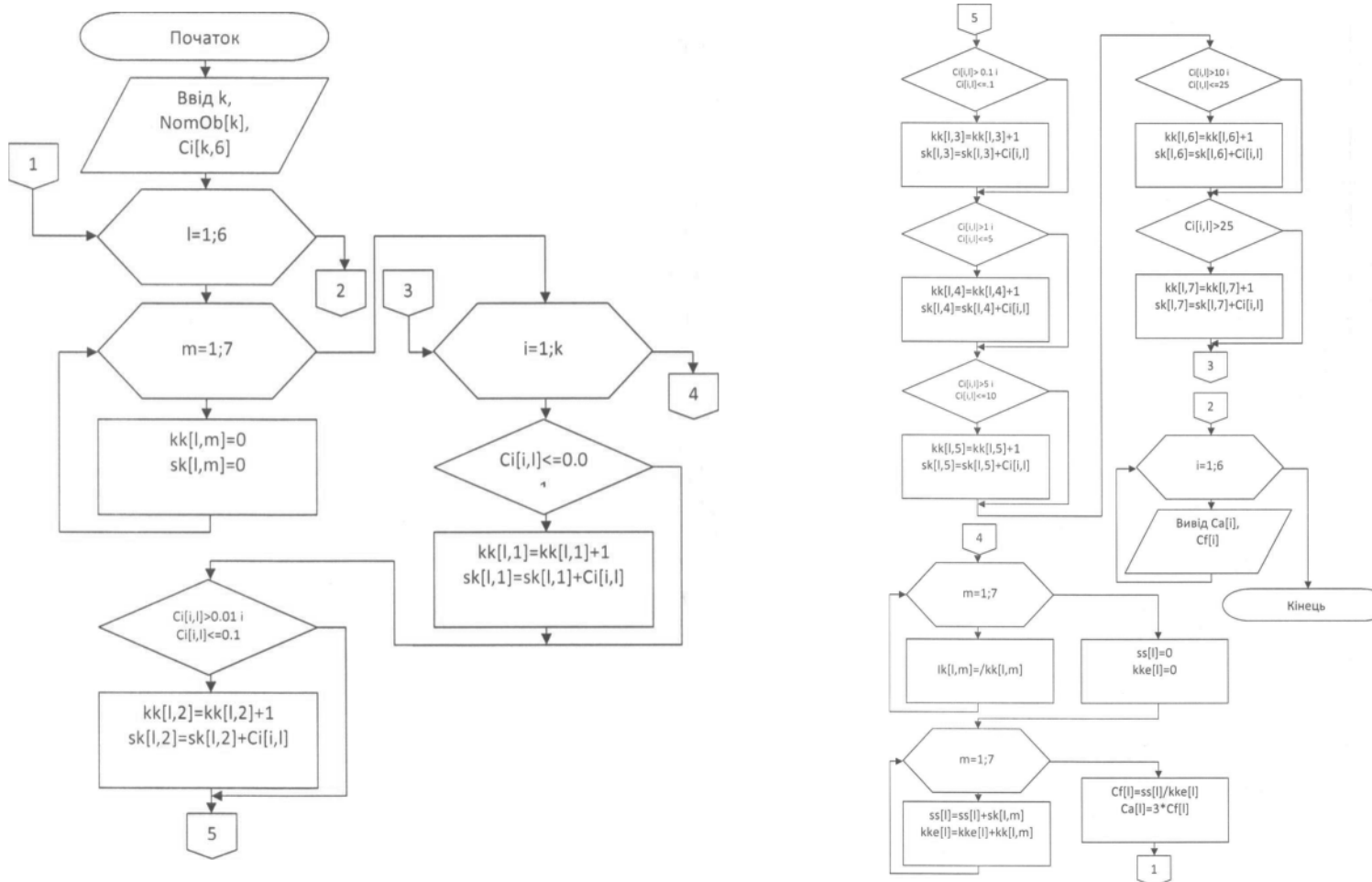


Рис. 3.26. Програмний продукт ЕСОРHОНЕ (Л.В. Міщенко, М.В. Крихівський, Д.О. Зорін, 2012)

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

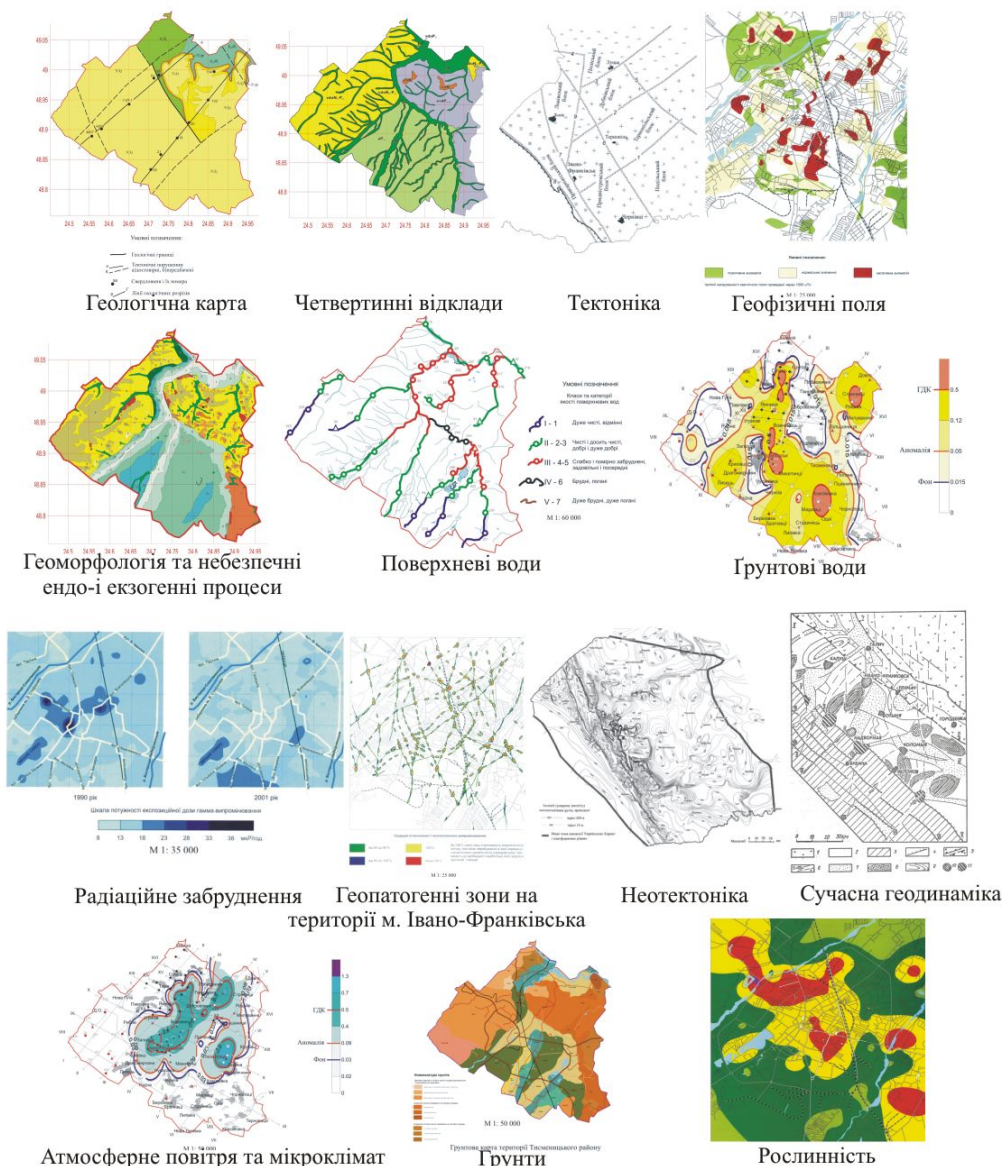


Рис. 3.27. Компоненти екологічної карти

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

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

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

$$T_{сф} = f(ВМ, ПС, МД, НФ, РР...та ін.), \quad (3.9)$$

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

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

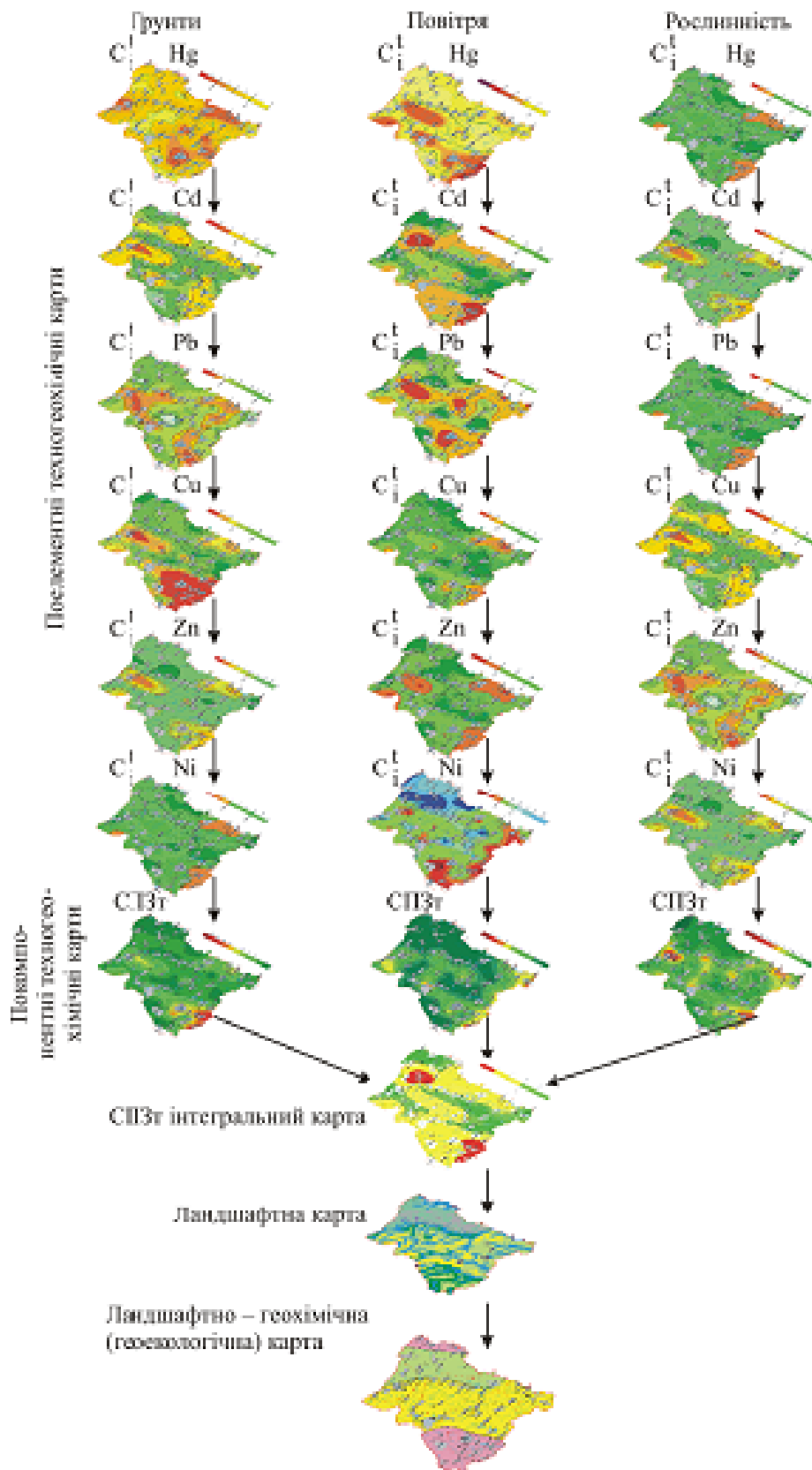


Рис. 3.28. Прозоре накладання карт Гусятинського району

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

Природно-техногенний стан основних геокомпонентів

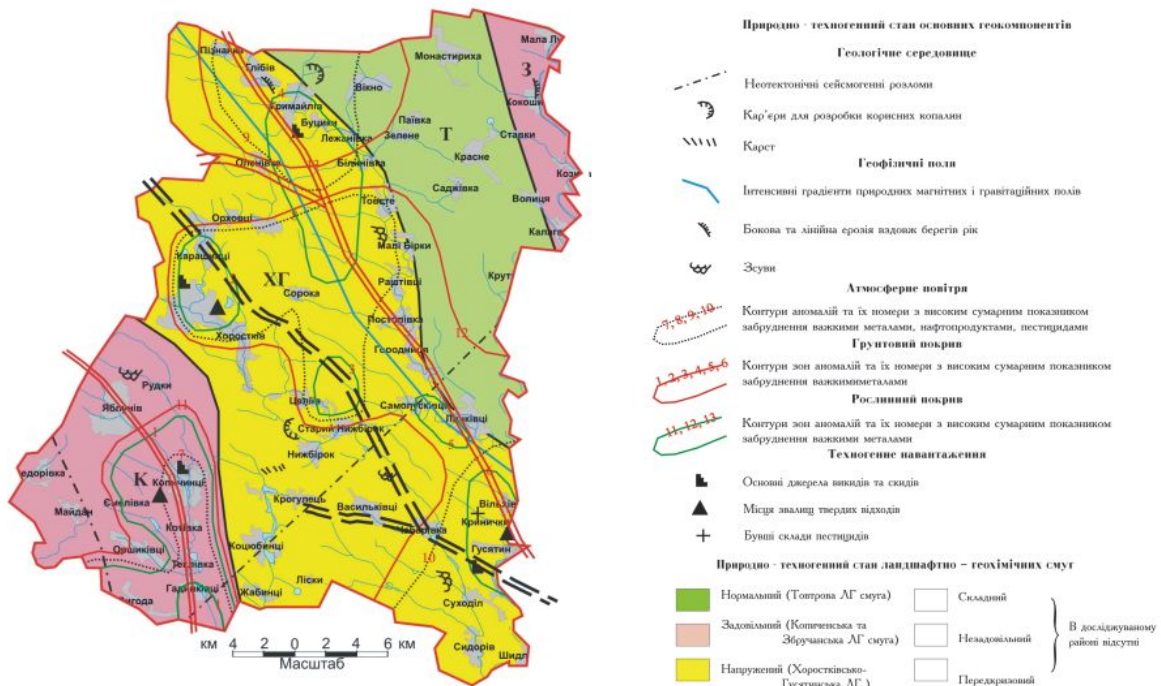


Рис. 3.29. Комп'ютерна, сумарна, синтетична, інтегральна екологічна карта Гусятинського району

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

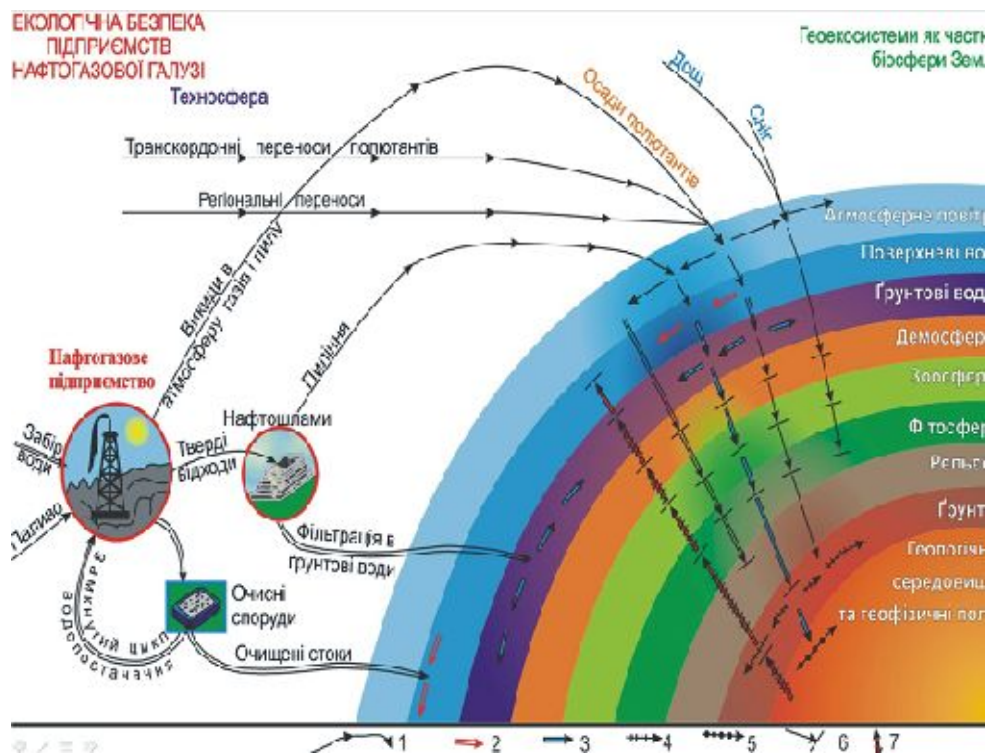
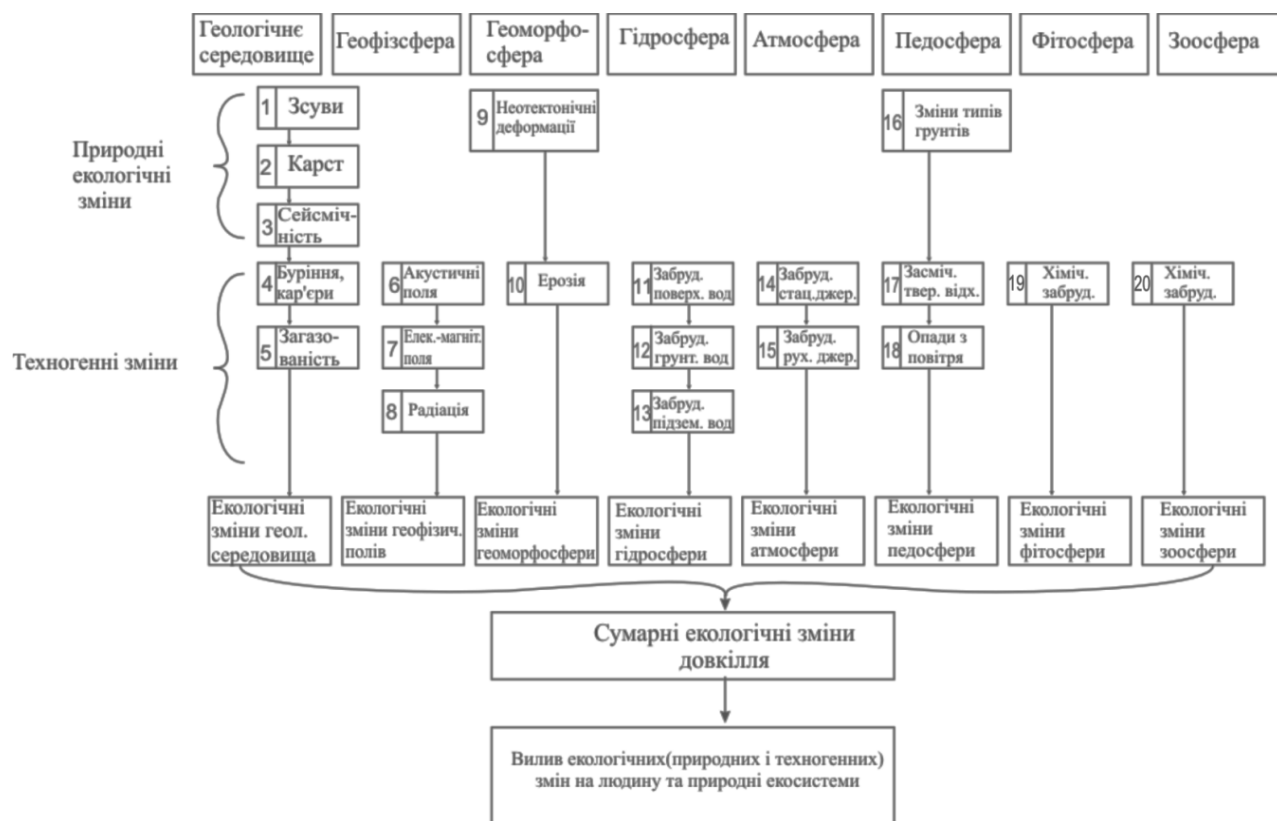


Рис. 3.30. Оцінка впливу нафтогазового об'єкту на компоненти навколишнього середовища

Моделювання і прогнозування екологічних змін у ПАГС



Компоненти довкілля	Екологічні зміни E		
	Природні $E^{ПР}$	Техногенні $E^{ТХ}$	Технічні методи оцінки
Геологічне середовище	1. Зсуви $1 E_{ГС}^{зсуви}$		Площа враження, S, км ² , %, об'єм V, м ³ , %
	2. Карст $2 E_{ГС}^{карст}$		Об'єм V, м ³ , %
	3. Сейсмічність $3 E_{ГС}^{сейсм}$		Площа, S, км ² Бальність maxsim. можлива
	4. Порухнення бурінням і кар'єрами $4 E_{ГС}^{бур}$		$K_n = \sum_{i=1}^n \frac{V_{iic}}{V_r} \cdot 100\%$
	5. Загазованість $5 E_{ГС}^{газ}$		Площа, S, км ² , %
Геофізсфера	6. Акустичні поля $6 E_{Г\Phi}^{акуст}$		$L_i = L_p - 15lg_i^r + lg \frac{\beta}{i}$
	7. Електромагнітні поля $7 E_{Г\Phi}^{елект}$		Площа, S, км ² , %
	8. Радіоактивне забруднення $8 E_{Г\Phi}^{радіац}$		Площа, S, км ² , %
Рельєф-геоморфосфера	9. Неотектонічні деформації $9 E_{ГМ}^{неотект}$		Площа, S, км ² , %
	10. Ерозія яркова, донна та бічна $10 E_{ГМ}^{ероз}$		Площа, S, км ² , % Довжина l, км, %

Рис. 3.31. Послідовність визначення природних і техногенних екологічних змін в геосистемах для моніторингових досліджень локального рівня

Таблиця 3.10

Критерії оцінки екологічного стану основних компонентів довкілля за рівнями їх порушення або забруднення для екологічного менеджменту

Компоненти довкілля	Порушення або забруднення	Геоекологічний стан компонентів довкілля в умовних балах													
		нормальний	задовільний	напружений	складний	незадовільний	передкризовий	критичний	катастрофічний						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Геологічне середовище	1. Сейсмогенні розломи	0	0-2	2-5	5-7	7-10	10-15	Ці стани у нас ще не досягнуті, але вони є в Придніпровсько-Донецькому та інших регіонах							
	2. Кар'єри	1	2	3	4	5	6								
	3. Неотектонічні підняття та опускання	1	2	4	6	8	12								
	4. Карст	1	2	3	4	5	6								
Геофізичні поля	5. Інтенсивні градієнти природних магнітних і гравітаційних полів	0	1	3	4	5	6								
	6. Радіація (>60 мкр/год)	0	1	3	7	11	15								
Рельєф	7. Бокова та лінійна ерозія (2 км/1км.кв.)	0	1	2	3	4	5								
	8. Зсуви (1 га/1 км.кв.)	0	2	4	6	8	10								
Гідросфера	9. Категорія якості поверхневих вод (1,2-3,4-5,6,7)	0	1	3	6	9	15								
	10. Забруднення донних відкладів	0	1	2	3	4	15								
	11. Забруднення 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									
Геоекологічний стан	17. Сумарний показник геоекологічного стану	0-30 нормальний	30-60 задовільний	60-100 напружений	100-150 складний	150-200 незадовільний	>200 передкризовий								

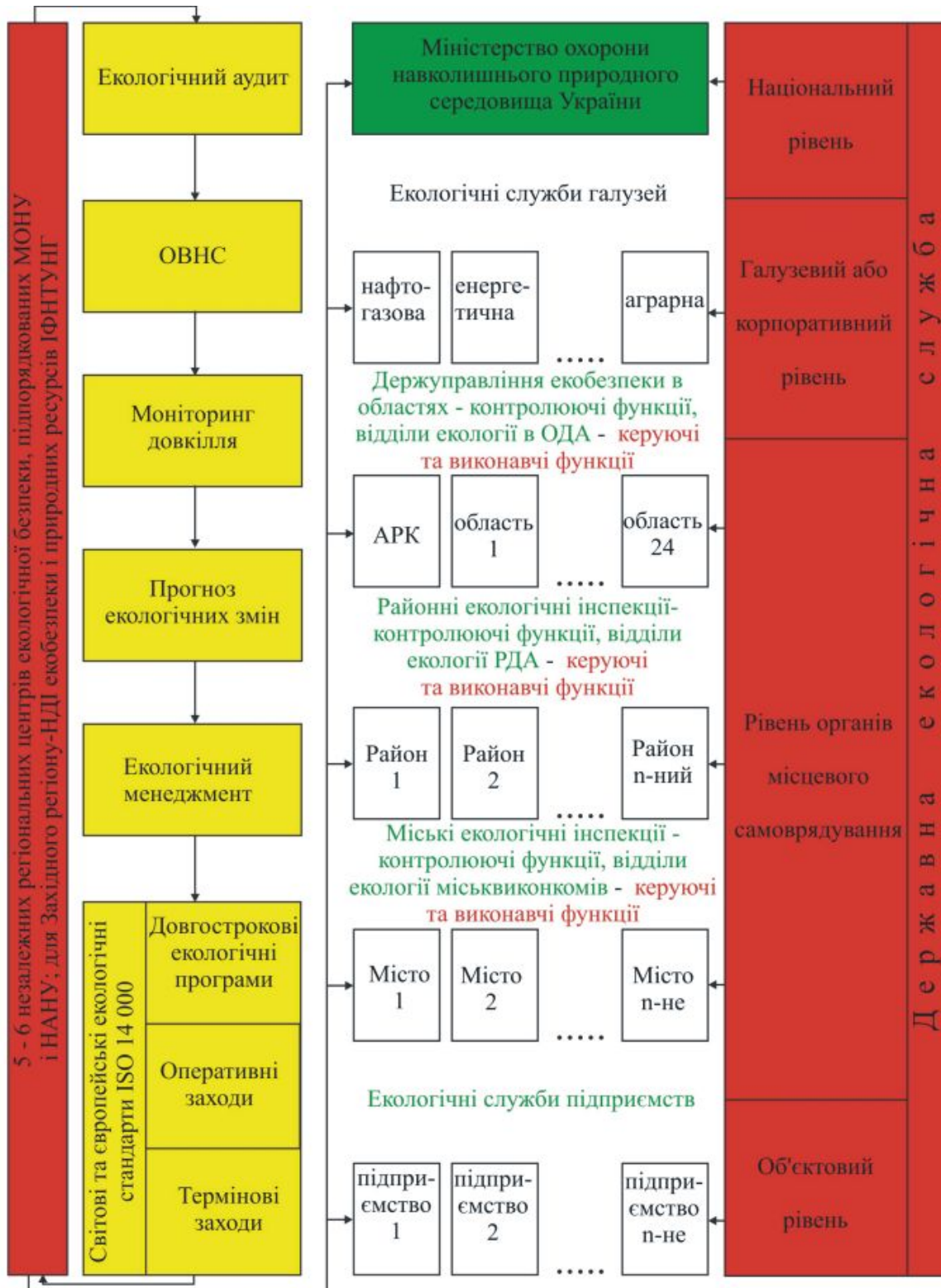


Рис. 3.32. Пропонована система державного, муніципального та галузевого управління станом навколишнього природного середовища (О.М. Адаменко, 2007)

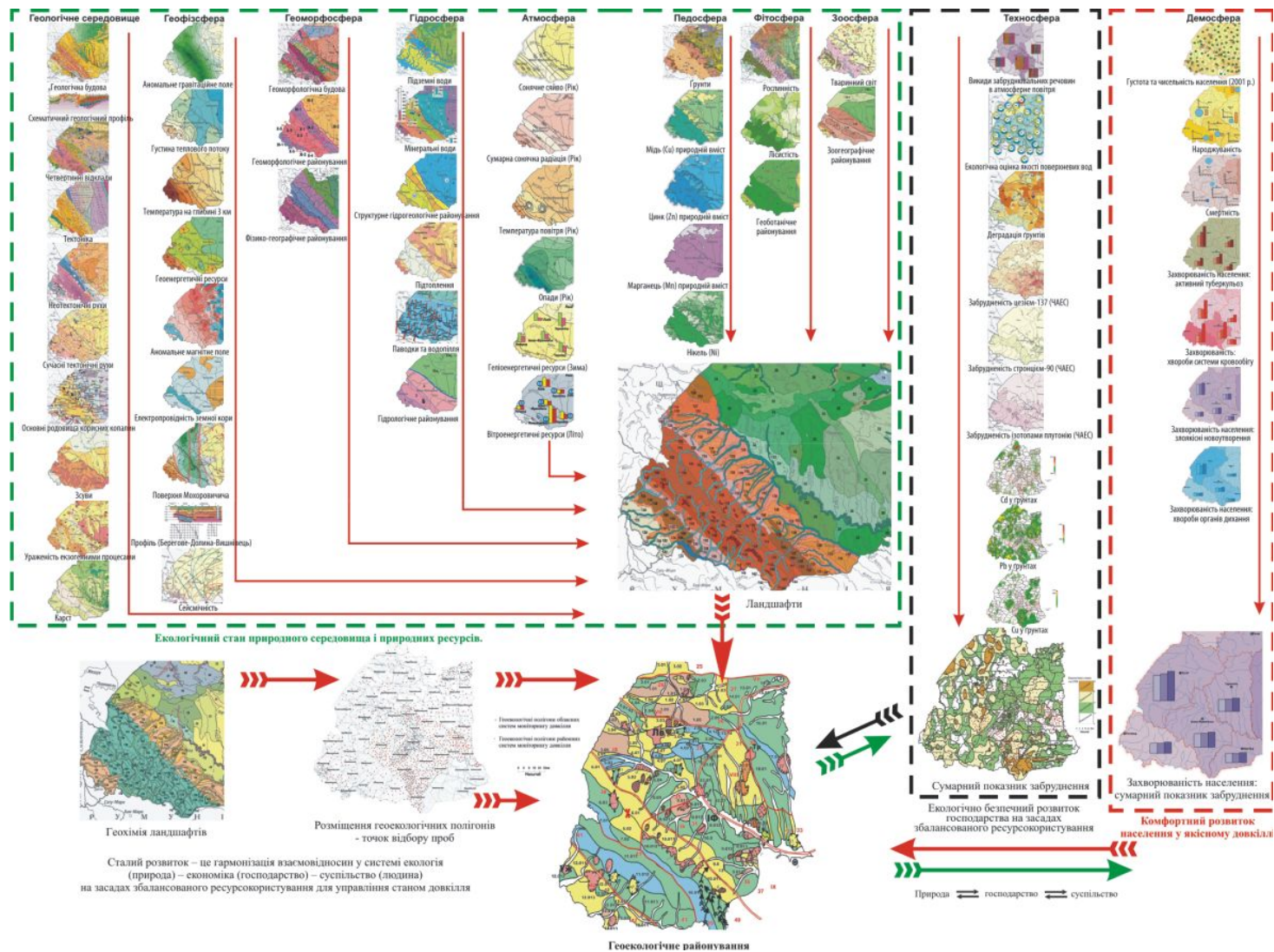
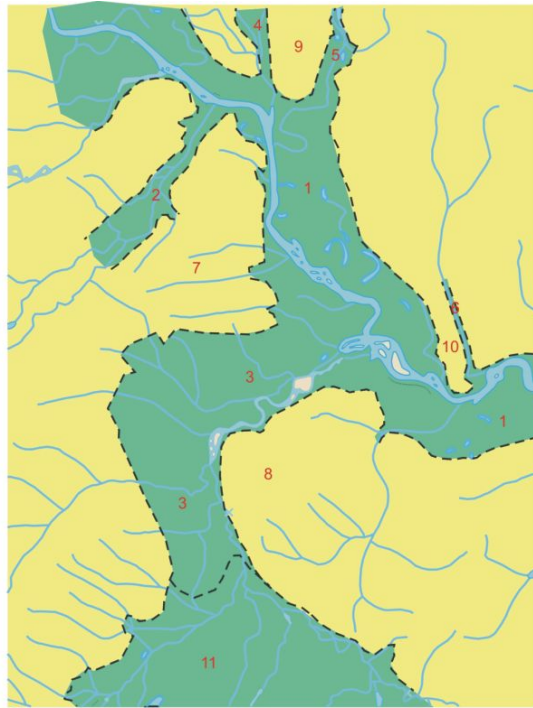


Рис.3.33. Геоінформаційна модель екологічного аудиту для геоекологічного районування, екологічної безпеки та сталого розвитку територій

3.1.3 Геоінформаційні системи екологічної оцінки та геоекологічного районування територій

Об'єктовий рівень



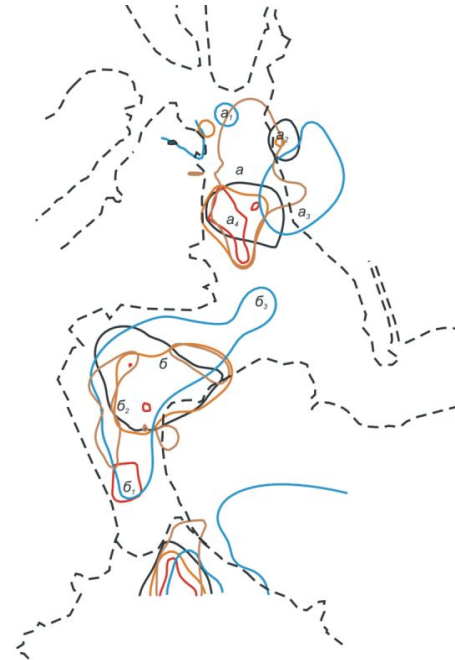
Ландшафтно-геохімічні структури

Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації: 1-Дністродолінська, 2-Луцька, 3-Бистрицька, 4-Бабельська, 5-Гнилопільська, 6-Канівська

Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання: 7-Луцько-Бистрицька, 8-Бовиницька, 9-Тусанська, 10-Маріампільська

Урбосистеми: 11-Івано-Франківська

Рис. 3.33. Карта геоекологічних структур 1 порядку на території діяльності ПАТ “Івано-Франківськцемент”



Зони забруднення: атмосферного повітря хімічними сполуками, атмосферного повітря важкими металами, ґрунтів, ґрунтових вод, рослинності

Ландшафтно-геохімічні ореоли концентрації: Вузли: а - Дубицький з ландшафтно-геохімічними вогнищами-джерелами забруднення: а₁, а₂, а₃, а₄; еліпси: б - Явницько - Ступицький з вогнищами - джерелами забруднення: б₁, б₂, б₃

Рис. 3.34. Карта геоекологічних структур 2 і 3 порядків на території діяльності ПАТ “Івано-Франківськцемент”

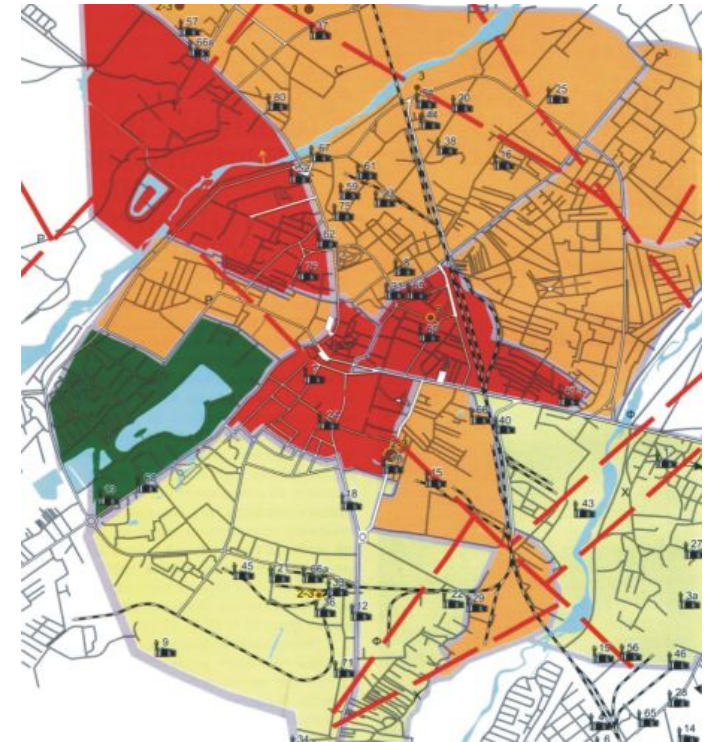
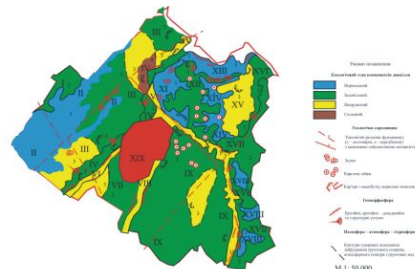
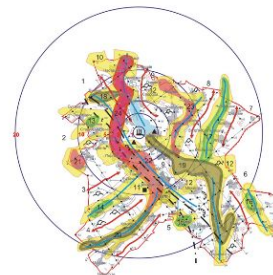


Рис. 3.35. Екологічна карта міста Івано-Франківська (О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, О.М. Журавель, 2004)

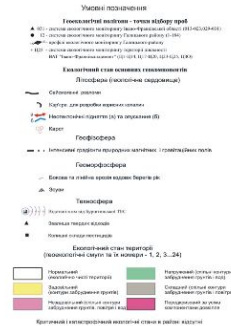


Екологічна карта
Тисменицького району

Локальний рівень



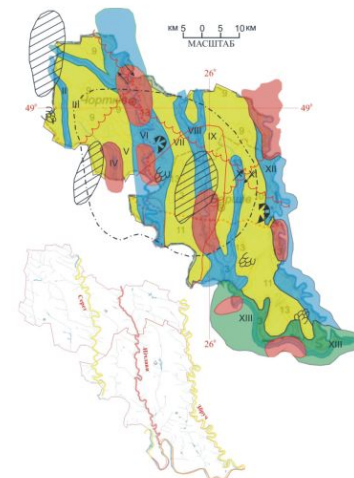
Екологічна карта
Галицького району
(Д.О. Зорін, О.В. Пендерецкий, 2004)



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



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



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

Рис. 3.36. Локальний рівень ГІС екологічної оцінки на геоекологічного районування.

Регіональний рівень

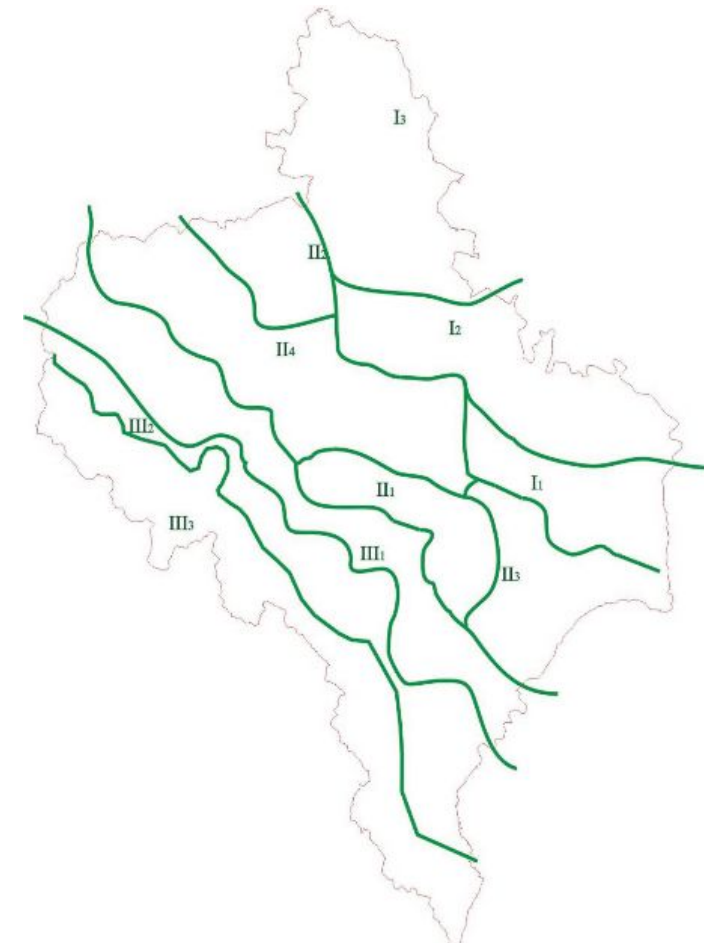
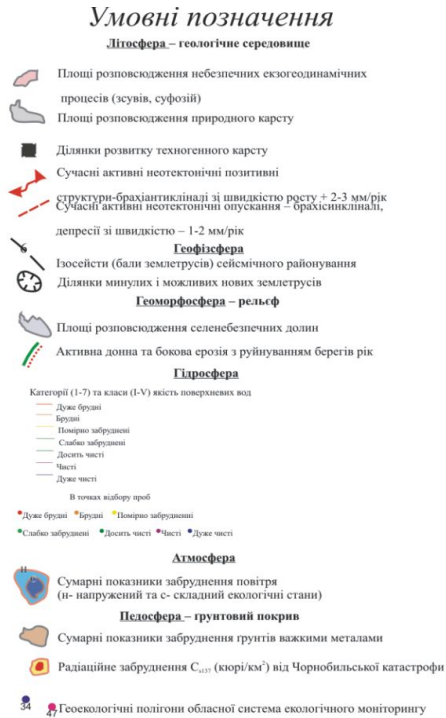
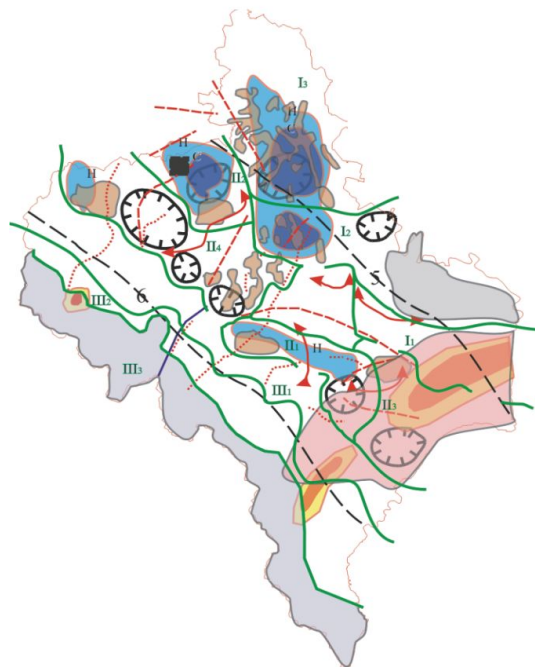


Рис. 3.37. Екологічна карта Івано-Франківської області (О.М. Адаменко, Я.О.Адаменко, Л.В. Міщенко, Д.О. Зорін, М.М. Приходько, 2006)

Рис. 3.38. Геоекологічне районування

Таблиця 3.11

Ландшафти та геоекологічні зони

Ландшафтне районування	Ландшафтно-техногеохімічне або геоекологічне районування
<i>Класи ландшафтів</i>	<i>Геоекологічні зони</i>
I – рівнинний	Покутсько-Придністровсько-Опільська зона з напруженим, складним і незадовільним сучасним станом
II – передгірський	Передгірська геоекологічна зона з задовільним, напруженим і складним сучасним станом
III – гірський	Гірська геоекологічна зона з сприятливим і задовільним сучасним станами
<i>Види ландшафтів</i>	<i>Геоекологічні підзони</i>
I ₁ – пластово-ерозійні височинні ландшафти Покуття	Покутська з радіаційним забрудненням, з задовільним і напруженим сучасним станами
I ₂ – пластово-ерозійні ландшафти Придністров'я з карстовими формами	Придністровська з задовільним сучасним станом
I ₃ – пластово-горбогірні ландшафти Рогатинського Опілля	Опільська з незадовільним, складним і напруженим сучасним станами
II ₁ – структурно-пластові ландшафти височин	Коломийсько-Косівська з задовільним сучасним станом
II ₂ – денудаційно-аккумулятивні ландшафти височин	Калуська з незадовільним, складним і напруженим сучасним станами
II ₃ – горбисто-грядові ерозійно-зсувні ландшафти межиріч	Рожнівська з задовільним сучасним станом
II ₄ – ландшафти аккумулятивних улоговин	Долинсько-Рожнятівсько-Богородчанська з складним, напруженим і задовільним сучасним станами
III ₁ – низькогірні флішеві ландшафти	Вишківсько-Делятинська зі сприятливим сучасним станом
III ₂ – середньогірські ландшафти	Яремчансько-Ворохтянська з задовільним і сприятливим сучасним станами
III ₃ – високогірно-полонинські ландшафти	Горгансько-Чорногірська зі сприятливим сучасним станом

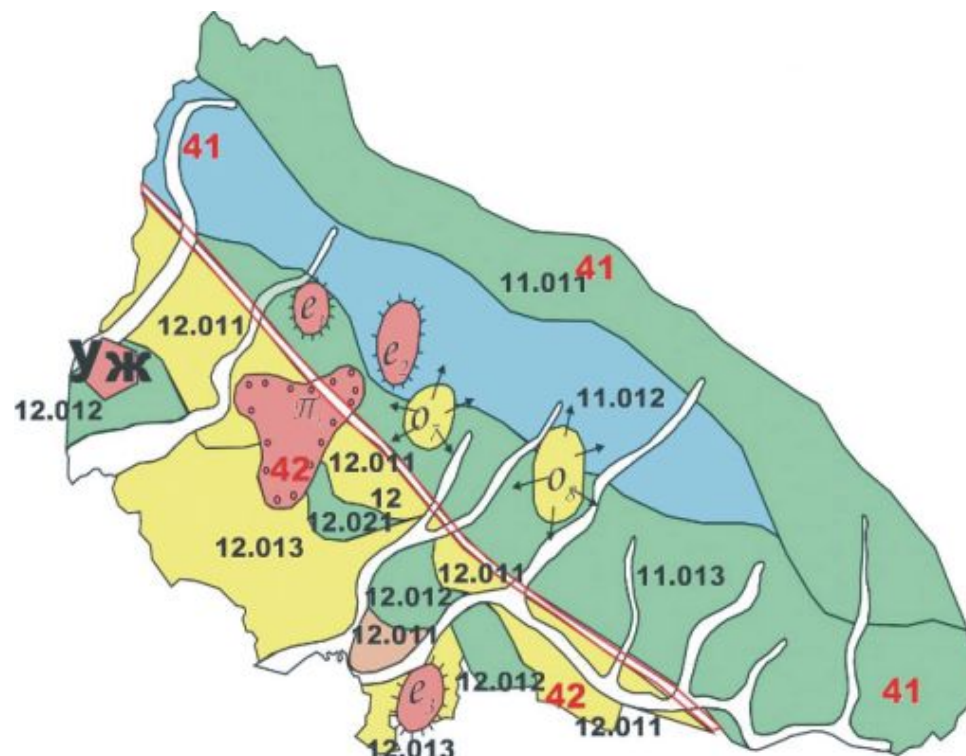


Рис. 3.39. Екологічна карта Закарпатської області

3.1.4 Теоретичне обґрунтування геоecологічного районування для ecологічної (природно-техногенної) безпеки території

Типологічна класифікація геоecологічних структур та побудова карти геоecологічного районування Західного регіону України

Таблиця 3.12

База даних з техногенного забруднення C_i^T Західного регіону України

№ п/п	№ проб	Координати		Хімічні елементи C_i						СПЗ*	Географічна прив'язка
		x	y	Hg	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni		
		ГДК		2,1	1	30	55	100	4		
1.	50	25,5743	49,2040	1,6	0,6	3,6	2,3	1,2	0,01	1,538222944	Гусятинський район
2.	51	25,5635	49,2153	1,4	1,1	1,3	1,6	2,3	0,03	1,869590909	Гусятинський район
3.	52	25,5332	49,2333	1,2	0,1	1,4	1,9	2,4	1,02	1,031640693	Гусятинський район
4.	53	25,5751	49,2411	0	0	73	1,3	2	1,06	2,741969697	Гусятинський район
5.	54	26,1290	49,2259	0	0	1,2	1,2	1,6	0	0,077818182	Гусятинський район
6.	55	26,4480	49,2352	0	0	0	0	0	0	0	Гусятинський район
7.	56	26,2160	49,1833	0,03	1,8	54	9,8	63	1,5	4,797467532	Гусятинський район
8.	57	26,4170	49,1748	1,4	0	1,2	1,2	1,4	0	0,742484848	Гусятинський район
9.	58	26,1320	49,1610	0,01	1,4	49	7,2	61	1,6	4,179004329	Гусятинський район
10.	59	25,5831	49,1346	0	0	1,1	0	0	0	0,036666667	Гусятинський район
11.	60	25,5454	49,1640	0	0	1,9	1,3	1,3	1,4	0,449969697	Гусятинський район
12.	61	25,4918	49,9160	0	0	4,2	6,1	6,1	0,6	0,461909091	Гусятинський район
13.	62	25,5215	49,8390	0	0	3,6	5,4	5,4	0,3	0,347181818	Гусятинський район
14.	63	25,5443	49,6570	3,9	0,18	49	35	35	3,2	5,456839827	Гусятинський район
15.	64	25,5334	49,9500	0	0	1,9	3,6	3,6	0,1	0,189787879	Гусятинський район
16.	65	25,5033	49,1150	0	0	1,6	2,4	2,4	0	0,120969697	Гусятинський район
17.	66	25,4735	49,1350	0	0,9	69	2,5	2,5	0	3,270454545	Гусятинський район
18.	67	25,4940	49,1010	0	0	74	0,9	0,9	0	2,492030303	Гусятинський район
19.	68	25,4910	49,7400	0	0	2,3	0,3	0,3	0	0,085121212	Гусятинський район
20.	69	25,4957	49,5270	0	0	3,2	0,9	0,9	0,1	0,157030303	Гусятинський район
21.	70	25,5223	49,6510	3,6	0,24	24	39	39	3,9	4,828376623	Гусятинський район
22.	71	25,5940	49,6100	0	0,7	64	2,4	2,4	0	2,900969697	Гусятинський район
23.	72	26,2170	49,5420	3,2	0,9	51	2,5	2,5	0	4,194264069	Гусятинський район
24.	73	25,5912	49,4150	3,1	0,6	6,1	3,6	3,6	0,2	2,430978355	Гусятинський район
25.	74	25,5532	49,3700	0,01	0,85	10,2	54	54	8,6	4,866580087	Гусятинський район
26.	75	25,5330	49,4190	0	0,7	79	4,5	4,5	0	3,460151515	Гусятинський район

*Всього 1 441 точок відбору проб

Таблиця 3.13

Класифікація та типологічні ознаки геоecологічних структур національного, регіонального, локального та об'єктового ієрархічних рівнів

Геоecологічні структури	Розміри, км x км	Відповідність ландшафтним одиницям	Лісистість, %	Природно-заповідний фонд, %	Техногенне навантаження			Антропогенна перетвореність ландшафтів, %	Еколого-динамічна небезпека	Ураженість екосистем динамічними процесами, %	Питома вага орних земель, %	Площа поселенських територій, %	Густота населення, чол./кв. м	Екологічний стан
					Викиди в атмосферу повітря, т/рік	Скиди у водне середовище, тис.м ³ /рік	Тверді відходи, т/км ²							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Національний рівень														
Геоecологічні округи (ГEO)														
Західний ГEO														
Геоecологічні регіони (ГЕРГ) та геоecологічні райони (ГЕРН)														
VII. Швабсько-Західний ГЕРГ	190x60	Східно-Європейська фізико-географічна країна	28	12	200-300	35-65	1-5	60	Сейсмічність 2-3 бали	35	35-45	12	52	Різний, значна частка окремо для кожної геоecологічної зони
25. Луцький ГЕРН	30x15	Ландшафтна область Мале Полісся	25	8						28				
26. Галицький ГЕРН	130x55		34	12						30				
27. Рівненський ГЕРН	80x25		26	6						40				
VIII. Подільський ГЕРГ	180x120	Зах.-Укр. Фіз.-географ. край	22	18	300-450	15-50	1-12	60-65	Сейсмічність 3-4 бали	42	25-50	18	61	
30. Опільський ГЕРН	130x55	Західно-Подільська височинна ландшафтна область	42	16						38				
31. Тернопільський ГЕРН	120x60		15	14						40				
33. Камінець-Подільський ГЕРН	100x40	Прут-Дністровська височинна ландшафтна область	18	24						35				
IX. Прикарпатський ГЕРГ	300x70	Зах.-Карп. Фіз.-географ. край	36	14						280-450				
35. Поліський ГЕРН	120x70	Резолюційно-Опільська горбопод. ланд. обл.	38	18						42				

Всього у таблиці 172 геоecологічні структури

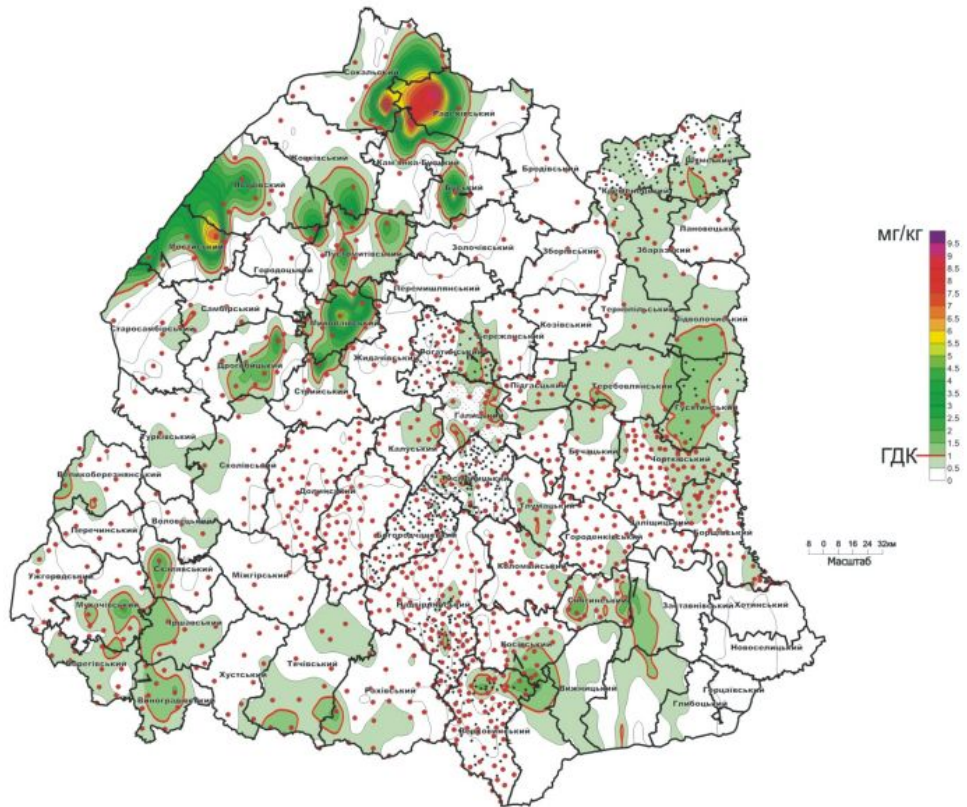


Рис. 3.40. Сd у ґрунтах Західного регіону України

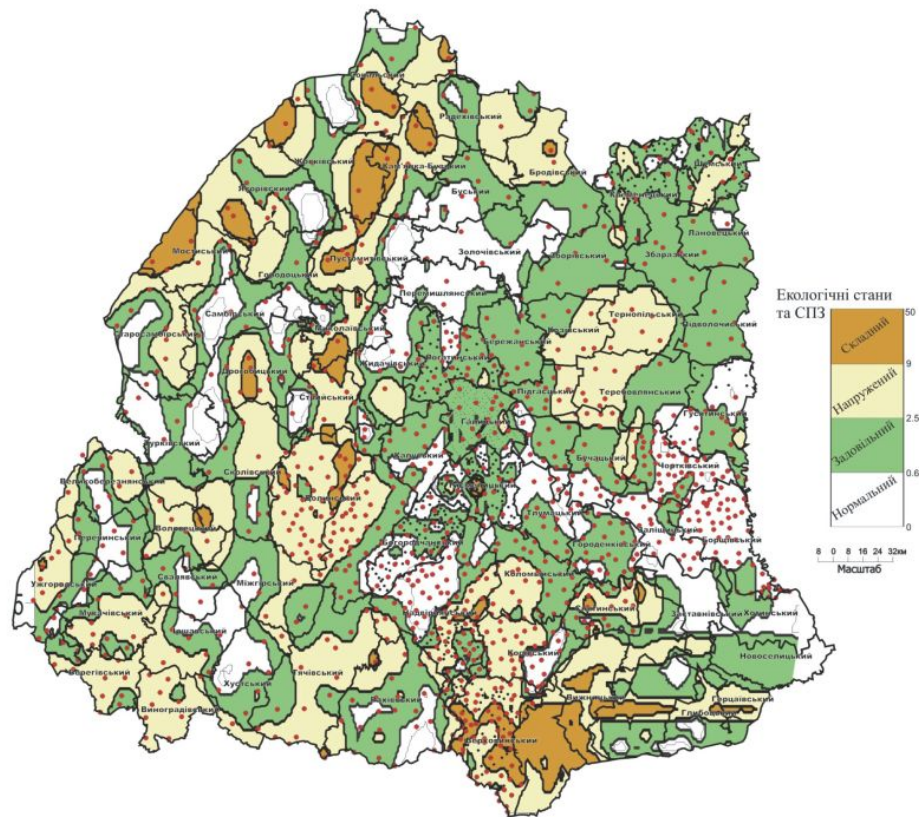


Рис. 3.41. Сумарний показник забруднення ґрунтів Західного регіону України

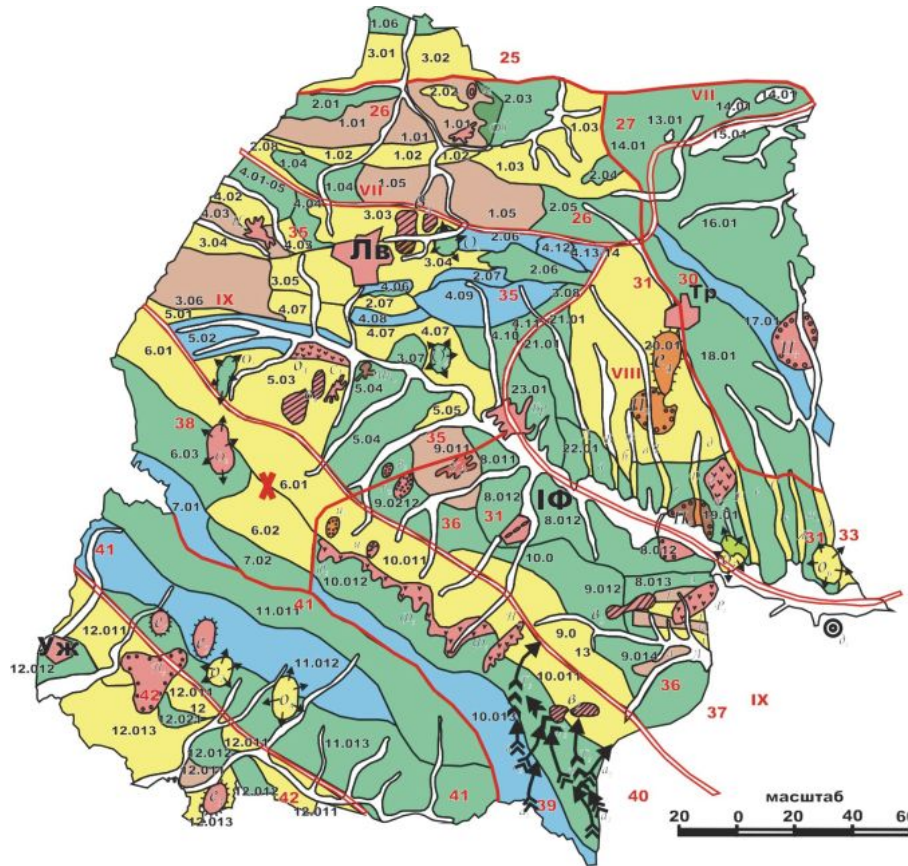


Рис. 3.42. Геоекологічне районування
Західного регіону України

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

Західний геоекологічний округ
VII. Північно-Західний геоекологічний регіон

- 25. Луцький геоекологічний район
- 26. Галицький геоекологічний район
- 27. Рівненський геоекологічний район
- VIII. Подільський геоекологічний регіон
- 30. Онопійський геоекологічний район
- 31. Тернопільський геоекологічний район
- 33. Кам'янець-Подільський геоекологічний район
- IX. Прикарпатський геоекологічний регіон
- 35. Львівський геоекологічний район
- 36. Івано-Франківський геоекологічний район
- 37. Буковинський геоекологічний район
- X. Карпатський геоекологічний регіон
- 38. Бескидський геоекологічний район
- 39. Горганський геоекологічний район
- 40. Полонинський геоекологічний район
- 41. Черемиський геоекологічний район
- XI. Закарпатський геоекологічний регіон
- 42. Мукачівський геоекологічний район

VII VIII - Межі між регіонами

38 39 - Межі між районами

регіональні, локальні і об'єктові ріви ландшафтно-геохімічного районування (зробка автора)

Природно-антропогенні структури регіонального і ієрархічного рівня

Линійні структури

Ландшафтно-геохімічні насадки та їх номери

1. Центрально-малополіська (Совальська),
2. Офраніо-малополіська (Рахівська - Червоноградська),
3. Оніська (Львівська - Пустомитівська),
4. Подільська (Перемішансько-Городишська).

Ландшафтно-геохімічні смуги розповсюдження та їх номери (а-л)

Ландшафтно-геохімічні смуги розповсюдження та їх номери (а-л)
а - Гончарівська, б - Озернянська, в - Бучанська,
г - Доричинська, д - Нирківська, е - Касперівська,
є - Глибогоцька, ж - Гермаківська, з - Йосипівська,
и - Степівська, к - Святинська, л - Троцька

Фізико-хімічні
Ф₁ - Дніпсько-Богородчанський

Біогеохімічні
б₁ - Миколайський

Атмосферний потік
а₁ - Пруцький, а₂ - Черемиський

Гідрометричний потік
г₁ - Верховинський, г₂ - Ворохтанський, г₃ - Яремчанський

Геоморфологічні зони
з₁ - Івано-Франківський

Техногенні структури

Багатокутні та неправильні форми структури

Урбосистеми

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

Техногенні ландшафтно-геохімічні (геоекологічні)
структури

Вр - Вуритинська, Кл - Калуська, Ме - Миколайська,
Ня - Новояворівська, Дб - Добровірська, Ст - Стебницька

— Річкові долини (заплави I та II надзавданні тераси) зі
строким розподілом контурів різного сучасного стану (від
нормального до незадовільного)

Сучасний стан ландшафтно-геохімічних структур

Нормальний Напружений
Законний Склавний

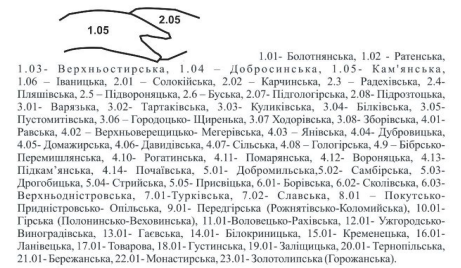
Незадовільний

Ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) політони

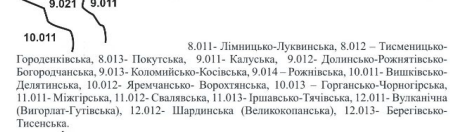
Системи екологічної безпеки регіонального рівня для
територій адміністративних областей

Системи екологічної безпеки локального та об'єктового рівня
населених пунктів та промислових підприємств

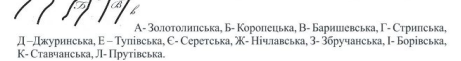
Ландшафтно-геохімічні зони та їх номери



Ландшафтно-геохімічні підзони та їх номери



Ландшафтно-геохімічні смуги
концентрації та їх номери (А-Л)



Ландшафтно-геохімічні смуги розповсюдження та їх номери (а-л)

а - Гончарівська, б - Озернянська, в - Бучанська, г - Доричинська,
д - Нирківська, е - Касперівська, є - Глибогоцька, ж - Гермаківська,
з - Йосипівська, и - Степівська, к - Святинська, л - Троцька

Природно-антропогенні ландшафтно-геохімічні структури локального
та об'єктового ієрархічного рівня

Ландшафтно-геохімічні орози концентрації

Ландшафтно-геохімічні вузли
в₁ - Буковинський, в₂ - Святинський, в₃ - Дрогобицький,
в₄ - Пустомитівський

Ландшафтно-геохімічні єдиниці
є₁ - Перетинський, є₂ - Свалявський,
є₃ - Виноградівський, є₄ - Тернопільсько-Теребовлянський

Ландшафтно-геохімічні ядра
я₁ - Північно-Дніпське, я₂ - Міжнеське,
я₃ - Свічківське, я₄ - Східно-Дніпське

Ландшафтно-геохімічні височина-дисерети
д₁ - Хотинське, д₂ - Рахівське

Ландшафтно-геохімічні п'явки
п₁ - Мукачівська, п₂ - Теребовлянська,
п₃ - Підволочиська, п₄ - Городишківська

Ландшафтно-геохімічні оази розповсюдження
о₁ - Самбірський, о₂ - Турківський, о₃ - Пустомитівський,
о₄ - Жидичинський, о₅ - Дністрозавойський,
о₆ - Борівський, о₇ - Іршавський, о₈ - Хустський

Ландшафтно-геохімічні бар'єри

Механічні

Орографічні
п₁ - Надвірнянський

Радіаційні
р₁ - Святинський, р₂ - Чортківський

Умовні позначення до Геоекологічне районування
Західного регіону України

ГІС-технологія побудови карт геоecологічного районування регіонального, локального і об'єктового рівней

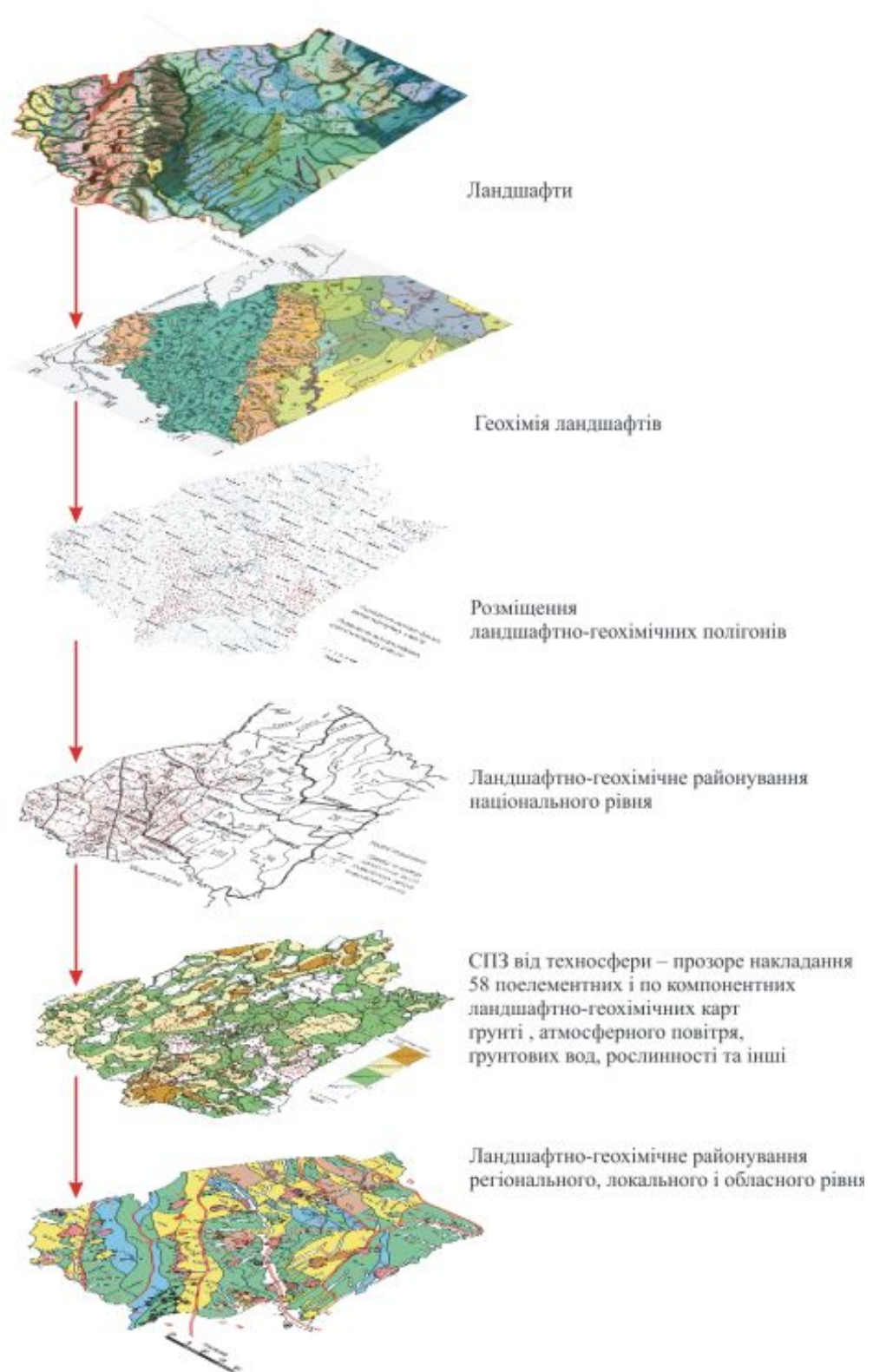


Рис. 3.43. Технологія побудови карт геоecологічного районування

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

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

НАЦІОНАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

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

The national level

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



Західний регіон України
The western part of Ukraine

Геоекологічні округи
Західний

Геоекологічні регіони
VII – Північно-Західний з 3 районами
VIII – Подільський з 3 районами
IX – Прикарпатський з 3 районами
X – Карпатський з 4 районами
XI – Закарпатський з 1 районом

Геоекологічні райони – всього 14

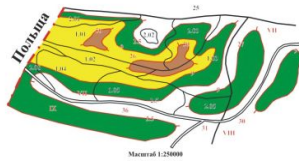
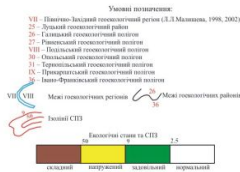
Geoecological sites
Western region
Geoecological regions
VII-through North-West covering 3 areas
VIII-Podolsk covering 3 areas
IX-Carpathian regions covering 3 areas
X-Carpathian covering 4 areas
XI-Transcarpathian area
Geoecological areas – totally 14

Anthropogenic impact – according the regional statistics administration data (annual emissions divided by the area of the administrative region)

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

РЕГІОНАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

(розробка автора)



Північна частина Львівської області
The northern part of Lviv region

Геоекологічні підзони

1 – Центральна-малополицька
2 – Крайно-малополицька

Геоекологічні зони – всього 62

The regional level

(Mishenko L.)

Geological zones:

1 – central zone

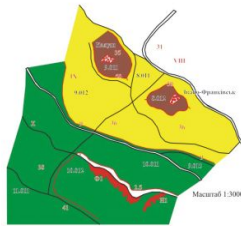
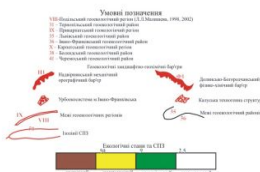
2 – outskirts

Geoecological zones – total amount – 62

Anthropogenic impact

direct contaminants measurement in the environmental components (sample testing)

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



Івано-Франківська область
Ivano-Frankivsk region

Геоекологічні підзони – всього 16

Підзони ускладнені геоекологічними структурами об'єктового рівня

Геоекологічні ландшафтно-геохімічні бар'єри

Механічні – орографічні

Фізико-хімічні

Біогеохімічні

Атмосферні потоки

Гідроміграційні потоки

Геоморфні зони

Урбогеоекосистеми

Техногеоекосистеми

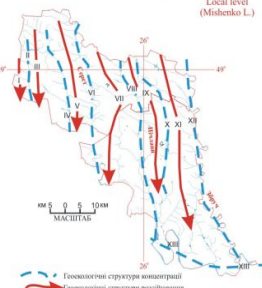
all zones are complicated by geoecological structures
mechanic, orographic, radiation
physical-chemical
biogeochemical
atmospheric flows
hydromigration flows
geomorphogenic zones
urbogeocoecosystems
technogeocoecosystems

ЛОКАЛЬНИЙ РІВЕНЬ

(розробка автора)

Local level

(Mishenko L.)



Чортківський і Борщівський райони Тернопільської області
Chortkiv and Borschiv areas within Ternopil region

Геоекологічні смуги концентрації

II – Стрипська

IV – Джуринська

VI – Тупівська

IIIV – Серетська

X – Нічла夫ська

XII – Збручанська

Geoecological concentration bands

II - Strypська

IV - Dzhurynська

VI - Tupivська

IIIV - Seretsьka

X - Nichlavська

XII - Zbruchanska

Геоекологічні смуги розсіювання

I – Бучацька

III – Дорогомишівська

V – Нірківська

IIIV – Касперівська

IX – Глибочківська

II – Гермаківська

Geoecological bands dispersion

I - Buchach

III - Dorohomyshivська

V - Nyrkevська

IIIV - Kasperivська

IX - Glybochivська

II - Hermakivська

ОБ'ЄКТОВИЙ РІВЕНЬ

(розробка автора)

The object level

(Mishenko L.)



Долина р. Бистриці-Тисменецький район Івано-Франківської області
The valley of the river Bystriytsya, Ivano-Frankivsk region

environmental components
environmental ellipses
environmental kernel
environmental focus source
environmental status
geoecological ovals

Геоекологічні вузли
Геоекологічні еліпси
Геоекологічні ядра
Геоекологічні вогнища-джерела
Геоекологічні плями
Геоекологічні овали

Геоекологічні структури 1 порядку
3 - Інструвальна смуга концентрації
7 - Дунайсько-Бистрицька смуга розсіювання
8 - Волинська смуга розсіювання

Геоекологічні структури 2 порядку
9 - Явнянсько-Супульська смуга

Геоекологічні структури 3 порядку
Вогнища-джерела забруднення
41 42 43

Геоекологічні ядра
Геоекологічні плями

Рис. 3.44. Типологічна класифікація геоекологічних структур

3.1.5 Практичне використання геоecологічного районування для оцінки сучасного стану ПАГС у зоні впливу розробки нафтогазових родовищ та видобутку сланцевого газу

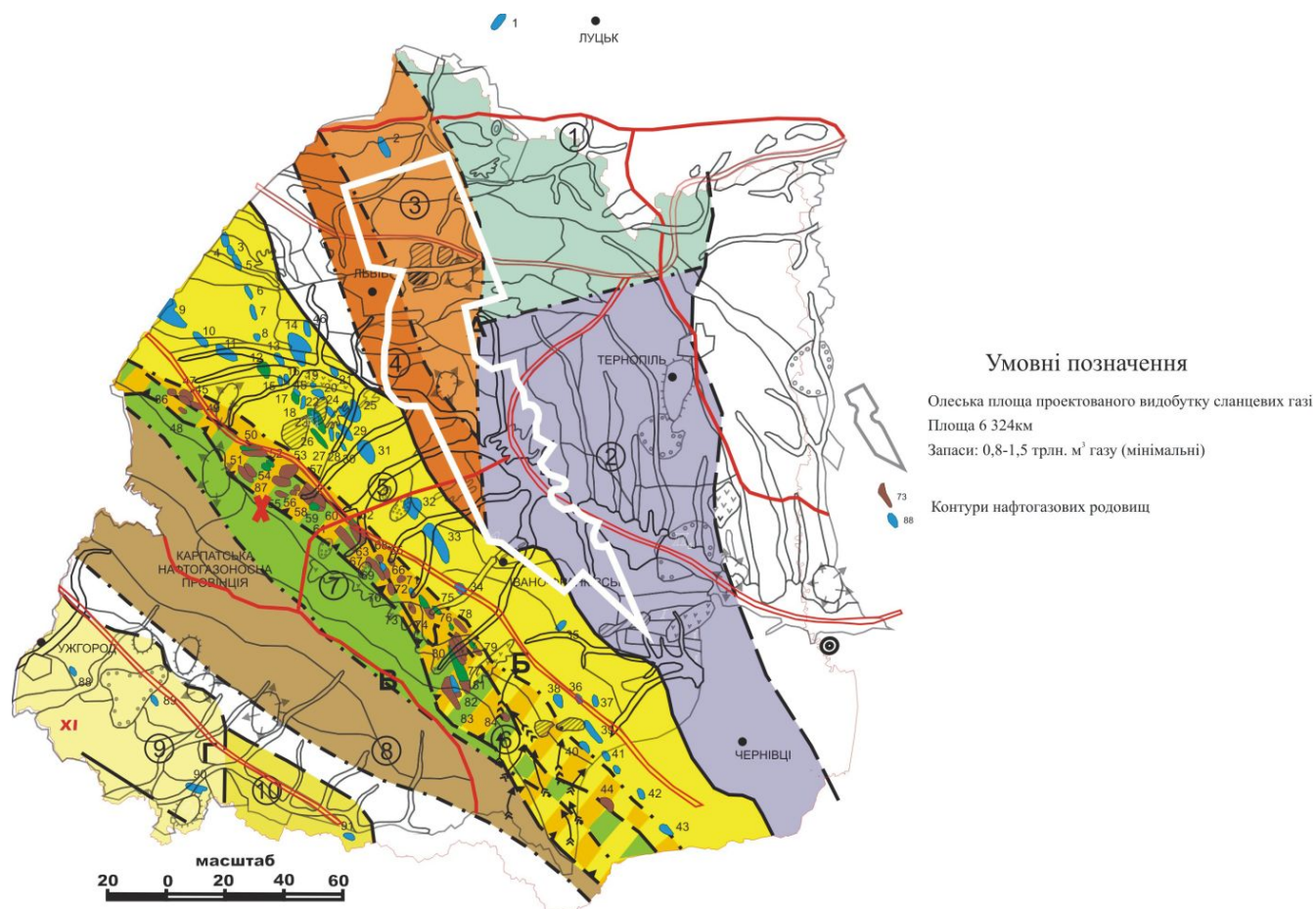


Рис. 3.45. Розміщення нафтогазових родовищ та Олеської площі проєктованого видобутку сланцевого газу на фоні геоecологічного районування Карпатського регіону та Західного Поділля

Для розрахунків концентраційних інтервалів безпеки життєдіяльності населення та безпечних для існування геосистем інтервалів концентрації забруднювачів О.М. Адаменко, Л.В. Міщенко, М.В. Крихівський та Д.О. Зорін (2013) розробили програмні продукти (рис. 3.46, 3.47), що дало можливість оцінити вплив нафтогазових об'єктів та порівняти їх з енергетичними та іншими об'єктами, в т.ч. і з можливим впливом розвідки та видобутку сланцевих газів (рис. 3.48).

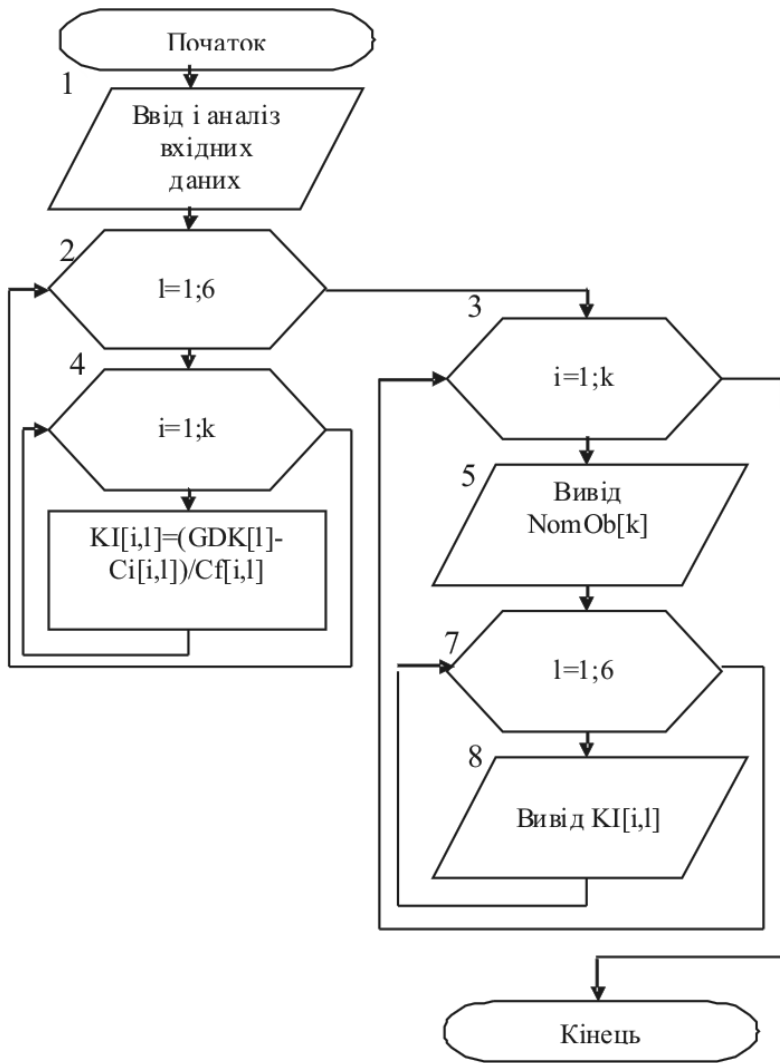


Рис. 3.46. Нова комп'ютерна програма INTERCONCSAFATYLIFE розрахунку концентраційних інтервалів безпеки життєдіяльності

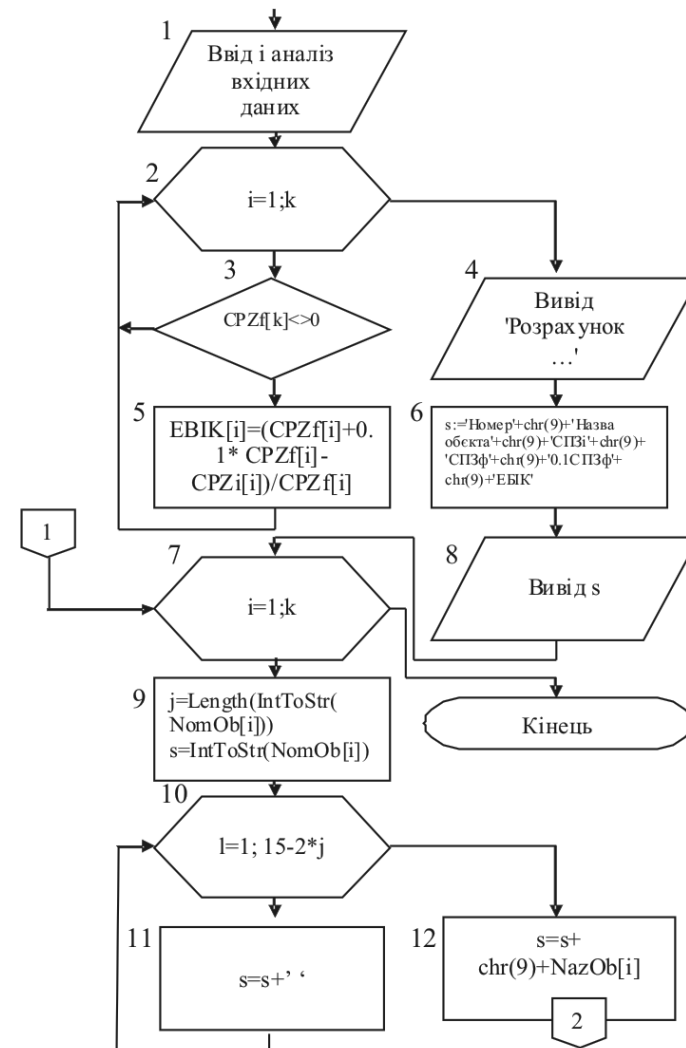


Рис. 3.47. Нова комп'ютерна програма ECOSAFATYGEOSYSTEMS розрахунку безпечних для існування геосистем інтервалів концентрації забруднювачів

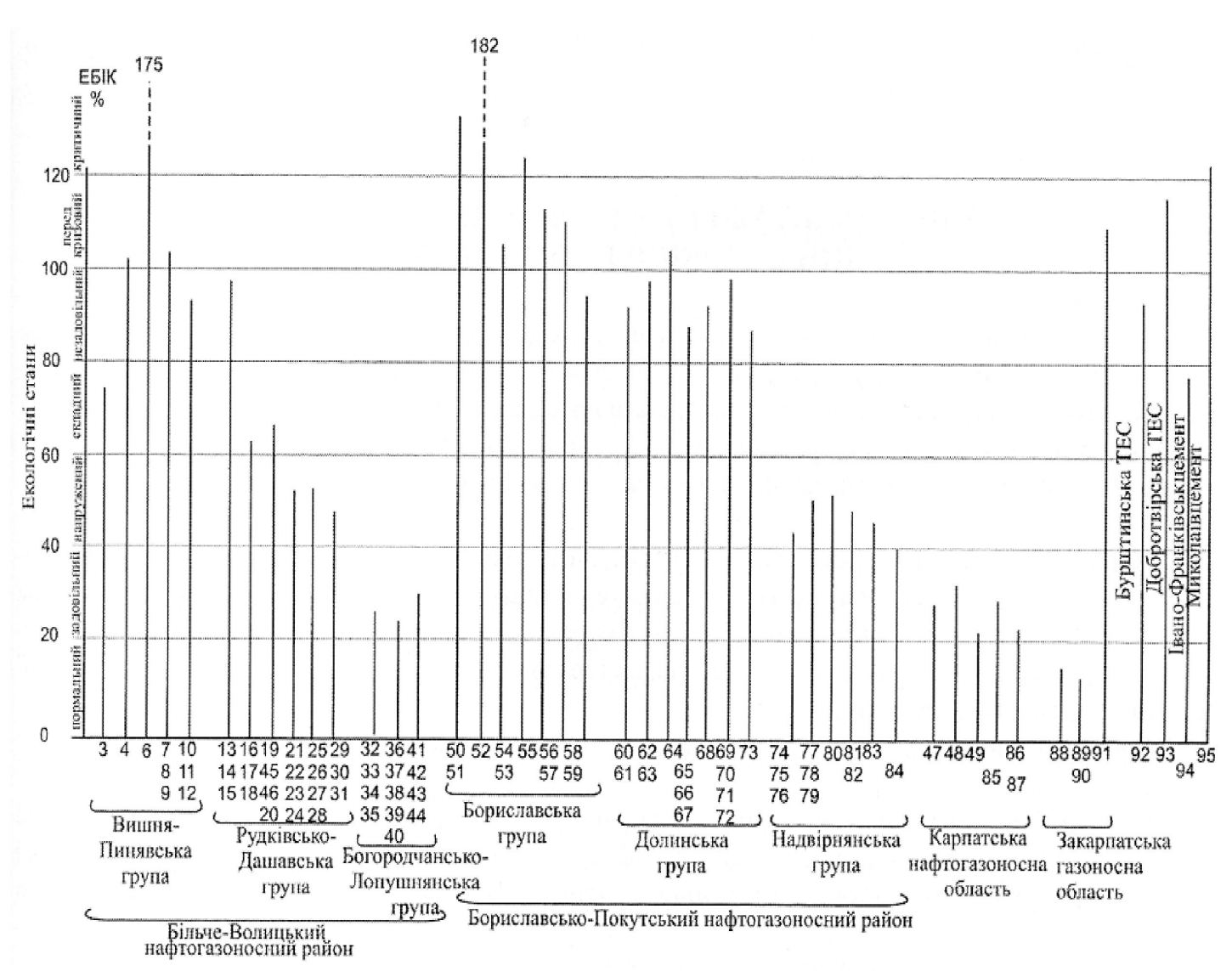


Рис. 3.48. Екологічний ризик та безпека життєдіяльності відповідно до інтервалів концентрації забруднювачів у зоні впливу нафтогазових об'єктів та їх порівняння з енергетичними об'єктами та виробництвами цементу

Висновки та наукова новизна виконаних досліджень

Вперше:

1. Теоретично обґрунтована модель екологічної безпеки територій промислових підприємств, населених пунктів, адміністративних районів, областей та районів.
2. Розроблена теорія та практичне втілення геоекологічного районування територій на регіональному, локальному та об'єктовому рівнях.
3. Запропоновані теоретико-методологічні та практичні засади побудови типових техногеохімічних карт з поділом довкілля на природну та техногенну складові з виділенням контурів розповсюдження нормального, задовільного, напруженого, незадовільного, складного, передкризового, критичного та катастрофічного екологічних станів, виявлених не тільки за статистичними даними, а й безпосереднім відмірюванням змін та забруднення геологічного середовища, ґрунтового і рослинного покривів, поверхневих і ґрунтових вод, донних відкладів, атмосферного повітря та опадів дощу та снігу, геофізичних полів та впливу їх на геосистеми і стан здоров'я населення.
4. Установлено, що розповсюдження забруднень залежить не тільки від ландшафтної структури території, а й від потужності джерела викидів та атмо-і гідроміграційних потоків.
5. З використанням ГІС, ДЗЗ та ІТ створена перша у Західному регіоні України електронна карта геоекологічних структур на базі 1 441 точки відбору проб із усіх компонентів довкілля. Карту як ГІС – основу можна використовувати для узагальнення іншої просторово розподіленої інформації – економічної, статистичної, аграрної, медичної, туристично-рекреаційної та ін.
6. Запропонована типологічна класифікація геоекологічних структур, яка рекомендується для інших регіонів як України так і зарубіжних держав.

Дістали подальшого розвитку:

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

Удосконалена:

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

3.2 Екологічна безпека природних і антропогенно модифікованих геосистем (на прикладі Карпатського регіону)

Проблема сучасного соціально-економічного розвитку Карпатського регіону (Закарпатської, Львівської, Івано-Франківської і Чернівецької областей) полягає у веденні виробничо-господарської діяльності, орієнтованої на незбалансоване природокористування, наслідками чого є негативні зміни у структурі геосистем, втрата природою функцій саморегуляції і самовідновлення, виникнення і розвиток екологічних ризиків. У зв'язку з цим, надзвичайно актуальною стала проблема забезпечення екологічної безпеки природних і антропогенних геосистем, які формують навколишнє середовище (рис. 3.49).

***Екологічний ризик** – це імовірність виникнення і розвитку негативних наслідків для геосистем та людини від сукупності шкідливих впливів природних, антропогенних або техногенних факторів.*

***Екологічна безпека геосистем** – це стан, за якого забезпечується попередження*

виникнення екологічних ризиків для геосистем та їх компонентів, життєдіяльності і здоров'я людей.

Основні екологічні ризики :

- зменшення площі природних геосистем, руйнування і фрагментація первинного рослинного покриву;
- забруднення компонентів геосистем;
- зміна клімату;
- виснаження природних ресурсів, зниження родючості ґрунтів;
- збіднення біотичного і ландшафтного різноманіття;
- зниження стійкості, надійності і захисних функцій геосистем;
- розвиток негативних екзогенних геодинамічних процесів і явищ (ерозія, зсуви, селі, карстоутворення, руйнування берегів річок);
- зміна гідрологічного режиму рік (обміління рік у меженні періоди, формування паводків).

Основні принципи екологічної безпеки геосистем:

принцип пріоритету безпеки – проблема екологічної безпеки є одним із найважливіших критеріїв соціально-економічного розвитку; екологічній безпеці повинна надаватись перевага при вирішенні економічних проблем;

принцип ненульового (прийняттого) ризику – досягнення такого рівня екологічного ризику, який можна розглядати як прийнятний з урахуванням екологічних вимог і обмежень;

принцип невід'ємного права на безпечне навколишнє середовище – кожна людина має право на безпечне навколишнє середовище; принцип передбачає необхідність ведення суб'єктами господарювання своєї діяльності так, щоб не завдавати шкоди навколишньому середовищу та здоров'ю людини.

Екологічна безпека земельних ресурсів. Проблема земельних ресурсів є глобальною через конкуренцію за необхідні для життя людей ресурси – продовольство, воду, деревину, корисні копалини, середовище проживання та ін. Споживча вартість земельних ресурсів складає 72 % загальної споживчої вартості всіх природних ресурсів України. Сучасний стан використання земельних ресурсів у Карпатському регіоні не відповідає вимогам щодо їх охорони, оскільки в результаті екологічно необґрунтованого освоєння території істотно порушене співвідношення між лісовими геосистемами, агрогеосистемами і урбогеосистемами. Площа лісів у гірських ландшафтах зменшилась у 1,5-2 рази, передгірських – у 2-4 рази, рівнинних – у 3-7 разів. Після вирубування лісових геосистем і створення на лісових землях агрогеосистем відбувається деградація ґрунтів.

Екологічні ризики, пов'язані із використанням земельних ресурсів: 1) розвиток ерозійних процесів; 2) зменшення запасів гумусу і поживних речовин у ґрунтах; 3) зниження потенційної родючості ґрунтів і продуктивності агрогеосистем.

Деградовані ґрунти є *небезпечними об'єктами*, оскільки перестають повною мірою виконувати екологічні функції, можуть стати серйозною загрозою економічній стабільності.

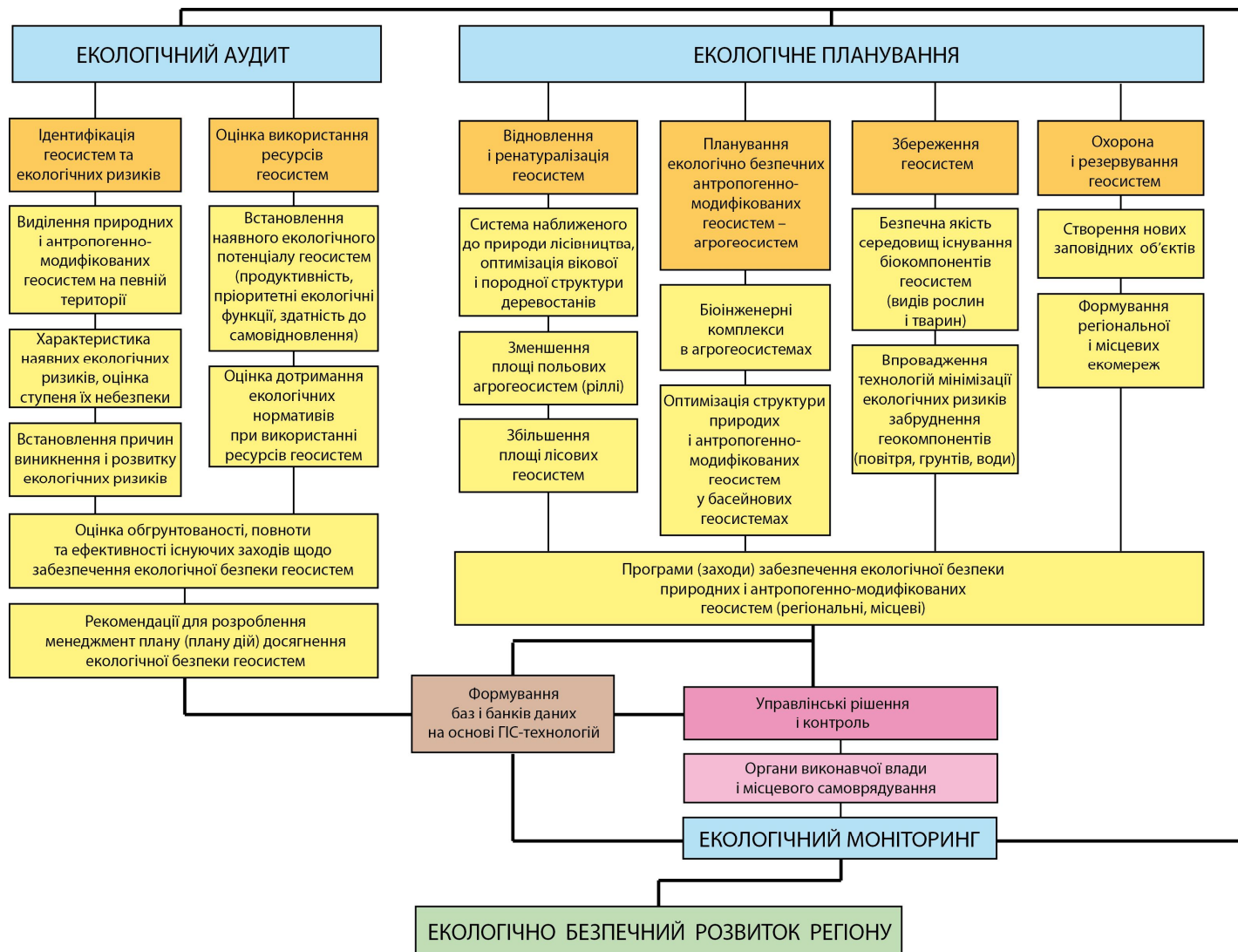


Рис. 49. Система управління екологічною безпекою природних і антропогенно модифікованих геосистем

Площі еродованих ґрунтів в агрогеосистемах у Карпатському регіоні постійно збільшуються. Загальна площа еродованих ґрунтів в агрогеосистемах – 686 тис. га (23,9%), у тому числі: – слабоеродованих – 396 тис. га; середньоеродованих – 199 тис. га; сильноеродованих – 91 тис. га. Площа еродованих орних земель – 458 тис. га.

Процеси водної ерозії розвиваються і в лісових геосистемах. Переважна більшість (90 %) суцільних лісосік, щорічна загальна площа яких в регіоні перевищує 10 тис. га, розробляється тракторним способом з наземним трелюванням деревини. На пошкоджених ділянках (волоках) руйнується ґрунт, збільшується щільність, знижується водопроникність. Внаслідок цього при сильних дощах (зливах) на волоках формується поверхневий стік, відбуваються процеси змиву і розмиву ґрунтів. Площа пошкоджених ділянок досягає 15-20 % площі лісосіки.

Екологічна безпека водних геосистем. Це одна з найбільш важливих проблем природокористування. Економічний розвиток, добробут та здоров'я людей залежать від кількості та якості водних ресурсів, особливо питної води.

Екологічні ризики, які обумовлюють необхідність забезпечення екологічної безпеки водних геосистем: 1) зменшення кількості малих водотоків (струмків, потічків); 2) зниження водності рік у меженні періоди; 3) забруднення водних геосистем; 4) виснаження водних ресурсів, дефіцит чистої питної води; 5) формування паводків.

Фактори вичерпання водних ресурсів:

Фактор 1 Зменшення кількості атмосферних опадів і підвищення температури повітря. Середньорічна кількість опадів за останні 20 років зменшилась на 50-70 мм. Середньорічна температура повітря зросла на 0,5-1,0 °С. Наслідки – збільшення випаровування, зменшення надходження води у поверхневі водотоки та підземні води.

Фактор 2 Зниження водоакумуляючої ємності території внаслідок: 1) зменшення площі лісів; 2) високої сільськогосподарської освоєності і розораності території; 3) збільшення площі угідь, на яких формується поверхневий стік (сіножаті, пасовища, рілля); 4) спрямлення русел рік; 5) проведення осушувальних робіт; 6) забору піщано-гравійної суміші з русел гірських і передгірських річок, що призводить до пониження дна русел, зменшення надходження води у заплави, погіршення умов формування підруслового стоку.

Паводки. Катастрофічні паводки у Закарпатті (басейни рік Тиси, Латориці, Ужа) відбувались у 1926, 1947, 1957, 1970, 1988, 2000, 2002 роках, а на території Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей (басейни рік Дністер, Прут) – у 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980, 1988, 2002, 2008, 2010 роках. Ризики формування паводків, які охоплюють тільки басейни окремих річок, виникають через 2-3 роки.

Природні фактори формування паводків:

збільшення частоти випадання великої кількості опадів на значних територіях за короткий період (250-350 мм за 2-3 дні). Повторюваність таких опадів за останні 35 років зростає, що пов'язано із глобальними змінами клімату;

великі ухили русел рік і, як наслідок, велика швидкість стікання (короткі терміни добігання) води до основних рік, що сприяє швидкому підняттю рівнів води;

розчленований рельєф і велика крутизна схилів. У Закарпатській області схили крутизою понад 10° займають 47,8 % території, Івано-Франківській – 28,2 %, Чернівецькій – 11,9 %, Львівській – 10,8 %. Круті схили переважають у гірських ландшафтах.

Антропогенні фактори формування паводків:

- руйнування первинної структури природних геосистем і зниження лісистості території. У структурі сучасного рослинного покриву вкриті лісом землі у Закарпатській області займають 51,2 %, Івано-Франківській – 43,6 %, Львівській – 28,8 %, Чернівецькій – 29,5 %.;

- зниження водоакумуляючої ємності території;

- відсутність системи затримання (регулювання) поверхневого стоку на сільськогосподарських угіддях;

- зниження повноти, спрощення видового складу, зміна вікової структури деревостанів, наземне тракторне трелювання деревини в лісах;

- відсутність догляду за руслами річок і потічків;
- відсутність споруд (перепади тощо) для зменшення швидкості стікання води в річках.

Управління паводками – це система взаємопов'язаних заходів та управлінських рішень, які здійснюються у басейнах рік і спрямовані на зниження рівнів і витрат води у річках і, як наслідок, на мінімізацію збитків від проходження паводку.

Управління паводками повинно розроблятися в єдиній системі інтегрованого управління річковим басейном. Система мінімізації ризиків паводків повинна базуватися на системі протипаводкових заходів, які передбачають пріоритетність заходів на водозборах рік, що забезпечують зменшення поверхневого схилового стоку і його перерозподіл в часі над регульовальними роботами в руслах рік, а також ренатуралізації антропогенних і агрогеосистем (наближення їх до природного стану); відновлення та підвищення водорегулюючих і захисних властивостей лісових, лучних і водно-болотних геосистем.

Система управління екологічною безпекою геосистем – це діяльність, спрямована на вибір оптимальних варіантів організації територіальної структури геосистем, попередження виникнення та розвитку екологічних ризиків, підтримання еколого-господарського балансу, екологічного потенціалу і стійкості геосистем. Вона включає:

конструювання і планування геосистем в межах басейнів основних рік та їх приток усіх порядків; планування (ландшафтне планування) застосовується для формування збалансованої структури і співвідношення природних і антропогенних геосистем, які забезпечують виконання ними екологічних, економічних і соціальних функцій; розробку для кожного басейна приток основних рік, а в їх межах для територій сільських (селищних) рад проектів землеустрою з організацією території, яка забезпечує регулювання поверхневого схилового стоку, підвищення водоакумулюючої ємності території, відновлення біотичного і ландшафтного різноманіття, формування культурних ландшафтів;

ренатуралізацію антропогенних геосистем, збільшення площі лісових геосистем, оптимізацію співвідношення угідь (ліси : луки : водно-болотні угіддя : рілля); для басейнів гірських рік – 70-90 : 10-35 : 3-5 : 8-12; передгірських – 40-60 : 25-30 : 5-10 : 20-30; рівнинних – 20-30 : 20-25 : 10-15 : 40-50;

заборону в лісових геосистемах суцільних рубок, перехід на вибіркову систему лісокористування;

запровадження системи наближеного до природи лісівництва, за якого досягається відновлення і формування близьких до природних за породним складом і структурою деревостанів;

формування високоповнотних мішаних різновікових деревостанів з багатоярусною вертикальною структурою;

збереження та охорону пралісів і старовікових насаджень;

формування в межах басейнів рік лісових геосистем з оптимальним співвідношенням між віковими групами деревостанів (молодняки – 30 %, середньовікові – 30 %, пристигаючі – 20 %; стиглі і перестійні – 20 %);

формування регіональної і місцевих екомереж, які створюють природний каркас екологічної безпеки території.

3.3 Екологічна ситуація в Карпатському регіоні

Багаторічні дослідження природи Українських Карпат, Прикарпаття і Закарпаття, що були розпочаті ще у XVII ст. польськими та австрійськими природознавцями [41, 44, 47, 48, 63,-66, 69, 82 98, 112], лише у другій половині ХХст. зусиллями радянських та українських вчених були спрямовані на вирішення екологічних проблем. Це роботи О.М.Адаменка та його наукової школи [1-5, 7], Я.О.Адаменка [6], В.А.Барановського [26, 27], І.М.Волошина [41], Ф.Д.Гамора [44], М.А.Голубця з співробітниками [48,49], Б.Я.Голояда [47], В.М.Гуцуляка [51], Д.О.Зоріна [56-58], Б.В.Киндюка [60], І.П.Ковальчука із співавторами [64-66], Я.С.Кравчука [69], А.В.Мельника [82], Л.В.Міщенко [85-87], Б.П.Мухи [89], М.М.Приходька [101, 102], О.В.Побігун [97], С.С.Попа [98], В.П.Руденка [106], Л.Г.Руденка

[105], Г.І.Рудька зі співавторами [107, 108], О.В.Чубатого [116] та багатьох інших. Велике значення мають також фундаментальні праці з екології М.Д.Гродзинського [50], О.М.Маринича і П.Г.Шищенка [80], С.М.Стойка [112], карти Національного атласу України [90] та "Екологічного атласу України" (2009).

Оцінка антропогенного впливу на природне середовище виконується на основі таких головних показників [48, 26]: 1) вплив промислового виробництва і транспорту врахуванням викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, скидів стоків у водне середовище, розміщенням промислових і побутових відходів; 2) вплив сільськогосподарського виробництва з визначенням структури угідь, сільськогосподарської освоєності території, антропогенної трансформації ландшафтів, коефіцієнта екологічної збалансованості; 3) вплив демографічного (селітебного) навантаження та ін.

Крім цих, в основному, статистичних показників, у Карпатському регіоні виконані польові експедиційні дослідження на геоекологічних полігонах з безпосереднім вимірюванням вмісту забруднюючих речовин (важких металів, радіонуклідів, нафтопродуктів, пестицидів та ін.) у ґрунтовому та рослинному покривах, атмосферному повітрі, осадах дощу і снігу, поверхневих та ґрунтових водах. Такі роботи виконані О.В.Побігун [97] для чотирьох областей Карпатського регіону на 579 полігонах, М.М.Приходьком [101, 102] на території Івано-Франківської області на 126 полігонах, Л.В.Міщенко [87, 88] на території Закарпатської області на 149 полігонах, В.М.Гуцуляком [51] на території Чернівецької області, О.М.Адаменком, Д.О.Зоріним, Л.В.Міщенко, Н.О.Зоріною [1-4] на площах Снятинського, Надвірнянського, Галицького, Тисменицького, Богородчанського та інших районів Івано-Франківської області – 80-220 полігонів в кожному адміністративному районі (рис. 3.50, 3.51).



Рис. 3.50. Оптимальна мережа розміщення полігонів екологічного моніторингу на території Івано-Франківської області

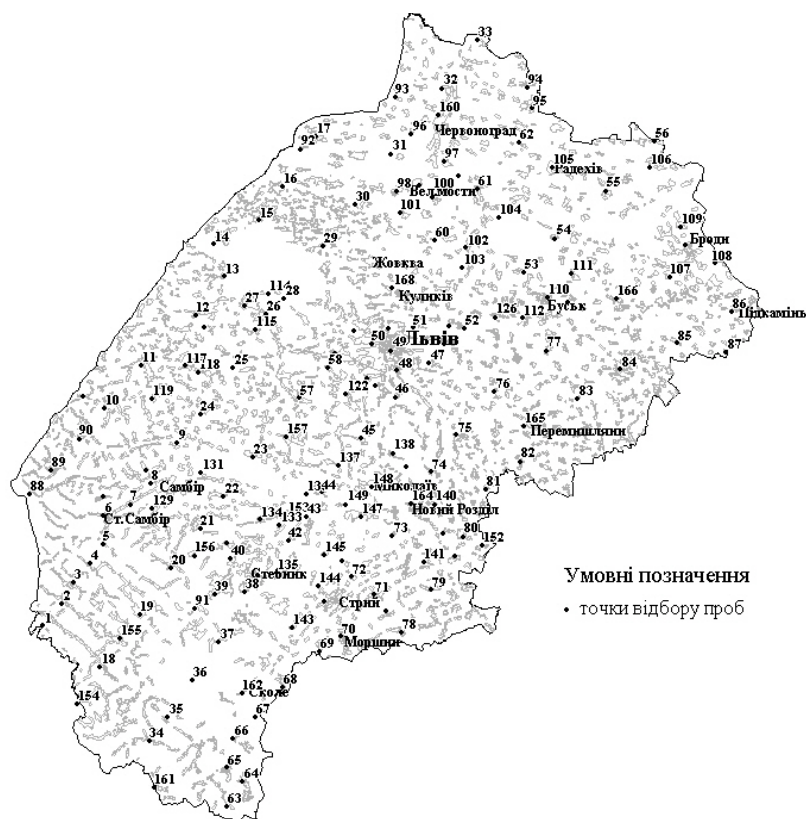


Рис. 3.51. Карта-схема розташування точок відбору проб у Львівській області

3.3.1 Вплив промислового виробництва на довкілля

З метою відображення порайонного забруднення шкідливими речовинами Карпатського регіону був зібраний фактичний матеріал в обласних Державних управліннях Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, санітарно-епідеміологічних станціях та інших організаціях. На основі цих даних [1] була побудована "Карта-схема сумарного порайонного показника забруднення Івано-Франківської, Львівської, Чернівецької, Закарпатської областей" як по забрудненню повітря так і неочищеними і недостатньо очищеними стічними водами, що викидають промислові підприємства. Крім того побудована «Карта-схема розміщення основних забруднювачів по галузям промисловості Івано-Франківської, Львівської, Чернівецької та Закарпатської областей», що впливають на забруднення навколишнього середовища. Згідно зібраних даних, побудовані графіки забруднення атмосфери і довкілля стічними водами всіх вище згаданих областей з метою виділення найбільш забруднених районів в усіх чотирьох областях, які входять в зону Карпатського регіону [1]. Матеріали по забрудненню зведені в таблиці по кожному району окремо. По сумарних районних показниках забруднення атмосферного повітря, виділені три зони найбільшого забруднення (таблиці 3.14-3.16):

- 1 зона забруднення атмосфери в межах від 340 до 50 тис.т/рік,
 - 2 зона від 50 до 20 тис.т/рік,
 - 3 зона від 20 до 3 тис.т/рік.
- До 1 зони належать:

Івано-Франківська область: Галицький район – (180,2 тис.т/рік), Львівська область – Стрийський район – (152,1 тис.т/рік);
До 2 зони входять:

Таблиця 3.14

Викиди шкідливих речовин промисловими підприємствами Львівської області по містах і районах за 2010 рік

№№ ч/ч	Райони і міста області	Викиди шкідливих речовин в атмосферу, тис.т./рік	Скиди шкідливих речовин стічними водами, тис.м ³ /рік	
			НО (неочищені)	НДО (недостатньо очищені)
1	м. Львів, райони	24,4	0,03	42,134
2	Бродівський	1,1	0,1295	0,08
3	Буський	4,3	0,34	0,433
4	Городоцький	2,3		
5	Дрогобицький	38,3	1,532	
6	Жидачівський	2,6	0,109	
7	Золочівський	1,7		1,69
8	Кам'яно-Бузький	38,7		0,493
9	Мостиський	1,7		0,75
10	Нестеровський	2,6	0,006	0,787
11	Миколаївський	37,4	0,018	6,7
12	Перемишлянський	3,4	0,18	0,175
13	Пустомитівський	26,2		0,271
14	Радехівський	7,7		0,786
15	Самбірський	2,6	1,035	0,087
16	Сколівський	0,7		
17	Сокальський	31,6	0,13	10,576
18	Старосамбірський	0,8	0,02	0,03
19	Стрийський	152,8	0,06	14,367
20	Турківський	0,2	0,192	0,26
21	Яворівський	7,1	0,495	34,99

Таблиця 3.15

Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря на території Чернівецької області у 2010 році, тис.т/рік

№ ч/ч	Райони і міста області	Обсяги викидів шкідливих речовин - усього	У тому числі			
			Речовини у вигляді твердих суспендованих частинок	Діоксид сірки	Діоксид азоту	Оксид вуглецю
1	Чернівецька область	3443,7	785,6	791,8	263,8	608,3
2	м. Чернівці	1203,4	206,7	109,6	128,3	252,9
3	м. Новодністровськ	8,7	2,6	-	2,7	0,5
	Райони					
4	Винницький	215,1	74,0	25,9	7,0	24,8
5	Герцаївський	285,1	89,7	172,2	9,2	11,0
6	Глибоцький	58,8	24,5	2,3	4,3	9,2
7	Заставнівський	217,0	39,0	134,2	13,0	24,5
8	Кельменецький	59,5	5,7	44,5	1,4	2,0
9	Кіцманський	271,3	19,3	57,2	16,9	98,6
10	Новоселицький	363,1	123,9	113,1	19,8	14,6
11	Путильський	14,0	9,5	0,4	0,6	3,2
12	Сокирянський	119,0	34,5	66,3	7,4	0,9
13	Сторожинецький	312,8	131,3	30,6	8,6	71,5
14	Хотинський	315,9	24,9	35,5	44,6	94,6

Таблиця 3.16

Викиди шкідливих речовин промисловими підприємствами Закарпатської області по містах і районах за 2010 рік

№ ч/ч	Райони і міста області	Викиди шкідливих речовин в атмосферу, тис.т./рік	Скиди шкідливих речовин стічними водами, тис.м ³ /рік	
			НО	НДО
1	м. Ужгород, райони	1,39	0,11	3,18
2	Велико-Березненський	1,3		
3	Перечинський	0,8	0,02	
4	Воловецький	0,18		
5	Мукачівський	1,74	0,35	11,85
6	Свалявський	3,2	0,24	0,20
7	Міжгірський	0,1		0,29
8	Іршавський	1,66		
9	Берегівський	1,99	0,17	1,64
10	Виноградівський	4,3	0,015	0,06
11	Хустський	4,88	0,035	0,04
12	Тячівський	1,8		0,15
13	Рахівський	1,88		

Івано-Франківська область: Калуський район (33,29 тис.т/рік), Надвірнянський район (29,67 тис.т/рік);

Львівська область: Кам'янка-Бузький район (38,7 тис.т/рік), Дрогобицький район (38,3 тис.т/рік), Миколаївський район (37,4 тис.т/рік), Сокальський район (31,6 тис.т/рік), Пустомитівський район (26,2 тис.т/рік);

До 3 зони відносяться:

Івано-Франківська область: Долинський район (12,49 тис.т/рік), Богородчанський район (12,19 тис.т/рік), Тисменицький район (8,37 тис.т/рік), Коломийський район (3,81 тис.т/рік);

Львівська область: Радехівський район (7,7 тис.т/рік), Яворівський район (7,1 тис.т/рік), Буський район (4,3 тис.т/рік), Перемишлянський (3,4 тис.т/рік);

Чернівецька область: м. Чернівці (12,726 тис.т/рік), Заставнівський район (4,63 тис.т/рік), Новоселицький район (3,04 тис.т/рік);

Закарпатська область: Хустський район (4,880 тис.т/рік), Виноградівський район (4,3 тис.т/рік), Свалявський район (3,2 тис.т/рік).

Найбільш забрудненими областями є майже вся Львівська і частково Івано-Франківська області. З метою виявлення галузей промисловості, що є забруднювачами атмосфери і стічних вод, додатково була побудована карта розташування головних підприємств промислових галузей указаних областей.

Забруднювачами навколишнього середовища є майже всі галузі народного господарства. Але кількість викидів, що впливають на забруднення, цілком залежить від наявності очисних споруд, різних уловлювачів сполук - забруднювачів і їх нейтралізації. Тобто, чим краще підприємства оснащені очисними спорудами, тим менше шкідливих сполук викидається в атмосферне повітря і поверхневі води.

3.3.2 Вплив транспорту та дорожньої мережі (на прикладі Чернівецької області)

Чернівецька область займає вигідне транспортно-географічне положення, має досить щільну мережу залізниць і автомобільних доріг, трубопроводів і ліній електропередач. Обласний центр має зручне залізничне сполучення з європейськими столицями: Бухарестом, Софією, Белградом, Москвою.

В області проводиться робота, спрямована на покращення транспортного обслуговування населення та забезпечення належного рівня безпеки. Підприємствами автомобільного транспорту перевезено у 2010 р. 2867 тис. тонн вантажів, виконано вантажооборот в обсязі 827,7 млн.т/км. У порівнянні з 2008 роком обсяг перевезених вантажів збільшився на 17%, а вантажооборот зменшився на 6,1%.

Пасажи́рським транспортом за 2010 рік перевезено 80,9 млн. пасажирів. Обсяг пасажирообігу збільшився на 10,1% і становив 1095,2 млн.пас.км. За перше півріччя 2010 року перевезено 37,4 млн. пасажирів, виконано пасажирообіг у обсязі 484,1 млн.пас.км.

Протягом 2010 року проведено перевірки дотримання екологічних вимог автоперевізниками на постійних маршрутах загального користування приміського, міжміського та внутрішньообласного сполучення. За результатами перевірок окремих автоперевізників позбавлено права роботи на 21 автобусному маршруті загального користування.

Якщо за останні 2 роки рухомий склад транспортних засобів (250 автобусів) на маршрутах загального користування оновлено більше ніж на 54%, то через фінансову кризу та неможливість отримання кредитів, оновлення парку автобусів на маршрутах загального користування стає проблематичним, що також погіршує стан довкілля. Це може в подальшому також негативно вплинути на виконання обсягів пасажирських перевезень та якість обслуговування пасажирів, забезпечення належного рівня безпеки у сфері пасажирських автоперевезень на маршрутах загального користування. На виконання делегованих повноважень щодо затвердження маршрутів і графіків руху місцевого пасажирського транспорту незалежно від форм власності, відповідним розпорядженням голови облдержадміністрації затверджена автобусна мережа області. Крім того, погоджуються розклади руху автобусів на міжобласних та міжнародних автобусних маршрутах загального користування, в тому числі при відкритті нових маршрутів, з урахуванням інтересів територіальних громад та екологічних вимог.

Область має розвинену мережу автомобільних доріг і займає 3 місце по Україні за щільністю, яка у 1,3 раза перевищує середньоукраїнський показник і становить 354 км на 1 тисячу кв.км території. Мережа автомобільних доріг загального користування області становить 2874,7 км, з яких 406,7 км державного значення, 2468 км - місцевого.

У 2010 р. завершено будівництво об'їзної дороги міста Чернівці, що значно поліпшило стан довкілля обласного центру.

Великий вплив на забруднення атмосфери здійснюють автомобілі. Автомобільний транспорт дає 70-90% забруднень у містах. Якщо врахувати, що в містах мешкає більше половини населення Землі, то стане зрозумілим вирішальне значення автотранспорту щодо безпосереднього впливу на людину.

У викидних газах автомобілів переважають оксид вуглецю, діоксид азоту, свинець, токсичні вуглеводні. Взаємодія вуглеводнів та оксидів азоту при високій температурі призводить до утворення озону. Якщо в шарі атмосфери на висоті 25 км достатньо високий вміст озону необхідний для захисту органічного життя від жорстокого ультрафіолетового випромінювання, то біля земної поверхні підвищений вміст озону викликає пригнічення рослинності, подразнення дихальних шляхів й ураження легень (рис.3.52, табл. 3.17).

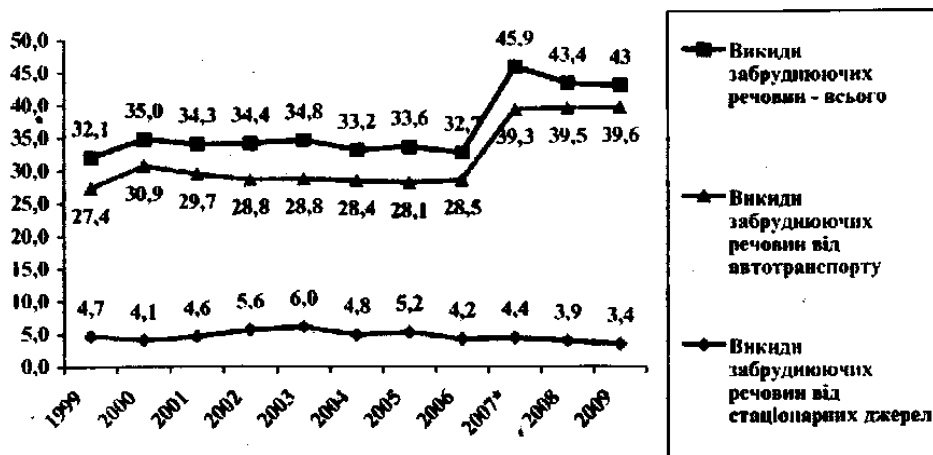


Рис. 3.52. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря по Чернівецькій області (тис. т)

Таблиця 3.17

Динаміка викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря пересувними джерелами забруднення від використання окремих видів палива

Роки	Обсяги викидів, тис. тонн	У тому числі від використання			Частка викидів шкідливих речовин від використання бензину у загальних обсягах викидів, %
		бензину	дизельного палива	зрідженого та стисненого газу	
2000	31,0	29,5	1,2	0,3	95,1
2005	28,4	25,2	2,8	0,4	88,7
2006	28,5	24,9	3,1	0,5	87,5
2007	41,5	30,4	9,2	1,9	73,2
2008	39,5	28,5	9,3	1,7	72,3
2009	39,6	28,4	9,5	1,7	72,1

Автомобільний автотранспорт використовує 71% бензину та 28% дизпалива.

3.3.3 Вплив сільськогосподарського виробництва на довкілля

В процесі оцінки антропогенного впливу на природне середовище проаналізовано чинники антропогенного впливу, дана оцінка освоєності та антропогенної трансформації ландшафтів. Ще у I тисячолітті н.е. на території Карпатського регіону переважали лісові ландшафти. Надмірне вирубування лісів та інтенсивне освоєння земель істотно вплинули на природні ландшафти, зумовили їх денатуралізацію, а також порушення цілісності (фрагментацію) біогеоценотичного покриву і формування антропогенних ландшафтів. Найбільшою мірою трансформовані рівнинні і передгірські ландшафти, у структурі яких питома вага сільськогосподарських угідь, наприклад в Івано-Франківській області, коливається у межах відповідно 68,9-72,5 % і 33,9-43,5 %, у гірських - 9,0-24,4 % (середнє в Україні - 71 %). Загальна розораність території області перевищує межі екологічної збалансованості як у рівнинних (50-60 %), так і передгірських (30-40 %) ландшафтах. Лісистість у гірських ландшафтах зменшилась до 61,5-87,6%, передгірських – до 27,7-43,6 %, рівнинних – до 7,1-16,8 % [33, 34].

Коефіцієнти антропогенної трансформації території найвищі у рівнинних ландшафтах і наближаються до 1, а екологічної збалансованості території – у гірських ландшафтах. Така ж закономірність трансформації території встановлена і для водозборів основних рік у басейнах рр. Дністер і Прут. Природними і напівприродними угрупованнями (ліси, сіножаті,

пасовища, водно-болотні угіддя) зайнято в середньому 63,7 % території області. Однак у рівнинних ландшафтах цей показник значно нижчий – 20-35 %, передгірських – 35-40 %, гірських – 82-90 % (в Україні – 34 %). Структура угідь у рівнинних і передгірських ландшафтах потребує оптимізації в частині зменшення питомої ваги орних земель і збільшення площ екологічно стабілізуючих угідь (лісів, сіножатей, пасовищ) [33, 34].

Негативним наслідком антропогенної трансформації ландшафтів і, зокрема, збільшення площі орних земель є розвиток екзогенних геодинамічних процесів (водна ерозія, зсуви, селі). За останні 30 років площа еродованих сільськогосподарських угідь в Івано-Франківській області зросла у 1,3 раза. Із 635,3 тис. га сільськогосподарських угідь 128,0 тис. га (20,0 %) піддані водній ерозії, із них еродованих орних земель – 90,9 тис. га. Інтенсивність ерозійних процесів найбільш висока на пластово-ерозійних і пластово-горбогірних рівнинних ландшафтах у межах Рогатинського, Галицького, Городенківського і Снятинського адміністративних районів. Тут ерозією пошкоджено відповідно 45, 35, 17 і 28 відсотків сільськогосподарських угідь. Зсувні і селеві процеси розвинуті у передгірських і гірських ландшафтах (Верховинський, Надвірнянський і Косівський адміністративні райони) [33, 34].

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

3.3.4 Екологічна ситуація

Екологічна ситуація – це стан, який характеризується поєднанням ландшафтних екоумов та екопроблем на певній території, які зберігаються незмінними протягом певного часу. Екоситуацію можна аналізувати інтегральними синтетичними показниками. Екологічний стан – це сучасний стан, який формується сукупністю екоумов, екоситуацій та екопроблем.

Труднощі для оцінки екологічних ситуацій полягають, перш за все, у відсутності нормативних методів інтегральної оцінки забруднення як окремих середовищ (повітря, ґрунту, води) так і всієї системи в цілому. Державний контроль ведеться тільки за обмеженою кількістю найбільш поширених забруднювачів. В той же час, найбільшу небезпеку можуть представляти специфічні речовини, за якими не ведеться систематичного контролю. Найбільші труднощі пов'язані з тим, що нормативи, базовані на використанні ГДК, розроблялися для виявлення лише двох станів норми (при фактичних концентраціях нижче ГДК) і забруднення (вище ГДК).

Найцікавішою обставиною є те, що екологічна ситуація не може оцінюватися посправжньому глибоко в межах лише однієї чи навіть декількох типів територій. Лише аналіз даних на всіх суміжних територіях дає можливість оцінити ситуацію в цілому, що пов'язано з дією ефекту компенсації. Формування екологічних ситуацій пов'язано як із зовнішніми впливами на екологічні об'єкти, так і з властивостями самих об'єктів, характером їхнього функціонування. Вплив на екологічний об'єкт викликає його реакцію, що залежить не тільки від сили впливу, але і від стійкості об'єкту, його адаптаційних можливостей, відповідності типу впливу типам процесів, що відбуваються в об'єкті [4, 5, 101].

Для обґрунтування заходів, спрямованих на усунення негативних наслідків втручання людини в навколишнє природне середовище і покращання екологічної ситуації, розробки методів оптимізації природокористування з одержанням максимуму продукції при одночасному збереженні довкілля, необхідна організація регіонального екологічного моніторингу. Екологічні ситуації – динамічні. Прослідкувати та оцінити їх можна тільки з допомогою добре налагодженої системи моніторингу та системи постійно оновлюваних екологічних карт, створених з допомогою ГІС-технологій [5, 6, 41, 58, 64, 82, 88, 97].

Для організації регіонального геоекологічного моніторингу Карпатського регіону О.В.Побігун [97] використала робочий масштаб польових досліджень – 1 : 500 000. Враховуючи відносно просту геологічну будову, площинне поширення геологічних світ,

характер переносу повітряних мас, великі контури ґрунтів та ландшафтне районування території на площі близько 56,6 тис. км² обрано 579 точок спостережень, які майже рівномірно охоплюють весь Карпатський регіон досліджень в межах Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької областей. Використано також дані по території Дністровської долинної екосистеми, включаючи і Тернопільську область [88].

Отримані дані при одноразовому обстеженні регіону, що є початковим (інвентаризаційним) етапом постійно діючого моніторингу. Таким чином, була досить рівномірно вивчена вся територія регіону. Під час маршрутів відбирались проби атмосферного повітря, ґрунтових вод, ґрунтів. Застосування нових інформаційних технологій дало змогу поєднати знання фахівців з геології, геохімії, географії та інших з можливостями оперативної обробки великих масивів даних. Метою комп'ютерної системи геоecологічного моніторингу регіону є збір інформації, її аналіз, формування пропозицій та рекомендацій для забезпечення безпечних умов життя населення та відновлення навколишнього природного середовища.

Пропонована система включає кілька різномасштабних рівнів. Основою системи є банк екологічної інформації, що складається з баз даних систем геоecологічного моніторингу Карпатського регіону. Це чотири блоки: «моніторингові дослідження», «оцінка стану довкілля», «прогноз стану» та «управління». Кожен з блоків містить дані по Карпатському регіону в цілому та окремо стосовно кожної з чотирьох областей, зібрані під час польових досліджень, та інші необхідні дані.

Кожен з підрозділів блоку «моніторингові дослідження» складається з інформаційних закладок: «проби», «дані останніх досліджень», «поповнення даних», «допоміжна інформація», «експорт», «інфо».

Блок «оцінка стану довкілля» складається з закладок: «таблиці», «карти екологічної ситуації», «інші тематичні карти», «графіки», «нормативні акти». Блок «прогноз» – дає можливість прогнозувати розвиток тієї чи іншої ситуації в залежності від різних сценаріїв розвитку території за електронними картами. Містить підрозділи – «таблиці» та «карти» по періодичності досліджень (по роках, місяцях). Блок «управління» несе текстову інформацію та експертні висновки аналізу та дослідження екологічного стану Карпатського регіону групою спеціалістів та фахівців різних галузей науки: екологи, геологи, гідрологи, метеорологи, що мають на меті оптимізувати ситуацію, що склалася, дати пропозиції щодо її покращення [97].

На комп'ютері моделюється екологічний стан усіх досліджених компонентів природно-антропогенних геоecосистем, прогноуються їхні зміни природним шляхом та під впливом техногенного навантаження. Залежно від запланованого сценарію розвитку взаємодії між природою, господарством і суспільством задаються необхідні параметри на території, в галузі або на підприємстві. Оцінка сучасного екологічного стану довкілля виконується за екологічними показниками стану і структури екосистем, можливостями їхнього самовідновлення, характеристиками природного та антропогенного впливу техногенних об'єктів на екосистеми. Всі ці показники сучасного стану необхідно порівнювати з нормативними [1, 4].

Процес оцінки сучасного екологічного стану завершується складанням цілого комплексу комп'ютерних (електронних) карт як окремих компонентів довкілля та окремих елементів-забруднювачів, так і синтетичної (інтегральної) карти, на якій визначаються геоecологічні зони різного ступеня екологічної напруги: умовно сприятливі, задовільні, напружені, критичні, катастрофічні.

Вся екологічна інформація накопичується в базі даних, що дозволяє оперативно вносити зміни у карту відповідно з динамікою природно-антропогенних геосферно-біосферно-соціосферних процесів. Аналіз екологічної інформації з карти дозволяє приймати керівні рішення. Створені електронні карти є динамічними, тобто при зміні хоча б одного з параметрів елементарної комірки йдуть зміни і всієї системи. Вони наділяються всіма семантичними атрибутами, перестаючи бути просто графічним зображенням. Це одна з особливостей, яка відрізняє ГІС від систем автоматизованого картографування [97].

Бази даних з таблицями, що характеризують екологічний стан кожного окремого компоненту навколишнього середовища, були введені в персональний комп'ютер з використанням баз даних Microsoft Access та оброблені з допомогою геоінформаційної системи (ГІС) MapInfo та програми Surfer. Подальше аналітичне рішення задачі ґрунтується на створенні цифрової моделі місцевості за результатами польових досліджень. Таке рішення дає переваги в оперативному отриманні результатів, гарантує відсутність помилок. О.В.Побігун [97] запропоновані методики реалізації моніторингу атмосферного повітря, ґрунтів та ґрунтових вод. Оцінка екологічного стану атмосферного повітря здійснювалась безпосереднім визначенням складу атмосферного повітря на вміст в ньому різних забруднювачів з відбором та аналізом проб повітря по моніторинговій мережі. Проводився аналіз проб на якісний та кількісний склад компонентів довкілля. В результаті обробки даних було побудовано геоелектронні карти поелементного вмісту забруднюючих речовин та по сумарному показнику забруднення атмосферного повітря, ґрунтових вод та ґрунтів (рис.3.53-3.55).

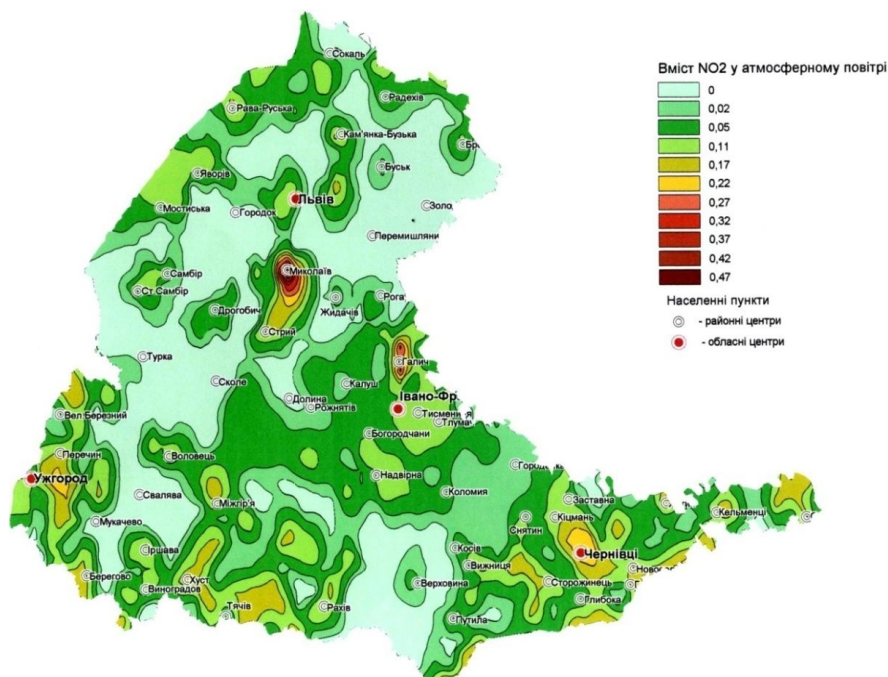


Рис. 3.53. Вміст оксиду азоту у атмосферному повітрі Карпатського регіону, мг/м³

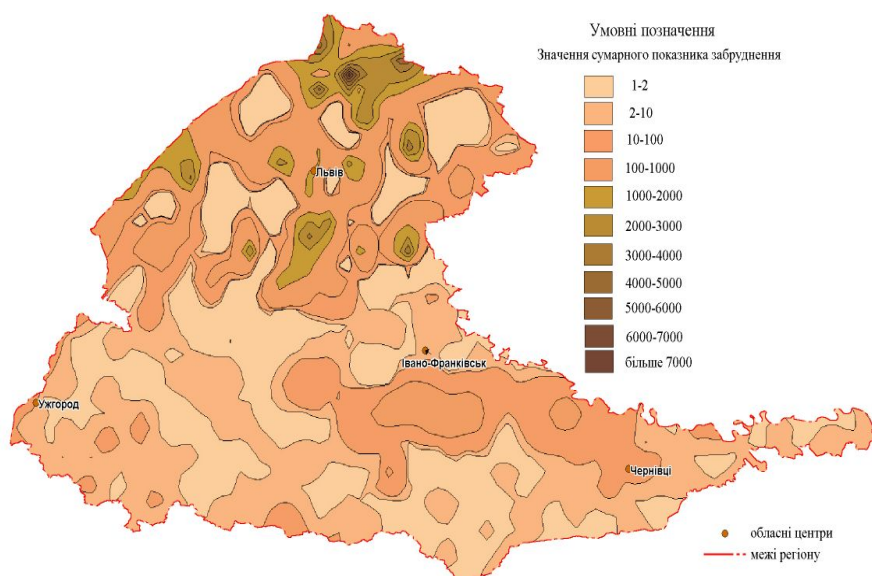


Рис. 3.54. Сумарний показник забруднення ґрунтів

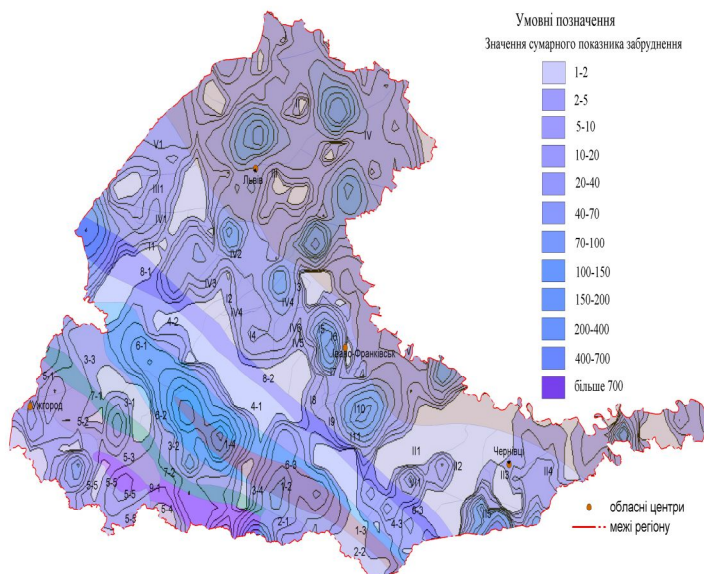


Рис. 3.55. Сумарний показник забруднення ґрунтових вод

За сумарним показником забруднення виділено геоекологічні райони з умовно сприятливою ситуацією ($СПЗ=1$), задовільною ($1 < СПЗ < 5$), напруженою ($5 < СПЗ < 10$), критичною ($10 < СПЗ < 100$), катастрофічною ($СПЗ > 100$).

На переважній частині регіону, особливо у гірській частині Карпат, та на територіях, які прилягають до Тернопільської області, спостерігається умовно сприятлива ситуація приповерхневого шару атмосфери. Це зумовлено відсутністю у цих районах потужних джерел викиду в атмосферне повітря забруднюючих речовин. Майже по всьому регіону різко виражена напружена та критична ситуації атмосферного повітря. Катастрофічна ситуація спостерігається в південному заході Закарпатської області – Маюрки, Мукачево, Ясиня. В Івано-Франківській області – це Калуш, Івано-Франківськ, Бурштин, Болехів. Є місця з напруженою ситуацією у Чернівецькій області. Майже катастрофічної ситуації набули території Львівської області – Миколаїв, Львів, Червоноград, Ст.Самбір, Стебник. Більшість плям забруднення сконцентровано навколо промислових центрів: Миколаєва, Стрия, Долини, Дрогобича, Самбора, Яворова, Львова, Івано-Франківська, Бурштина, Калуша, Червонограда, Добротвора [97].

Екологічний стан ґрунтового покриву на переважній частині території Карпатського регіону є умовно сприятливий та задовільний, тут спостерігається допустимий рівень забруднення. Напружений рівень спостерігається у вигляді декількох значних за площею плям, що розташовані на територіях Івано-Франківської, Закарпатської та Чернівецької областей. У Закарпатській області задовільний рівень забруднення ґрунтів слабо виражений і простежується у вигляді декількох невеликих за площею плям, що розташовані в районі міст Ужгород, Мукачево, Виноградів, Свалява.

Зони критичного та катастрофічного рівнів забруднення ґрунтів розташовані, головним чином, на території Львівської області у вигляді як великих, так і малих плям (Миколаїв, Львів, Стрий, Буськ, Радехів, Яворів, Мостиська, Кам'янка-Буська); частково навколо міст Івано-Франківської та Чернівецької областей.

Стан ґрунтових вод на території є дуже несприятливим, тут переважають задовільні, напружені та критичні стани ґрунтових вод. Сприятлива ситуація спостерігається у гірській частині і на територіях, прив'язаних до основних гірських хребтів. В Чернівецькій області стан ґрунтових вод є задовільним.

Особливо великі площі займають території з напруженим екологічним станом ґрунтових вод у межах Львівської та Івано-Франківської областей. Критична ситуація простежується в районі промислових центрів – Миколаїв, Жидачів, Стрий, Дрогобич,

Долина, Рожнятів, Львів, Яворів, Радехів, Сокаль, Калуш, Івано-Франківськ, Надвірна, Тисмениця, Буськ [97].

Для подолання екологічної кризи необхідне переведення виробництва на нові техніко-технологічні і організаційно-економічні основи, його структурна перебудова з урахуванням екологічних вимог. Саме перехід до ринкової економіки здатний забезпечити масштабне використання найновіших досягнень науки і техніки в усіх галузях та сферах народного господарства, впровадження прогресивних екологобезпечних технологій і досягнення на цій основі піднесення добробуту населення. Це забезпечить узгодження розвитку продуктивних сил із станом навколишнього середовища, виключатиме його деградацію, в тому числі і зменшення забруднень. Прийняття цих управлінських рішень потребує достатньо забезпеченої інформаційної бази, яка нами і пропонується для Карпатського регіону [1, 4, 97].

У процесі оцінки антропогенного впливу на природне середовище Івано-Франківської області М.М.Приходьком [101, 102] проаналізовано чинники антропогенного впливу на природне середовище, дана оцінка освоєності та антропогенної трансформації ландшафтів.

У 2004 р. із стаціонарних джерел підприємствами області в атмосферу викинуто 181,1 тис. т пересувними джерелами (240 тис. автомобілів) – 44,2 тис. т шкідливих речовин. У структурі викидів на SO₂ припадає 70-80 %, тверді викиди (вугільна зола, пил) – 10-20 %. За період 1981-2010 рр. в атмосферу викинуто понад 8,0 млн. т забруднюючих речовин. Щільність викидів на 1 км² в середньому по області становить 16,2 т (в Україні 6,8 т). За цим показником область займає 5 місце у державі. На одного жителя в середньому припадає 161,2 кг забруднюючих речовин. Основними забруднювачами атмосферного повітря є Бурштинська ТЕС, викиди якої у 2010 р. склали 153,4 тис. т, що становить 84,3 % від загальної кількості викидів стаціонарних джерел області, а також ДП «Прикарпаттрансгаз» (12,5 тис. т), ПАТ «Івано-Франківськцемент» (1,7 тис. т), ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (0,8 тис. т).

3.3.5 Висновки та пропозиції щодо охорони та поліпшення стану довкілля

Екологічна політика в Карпатському регіоні повинна спрямовуватися на досягнення таких стратегічних цілей:

1. Зменшення викидів і скидів забруднюючих речовин у навколишнє природне середовище, безпечне поводження з відходами.

Завдання:

атмосферне повітря

- зменшення обсягу викидів загальнопоширених забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами на 10%; досягнення нормативів стандартів Євро-4, Євро-5 щодо вмісту забруднюючих 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;

водні ресурси

- 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;

земельні ресурси і ґрунти

- 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;

лісові ресурси

- збільшення площі лісів за рахунок відведених для заліснення еродованих і малопродуктивних сільськогосподарських угідь;

геологічне середовище та надра

- 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 2015 року державного обліку артезіанських свердловин та обладнання їх засобами вимірювання обсягів видобутої води;

захист від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру

- 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;

відходи та небезпечні хімічні речовини

- 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 сміттепереробних і сміттесортувальних 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. Завдання:

- 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, що використовується 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 та 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. Завдання:

- 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;
- збільшеня частки земель, що використовуються в органічному сільському господарстві.

4. Припинення втрат біотичного та ландшафтного різноманіття, формування екомережі. Завдання:

- проведення інформаційно-просвітницької роботи щодо цінності екосистемних послуг на прикладі екосистем області;
- 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, в т.ч. занесених до Червоної книги України.

5. Підвищення рівня суспільної екологічної свідомості. Завдання:

- створення в адміністративних областях і 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 Державних управліннях охорони навколишнього природного середовища;
- забезпечення фінансування громадських екологічних організацій для реалізації ними природоохоронних заходів на рівні не менше 5% загальних видатків обласних 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 Орхуської конвенції;
- 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.

3.4 МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИРОДНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ ГІДРОЕКОСИСТЕМ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ)

3.4.1 Концепція екологічної безпеки гідроекосистем

Глобальна проблема природно-техногенної безпеки гідроекосистем виникла наприкінці минулого століття і сьогодні залишається актуальною для України. Розвиток світової економіки призвів до безпрецедентної за масштабами негативної дії на гідросферу. Виникло протиріччя між зростаючими потребами у водних ресурсах відповідної якості світової спільноти і обмеженими можливостями гідросфери по їх задоволенню [74].

Вирішення проблеми полягає у керуванні процесами в гідроекосистемах із залученням екологічного менеджменту з метою оптимізації водокористування і водоспоживання на засадах екологічної безпеки, збалансованого водокористування, стратегії природокористування в світлі сталого розвитку, відновлення потенціалу гідроекосистем.

Управляти процесами можна лише у конкретних, виражених за просторовими межами і структурними параметрами, пов'язаних певними функціональними зв'язками, системах. Такими системами є басейни річок і сформовані в їх межах ландшафтні системи, тобто гідроекосистеми. У зв'язку з цим, природно-техногенна безпека гідроекологічного середовища повинна базуватися на впровадженні басейнового принципу управління гідроекосистемами. Басейнова концепція управління гідроекосистемами дає можливість, враховуючи природні закономірності басейну, як геосистеми, обґрунтувати розвиток певних галузей економіки, екологічно допустимі обсяги використання ресурсів і форми взаємодії між суб'єктами природокористування.

Автор підрозділу під *природно-техногенною (екологічною) безпекою* розуміє стан природного середовища, який забезпечує екологічний баланс геосистем з потенціалом, що захищає навколишнє середовище і людину від шкідливої дії несприятливих факторів, викликаних природними процесами й антропогенним (техногенним) впливом.

Запропоновано поняття *«гідроекологічної безпеки»*, з розумінням його як складової частини природно-техногенної безпеки, що забезпечує захист ресурсів життєзабезпечення гідроекологічного середовища з метою збереження для нинішніх і майбутніх поколінь людства складової продуктивного природного середовища.

Поняття *«природно-техногенна безпека гідроекосистем»*, за визначенням автора роботи, – це досягнення такого стану екологічної безпеки відношень людина – водне середовище, коли темпи економічного зростання та рівень життя відповідають темпам відновлення гідроекосистем в рамках збалансованого водокористування і стійкого розвитку.

Екологічна безпека відношень людина – водне середовище – це механізм адекватного реагування з боку господарської діяльності людини на зміну природного середовища в межах гідроекосистем, спрямований з одного боку на відновлення якісної і кількісної складової гідроекологічного потенціалу, з другого – на задоволення потреб, що забезпечують соціально-економічне зростання, необхідний і достатній розвиток суспільства в рамках збалансованого водокористування.

Отже, виходячи з визначення «безпеки як ступеня (міри, рівня) захищеності ... від небезпек» [58], за величину природно-техногенної безпеки гідроекосистем приймаємо величину *гідроекологічного потенціалу* (рис. 3.56). Поділяємо потенціал на кількісну і якісну складові.

Гідроекологічне середовище, як і навколишнє середовище в цілому, має можливість асимілювати (поглинати, переробляти) шкідливі домішки та відновлювати інші порушення без особливої шкоди для себе. Але тільки в певних масштабах. Якщо загальний об'єм дії не перевищує величину екологічної ємкості природного середовища, то природне середовище не міняє свої основні властивості, а значить, і не впливає на умови життєдіяльності людей.

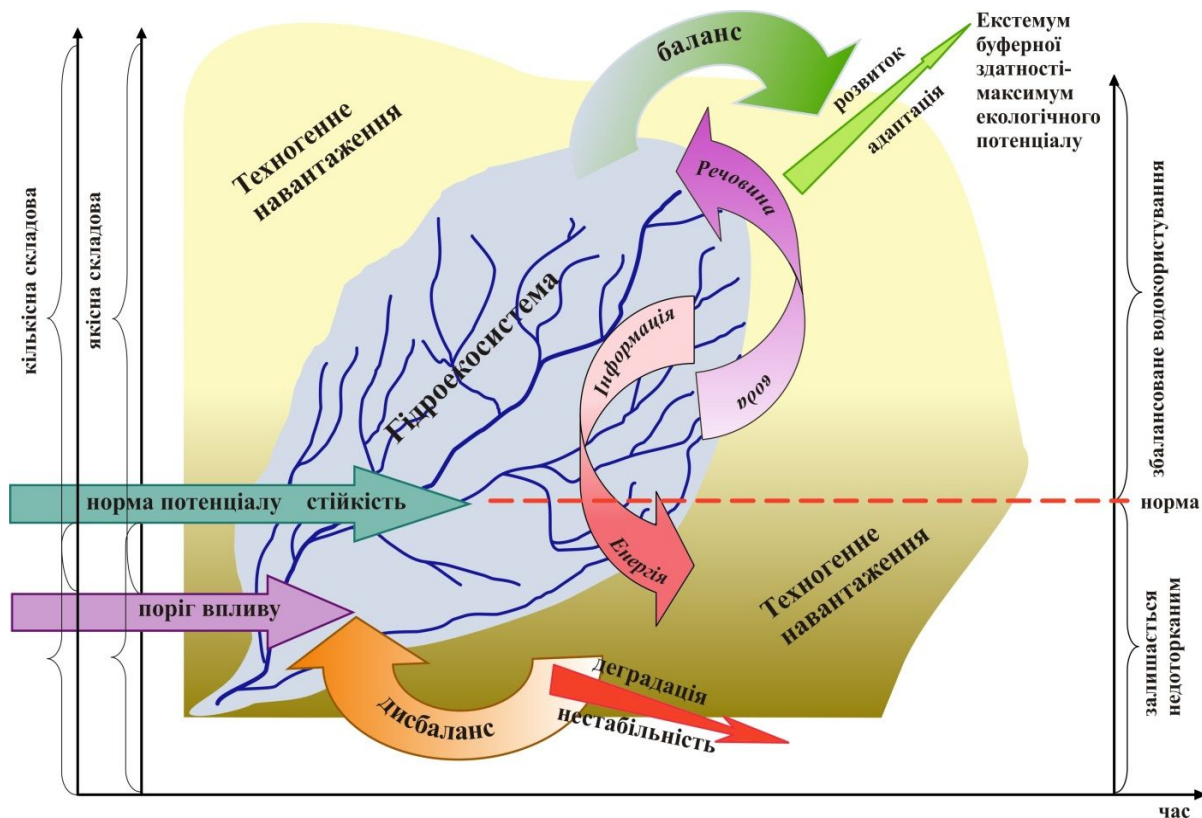


Рис. 3.56. Збалансоване водокористування на основі використання гідроєкологічного потенціалу – основа природно-техногенної безпеки поверхневих гідроєкосистем

Як тільки загальне навантаження на гідроєкологічне середовище перевершує величину екологічної ємкості, починаються проблеми. Природа міняє свої властивості, що позначається на умовах життєдіяльності людини, тваринного й рослинного світу. Кожна подальша порція забруднення приносить все більший збиток і, нарешті, коли перевершить деяку межу стійкості гідроєкологічного середовища, відбувається різка зміна його властивостей. Непропорційність дії кожної додаткової порції шкідливих речовин, що поступають в гідроєкологічне середовище, пояснюється тим, що реакція гідроєкосистем на антропогенну дію як би посилюється з кожною додатковою порцією забруднювачів. Ми стикаємось з обмеженістю гідроєкологічної ємкості та гідроєкологічного потенціалу.

Екологічна ємність гідроєкологічного середовища в межах басейнових систем визначає його стійкість до впливу природних і антропогенних чинників, а, отже, й рівень природно-техногенної безпеки. Кожному типу гідроєкологічного середовища відповідає його певна екологічна ємність – гідроєкологічний потенціал, який і повинен стати інструментом регулювання техногенного навантаження.

Концепція екологічної безпеки природно-техногенних поверхневих гідро екосистем (ПТГЕС), запропонована і методологічно обґрунтована автором (рис. 3.57). Перелік вирішених завдань для обґрунтування методології природно-техногенної безпеки поверхневих гідроєкосистем:

- 1) обґрунтування методу оцінки якісної складової природно-техногенної безпеки поверхневих гідроєкосистем;
- 2) обґрунтування методу оцінки кількісної складової природно-техногенної безпеки поверхневих гідроєкосистем;
- 3) встановлення нормованих значень кількісної і якісної складової гідроєкологічного потенціалу для всіх створів спостережень на основі існуючої бази даних багаторічних спостережень основних гідроєкосистем;
- 4) виявлення функціональних просторово – часових закономірностей зміни параметрів природно-техногенної безпеки гідроєкосистем;
- 5) обґрунтування методу оцінки збалансованості водокористування, ризику водокористування.

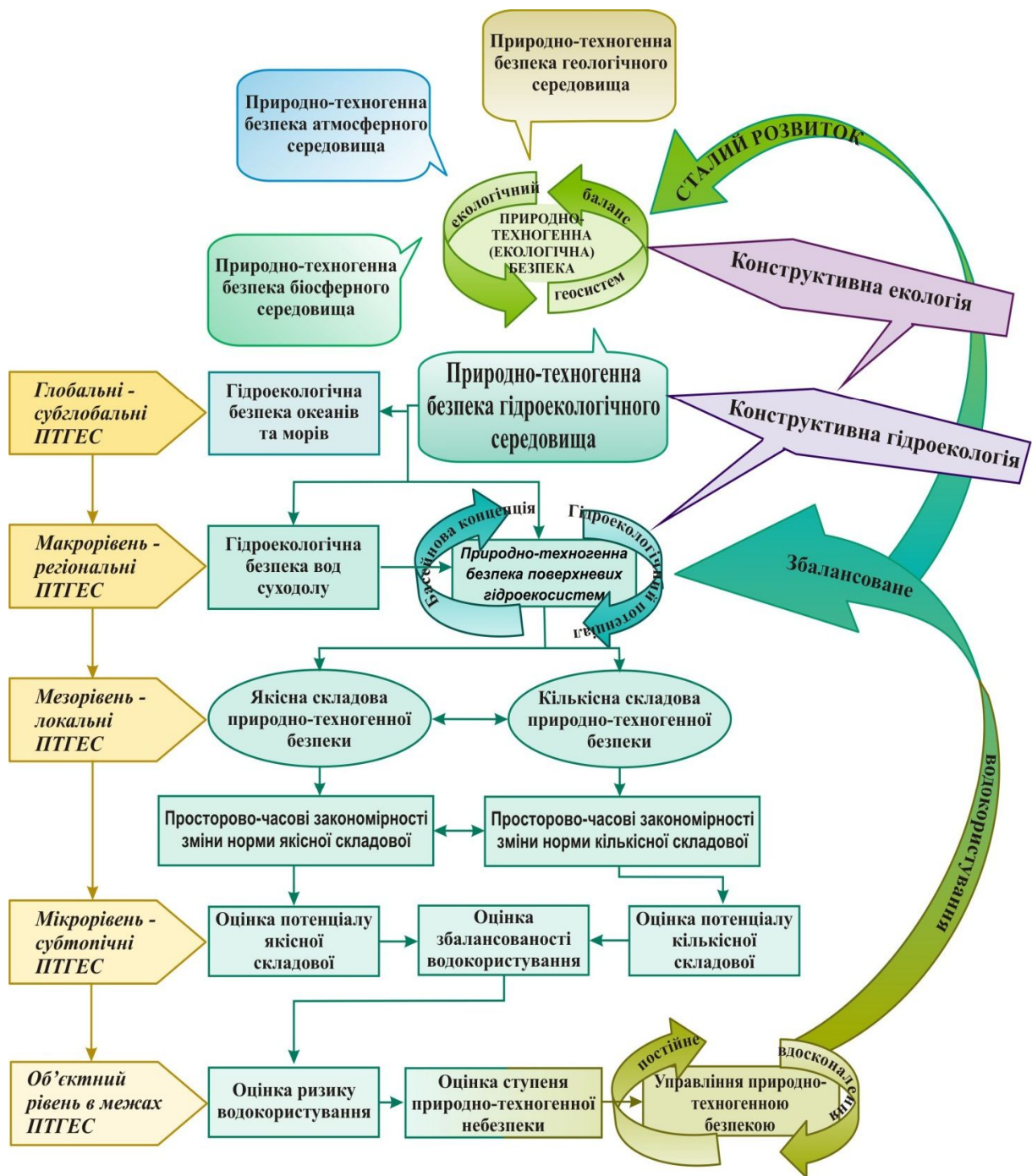


Рис. 3.57. Концепція природно-техногенної безпеки поверхневих гідроекосистем

Екологічна безпека гідроекосистем ґрунтується на концепції стійкого розвитку, яка передбачає економічне зростання за рахунок формування ПТГЕС, в яких не виникає складних екологічних проблем.

Під гідроекологічним супроводом слід розуміти систему постійного контролю, аналізу і цілеспрямованої дії на умови, чинники і характеристики, що впливають на показники техногенної дії, з метою встановлення, забезпечення і підтримки необхідного рівня гідроекологічної безпеки в процесі проектування, виробництва, експлуатації, утилізації технічних об'єктів в межах ПТГЕС. У загальному випадку система гідроекологічного супроводу включає [21, 23, 39, 23]:

- науково методологічне забезпечення ПТГЕС (загальні принципи формування концепції природно-техногенної безпеки гідроекосистем, планувальних, структурних, функціональних, конструкторських рішень, нормативних регламентів і ін.;
- проектно-конструкторське забезпечення ПТГЕС (гідроекологічні принципи формування функціональної, планувальної і технічної структури ПТГЕС, розрахункових

моделей, підвищення гідроекологічної безпеки проєктованих об'єктів і ін.);

- технологічне забезпечення ПТГЕС (методи і засоби гідроекологічно раціональної реалізації конструкторських рішень – технологічні процеси, нормативно – технологічні регламенти і ін.);

- організаційно-методичне забезпечення ПТГЕС (оптимальні організаційні структури управління гідроекологічною безпекою ПТГЕС, програми підвищення гідроекологічної ефективності господарської діяльності, гідроекологічно оптимальні форми організації матеріальних, енергетичних і інформаційних потоків і ін.);

- інформаційне забезпечення ПТГЕС (принципи накопичення, передачі, зберігання і використання гідроекологічно значимої інформації і показники її достовірності і ін.);

- аналіз і методологія об'єктивного оцінювання (системний гідроекологічний аналіз і оцінка альтернативних концептуальних, проєктно-конструкторських і організаційно-технологічних розробок для ухвалення гідроекологічно обґрунтованих рішень з метою мінімізації техногенної негативної дії гідроекосистему);

- комплексний гідроекологічний контроль (контроль стану гідроекосистеми в межах впливу техногенного навантаження, в замикаючому створі, контроль науково-методичних, проєктно-конструкторських і організаційно-технологічних рішень, моніторинг, повторний екологічний аудит та ін.);

- прогнозування (методологія прогнозування гідроекологічних ситуацій в межах ПТГЕС на регіональному, локальному і субтопічному, рівнях і ін.);

- оптимальне управління (загальні принципи оптимального гідроекологічного управління ПТГЕС – вдосконалення екологічної політики і екологічних програм; планування і забезпечення технічного функціонування для досягнення найкращого збалансованого результату; аналіз дій керівництва, корекція дій, постійне удосконалення);

- методологічні аспекти формування гідроекологічних знань, екологічної свідомості, культури і відповідальності за ухвалення рішень у суб'єктів техногенної діяльності.

Використовуючи запропоновану модель (рис. 3.57, 3.58) керування природно-техногенною безпекою гідроекосистем з системою постійного гідроекологічного супроводу на етапі розробки і функціонування ПТГЕС, цілеспрямовано впливаючи на параметри планувально-функціональної і технічної структур ПТГЕС, можна управляти чинниками негативної дії і підтримувати необхідний рівень гідроекологічної безпеки ПТГЕС.

Під *гідроекологічними ситуаціями* (проблемами) розуміють різноманітний стан водного середовища, важливий з точки зору здоров'я, умов життя і діяльності людей, як наслідок небезпечного функціонування ПТГЕС.

При виборі операційних одиниць, які характеризують гідроекологічні ситуації, необхідно виходити з принципу найбільшої інформативності при обмеженій кількості вибраних параметрів. В межах вирішення проблеми екологічно безпечного функціонування ПТГЕС в Карпатському регіоні необхідними і найбільш інформативними параметрами для визначення гідроекологічних ситуацій, що можуть виникнути внаслідок функціонування ПТГЕС, є наступні:

- 1) динаміка кількісної складової гідроекологічного потенціалу;
- 2) динаміка якісної складової гідроекологічного потенціалу;
- 3) динаміка небезпечних геодинамічних процесів в межах ПТГЕС;
- 4) динаміка гідробіологічних показників.

Оцінкою екологічної безпеки є вірогідність ПТГЕС зберегти стійкість під впливом антропогенних факторів (залишити позитивним гідроекологічний потенціал). Першим наближенням в цій оцінці є розмах природних коливань екологічних факторів, яка визначається по ряду спостережень або моделюється за аналогами. Для маловивчених систем нормований рівень вірогідності збереження стійкого стану повинен не виходити за межі природних коливань (гомеостазу).

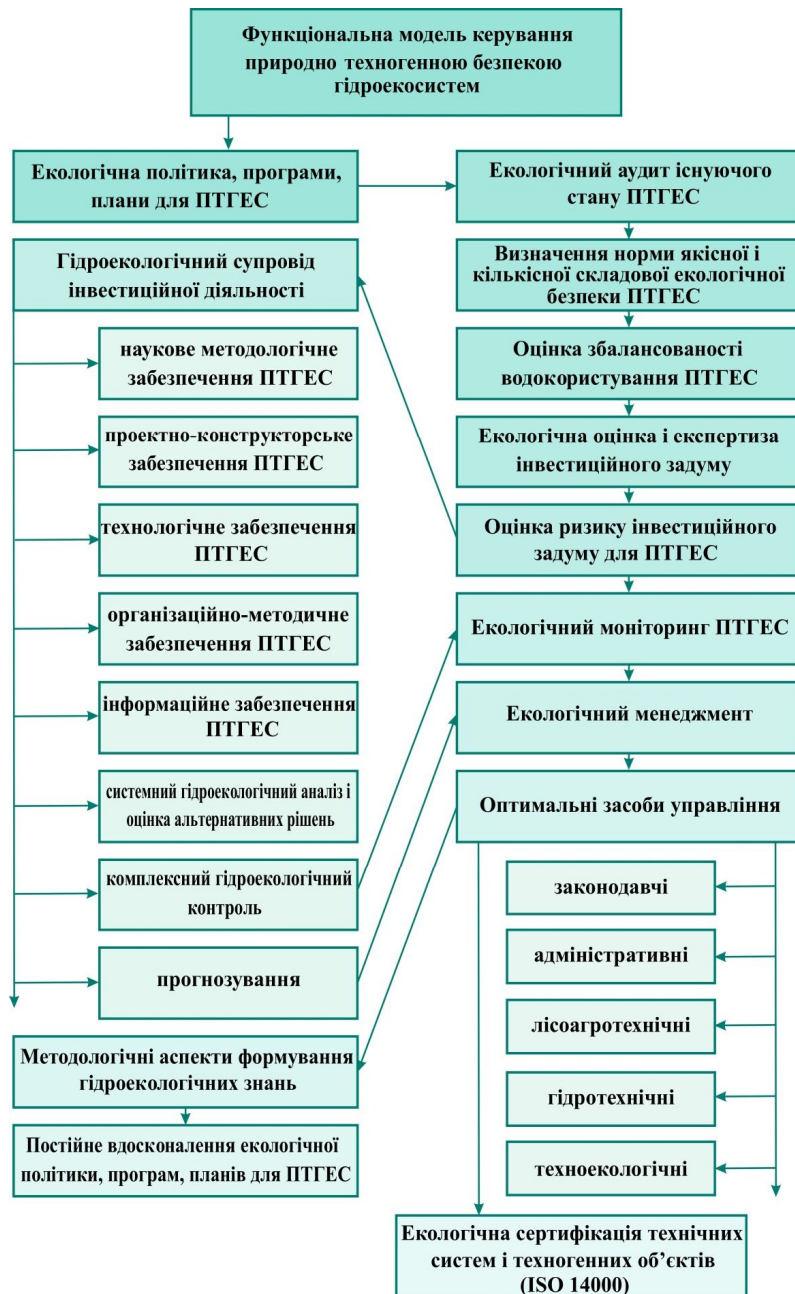


Рис. 3.58. Модель управління природно-техногенною безпекою гідроекосистем

3.4.2 Комплексний індекс потенціалу якості – основа дослідження якісної складової безпеки гідроекосистем

Автором вперше розроблений спосіб оцінки якості поверхневих вод, що включає відбір проб води, проведення аналізів, подальше узагальнення з отриманням комплексного індексу потенціалу якості (КІПЯ), знаходження його просторових закономірностей розподілу для фонових природних об'єктів, норми потенціалу якості в будь-якій точці об'єкту. Отримані закономірності використовують для забруднених водних об'єктів-аналогів, оцінюючи рівень потенціалу якості за розробленою шкалою. Запропонована модель може використовуватись при оцінці кількісних показників самоочищення рік [211].

В основі алгоритму оцінки якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем лежить наступне:

1. Шляхом математичної обробки результатів аналізів поверхневих вод отримання комплексного індексу потенціалу якості (КІПЯ);
2. Знаходження просторових закономірностей розподілу КІПЯ для фонових

природних об'єктів;

3. Знаходження норми потенціалу якості в будь-якій точці об'єкту.

4. Оцінка стану гідроекосистеми за наступною шкалою:

- буферний (зона екологічної рівноваги) $KПЯ > 5$;
- оптимальний $3 < KПЯ < 5$;
- напруження адаптації $1 < KПЯ < 3$;
- зона песимуму в межах $-1 < KПЯ < 1$;
- критичний – при значеннях показника $-3 < KПЯ < -1$;
- кризовий – при значеннях показника $-3 < KПЯ < -5$;
- катастрофічний (зона екологічного лиха) $KПЯ < -5$.

Запропонована методологія дає можливість використання простого методу встановлення пріоритетів, тобто певні райони чи ділянки гідроекосистем, які відповідають визначеним стандартам якості навколишнього середовища, без подальшого втручання можуть вважатись еталонними, в той час як інші ділянки гідроекосистем можуть ранжуватись і оцінюватись в залежності від знаку і величини КПЯ.

В способі комплексної оцінки потенціалу якості поверхневих вод, на першому етапі здійснюють ідентифікацію стану фонових водних об'єктів за даними обробки результатів наземних вимірювань шляхом отримання інтегрального показника потенціалу якості, на другому – визначають функціональні залежності між параметрами, які визначають стан водного об'єкту і інтегральним показником якості, а на третьому етапі здійснюють ідентифікацію параметрів моделі стану об'єктів-аналогів.

В розрахунках КПЯ підсумовуються так звані коефіцієнти запасу показників (відносна величина резервної потужності), що розраховуються як перевищення допустимих значень над фактичними (концентраціями, одиницями, балами, кількістю і т. ін.) та віднімаються коефіцієнти дефіциту запасу показників (відносна величина нестачі резерву), що розраховуються як перевищення концентрацій (або інших вимірів) над допустимими значеннями (в тих же одиницях). Результат ділиться на кількість використаних показників:

$$KПЯ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad x_i = \begin{cases} \frac{НЯ_i}{C_i}, \text{ якщо } \frac{НЯ_i}{C_i} > 1 \\ -\frac{НЯ_i}{C_i}, \text{ якщо } \frac{НЯ_i}{C_i} < 1 \end{cases} \quad (3.1)$$

де $НЯ_i$ – норматив якості води для конкретного показника, під яким розуміють допустимі (граничні величини) показників фізико-хімічного і біологічного стану вод та їх властивостей, що відповідають вимогам різних споживачів;

i – показник;

n – кількість показників.

В розрахунках КПЯ повинні враховуватись різноманітні показники: органолептичні, фізичні, хімічні, біологічні, токсикологічні, санітарного стану. Кількість показників, що беруться для розрахунку КПЯ повинна бути, не менше 10-15, незалежно від того перевищують вони допустимими значеннями показників якості чи ні, але обов'язково включати показники з гідрохімічної, трофосапробіологічної та токсикологічної груп: розчинений кисень, ХСК, рН, мінералізацію та БСК₅. Крім того, обов'язково повинні бути включені всі показники вказаних груп, значення яких перевищують оптимальні, фонові, нормативні. З обчислень необхідно виключати показники забруднень, яких немає у воді в природному стані, якщо концентрація забруднення далека від ГДК, враховуючи ефекти сумації, з огляду на те, що потенціал якості природних вод не може характеризувати кількість нестачі забруднюючої речовини, взагалі не характерної для природної води.

В розрахунках КПЯ для показників мінералізації, лужності, водневого показника, концентрації іонів магнію враховуємо і нижню і верхню межу як безпечний інтервал фізіологічної повноцінності води. Тобто, у підсумку додатнім буде перевищення верхньої межі над фактичним значенням показника та від'ємним перевищення фактичної концентрації над нижнім допустимим значенням. Якщо ж фактичне значення показника не

попадає в безпечний інтервал (наприклад, такі випадки ймовірні для забруднень поверхневих вод в районах спорудження нафтогазових свердловин), то у підсумку від'ємним буде перевищення фактичного значенням показника і над верхнім і над нижнім допустимими значеннями. Виключення складають ті показники якості, для яких встановлений нижній поріг, тобто перевищення нормативу якості є бажаним (наприклад, вміст розчиненого кисню, прозорість тощо).

Якщо виміри концентрації речовини дорівнюють нулю, у формулу необхідно підставляти те значення концентрації, яке ще може бути виявлено за найбільш чутливою методикою вимірювання даної речовини, тобто найменший з порогів його виявлення.

Подальшою ланкою виконаних досліджень стало моделювання і оцінка просторових закономірностей розподілу якісних характеристик природно-техногенної безпеки основних гідроекосистем Карпатського регіону – Дністра, Прута і Тиси, за результатами яких стане можливим визначення середньо багаторічної норми комплексного індексу потенціалу якості гідроекосистеми в будь-якому її створі теоретично для обґрунтування стратегічних напрямків природно-техногенної безпеки гідроекологічного середовища. Методи досліджень – статистична обробка бази даних результатів гідрохімічного моніторингу в басейні р. Дністер, рр. Прут, Сірет і Тиси за 1997-2011 рр., графічне і математичне моделювання, за допомогою програмного забезпечення TableCurve 2D (3 D), MapInfo, CorelDRAW.

Розрахунки КІПЯ складаються в багаторічні ряди значення комплексного показника якості, що виявляє певні закономірності розподілу в часі і в просторі.

З метою отримання просторової інформації щодо розподілу показника КІПЯ в межах гідроекосистеми р. Дністер на території Карпатського регіону була побудована картографічна модель (рис. 3.59, 3.60), на якій ізолініями шести кольорів показано просторову зміну реального стану якості гідроекосистеми р. Дністра, обчислену через показник комплексного індексу потенціалу якості, який змінюється в даному випадку від -10 КІПЯ до +5 КІПЯ.

На представленій моделі кольором зображений розподіл по території показника КІПЯ в шести відтінках основного кольору, кожен по 2,5 КІПЯ, що змінюються у вказаній амплітуді зміни показника.

Темно-синім і синім кольорами позначена катастрофічна зона якісної складової екологічної безпеки гідроекосистем регіону; фіолетовим кольором – кризова зона; бузковим – зона песимуму гідроекосистем; темно-рожевим – зони напруження адаптації за якісною складовою екологічної безпеки гідроекосистем Карпатського регіону; оптимальна зона – відповідно рожевого кольору.

Для створів багаторічних спостережень з помісячними значеннями отримана швидкість самовідновлення якісної складової екологічної безпеки гідроекосистем, що виражена в частках збільшення КІПЯ за добу.

За отриманим розрахованим показником побудована картографічна модель, в якій амплітуда змін знаходиться в межах від 0 до 0,45 (поділена на 7 основних градацій-кольорів). В більшості створів спостереження швидкість самовідновлення знаходиться в межах 0,02-0,06 КІПЯ/добу. Модель побудована за допомогою програмного забезпечення MapInfo, CorelDRAW.

Модель просторового розподілу комплексного індексу потенціалу якості в межах гідроекосистеми р. Прут і р. Сірет на території Карпатського регіону була побудована як картографічна (рис. 3.61), на якій шістьма відтінками основного кольору показано просторову зміну реального стану якості гідроекосистем Прута і Сірету, обчислену через показник середньо багаторічного комплексного індексу потенціалу якості, який змінюється в даному випадку від -0,2 КІПЯ до +2,1 КІПЯ. За картою можна лише орієнтовно оцінювати реальну якісну складову екологічної безпеки гідроекосистем. Більш точні дані отримують за функціональними залежностями. Для реального стану гідроекосистеми річок Прут і Сірет була отримана досить тісна залежність.

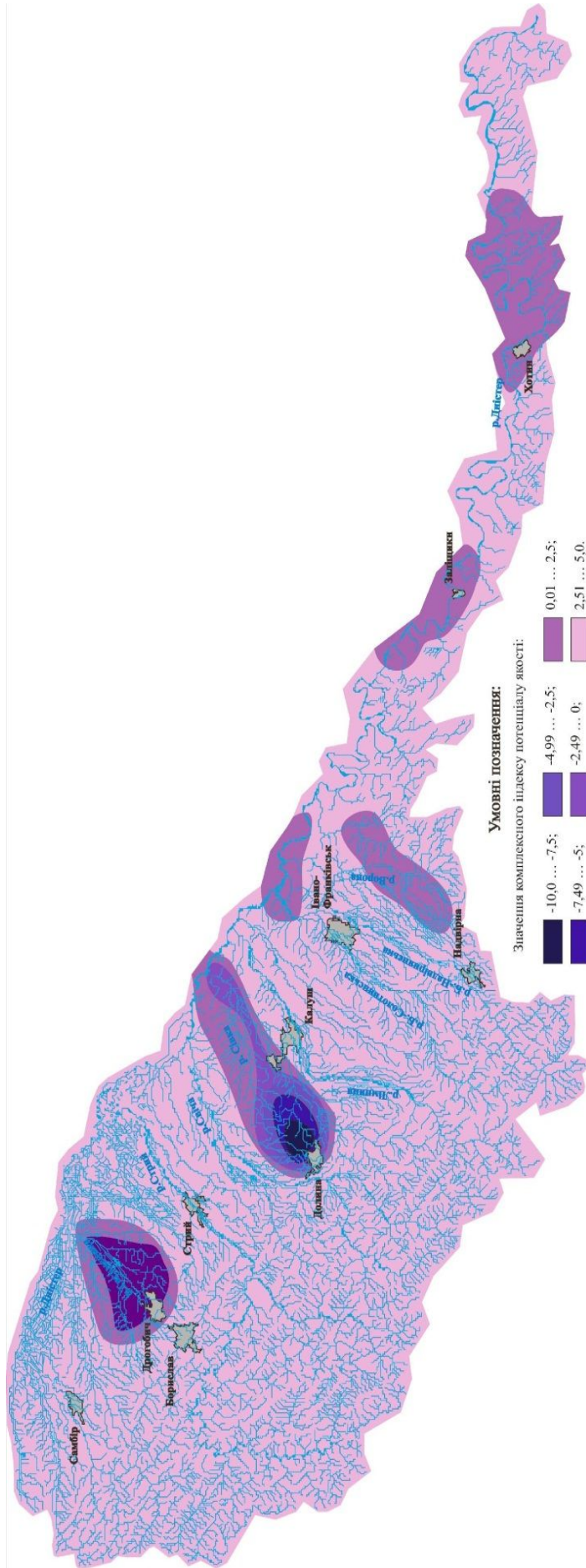


Рис. 3.59. Карта-схема просторового розподілу комплексного індексу потенціалу якості в межах гідрокосисхеми р. Дністер

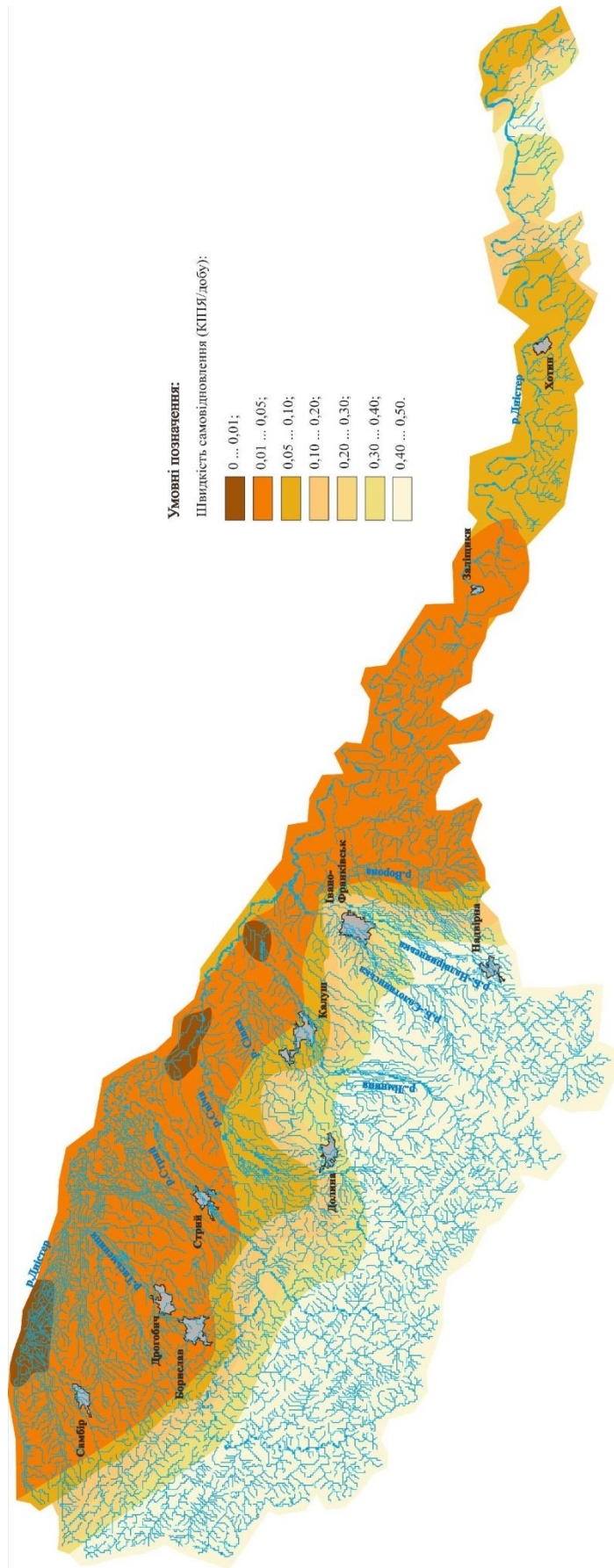


Рис. 3.60. Карта-схема просторового розподілу швидкості самовідновлення потенціалу якості гідроекосистеми р. Дністер (КПІЯ/добу)

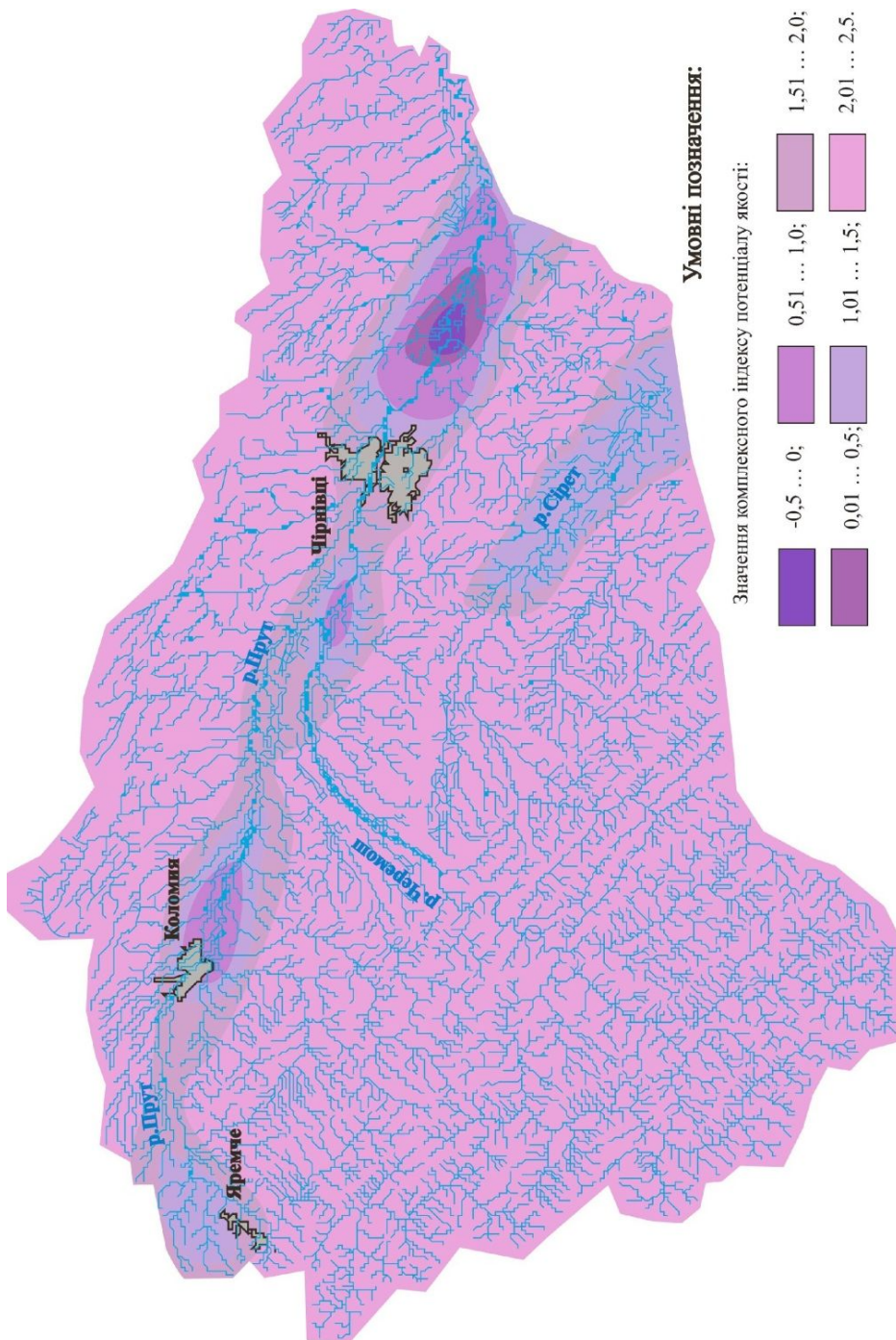


Рис. 3.61. Карта-схема регіонального просторового розподілу комплексного індексу потенціалу якості в межах Прут-Сіретської гідроекосистеми

Автор вважає, що норма якісної складової природно-техногенної безпеки повинна характеризувати стан екосистеми, наближений до природного. Закони існування екологічних систем, в тому числі гідроекосистем показують, що самовідновлення системи пригнічується в зоні напруження адаптації і спадає до нуля в зоні песимуму [54, 91]. Згідно змістовної суті КПЯ, в природному стані для гідроекосистем Карпатського регіону він не може знижуватись нижче - 1, навіть в тому випадку, якщо всі показники знаходяться на рівні гранично допустимих концентрацій.

Для постів багаторічних спостережень за якістю поверхневих вод рр. Прут і Сірет визначені: середньо багаторічний показник КПЯ реального якісного стану, норма показника в даному створі, відхилення від норми, максимальне спостережене значення, мінімальне спостережене значення, швидкість самовідновлення якості у створі (табл. 3.18).

Картографічна модель швидкості самовідновлення в Прут-Сіретській гідроекосистемі представлена на рис. 3.62.

Таблиця 3.18

Порівняльна характеристика реального і нормативного стану якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем рр. Прута і Сірету в межах Карпатського регіону

Ріка-пункт	Середньо багаторічний КПЯ	Норма КПЯ	Відхилення від норми відносно, %	Максимальне спостережене значення	Мінімальне спостережене значення	Швидкість самовідновлення якості, КПЯ/добу
Прут – м. Яремче	2,09	3,09	32,4	8,04	-1,09	0,071
Прут – м. Коломия	0,58	1,81	68,1	2,36	-2,27	0,036
Прут – с. Неполоківці	0,68	0,77	11,8	3,87	-2,54	0,063
Прут – м. Чернівці	1,20	0,58	0	9,23	0,44	0,030
Прут – с. Магала	-0,22	0,51	143,1	0,86	-0,93	0,031
Прут – с. Костичани	1,03	0,3	0	1,69	0,56	0,009
р. Любіжня – м. Делятин	1,17	2,36	50,2	3,11	-1,00	0,03
р. Сірет – м. Сторожинець	1,26	1,88	33,2	2,81	0,41	0,009
р. Сірет – с. Порубне	1,49	1,53	2,61	3,48	0,47	0,034

За аналогією знаходимо норму комплексного індексу потенціалу якості для гідроекосистеми р. Тиса. Вказаний показник був розрахований по пунктах спостережень в басейні згідно програми Державного моніторингу довкілля території Закарпатської області. Розрахунки КПЯ складаються в багаторічні ряди значення комплексного показника якості, що виявляє певні закономірності розподілу в часі і в просторі.

Картографічна модель (рис. 3.63) ілюструє ізолініями шести відтінків основного кольору просторову зміну реального стану якості гідроекосистем Тиси, обчислену через показник середньо багаторічного КПЯ, який змінюється в даному випадку від +2 КПЯ до +8 КПЯ.

Тобто найтемнішим відтінком рожевого кольору позначена зона напруження адаптації гідроекосистеми р. Тиса з градацією від +2 до +3 КПЯ, більш світлими відтінками рожевого з градаціями від +3 до +5 позначена оптимальна зона, решта найсвітліших відтінків рожевого характеризують буферну зону екологічної рівноваги за якісною складовою екологічної безпеки гідроекосистеми р. Тиса.

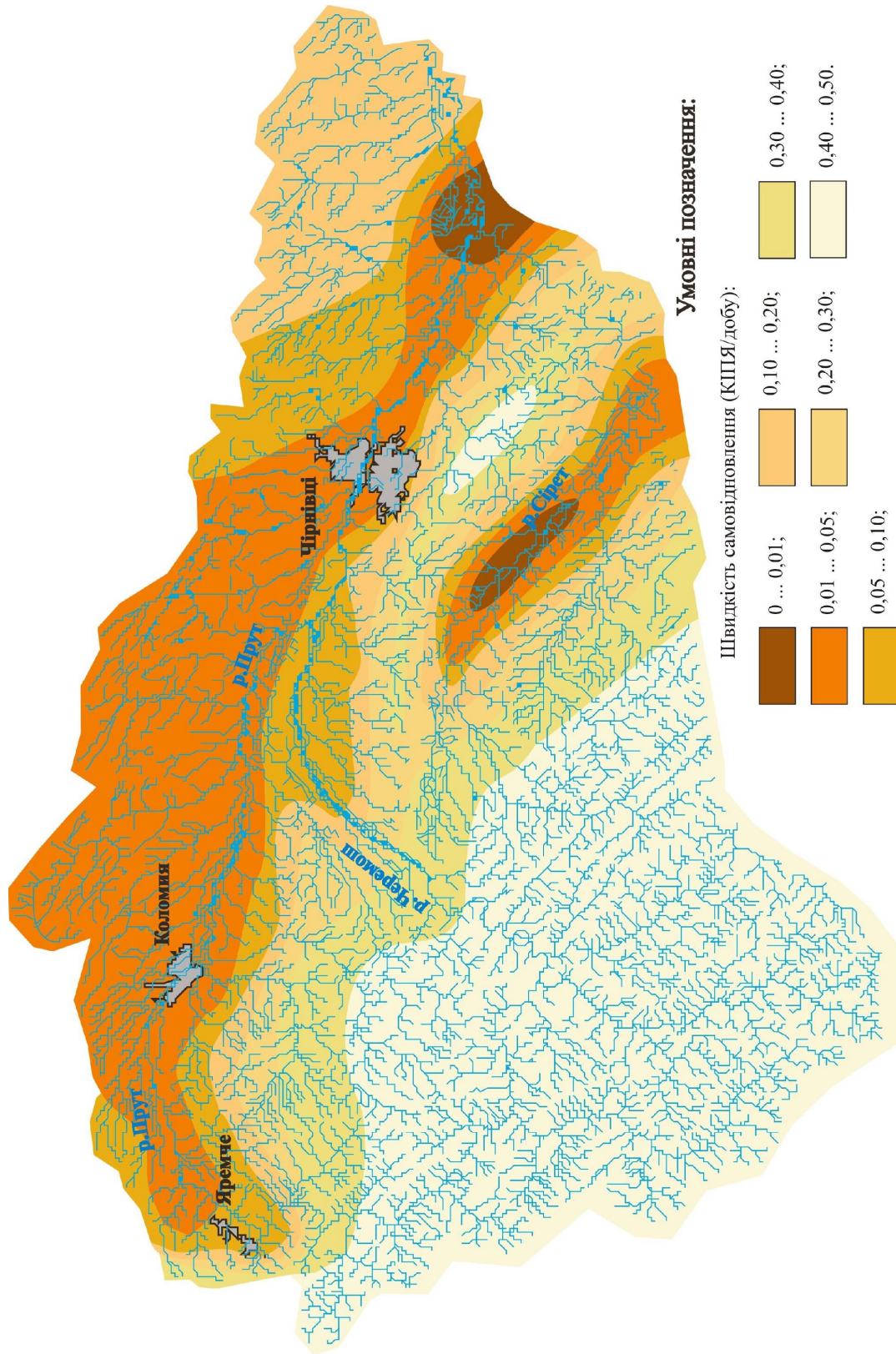


Рис. 3.62. Картографічна модель швидкості самовідновлення якості в Прут-Сіретській гідроекосистемі

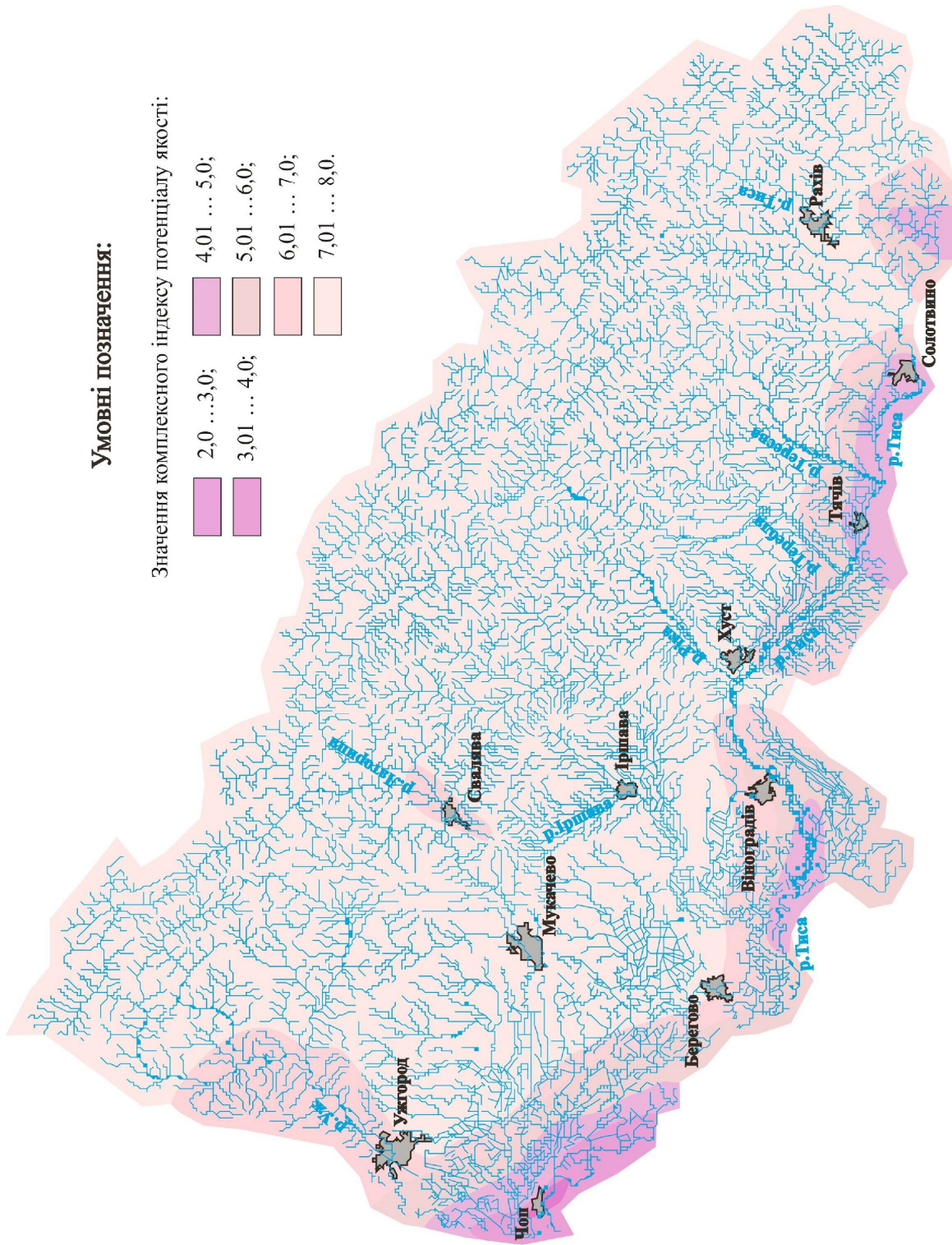


Рис. 3.63. Карта-схема ізольній просторового розподілу комплексного індексу потенціалу якості в межах гідрокосистеми р. Тиса

Підсумовуючи цей підрозділ, представимо картографічну модель (рис. 3.64), просторової зміни реального стану якісної складової екологічної безпеки гідроєкосистем Карпатського регіону, обчислену через показник середньо багаторічного комплексного індексу потенціалу якості, який змінюється в даному випадку від -10 КПЯ до $+8$ КПЯ.

Карта побудована за допомогою програмного забезпечення MapInfo та CorelDRAW за узагальненими даними 1997-2011 рр. в створах спостережень згідно програми Державного моніторингу довкілля в частині здійснення Держводагенством України контролю за якістю поверхневих вод для території Карпатського регіону.

Катастрофічна і кризова зони якісної складової екологічної безпеки характерна для гідроєкосистем рік Сівки і Саджавки, оптимальна і буферна зони охоплюють більшість гірської частини Карпатського регіону.

Для гідроєкосистем, де не проводились моніторингові спостереження, значення показника якісної складової природно-техногенної розраховувались за вище отриманими функціональними залежностями.

Співвідношення діапазону параметрів комплексної оцінки природно-техногенної безпеки гідроєкосистем з станом гідроєкосистеми та рівнем природно-техногенної безпеки наведено в табл. 3.19.

Таблиця 3.19

Оцінка рівня природно-техногенної безпеки гідроєкосистем

Діапазон			Стан гідроєкосистеми	Категорія природно-техногенної безпеки
комплексного індексу потенціалу якості	показника стійкого збалансованого водокористування	ризиків водокористування		
1	2	3	4	5
$KPIA > 5$	$I_{bwr} < 0,05$	$R < 0,05$	буферний (зона екологічної рівноваги)	еталонний рівень безпеки
$3 < KPIA < 5$	$0,05 < I_{bwr} < 0,1$	$0,05 < R < 0,1$	оптимальний	безпечний рівень
$1 < KPIA < 3$	$0,1 < I_{bwr} < 0,3$	$0,1 < R < 0,3$	напруження адаптації	прийнятно безпечний
$-1 < KPIA < 1$	$0,3 < I_{bwr} < 0,5$	$0,3 < R < 0,5$	зона песимуму	помірно небезпечний
$-3 < KPIA < -1$	$0,5 < I_{bwr} < 0,7$	$0,5 < R < 0,7$	критичний	небезпечний
$-3 < KPIA < -5$	$0,7 < I_{bwr} < 0,9$	$0,7 < R < 0,9$	кризовий	неприйнятно небезпечний
$KPIA < -5$	$I_{bwr} > 0,9$	$R > 0,9$	катастрофічний (зона екологічного лиха)	надзвичайно небезпечний

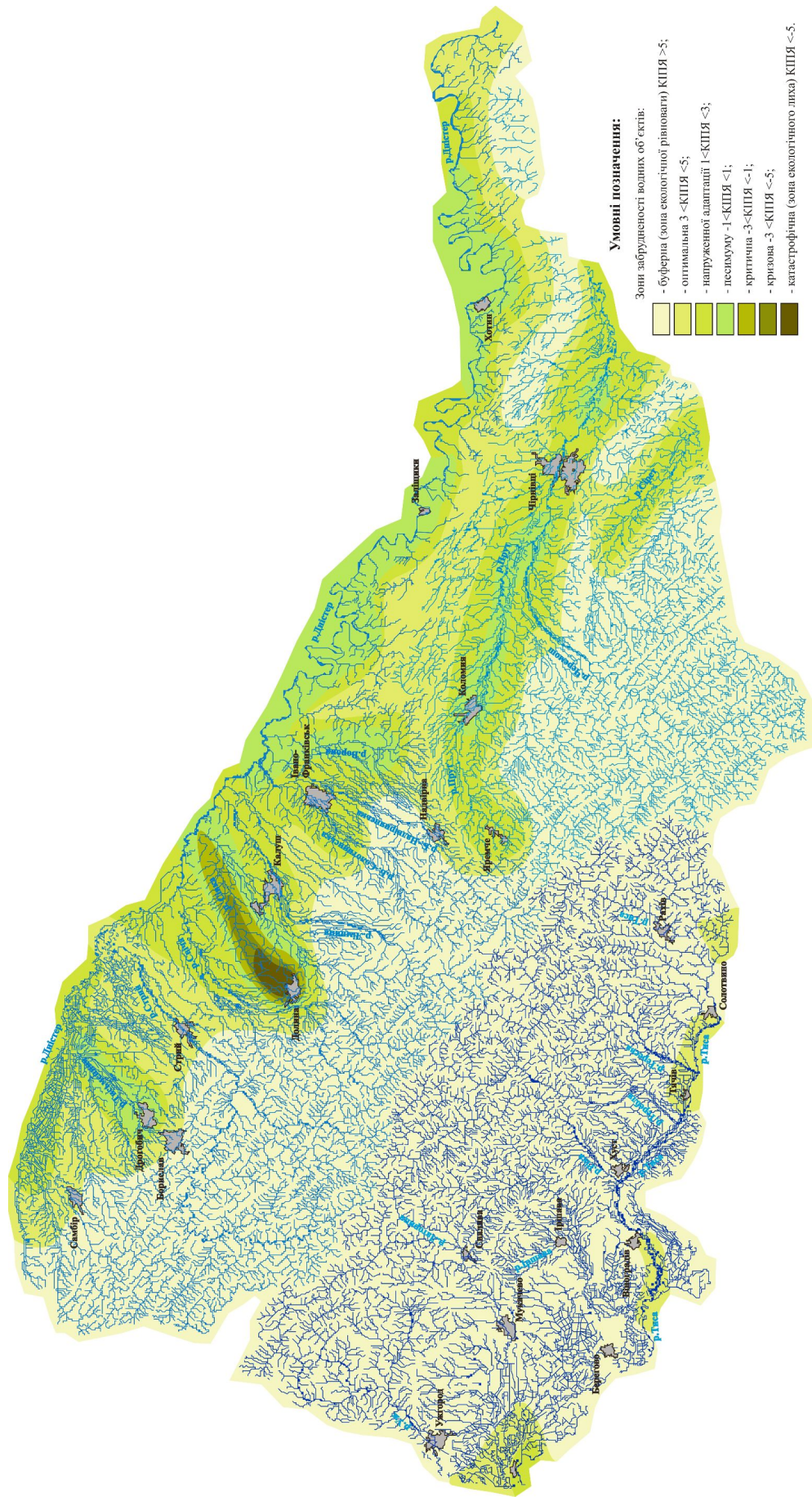


Рис. 3.64. Карта-схема просторового розподілу якісної складової природно-техногенної безпеки (за значенням комплексного індексу потенціалу якості) гідроекосистем Карпатського регіону

Висновки

1. Розроблено науково-методологічні основи екологічної безпеки ПТГЕС на засадах сталого збалансованого водокористування з використанням кількісної і якісної складової буферної здатності гідроекосистем, що дозволяє обґрунтовувати, впроваджувати ефективні методи і засоби керування екологічною безпекою на етапі розробки і функціонування техногенних об'єктів в межах гідроекосистем.

2. Дістало подальшого розвитку вчення про системи на прикладі гідроекосистем Карпатського регіону. Гіпотеза автора – гідроекосистема прагне до екстремуму своєї буферної здатності – до максимуму свого екологічного потенціалу, який є зональною характеристикою.

3. Викладено наукове бачення теоретичних основ екологічно безпечного сталого збалансованого водокористування для ПТГЕС на засадах використання кількісної і якісної складової гідроекологічного потенціалу.

4. Екологічну стійкість гідроекосистем запропоновано оцінювати гідроекологічним потенціалом. Під гідроекологічним потенціалом ми розуміємо ту частину гідроресурсів, яка може бути використана народногосподарським комплексом за умов збереження екологічної безпеки і збалансованого водокористування в ПТГЕС (тобто техногенна діяльність забезпечує сталий розвиток при мінімізації порушень гідроекосистем до меж гомеостазу). Виділяємо кількісну і якісну складову гідроекологічного потенціалу.

5. Вперше розроблено науковий метод оцінки якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем, який дозволяє оцінити існуючий рівень безпеки, порівняти його з нормативним регіональним значенням, виявити часову тенденцію розвитку стану якісної складової безпеки за умови збереження тенденцій стану техногенного навантаження та удосконалити метод управління станом гідроекосистем.

6. Вперше запропоновано спосіб оцінки потенціалу якості поверхневих вод, який дає можливість інтегральної оцінки якісного стану водного об'єкту, визначити імовірність порушення стійкості водної екосистеми, зниження якості водних ресурсів та умови їх відтворення, і відповідно більш предметно застосовувати комплекс заходів щодо зниження ризику негативних наслідків забруднення водних систем (патент № 64027).

7. Вперше визначено параметри якісної складової природно-техногенної безпеки гідроекосистем для всіх пунктів спостережень державної системи моніторингу Карпатського регіону.

8. Вперше розроблено у геоінформаційному середовищі картографічні моделі просторового розподілу якісної складової природно-техногенної безпеки окремо для Дністровської, Прут-Сіретської та Тисянської гідроекосистем та в цілому для території Карпатського регіону.

9. Набуло подальшого розвитку вчення про самоочищення гідроекосистем – вперше отримано картографічні моделі у геоінформаційному середовищі просторового розподілу показника самовідновлення якісної складової природно-техногенної безпеки для Дністровської та Прут-Сіретської гідроекосистем, що дозволяє прогнозування процесу взаємодії техногенного навантаження з поверхневими гідроекосистемами.

10. Запропонована і методологічно обґрунтована концепція екологічної безпеки природно-техногенних поверхневих гідроекосистем.

11. Запропоновано модель керування природно-техногенною безпекою гідроекосистем з системою постійного гідроекологічного супроводу на етапі розробки і функціонування ПТГЕС.

Розділ 4. ТЕРИТОРІЯ АДМІНІСТРАТИВНОЇ ОБЛАСТІ

4.1 ПРИРОДНО-РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

4.1.1 Енергетичні ресурси

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

АЕС – 47 %;

ТЕС – 40 %;

ГЕС (крім малих) – 6 %;

ТЕЦ – 7 %.

Альтернативні та нетрадиційні джерела енергії:

ГЕС (малі) – 0,1 %;

Вітряні електростанції – 0,1%;

Сонячні електростанції – 0,2 %.

Сонячна енергія

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

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



**Рис. 4.1. Сонячна електростанція «Богородчани – 1»
Перспектива – 2 СЕС у Богородчанському і 1 СЕС – у
Тисменицькому районах потужністю 5 мегават кожна**

В Івано-Франківську на адмінбудинку ДП «Карпати» (в народі — радіозаводу) інженер Володимир Іванов встановив сонячну електротеплоакумуляційну систему для забезпечення гарячою водою заводську столову. Така ж установка побудована ним на житловому будинку № 12, по вул. Карпатська, де він проживає (рис. 4.2, 4.3).



Івано-Франківськ

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



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

Вітрова енергія

Вітрова енергетика – галузь відновлюваної енергетики, яка спеціалізується на використанні кінетичної енергії вітру. Використання енергії вітру є одним із найдавніших відомих способів використання енергії із навколишнього середовища. Івано-Франківська область відноситься до регіону України з високим вітровим потенціалом. Річний енергетичний технічно-досяжний потенціал вітру для області складає від 620 до 1150 кВт·год/м² (рис. 4.4)..



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

Геотермальна енергія

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

Малі ГЕС на Карпатських ріках

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



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



Рис. 4.6. Явірська МГЕС



Рис. 4.7. Недобудована міні ГЕС у с. Дземброні

Біогазова енергія

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

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



Рис. 4.8. Біогазовий завод у с. Копанки

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

4.1.2 Водні ресурси

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



Рис. 4.9. Річка Дністер



Рис. 4.10. Річка Прут

4.1.3 Земельні ресурси

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



Рис. 4.11. Рілля та пшеничні поля

4.1.4 Лісові ресурси

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

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

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



Рис. 4.12. Дари лісів

4.1.5 Рекреаційно-туристичні ресурси

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

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



Рис. 4.13. Буковель



Рис. 4.14. Черче

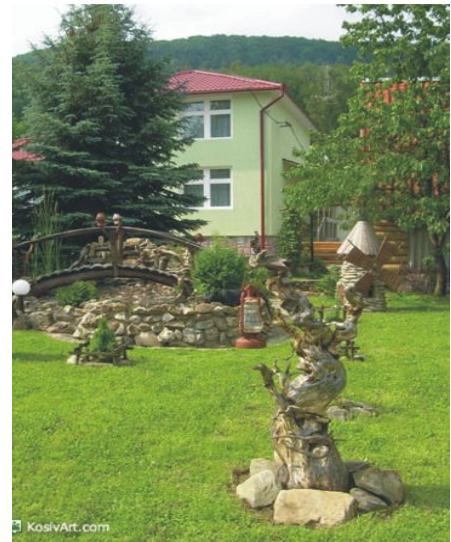


Рис. 4.13. Садиба для зеленого туризму м. Косів



Рис. 4.16. Дністровський каньйон



Рис. 4.17. Горгани

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

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

4.1.6 Мінерально-сировинні ресурси

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

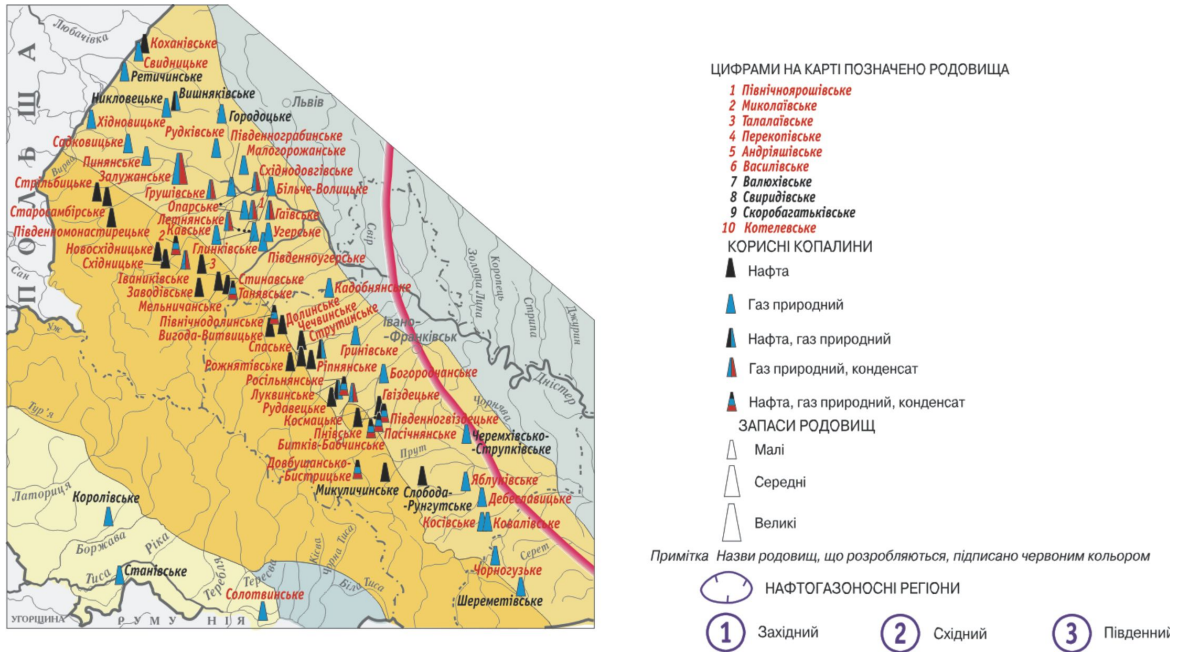


Рис. 4.18. Головні родовища паливних копалин на заході України

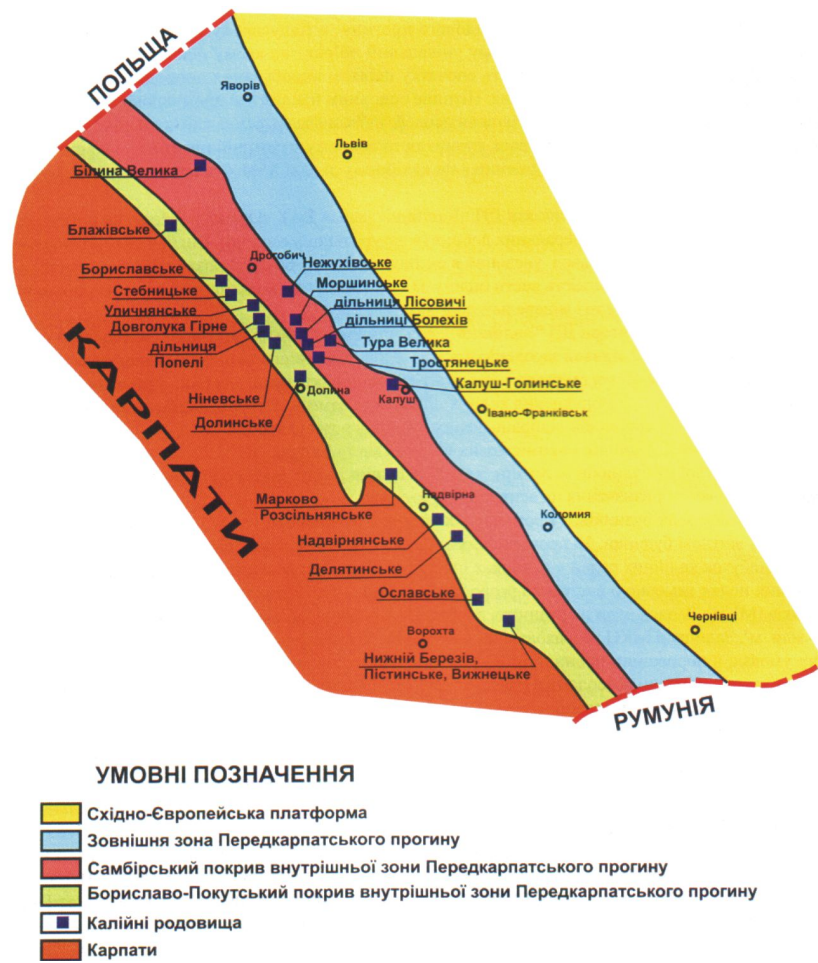


Рис. 4.19. Схема розміщення калійних родовищ Прикарпаття

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

4.2 РЕСУРСИ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ПРИКАРПАТТЯ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЕКОЛОГІЇ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

Флора Прикарпаття [100] завдяки різноманітному рельєфу (рівнини, передгір'я, високогір'я), ґрунтам (чорноземи, дерново-підзолисті, буроземи), добре розвинутій гідрографічній сітці та помірноконтинентальному клімату налічує близько 1500 видів вищих судинних рослин (Визначник рослин Українських Карпат, 1977).

Царство флори дарує людям 40 відсотків наявних, вироблених у світі ліків. Решта ж припадає на синтезовані препарати, продукти тваринного світу, мікроорганізми тощо.

Наша їжа мусить бути такою, щоби мати цілющий вплив на людський організм, і навпаки, ліки повинні мало чим відрізнятися від звичайних страв. Це правило, до речі, найкраще виконують ті люди, в меню котрих домінують харчі рослинного походження. Але тут постає проблема екології продовольства, бо якщо їжа зберігається в організмі декілька годин, то радіонукліди, які нерідко надходять з нею, – кілька місяців, років чи й десятиліть. Тому якщо людина споживає екологічно забруднену їжу, то вона мовби сама собі вкорочує віку. Тому бажано мати свій город, вирощувати органічні продукти, щоб хоч діти наші споживали чисті дари землі. Колись такі страви, бездоганні з екологічної точки зору, їли всі. Але тепер через отрутохімікати, що їх використовують виробники продовольства для підживлення чи догляду за культурами на полях і в садах, доводиться ризикувати, купуючи чи то у крамниці, чи на ринку фрукти й овочі, бо не відаєш, як їх вирощували.

Тобто нинішні віяння в нашому суспільстві на зростання ролі органічного рільництва можна лише схвалювати.

Кожна людина має знати свої болячки й могти вчасно запобігати їм або швидко ставити саму себе на ноги, якщо вже захворіла, за допомогою тієї добротної комори ліків, яку маємо в царстві флори. Коли завважають перші симптоми нездужання, заварюють цвіт липи, чебрець чи іншу траву, або ж готують відповідні фітосуміші.

Важкі метали, які в підсумку діють на людський організм негативно, насамперед тим, що зле впливають на імунну систему. Інакше кажучи, ліквідовуючи ті чи інші симптоми хвороби, неорганічні препарати заглушують водночас захисні сили організму, і тоді його опір розвитку інфекції чи патології слабне.

Недужому варто призначати передусім такі ліки, які б підвищували його життєвий тонус, аби пробудилися резерви організму й він сам починав активно опиратися захворюванню, а не лише пасивно чекав допомоги збоку.

Ми живемо в найкращій країні світу з величезним біорозмаїттям. Якщо у світі півмільйона видів рослин, то в Україні – 25 тисяч. П'ята частина з них — вищі рослини: кущі й дерева. Навіть лісівники можуть не знати всіх їхніх видів і порід. Але студенти-екологи, науковці-біологи як представники інтелігенції, еліти нації мусять знати «біографії» кожної значущої рослини – від місця, яке вона займала в селянському побуті, до використання у фармакології.

На грядці на території ІФНТУНГ росте півсотні лікарських рослин – і арніка, й горицвіт, і адоніс, й інші. І назву всіх подано не лише українською мовою, а й латиною. І про кожна можна розповідати годинами. Ось візьмімо ту ж арніку – траву з дуже поважною історією, вирощування якої в Карпатах мало промислове значення в масштабах усього Союзу. Ще короля Данила, володаря Галицько-Волинського князівства, що, нагадаю, простягалось від Перемишля й до Києва і від Волині до Чорного моря, котрого придворні лікарі не могливилікувати від задухи, місцеві знахарі зцілили відварами з арніки.

В дендрологічному парку Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника, де на 10 га квітне понад тисячу видів рослин і 200 з гаком з них – лікарські. Бабусі нинішніх студентів теж знають приблизно стільки ж видів цілющих трав. А скільки їх знають наші сучасники? Колись давно у пращурів нинішніх українців рослини росли за хатою, тому кожна жінка знала властивості більшості з них – відала зокрема, в чому купати дітей, а чим лікувати своїх домашніх, що давати і в яких дозах. Але нинішній загал ці знання переважно втратив. Лише одиниці їх зберегли й передають із покоління в покоління.

Для визначення обсягів збору, що свідчать про запаси лікарських рослин, користують методичними посібниками і таксаційними матеріалами об'єднання «Прикарпатліс» (табл. 4.1).

Дослідження лікарських рослин Прикарпаття (рис. 4.20-4.37) виконував Я.Д. Гладун на 17 маршрутах.

В результаті проведеної роботи вивчено обсяги заготівлі, які свідчать про запаси лікарських рослин

Таблиця 4.1

Запаси лікарських рослин Прикарпаття

№№ ч/ч	Назва рослин	Вид сировини	Обсяг щорічних заготівель повітряно-сухої сировини, т	
			мінімальний	максимальний
1	Арніка гірська	трава	2,01	2,10
2	Барвінок малий	трава	9,40	10,02
3	Береза бородавчата	бруньки	0,54	0,56
4	Бузина чорна	квіти	1,10	1,15
5	Валеріана лікарська	корінь	0,12	0,13
6	Вільха чорна	шишки	17,01	18,10
7	Гадючник звичайний	корінь	0,35	0,38
8	Гірчак зміїний	корінь	1,00	1,10
9	Гірчак перцевий	трава	0,54	0,60
10	Глід колочий	плоди	9,00	9,20
11	Грицики звичайні	трава	0,28	0,30
12	Горицвіт весняний	трава	0,13	0,14
13	Деревій звичайний	трава	0,95	1,00
14	Дріоптерис чоловічий	корінь	1,00	1,10
15	Звіробій звичайний	трава	55,00	56,10
16	Золототисячник малий	трава	0,20	0,22
17	Кропива дводомна	листя	2,20	2,40
18	Крушина ламка	кора	2,16	2,22
19	Конвалія	трава	1,42	1,45
20	Липа широколиста	квіти	1,30	1,35
21	Малина	ягоди	233,76	246,08
22	Омела біла	трава	4,10	4,15
23	Петрові батоги звичайні	корінь	0,94	0,99
24	Підбіл звичайний, мати-й-мачуха	листя	6,70	6,83
25	Подорожник великий	листя	1,80	1,85
26	Полин гіркий	трава	7,30	7,70
27	Ромашка лікарська	квіти	0,30	0,31
28	Собача кропива п'ятилопатева	трава	0,56	0,60
29	Сухоцвіт багновий	трава	0,96	1,00
30	Хвощ польовий	трава	1,50	1,65
31	Чебрець звичайний	трава	1,05	1,10
32	Чемерник червонуватий	корінь	0,22	0,24
33	Череда трироздільна	верхня частина трави	3,80	3,95
34	Чистотіл звичайний	трава і корінь	1,50	1,65
35	Чорниця	ягоди	38,50	40,20
36	Шипшина собача	плоди	41,25	42,25
37	Ялівець звичайний	плоди	23,60	24,50



Рис. 4.20. Арніка гірська (*Arnica montana* L.)



Рис. 4.21. Барвінок малий (*Vinca minor* L.)



4.22. Береза бородавчата (*Betula verrucosa* Ehrh.)



4.23. Гірчак зміїний (*Polygonum bistorta* L.)



4.24. Горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.)



4.25. Дріоптерис чоловічий (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.)



4.26. Звіробій звичайний (*Hypericum perforatum* L.)



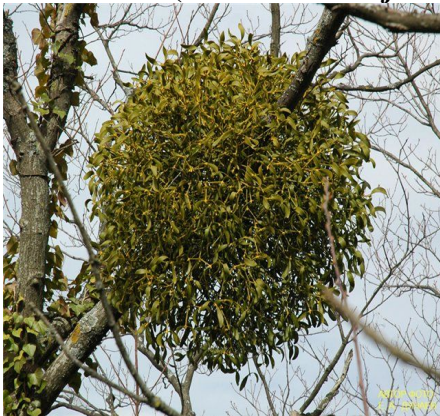
4.27. Крива дводомна (*Urtica dioica* L.)



4.28. Конвалія (*Convallaria majalis* L.)



4.29. Малина (*Rubus idaeus* L.)



4.30. Омела біла (*Viscum album* L.)



4.31. Чебрець звичайний (*Thymus serpyllum* L.)



4.32. Чорниця (*Vaccinium myrtillus* L.)



4.33. Чистотіл звичайний або Чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.)



4.34. Шипшина собача (*Rosa canina* L.)



4.35. Валеріана лікарська (*Valeriana officinalis* L.S.I.)



4.36. Ялівець звичайний (*Juniperus communis* L.)



4.37. Золототисячник малий (*Centaurium minus* Moench)

4.3 УТВОРЕННЯ, НАГРОМАДЖЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЯ ВІДХОДІВ. ВТОРИННІ РЕСУРСИ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В Україні нагромаджено понад 30млрд.т різноманітних відходів з щорічним утворенням близько 500млн.т.

Основна маса відходів поступає на полігони і сміттєзвалища. Загальна площа, зайнята під відвалами, полігонами, звалищами, становить більше 4% території країни. У розрахунку на 1км² території України це становить 32,3т.

За останні роки в Україні суттєво збільшились об'єми використання відходів, і на даний час утилізується (обробляється, переробляється) приблизно 30% від загальної кількості утворених відходів (рис. 4.38).

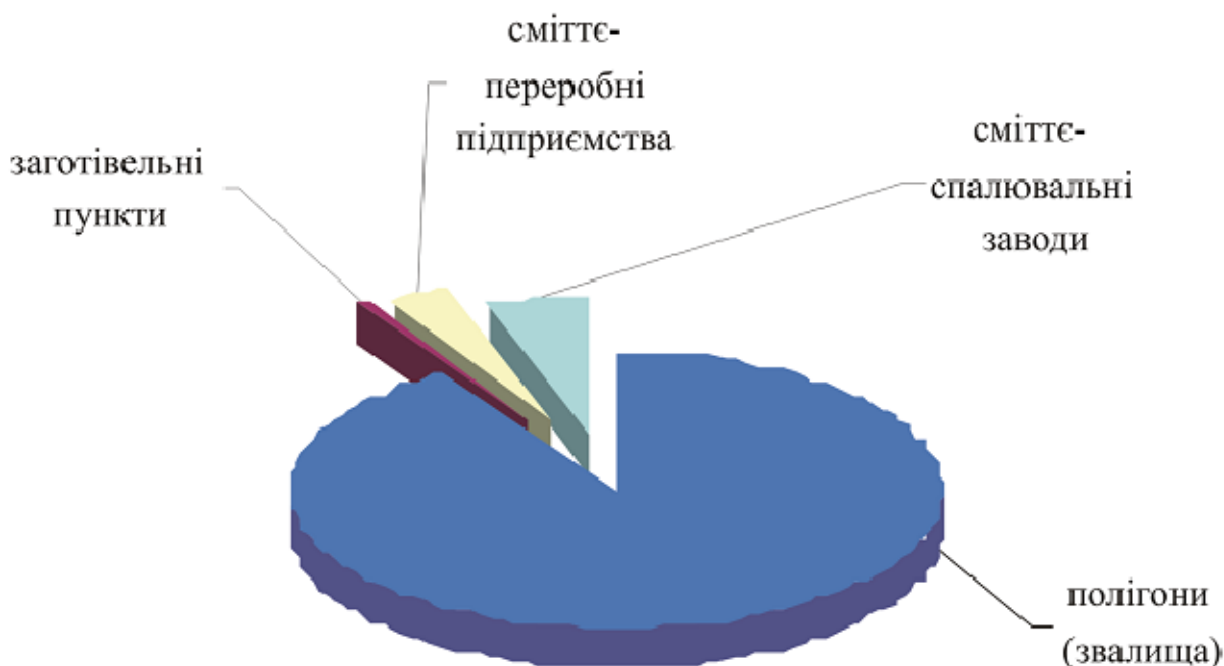


Рис. 4.38. Структура нагромадження відходів в Україні

В Івано-Франківській області щорічно утворюється 1млн.404тис.т відходів, з яких 3,6тис.т відносяться до I-III кл. небезпеки.

В Івано-Франківській області щорічно утилізовано (оброблено, перероблено) відходів 374,0тис.т, (у т.ч. I-III класів небезпеки 1,9тис.т), спалено відходів 44,4тис.т (у т.ч. I-III класів небезпеки – 0,1тис.т), видалено відходів у спеціально відведені місця та об'єкти 864,0тис.т (у т.ч. I-III класів небезпеки – 0,2тис.т) (рис. 4.39).

В Україні щорічно утворюється понад 40млн.м³ ТПВ із щорічним збільшенням на 3-7%.

Кожна людина в Україні щоденно утворює в середньому 0,7кг побутових відходів. Щороку українці разом зі сміттям позбуваються від 3,3млн.т паперу, 550тис.т металобрухту, 660тис.т полімерів, 770тис.т скла, 550тис.т текстилю та інших корисних речей.

85% всіх побутових відходів потрапляє на полігони та звалища. Функціонує 770 офіційно зареєстрованих міських сміттєзвалищ і безліч несанкціонованих.

Сортування сміття дозволяє відправляти вторинну сировину на переробку, а не на полігони.

На даний час на території області нагромаджено понад 36млн.737тис. т різноманітних відходів, з яких 65,3тис.т є небезпечними відходами. (рис. 4.40-4.42).

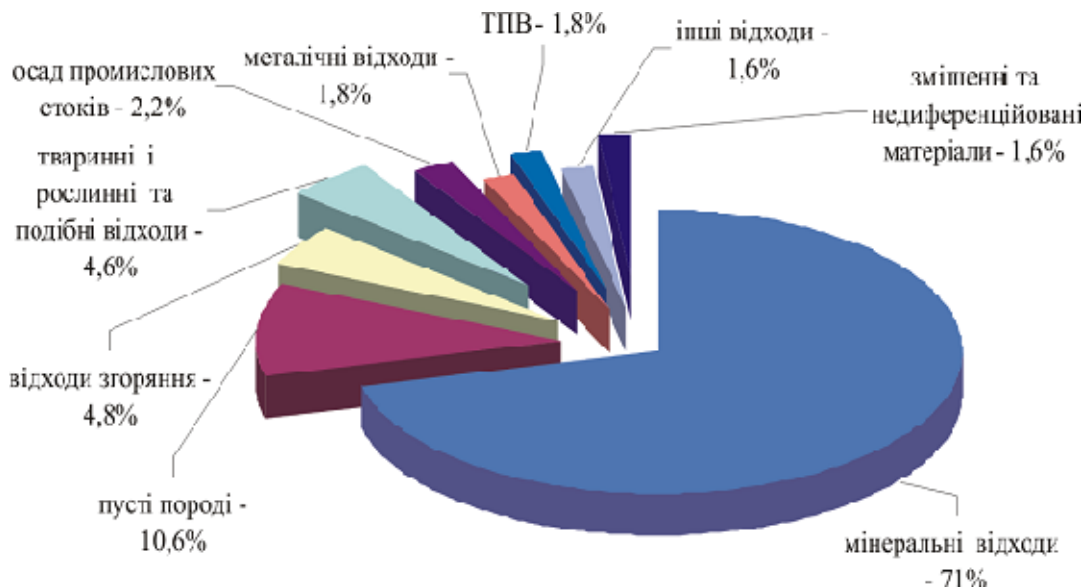


Рис. 4.39. Склад відходів в Україні



Рис. 4.40. Сміттєзвалище в с. Рибне Івано-Франківської області

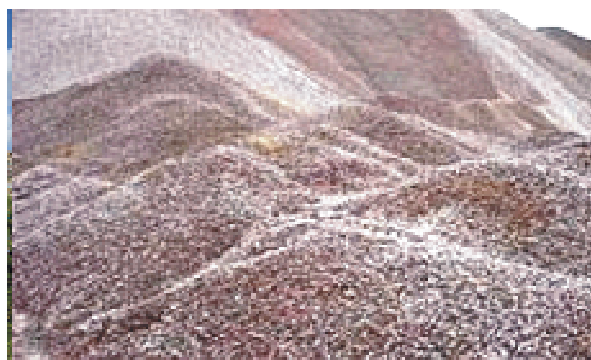


Рис. 4.41. Шлаковідвали Бурштинської ТЕС

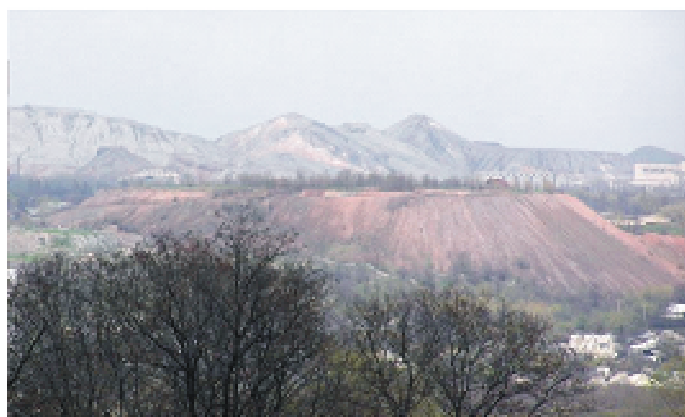


Рис. 4.42. Терекони у передмісті м. Донецьк

На території Івано-Франківської області знаходиться 26 полігонів та звалищ, які займають площу 82,2га.

Щорічно в області утворюється понад 0,8млн.м3 побутових відходів, які постійно збільшують об'єми нагромаджених ТПВ.

Найбільше відходів розміщено у місцях неорганізованого зберігання (на стихійних звалищах) у Івано-Франківській області – 54,6тис.т.

Важливий вплив на розвиток екологічного стану територій має вирішення проблем поводження з відходами.

В Івано-Франківській області використовується приблизно 25% відходів.

У сучасних умовах технічного прогресу та пов'язаного з цим загострення екологічної ситуації в світі пріоритетом у поводженні з відходами має стати політика регулювання, спрямована на те, щоб зменшувати утворення та накопичення відходів, стимулювати залучення відходів у господарський обіг як техногенних ресурсів, сировини та енергії, забезпечувати екологічно прийнятні умови поводження з відходами на всіх стадіях.

На території Івано-Франківської області на даний час накопичено 46,9млн. т відходів (1,6 % накопичених в Україні відходів), у т.ч.:

2-го класу небезпеки – 1 тис.т (відпрацьовані неорганічні кислоти ЗАТ “Лукор”, непридатні пестициди – 100 т);

3-го класу небезпеки – 37,9 тис.т (нафтошлами НГВУ “Долина нафтогаз” – 5 тис.т; плав солей ЗАТ “Завод ТОС” – 5 тис.т; гальваношлами – 1,6 тис.т, у т.ч. ВАТ “Коломиясільмаш” – 1 тис.т; відходи виробництва калійних добрив ВАТ „Оріана” – 19 тис.т);

4-го класу небезпеки – 46,8 млн.т (зола та шлаки Бурштинської ТЕС – 28 млн.т, галіти, мул ВАТ “Оріана” – 15 млн.т).

Щороку на території області утворюється 15,5 тис.т відходів 2-3 класів небезпеки, а також малонебезпечних відходів (4-й клас): 700 тис.т (зола, шлак), 120 тис.т. твердих побутових відходів, 40 тис.м³ тирси. Промислові відходи накопичуються у 59 накопичувачах, які займають загальну площу 500 га, побутові – на 27 полігонах твердих побутових відходів (ТПВ) у містах та селищах.

На сьогодні проблема промислових відходів є надзвичайно актуальною і в певній мірі вже вирішується.

Золошлакові відходи. Особливої уваги необхідно приділити вирішенню питання золошлакових відходів Бурштинської ТЕС як найбільших за об'ємом утворення та нагромадження.

Для Бурштинської ТЕС згідно проекту в якості основного палива використовується вугілля Львівсько-Волинського вугільного басейну з калорійністю від 5200 до 5600 ккал/кг, вмістом золи до 26 % та вмістом сірки до 2 %. Однак, з часом, електростанція почала спалювати вугілля інших паливних басейнів з калорійністю від 3500 до 4500 ккал/кг, вмістом золи до 40 % та вмістом сірки до 6 %. Найчастіше як паливо використовується вугільна суміш Львівсько-Волинського та Донецького родовищ. Відходами основного виробництва ДП “Бурштинська ТЕС” є паливний шлак і зола (золяна пульпа).

Об'єми щорічного утворення золошлакових відходів на Бурштинській ТЕС на даний час складають 700 тис.т. Підприємствам будівельної індустрії відвантажено всього 115,8 тис.т золошлакових відходів, тобто відбувається постійне їх нагромадження. Високий вміст мінеральної частини у золошлакових відходах дозволяє розглядати їх як вторинні ресурси для виробництва головним чином будівельних матеріалів.

Існуючий досвід будівництва автомобільних шляхів підтверджує можливість широкого використання золи-виносу в дорожньому будівництві. Кускові шлаки можуть бути використані як наповнювач бетонів в дорожньому будівництві та в теплоізоляційних засипках.

З золи кам'яного вугілля виготовляють гранульоване мінеральне добриво, яке вносять як меліорант у кислі ґрунти під ячмінь, кукурудзу, конюшину, овес, ріпак та кормовий буряк. Гранулат нейтралізує ґрунти та суттєво збільшує врожаї. Ефект зростає коли зменшувати розмір гранул. Зола містить у собі макро- та мікроелементи, а концентрація важких металів не перебільшує безпечний рівень.

Паливні золи та шлаки мають багатий макроелементний склад, але концентрація елементів є значно нижчою ніж у рудах, тому поелементне їх вилучення буде нерентабельним, але при комплексному вилученні слід очікувати економічного ефекту, який при переробці 1 т золошлакової сировини може перевищувати 400 доларів США.

Ефективність застосування технологій залежить від багатьох факторів. Слід враховувати склад золи і шлаку, гранулометричний (фракційний), хімічний, мінеральний, макроелементний та інші показники. Тільки після повного аналізу можна приймати рішення по вибору методу з утилізації відходів. Присутність у відходах в достатній кількості SiO₂, а також Al₂O₃ і CaO дає можливість одержувати з них широкий асортимент будівельних матеріалів. Тонкодисперсні золи з успіхом можуть бути використані для виробництва автоклавних пористих і щільних

бетонів, блоків, панелей та інших виробів, а також як компонент для виробництва в'язучих матеріалів, силікатної цегли, будівельної кераміки.

Паливні гранульовані шлаки і пилоподібні золи використовуються у виробництві золошлакових портландцементів. Застосування золошлаковідходів при виробництві силікатної цегли дає можливість знизити на 10 % витрати вапна, збільшити міцність і марку цегли. Використання відходів у вигляді золи при виготовленні керамзитобетону дозволяє повністю відмовитися від кварцового піску і забезпечує зменшення розходу цементу на 10-20 % та підвищення теплозахисних властивостей конструкцій.

Переведення заводів на випуск пористішої цегли з використанням золошлакових відходів є також ефективним методом їх утилізації. Випуск цегли з 30-40 % пористості забезпечує скорочення витрат палива на 15-20 %. Використання золи ТЕС, паливних шлаків та інших відходів, що містять паливні складові, як добавки, може скоротити питомі витрати ще на 10-12 % ресурсів.

За кордоном вже виробляють тонкомелений шлак і продають його як окремий продукт. Він використовується для виробництва високо-ефективного бетону. До недавнього часу виробництво тонкомеленого шлаку (коли шлак може виявити свої в'язучі властивості) не було виправдане через відсутність дешевої технології тонкого помелу. Нині вже є енергозберігаючі технології тонкого помелу шлаку, що дає можливість отримувати бетон з унікальними якостями (сульфатостійкість, морозостійкість, вогнетривкість, зручність при складанні тощо). До того ж виробництво шлаку дешевше, ніж виробництво цементу, а шлакопортландцемент завжди можна отримати змішуванням портландцементу і молотого шлаку.

Шлак Бурштинської ТЕС є вторинною сировиною. Частина шлаку відвантажують споживачам – підприємствам будівельної галузі. Також його використовують для будівництва дамб золівдвалів. Частина шлаку використовується на заводі шлакового гравію, який знаходиться на території Бурштинської ТЕС. Проте відбір шлаку проводиться не в повному об'ємі.

Саме тому було розроблено нову технологію з одержанням вуглецево-мінерального матеріалу, що складається з певних стадій, які відбуваються при використанні технологічного обладнання цеху переробки шлаку на керамічній гравій. За допомогою цієї технології, при утилізації золошлаковідходів, можна одержати нові гранульовані вуглецево-мінеральні матеріали, що можуть бути використані у процесах водо- і газоочищення завдяки їх підвищеній міцності та більшій питомій поверхні.

Виходячи з хімічного та гранулометричного складу відходів можна визначити, що оптимальним методом утилізації золошлаковідходів є використання їх у виробництві будівельних матеріалів для виготовлення шлакоблоків та зологіпсобетонів. Для виготовлення зологіпсобетонів, використовують золошлаковідходи ТЕС, тобто шлак використовують як елемент в'язучого, а зола виступає наповнювачем. Є необхідні документи, які підтверджують, що хімічний склад, фізичні властивості, радіаційні якості відходів дають можливість використовувати їх у зазначених цілях.

Основними перешкодами використання золошлаковідходів є відсутність відповідної техніки для їх переробки та відсутність економічної зацікавленості підприємств будівельної галузі.

Відходи деревообробної промисловості. Розвиток деревообробної промисловості є традиційним і пріоритетним напрямком промислового виробництва в області. Серед найменувань основних видів продукції галузі - деревостружкові та деревоволокнисті плити, фанера клеєна, пиломатеріали, дерев'яна тара, столярні вироби, паркет, ламель, шпон та ін. Обробкою деревини та виробництвом виробів з неї займається 90 великих та середніх підприємств області та більше 300 малих підприємств, які знаходяться в основному у Надвірній, Вигоді, Брошневій, Верховині, Івано-Франківську. Основні підприємства галузі: ТОВ «ЛК Інтерплит Надвірна», ТОВ «Уніплит», Брошнівська філія ТОВ «Кроно-Україна», ТОВ «ЦБМ «Омолода», ПрАТ «Солід».

Як показують дослідження, кількість відходів деревини на підприємствах по виробництву меблів становить 45-60 % у вигляді рейок, горбилів та стружки, особливо великої кількості тирси В процесі лісозаготівлі відходи утворюються у вигляді сучків, верхівок, гілок та

некондиційної деревини. Всі ці відходи в більшості не використовуються, а складуються, спалюються, або просто залишаються на місцях вирубки, що, безумовно, негативно впливає на екологічний стан довкілля. Утилізація відходів лісопильно-деревообробних виробництв є проблемним питанням насамперед у гірських районах (Косівському, Верховинському, Яремчанській міській раді). Більшість з них складують відходи на своїй території, а іноді і в руслах річок. Загалом в області на деревообробних підприємствах щороку утворюється 40 тис. м³ тирси. Значна кількість тирси, накопиченої за попередні роки, розміщена на території ТОВ «Ворохтянська лісова компанія», ТОВ «Верховинська лісова компанія», СП „Крона”.

При раціональному підході до проблеми ресурсозбереження, захисту навколишнього середовища всі ці відходи можуть бути джерелом прибутку для підприємств за рахунок розширення асортименту продукції.

Для Івано-Франківської області ефективними шляхами використання відходів деревини можуть бути у напрямках налагодження виробництва: 1) біоетанолу, 2) арболіту, 3) бризоліту, 4) пеллет і 5) біогазу, 6) використання в якості котельного палива. Деякі приклади раціонального використання вторинних ресурсів деревини в області є.

На підприємстві ТОВ «Уніплит» (сmt. Вигода) введено в експлуатацію паровий котел на відходах деревини бельгійської фірми «Vynske», який дозволяє майже повністю відмовитися від споживання газу та зекономити його щорічно в обсязі 10 млн.м³. Сума інвестицій в даний проект становила 45,6 млн.грн.

На Черганівській філії ТОВ «Барлінек Інвест» (Косівський район) налагоджено сучасне лісопильне виробництво та використання деревних відходів для випуску пелет. Змонтоване сучасне обладнання іноземного виробництва продуктивністю випуску до 20,0 тис. т пелет в рік.

Завдяки залученим інвестиційним коштам на ДП СКБ «Оріон» ВАТ «Родон» (м. Івано-Франківськ) введено в дію сучасне виробництво євровікон і міжкімнатних дверей. В рамках проекту на підприємстві функціонує лісопильний комплекс, сушильне відділення та встановлене новітнє обладнання німецьких і австрійських компаній для виробництва продукції.

В рамках Програми енергоефективності області на 2010-2014 роки впроваджено котельні на відходах деревини у 20 навчальних закладах сільських та селищних населених пунктів 6 районів та Галицькій центральній районній лікарні, тепловий насос в Косівській школі-садку та когенераційну установку в ДМП «Івано-Франківськтеплокомуненерго» потужністю 360 кВт.

Виробництво біоетанола. Стрімке зростання автомобільного парку, високі ціни та дефіцит нафти, погіршення екологічного стану довкілля привели світове суспільство до необхідності пошуку і розробки альтернативних видів моторного палива. При цьому значна увага приділяється відновлювальним джерелам енергії, яку одержують з рослинної сировини: біогаз, біоетанол, біобутанол, біодизельне паливо. Наприклад,

- в Бразилії біоетанол одержують з кукурудзи і цукрової тростини;
- у Великій Британії один з найбільш популярних палив – є паливо з рослинної олії;
- у Франції використовується дизельне паливо, вироблене з рапсової олії;
- на Філіппінах виробляють пальне з шкарлупи коксового горіха за технологією, запатентованою українським інженером Євгеном Сухіним;
- в Таїланді в якості замінича дизельного палива використовують пальмову олію.

З позиції вимог, що пред'являються до автомобільних палив, етанол має ряд важливих переваг в порівнянні з бензином. Наявність кисню в етанолі сприяє більш повному згоранню і, відповідно, меншому вмісту токсичних домішок у відпрацьованих газах. Випробування суміші бензину з етанолом підтверджують ці висновки. Таким чином, при використанні біоетанолу в якості моторного палива не відбувається накопичення вуглекислого газу в атмосфері, що призводить до «парникового ефекту». Вуглекислий газ, що утворюється при спалюванні біоетанолу має первинне атмосферне походження. Його можуть знову асимілювати рослини і, відповідно, не порушується природний баланс кругообігу CO₂.

Переробка відходів деревини на будівельні блоки – арболіт. Виробництво арболіту – один з найефективніших варіантів використання відходів деревини, високорентабельний і перспективний напрямок бізнесу. Арболіт виробляють з відходів деревини з додавкою мінерального в'язучого та мінеральних добавок. Економічна ефективність використання відходів деревини для виробництва арболіту наступне:

- на 1м³ арболіту використовується 0,6 м³ відходів дерево-обробки або 0,74 м³ відходів лісозаготівлі;

- враховуючи темпи розвитку малоповерхового будівництва, попит на арболіт як на основний матеріал для індивідуального житлового будівництва за рахунок оптимального співвідношення ціна – якість буде безперервно зростати;

- арболіт є екологічно безпечним для здоров'я, доступний за ціною, міцний, стійкий до горіння, економічний в опаленні, з високою тепло- і звукоізоляцією будівельний матеріал.

Унікальність технології та обладнання в їх простоті. Вони не потребують значних капітальних витрат як на стадії організації, так і на стадії розширення виробництва. За рахунок простоти монтажу обладнання воно легко переміщається на інші площадки і влітку виробництво можна організувати на вулиці під навісом.

Виробництво бризоліту. Технологія виробництва будівельного каменю – бризоліту – це унікальне поєднання сучасних стандартів якості, прийнятих у єдиній Європі, і багаторічного досвіду використання бризоліту при будівництві житлових та промислових будинків.

Сьогодні бризоліт використовується в усьому світі. Його підвищені теплоізоляційні характеристики необхідні у Канаді та країнах Скандинавії. Екологічні якості бризоліту необхідні при будівництві винних погребів у Франції, Іспанії та Португалії. Звукоізоляційні якості дозволяють використовувати його в Австрійському метро. Бризоліт є матеріалом, який запобігає розвитку грибків й бактерій. Низька собівартість будівництва забезпечила його успіх у країнах східної Європи. Блоки виготовляються тільки на основі натуральних матеріалів, вони не виділяють шкідливих речовин і можуть розглядатися в силу своїх властивостей як натуральний фільтр для приміщень. Матеріал пористий, тому він відіграє роль природного регулятора вологості у приміщеннях. Завдяки тому, що матеріал створений на основі природних компонентів, він піддається стопроцентній переробці, і його виробництво є безвідходним.

Зменшення витрат при будівництві з бризоліту становить 30-50% в порівнянні з будівництвом аналогічної будівлі з традиційних матеріалів.

Теплоізоляційні властивості блоків бризоліту дозволяє значно зменшити витрати на обігрів, кондиціонування та вентиляцію внутрішнього простору будівлі.

Натуральні компоненти, які використовуються при виготовленні блоків бризоліту, свідчать про абсолютну екологічну чистоту внутрішнього простору будівлі.

Виробництво паливних гранул – пеллет. Вперше деревні гранули були вироблені у Швеції 1984 – 1988 роках. Їх виготовляють з відходів деревообробки і використовують для опалення. З початку 90-х років у Швеції почався бум і промислове виробництво деревних гранул. Потім стрімкий розвиток виробництва гранул спостерігається у Канаді, Данії, Австрії, Голландії, Норвегії, Фінляндії, Франції, Англії та Німеччині.

На даний час підприємства по виробництву паливних гранул розташовують поряд з лісозаготівельними або деревообробними виробництвами.

Деревні гранули (гранульована тирса) – це циліндри діаметром 6-8мм, довжиною 5-30мм, спресовані з висушеної тирси. Гранули головним чином використовуються для опалення житлових приміщень, для опалення будинку площею 150м² достатньо 7,5 м³ гранул на рік.

Перевагами пеллет є: гранули з тирси виготовляють без використання хімічних реагентів; виска економічність як палива; при спалюванні 1т гранул виділяється теплової енергії як при спалюванні 1600кг деревини, 475м³ газу, 500л дизпалива, 685л мазуту; ККД спалювання – 94 %; вибухобезпечні; не мають запаху; зручні для транспортування; не містять пилу і спор, що викликають алергію у людей.

Завдяки зазначеним якостям, деревні гранули володіють високою конкурентною здатністю порівняно з іншими видами палива. За дослідженнями маркетологів в найближчий час очікується значне підвищення попиту на цей вид палива.

Всі розглянуті вище напрямки використання відходів деревини не потребують для впровадження значних капіталовкладень, тому могли би при залученні інвестицій з успіхом впроваджені, що сприятиме розвитку ресурсозберігаючих технологій в Карпатському регіоні.

Отримання біогазу. Проведений техніко-економічний аналіз проекту впровадження технології отримання біогазу для підприємств, які входять до складу «Верховинської лісової

компанії» показує, що впровадження технології отримання біогазу з відходів деревини, а саме тирси, дозволить заощадити майже 17% споживання електроенергії.

Гальваношлами. На даний час нагромаджені великі об'єми відходів гальванічного виробництва. Не зважаючи на суттєве зменшення об'ємів виробництва, проблема утилізації або знешкодження гальванічних шламів та стічних вод гальванічного виробництва лишається однією з найбільш важливих.

Гальванічні шлами представляють собою пастоподібну масу, яка характеризується високою вологістю від 60 до 85%, токсичністю, у складі якої поряд з малотоксичними сполуками заліза та кальцію містяться сполуки важких металів (хрому, міді, свинцю, кадмію, нікелю марганцю). Гальваношлами - відходи, які не є багатотоннажними, але які утворюються практично на кожному підприємстві машинобудівельної галузі промисловості, що безумовно впливає на вирішення проблеми їх знешкодження.

В Івано-Франківській області на даний час накопичено гальваношламів в об'ємі 1,6 тис.т, найбільша кількість їх є відходами виробництва ВАТ "Коломиясьльмаш" (1 тис.т), а решта практично є відходами підприємств м. Івано-Франківська (ВАТ "Пресмаш", ВАТ "Івано-Франківський арматурний завод", ВО "Карпати", ВАТ "Агромаш", ВАТ "Індуктор", ВАТ "Промприлад", ВАТ "ІФ Металопласт", ВАТ "Автолившаш").

На більшості підприємств, де об'єми утворення осадів очисних споруд гальванічного виробництва не такі значні, зберігають відходи на своїх територіях, а складна економічна ситуація не дозволяє підтримувати місця зберігання на належному рівні у відповідності до вимог зберігання токсичних відходів. Таким чином, на території міста є декілька локалізованих площ з потенційною і реальною загрозою забруднення. У відповідності із ст.34 Закону України "Про відходи" підприємства, на території яких зберігаються небезпечні відходи, відносяться до об'єктів підвищеної небезпеки.

На даний час існують наступні методи утилізації гальванічних відходів, які мають як переваги, так і недоліки: вогневий і сорбційний метод, хімічні, електрохімічні і мембранні методи, і в кожному випадку при виборі методу необхідно враховувати хімічний склад шламів, технічні, технологічні та економічні можливості підприємства. Але на даний час всі існуючі технології використання гальваношламів не є економічно ефективними, і проблема їх використання залишається актуальною як з позиції ресурсозбереження через вміст великої кількості цінних кольорових металів, так і з позиції вирішення екологічної безпеки виробництва.

Розроблений метод одержання порошку міді з мідьвмісних розчинів, в тому числі з розчинів гальваношламів, який базується на використанні механохімічних процесів (патент України). Підготовлений розчин обробляється в умовах механохімічної дії, що значно прискорює процес утворення мідного порошку. Даний метод дозволяє протягом 15-45с одержати фракції мідьвмісного порошку з вмістом міді 99,5% і розміром частин 0,5-400 мкм.

За попередніми економічними розрахунками вирішення проблеми використання гальваношламів в напрямку доробки та впровадження технології одержання з гальваношламів порошкової міді має бути для підприємств прибутковим. Тому було би доцільно створити на базі одного з підприємств міста дільницю з переробки гальваношламів, що сприяло би вирішню актуального питання поводження з небезпечними відходами області.

Тверді побутові відходи. За даним облдержадміністрації, на території Івано-Франківської області щорічно утворюється близько 1,0 млн.м³ твердих побутових відходів, які вивозяться на захоронення на полігони ТПВ, де накопичено до 25 млн.т твердих побутових відходів. Полігони займають площу близько 109,45га і 40% сільських населених пунктів не мають відведених ділянок для вивезення твердих побутових відходів. Найбільшим розміщувачем ТПВ області є Івано-Франківський полігон КП "Полігон ТПВ", який щорічно накопичує 130 000 т відходів.

Компонентний склад твердих побутових відходів та обсяги утворення відходів, наступний, т: змішані ТВП – 187503 (у повному обсязі вивозяться на звалища), макулатура (картон, папір) - 305,9 (передається заготівельним пунктам), полімери (плівка, пакети, ПЕТ пляшки і коробки, пластмаса тощо) – 209,5 (передається заготівельним пунктам), скло (склотара, склобій) - 608,3 (передається заготівельним пунктам).

Слід зауважити, що на полігонах заховуються змішані побутові відходи. На даний час в області діє понад 20 суб'єктів підприємницької діяльності та приватних підприємств, які займаються збором та переробкою вторсировини, відсортованої (вилученої) із ТПВ.

Проблеми зберігання та утилізації побутових відходів викликані відсутністю налагодженої системи роздільного збирання відходів, вилучення з них ресурсно-цінних компонентів та їх використання в якості вторинної сировини. Відсутність системи роздільного збору твердих побутових відходів призводить до вивезення вторинних матеріальних ресурсів (поліетилен, ПЕТ пляшки, складська тара, папір) на звалища.

Незважаючи на те, що було здійснено низку заходів, спрямованих на впровадження роздільного збирання твердих побутових відходів і розвиток ринку вторинних ресурсів, докорінно змінити ситуацію не вдалося. Елементи роздільного збирання ресурсоцінних компонентів відходів частково впроваджені на території м. Івано-Франківська. В області планується побудувати спеціалізовані заводи-комплекси по переробці ТПВ. Для вирішення проблеми поводження з ТПВ розроблена “Концепція з комплексної переробки твердих побутових відходів Івано-Франківської області”.

Для вирішення проблеми твердих побутових відходів доцільно впровадження концепції з комплексної переробки ТПВ Івано-Франківської області з системою розташування комплексних регіональних інноваційних біодинамічних сміттесортувальних комплексів, що розроблено ВАТ “Автолившмаш”. Розроблений сміттесортувальний завод аналогів в Україні та за її межами немає. Завод призначений для роботи з наявними змішаними ТПВ і відповідає санітарним нормам України. Існуючі закордонні сортувальні заводи призначені для роботи з попередньо відсортованими ТПВ і не відповідають санітарним нормам України (відсутні процеси знезараження перед ручним сортуванням). Потужність розробленого заводу становить 50 тис.т/рік за одну зміну. Технологічний процес з комплексної переробки ТПВ складається з наступних ланок:

- 1 – збір, транспортування;
- 2 – відокремлення відходів, що не підлягають утилізації;
- 3 – відокремлення пластику з наступним пресуванням;
- 4 – відокремлення паперу, картону з наступним пресуванням;
- 5 – відокремлення кольорового і чорного металобрухту.
- 6 – проведення біодинамічного технологічного процесу переробки органічних відходів з одержанням екологічно чистого продукту – біогумусу як кінцевого продукту технологічного процесу.

Зношені шини утилізуються на ПАТ “Івано-Франківський шиноремонтний завод” (160 т/рік, використовуються у виробництві гумової суміші) та ПАТ “Івано-Франківськцемент” (отримання теплової енергії).

Аналізуючи сучасний стан поводження з промисловими та побутовими відходами області, можна визначити основні напрямки підвищення рівня залучення та використання відходів як вторинної сировини:

- розширення напрямків утилізації золошлакових відвалів Бурштинської ТЕС;
- будівництво лінії переробки мулу з отриманням біогазу на КП “Івано-Франківськводокотехпром”;
- удосконалення системи утилізації нафтошламів НГВУ “Долина нафтогаз”;
- впровадження системи переробки відходів деревини;
- подальше впровадження системи роздільного збору ТПВ в усіх населених пунктах області;
- будівництво запланованих сміттєпереробних заводів;
- збільшення кількості та організація системи пересувних заготівельних пунктів вторинної сировини від населення.

4.4 АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИРОДНІ РЕСУРСИ (НА ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

На території Львівської області налічується майже 2 тисячі населених пунктів, у яких проживає 2,7 млн. осіб. Разом з промислово-господарським комплексом створюється щорічно біля 5,0 млн. м³ твердих побутових відходів, з яких централізованим збором та захороненням охоплено лише 1,8 млн. м³ (37%), решта вивозиться стихійно. Ці відходи практично без сортування (частково відділяється папір, поліетилен і незначна частина скляної тари) вивозяться на сміттєзвалища, яких у області є 53 міських і селищних та 519 сільських.

На сьогоднішній день в області існує 51 полігон твердих побутових відходів та понад 500 несанкціонованих звалищ. Загальна площа, зайнята під сміттєзвалища, складає 461 га, в т. ч. під стихійні – 300 га (65%). Більшість сміттєзвалищ влаштовані без проектів на їх будівництво і роботу.

Надзвичайно складною екологічною і соціальною проблемою, є питання функціонування Львівського міського сміттєзвалища, розташованого біля с. Грибовичі Жовківського району, на яке щороку вивозиться близько 1 млн. м³ побутових та невелика кількість малонебезпечних промислових відходів. На сьогодні відсутнє альтернативне рішення щодо розміщення нового полігону для Львова. Львівською міськрадою припинено будівництво станцій знешкодження фільтрату та не забезпечується здійснення рекультивації відпрацьованих земельних ділянок сміттєзвалища.

Однією з причин такого стану зі сміттєзвалищами, а також у цілому з побутовими відходами, є невиконання в повному об'ємі обов'язків, покладених на районні державні адміністрації та органи місцевого самоврядування у цій сфері, а саме: організація збирання і видалення побутових та інших відходів, у тому числі відходів дрібних виробників; створення полігонів для їх захоронення, а також здійснення роздільного збирання корисних компонентів цих відходів.

Усі відходи залежно від фізичних, хімічних і біологічних характеристик загальної їх маси або окремих інгредієнтів поділяються на 4 класи небезпеки: I-й – надзвичайнонебезпечні; II-й – високонебезпечні; III-й – помірнебезпечні; IV-й – малонебезпечні.

Більшість відходів, які належать до IV класу небезпеки, видаляються на полігони твердих побутових відходів. Відходи хімічної і гірничодобувної промисловості накопичують на спеціальних накопичувачах. Решта відходів, які належать до II і III класів небезпеки, зберігається на території підприємств (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Відходи у Львівській області

Клас небезпеки	Кількість зареєстрованих відходів, т	У тому числі, тонн			
		з визначеними хімічним складом та фізичними властивостями	для яких визначено умови зберігання, транспортування, видалення	для яких визначено підприємства або виробництва з їх утилізації	для яких визначено місця видалення відходів
Разом (усіх класів небезпеки), у тому числі:	3744,63	3744,63	3744,63	2200,82	0,83
1-го класу небезпеки	20,42	20,42	20,42	20,42	-
2-го класу небезпеки	1534,11	1534,11	1534,11	1529,61	0,73
3-го класу небезпеки	2190,10	2190,10	2180,40	2180,40	0,10

У Львівській області в результаті утворення великих обсягів небезпечних відходів проблема екологічної безпеки набула особливої гостроти. На території області налічується майже 50 млн. тонн небезпечних відходів. Основні обсяги їх складають шлами і хвости Стебницького ДГХП «Полімінерал» – 3826,64 тис. тонн, кислі гудрони Львівського дослідного нафтомаслозаводу та імпортовані з Угорщини гудронні залишки – близько 200 тис. тонн, фосфогіпси Новороздільського ДГХП «Сірка» – 3766,91 тис. тонн, близько 750 тонн невикористаних та непридатних до використання хімічних засобів захисту рослин (пестицидів).

З метою подальшого уточнення кількості небезпечних відходів на території області та їх впливу на стан довкілля і здоров'я людей передбачена детальна інвентаризація, перевірка якісних та кількісних показників після тривалого зберігання відходів, а також, із врахуванням цього фактору, визначення способів їх утилізації, зберігання чи захоронення.

У середньому щорічно в області накопичується близько 2,8 млн. тонн промислових відходів. Це відходи гірничої промисловості (гірнична порода, зола, відходи вуглезбагачення), зола та шлак Добротвірської ТЕС, барда спиртзаводів.

На території області накопичено близько 150 млн. тонн промислових відходів. Найбільший негативний вплив на навколишнє середовище складають відходи, що зберігаються відкритим способом, зокрема відходи нафтопереробки (близько 200,0 тис. т. кислих гудронів, близько 40,0 тис. т. нафтошламів, 19,0 тис. т. відходів нафтопереробки, імпортованих з Угорщини), гірничої хімії (близько 4,0 млн. т. фосфогіпсів), хімічної промисловості (близько 17,0 тис. т. залізоцинковмісного шламу), відходи вуглевидобутку та вуглезбагачення ДП «Львіввугілля» (понад 37,0 млн. тонн гірничої породи) та ЗАТ «Львівсистеменерго» (близько 73 млн. тонн гірничої породи), теплоенергетики (понад 9,6 млн. тонн золи).

Усі ці відходи мають вторинну ресурсну цінність. Однак здійснюється утилізація лише нафтошламів, що належать НПК «Галичина». Добротвірська ТЕС у 2013 році запланувала утилізацію 30,0 тис. тонн золи.

Однією з основних причин екологічних проблем поверхневих вод Львівщини є скид неочищених та недостатньо очищених стічних вод, особливо комунальних і промислових стоків, відбувається через фізичний та моральний знос очисних споруд і відсутність коштів на їх будівництво, ремонт та реконструкцію. За даними Львівського облводгоспу, у 2012 році у водні об'єкти області було скинуто близько 180 млн. м³ недостатньо очищених та неочищених стоків. На сьогодні надзвичайно критичним є стан очистки стічних вод у містах Самбір, Яворів, Ходорів, Турка, Ст. Самбір, Радехів, Стрий, Буськ, Перемишляни.

Суттєвий вклад у забруднення поверхневих вод вносить приватний сектор. Покращення водопостачання приватного сектору в містах та селах погіршує санітарний та екологічний стан річок через прихований скид стічних вод безпосередньо в річки.

Забруднення повітря Львівщини відбувається зі стаціонарних та пересувних джерел. Найбільший відсоток забруднення атмосферного повітря області від стаціонарних джерел припадає на підприємства Кам'янка-Бузького, Миколаївського, Сокальського, Жидачівського, Бродівського районів та міст Львова, Дрогобича і Червонограда, де знаходяться основні забруднювачі атмосферного повітря – Добротвірська ТЕС ВАТ «Західенерго», АТ НПК «Галичина», ВАТ «Миколаївцемент», УМГ «Львівтрансгаз», ВАТ «Жидачівський ЦПК», ДП «Львівгазвидобування», ЗАТ «Львівсистеменерго».

Найбільша кількість викидів утворюється при спалюванні природних видів палива на підприємствах теплоенергетичного комплексу. Головним забруднювачем атмосферного повітря області є Добротвірська ТЕС, де використовується паливо (вугілля) з високим вмістом сірки та золи при відсутності очистки газової фракції та експлуатацією фізично зношеного та морально застарілого пилоочисного обладнання.

4.5 ЕНДОГЕОДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ НОВІТНЬОЇ ТЕКТОНІКИ ТЕРИТОРІЇ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Методологія досліджень включає морфоструктурний аналіз рельєфу по топографічних картах, геодинамічний аналіз дрібно-і середньомасштабних космічних знімків, кількісну методику розрахунку відносних амплітуд переміщення блоків рельєфу. Геодинамічна система дослідженої території відповідає моделі субдукції – підсовування стабільної Східно-Європейської (Руської) плити під зростаюче за рахунок Передкарпатського крайового прогину підняття молодого пізньоальпійського спорудження Карпатської гірсько-складчастої системи. Головними геодинамічно активними структурами є структурні шви, які проходять по кордону гірської системи і передгірського прогину. Найбільш активними ділянками з підвищеною сейсмічністю є Вижниця, Новоселиця, Никитиці, а також антиклінальна складка на південь від м. Івано-Франківська. Багаторічне вивчення місць проявів руйнівних землетрусів показує, що для їх прогнозування необхідно визначити локальні ділянки, найбільш тектонічно рухливі на сучасному етапі. Досі методика більшості досліджень зводилася до виявлення найбільш інтенсивних вертикальних неотектонічних і сучасних рухів [33]. Разом з тим останнім часом з'явилося багато нових даних про значну роль горизонтальних рухів, зокрема зсувних зміщень по сейсмонебезпечним розломам. Найбільш дослідженою структурою такого роду є розлом Сан-Андреас, швидкість зміщень якого при землетрусах досягає 3 см на рік [104].

Проведенні останніми роками дослідження в районі Ашхабатського (землетрус 1948р.) і Спитакського (землетрус 1988 р.) полігонів показали можливість широкого використання матеріалів різних дистанційних знімків Землі (космічних: спектральної, радіолокаційної, теплової, а також бортових аерофотозйомок) для виявлення найбільш рухливих ділянок земної поверхні, з якими можуть бути пов'язані епіцентральної області найбільш сильних землетрусів. У процесі цих робіт були встановлені деякі додаткові критерії місць підвищеної мобільності, в тому числі по горизонтальних зміщеннях.

На прикладі Івано-Франківської області І.К. Рундквист, В.И. Захаров, Ф.А. Питкєнен [110] запропонували методику робіт, що включає морфоструктурний аналіз дрібно-і середньомасштабних (1:1 000 000 і 1:200 000) космічних знімків («Космос-1939», НХ), а також обробки на оптико-електронних системах ОЕС [42, 43]. Ця методика використовує поняття лінійних і об'ємно-площинних морфоструктур. Вона базується на кількісному морфометричному методі обчислення відносних амплітуд переміщень блоків рельєфу [42, 72, 104, 126].

Такий метод особливо ефективний в областях з молодим рельєфом, яким є досліджена частина Карпатського регіону. Головним фактичним матеріалом для морфоструктурного аналізу рельєфу служать топографічні карти в поєднанні з картами четвертинних відкладів. В результаті, виявляються найбільш молоді активні структури, виражені максимальними градієнтними зонами в сучасному рельєфі. У процесі роботи використані матеріали дистанційних досліджень, представлених в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Матеріали дистанційних досліджень

Назва супутника	Спектральний діапазон, мкм	Геометричне рішення на місцевості, м	Ширина полоси відображення, км	Масштаб зйомки	Сезон проведення зйомки
«Космос-1939» НХ НХ	0,50 - 0,59	45	50	1:250000	Весна
	0,61 - 0,69	40-60 5-8	180	1:1000000	Весна, літо
	0,80-0,92		75	1:200000	
	0,50-0,80 0.50 - 0,80				

Для виявлення розривних і складчастих структур були використані різні типи перетворень вихідних знімків на оптико-електронних і цифрових системах. Автоматизована обробка включала в себе наступні етапи і методичні прийоми:

1. Фотографічне маскування здійснювалось в якості попередньої обробки знімків масштабу 1 : 1 000 000 і 1 : 200 000 з метою підвищення контрасту дрібних деталей.

2. Масштабування. Вихідні космічні знімки умовно фігурують у номенклатурі як знімки масштабу 1 : 1 000 000 і 1 : 200000, в дійсності мають розкид масштабу до 30%. По опорних точках обчислювався істинний масштаб, потім знімки приводилися до стандартних масштабів 1 : 1 200 000 та 1 : 500 000.

3. Когерентно-оптична фільтрація (КОФ) здійснювалася на експериментальній установці КОФ, як методика обробки зображень, з характеристиками, що роблять її особливо адекватною для аналізу МДС. Це в першу чергу велика інформаційна ємність. КОФ дозволяє перетворювати оптичну просторову структуру зображень, в тому числі виділяти структури певних просторових частот і межі полів яскравості певних кутів простягання.

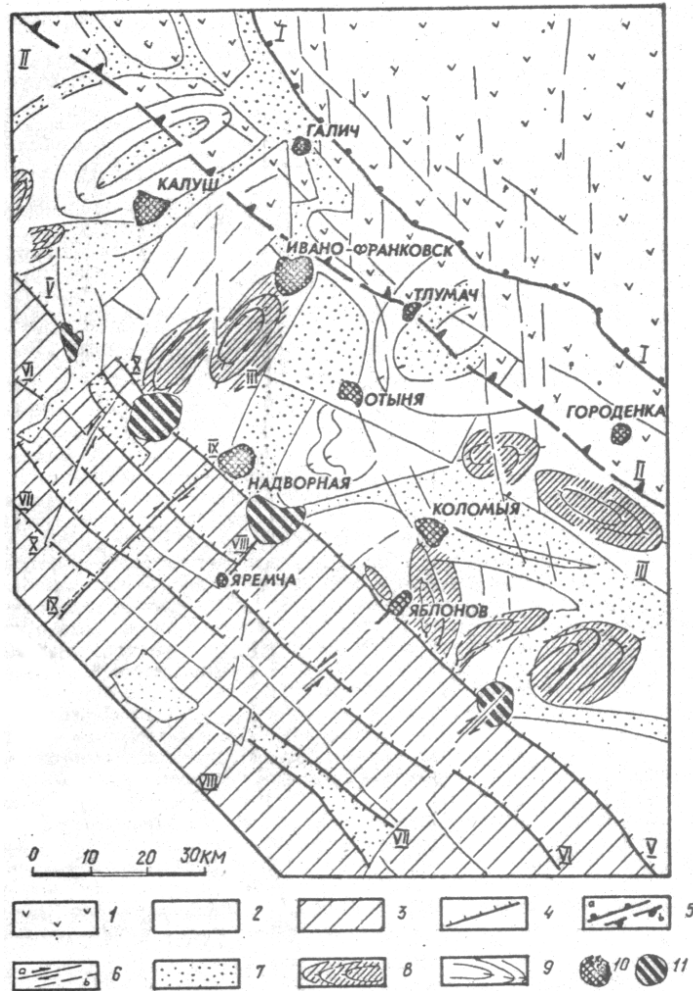
На когерентно-оптичній установці спочатку була проведена бінаризація зображення шляхом режекції нульового максимального і порогового обмежень. Далі бінаризовані зображення послідовно фільтрували секторними фільтрами з кутом 30° і азимутом бісектриси 0° ; 30° ; 60° ; 90° ; 300° ; 330° . Результат фільтрації реєструвався за допомогою фотографування зображення.

4. Цифрова обробка здійснювалася на установці «Pericolor» (FR). Отримані на когерентно-оптичній установці азимутальнофільтровані зображення вводилися телевізійним шляхом з дискретизацією 256 x 256 пікселів. Зображення згладжувались рівноважним вікном. Далі послідовно обчислювалися гістограми кожного з шести фільтрованих згладжених зображень і їх сумарна гістограма. Кластеризацію здійснювали за умови рівних за об'ємом чотирьох кластерів за сумарною гістограмою. Належність до кластеру кодувалася тоном. Такий підхід забезпечує можливість візуального порівняльного аналізу розподілу щільності по площі зображення, на основі якого формувалася гістограма. Таким шляхом був отриманий комплект з шести карт щільності лінеаментів азимутів простягання $30^\circ \pm 15^\circ$, оскільки переважна частина її площі попала в 4-й кластер, та була кластеризована за індивідуальною гістограмою. На другому етапі цифрової обробки реалізувався наступний алгоритм.

Щодо значень щільності лінеаментів по кожному пікселю ставилося питання: чи домінують лінеаменти даного інтервалу азимута простягання? Якщо питання отримувало позитивну відповідь - піксель кодувався чорним тоном. Якщо на аналогічне питання позитивну відповідь отримували по відношенню лише до одного з фланкуючих секторів, піксель кодували сірим тоном. У разі негативної відповіді на обидва питання - білим. Так був побудований комплект з шести карт домінування лінеаментів. Отже, слід зазначити, що ділянки по периметру представлених карт шириною 10 км не слід брати до уваги внаслідок крайових ефектів.

Схеми густин лінеаментів обраних простягань найбільш виразно ілюструють закономірності блокової тектоніки, зокрема, наявність переважно поперечних до простягання прогину блокообмежуючих розломів. Іншим важливим аспектом використання цих схем є виявлення місць підвищеної тектонічної роздробленості певних напрямків мегатріщинуватості. Однак ці напрямки можна виявити або на практиці, вивчаючи місця найбільш сильних землетрусів і системи розломів, або модельним теоретичним шляхом, на основі вивчення головних геодинамічних активних структур. До аналізу схем густин повернемося після обговорення геодинамічної обстановки в регіоні, виявленої за сукупністю всіх перерахованих вище даних.

Найбільш активні неотектонічні структури виявлені морфометричним методом [3]. Інтенсивність переміщень показана в легенді карти (рис. 4.43) ступенем жирності ліній розломів. Найбільш градієнтні зони розломів з амплітудами більше 200 м для середньогірського підняття і більше 50 м для субплатформованої частини проходять по кордонах головних тектонічних елементів регіону.



1-стабільна платформа (Подільська височина), 2-Передкарпатський прогин (передгірська височина), 3-Карпатська гірсько-складчаста країна, 4-головні глибинні розломи з максимальними амплітудами скидів у сучасному рельєфі, 5-зони піддвигу платформи (а-по краю прогину, б-під прогином), 6-горизонтальні зміщення (а-повздовжні, б-поперечні), 7-зони максимальних неотектонічних опускань (депресії), 8-зони неотектонічних піднять (брахіантікліналі), 9-синкліналі, 10-населені пункти, 11-найбільш сейсмонебезпечні ділянки.

Рис. 4.43. Сучасна ендегеодинаміка (за даними Російського НДІ космоаерогеологічних методів) [110]

Головні тектонічні елементи найбільш чітко видно на дрібномасштабних картах рельєфу і космічних знімках (масштабу 1 : 1 000 000). При цьому поздовжні яруси рельєфу відповідають головним формуючим зонам: 1) краю жорсткої плити; 2) передгірського прогину, 3) дузі середньо-і низькогірської складчастої споруди Східних Карпат. Кожна з цих головних морфолого-тектонічних одиниць має свій малюнок рельєфу, в якому відображені головні структурні лінії. Для краю плити характерний рельєф з фоновими висотами близько 400 м з переважними субмеридіональними структурними лініями.

Найбільш тектонічно роздрібнена частина краю плити утворює специфічну тектонічну зону, зайняту долиною річки Дністер. Правобережжя Дністра представляє собою занурений край плити, «жорстка» структура якого «просвічує» з-під накладених структур прогину. Прогин відрізняється переважним розвитком складчастих деформацій, що надає йому абсолютно специфічний вигляд на космічних знімках.

Найбільш високоградієнтна зона розломів проходить по межі низько-середньогірської споруди Східних Карпат і прогину. Величина щаблів рельєфу практично вздовж всієї зони досить постійна і перевищує 350 м (але по підшві неогенових відкладів вона, мабуть, на

порядок більше). За моделлю геодинамічних обстановок розміщення епіцентрів землетрусів у східних тектонічних ситуаціях вона може бути однією з найбільш сейсмоактивних структур.

Морфоструктура Східних Карпат відрізняється досить простою ярусною будовою з поздовжніми ярусами низьких гір (800-1000м) і середніх (1000-1800м) гір. Найбільш характерні поздовжні неотектонічні лінії, які співпадають з нашаруваннями моноклінально залягаючих пластів флішової формації. Поряд з поздовжньою неотектонічною зональністю першого порядку всі розглянуті зони ускладнені поперечними структурами. Найбільш неотектонічно активними є зсуви північно-східного простягання, які простежуються через всі гірські споруди в межах Передкарпатського прогину. Особливо виразно зсувна природа цих систем проявляється як морфометрично витримані поздовжні тектонічні лінії. На рівні генералізації масштабу 1 : 1 000 000 переважають північно-східні зрушення. На схемі 1 : 200 000 масштабу істотне значення в межах прогину поряд з північно-східними мають також субмеридіональні і північно-західні лінеаменти (рис. 4.43). Поряд з лінеаентами в межах прогину найбільш виразні структурні форми визначаються складками різних порядків і різної орієнтації.

Складчасті структури прогину чітко виражені на космічних знімках 1:200 000 масштабу за специфічною конфігурацією ландшафтів, в тому числі антропогенних. При детальному морфоструктурному аналізі виявляється, що велика частина цих складок виражена в рельєфі – або підняттями (антиклиналь), або зануреними блоками і мульдами ізометричної форми. Дуже характерно, що більша частина антикліналей – вузькі, ізоклінальні, іноді з підрізаними крилами. Їх осі орієнтовані вздовж найбільших північно-східних лінеаментів, які поділяють прогин на блоки з різною рухливістю. Найбільш активний в неотектонічному відношенні блок розташований в центральній частині прогину. Він відноситься до серії трансрегіональних поперечних підняттяв, які в Східних Карпатах виражені максимумами висот середньогірського рельєфу (блоки з абсолютними відмітками 1700-1800 м на досліджуваній площі). Саме в цьому блоці в межах прогину розташовані найбільш активні в рельєфі антиклінали, на східному замиканні однієї з них розташоване м. Івано-Франківськ. Виявлені при геодинамічному аналізі головні структурні елементи регіону були в основному підтверджені при автоматизованій обробці лінеаментів на ОЕС. Попередня інтерпретація результатів обробки наведена на рис.2.21 Римські цифри відповідають номерам найбільших структурних ліній на макеті геодинамічної карти 1:200 000 масштабу: основні структурні пояса порушень - зони північно-східних розломів (300° - 330°) поза фронтальної та внутрішньої дуги Східних Карпат (V-VIII); два найкрупніших північно-східні пояси порушень, що включають 30° та 60° системи (X-IX); крупний субмеридіальний зсув по долинах річок – верхів'ї Прута – Бистриці Надвірнянської (VIII). Окрім того, добре виражені субмеридіональні зони, що проявляються в спряжених системах порушень 0° , 300° , 90° та 330° . Оскільки саме системи порушень найбільш чітко виражені в межах краю Східно-Європейської платформи, а також у південно-західній частині регіону (за межами розглянутої Івано-Франківської області) - на території Паннонської плити, то можна припустити, що ми маємо справу зі специфічним «просвічуванням» структур фундаменту в межах покривно-складчастої дуги Східних Карпат. Субмеридіонального простягання системи порушень можуть бути небезпечними в разі прояву найбільш глибокофокусних землетрусів. Додатковими геодинамічними факторами при інтерпретації схем густин мегатріщинуватості можуть являтися області підвищеної щільності лінеаментів, або геодинамічні сполучені системи порушень (самі порушення і оперяючі їх розломи) вже згадувалися вище. Поряд з лінійними зонами, вони утворюють ареали овальної або концентричної форм. Такі ареали особливо характерні для середньогірського підняття у центральній частині Східних Карпат (крайня південна частина Івано-Франківської області), а також для ділянок розвитку описаних вище поперечних антиклінальних складок прогину перед фронтом гірської споруди (рис.4.44).

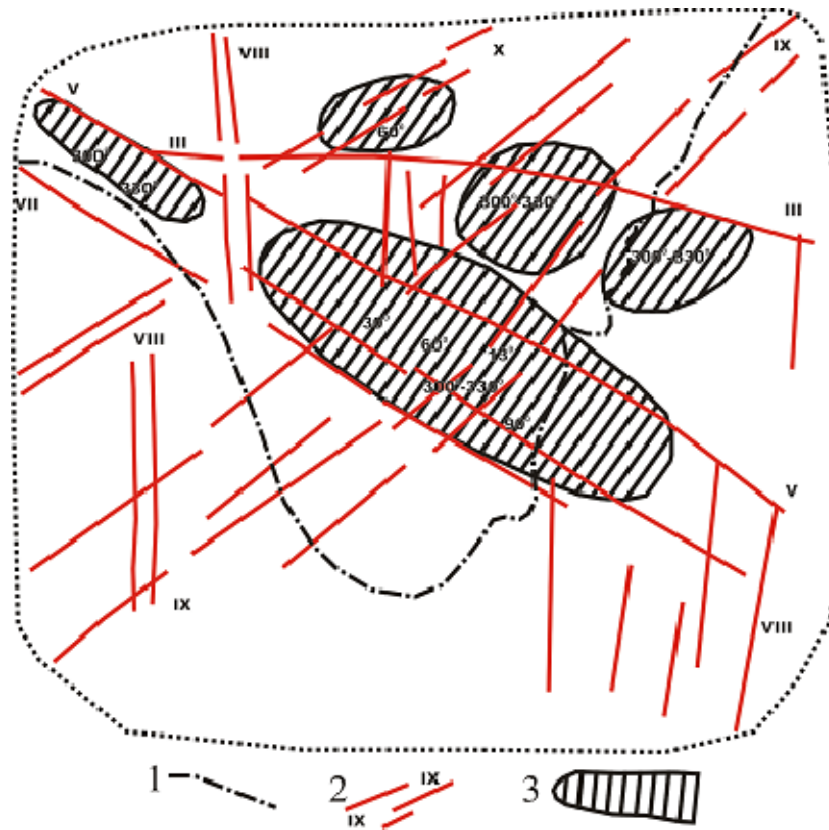


Рис. 4.21. Схема інтерпретації карт щільностей обраних простягань для південної частини Івано-Франківської області:

1 - кордон Івано-Франківської області; 2 - найбільші пояси лінеamentів (римські цифри відповідають структурам на геодинамічній карті масштабу 1:200 000), 3 - області максимумів мегатріціноватості відповідних азимутів.

Висновки. Аналізуючи загальну геодинамічну активність в даному регіоні за сукупністю морфометричних даних та ДЗЗ, а також використовуючи накопичений досвід вивчення місць прояви руйнівних землетрусів можна зробити наступні висновки. У цілому, геодинамічна система розглянутого регіону відповідає моделі субдукції - підсовування стабільної плити під зростаючу за рахунок передгірського прогину молоді пізньо-альпійську споруду (Копетдагская модель). У цій моделі головними геодинамічними активними структурами є найбільші структурні шви, що проходять по кордону гір і передгірного прогину (зона V на геодинамічній карті), а також місця перетину цих зон з найбільшими поперечними порушеннями. У Копетдагській моделі, що досліджувалась авторами [110] на прикладі Ашгабатського полігону, епіцентральною зоною руйнівного землетрусу (9 балів за шкалою Ріхтера) розташована на зоні прихованого під моласовими відкладами передгірського прогину розлому (гілки Головного Копетдагського), над якою росте пізньочетвертинна складка. Параметри складки практично відповідають епіцентральної області Ашгабатського землетрусу.

Спираючись на цю, найбільш близьку за геодинамічними параметрами, модель, а також, враховуючи багато інших чинників, що впливають на можливість посилення поштовхів землетрусів в певних місцях, можна намітити наступні ділянки з підвищеною сейсмічною небезпекою (рис. 4.20): райони населених пунктів Вишня, Новоселиця, Нікітін і антиклинальна складка на південь від м.Івано-Франківська.

4.6 ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ І КАРТУВАННЯ ТРАНСКОРДОННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Атмосфера – складна динамічна система, у якій протікають різні динамічні й фізико-хімічні процеси, зумовлені атмосферною циркуляцією і трансформацією газових й аерозольних її домішок. Основні механізми - це хімічні й фотохімічні реакції, що протікають у газовій і рідкій фазах, а також кінетичні процеси формування й еволюції аерозолів. Всі вони взаємозалежні між собою, тому їх доцільно розглядати в рамках єдиної моделі.

Сучасні математичні моделі в екології можна поділити на три класи. Перший клас об'єднує описові моделі: регресійні й інші емпірично встановлені кількісні залежності, що не претендують на розкриття механізму описуваного процесу. Вони застосовуються як правило для опису окремих процесів і залежностей та включаються як фрагменти в імітаційні моделі. Другий клас - якісні моделі, які будують з метою з'ясування динамічного механізму досліджуваного процесу; вони здатні відтворити спостережувані динамічні явища в функціонуванні систем, такі, наприклад, як коливальний характер зміни біомаси або утворення неоднорідної в просторі структури. Звичайно ці моделі не занадто громіздкі, вони піддаються якісному дослідженню із застосуванням аналітичних і комп'ютерних методів. Третій клас – імітаційні моделі конкретних екологічних й еколого-економічних систем, що враховують всю наявну інформацію про об'єкт. Мета побудови таких моделей – детальне прогнозування поведінки складних систем [20, 81].

Важливим практичним завданням математичної екології є розрахунок поширення забруднень. Процес поширення промислових викидів відбувається за рахунок їхнього переносу повітряними масами й дифузії, обумовленої турбулентними пульсаціями повітря. Якщо спостерігати за димовим факелом із заводської труби, то можна помітити захоплення цього факелу потоком повітря й поступове його розширення в міру віддалення від джерела внаслідок дрібномасштабної турбулентності. Факел має форму конуса, витягнутого у бік руху повітряних мас. Потім факел розпадається на ізольовані вихрові утворення, що поширюються на великі відстані від джерела.

Майже всі домішки рано або пізно осідають на поверхню Землі, важкі - під дією гравітаційного поля, легкі - у результаті дифузійного процесу. Домішки, що складаються з великих часток, під дією сили ваги незабаром починають опускатися відповідно до закону Стокса. Домішки газоподібного виду типу оксидів представляють легку фракцію й особливо небезпечні для навколишнього середовища.

Велике значення в теорії поширення забруднення мають флуктуації в напрямку вітру за великий період часу (біля року). За такий період повітряні маси, що захоплюють домішки від джерела, багаторазово змінюють напрямок і швидкість. Статистично такі багаторічні зміни описуються спеціальною діаграмою, яка називається трояндою вітрів, і у якій величина вектора пропорційна числу повторюваних подій, пов'язаних з рухами повітряних мас у даному напрямку. Максимуми діаграми рози вітрів відповідають переважаючому напрямку вітру в даному районі.

Оцінка забруднення атмосфери й підстилаючої поверхні пасивними й активними домішками здійснюється за допомогою математичних моделей, побудованих на основі рівнянь аеродинаміки в частинних похідних, і також їхніх кінцево-різницевих апроксимацій. Нормативні гаусові методики оцінки розсіювання домішок в атмосфері, які широко застосовуються в даний час, мають обмежене використання і враховують порівняно вузьке коло умов поширення забруднень. Для прогнозування ситуації на значних відстанях й у широкому діапазоні умов переносу необхідні складніші моделі нового покоління.

Проблема моделювання поширення аерозольних і газових забруднень атмосфери як правило представлена двома видами завдань. Перше - це вирішення «прямих» завдань, коли за відомими характеристиками джерел домішки потрібно знайти поле її концентрації. Друге – вирішення «зворотних» завдань, коли за інформацією про концентрації домішки в ряді контрольних точок потрібно знайти тип, координати, потужність її джерел й інші характеристики. Завдання такого роду є актуальними для вирішення проблем екології, охорони здоров'я й ряду інших прикладних досліджень.

Внаслідок цього протягом багатьох років ведуться роботи зі створення нових, високоефективних й універсальних методів вирішення завдань, пов'язаних з моделюванням поширення шкідливих домішок в атмосфері. Для вирішення «прямих» завдань поширення атмосферних домішок використовують напівемпіричне рівняння турбулентної дифузії. Воно вирішується на персональному комп'ютері чисельними методами. При розрахунках полів концентрації аерозольних і газових забруднень враховуються: реальний рельєф місцевості (шкала висот, що відповідає топографічним картам); наявність різних елементів рельєфу (водойми, степові зони, ліс, міські забудови різної висоти й ін.); пора року й час доби на момент розрахунків конкретних варіантів розсіювання домішки; конкретні метеорологічні умови на даний момент часу; теплофізичні характеристики підстилаючої поверхні; фізико-хімічні властивості домішки, що поширюється; процеси трансформації домішки в процесі її поширення (вимивання аерозолів опадами або хімічні перетворення газових забруднень).

У якості вхідних даних, крім характеристик території, над якою відбувається поширення домішки, потрібно задати параметри джерел домішки (тип, координати, потужність), і дані з метеорологічної станції (величина й напрямок швидкості вітру, температура й вологість повітря).

Вирішення «зворотних» завдань поширення аерозольних і газових забруднень ґрунтується на застосуванні рівнянь, які також пов'язані з напівемпіричним рівнянням турбулентної дифузії. Розроблені програми дозволяють при умовах, у яких вирішуються «прямі» завдання, вирішувати наступні «зворотні»: визначення координат і потужності точкового неорганізованого джерела домішки; визначення координат і потужності точкового постійно діючого джерела домішки; визначення координат і потужності групи точкових миттєвих або постійно діючих джерел; визначення координат і потужності джерел з складнішою просторово-часовою конфігурацією (площинні джерела, лінійні джерела й ін.).

Застосування методів рішення «зворотних» завдань також дозволяє вирішувати практичні важливі завдання оптимального розміщення промислових підприємств або інших джерел шкідливих атмосферних домішок. При цьому в ряді контрольних точок території задаються гранично допустимі значення концентрації. Рішення «зворотного» завдання дозволяє виділити зони, де припустиме розміщення екологічно несприятливих об'єктів. Розвиток алгоритмів рішення «зворотних» завдань уможливило такі розрахунки із прив'язкою не тільки до спостережуваних середніх рівнів забруднень, але й із вказівкою ймовірностей перевищення допустимих рівнів концентрації шкідливих домішок.

На сьогоднішній час в «НДІ Атмосфера» Росії розроблений проект «Методики оцінки міжрегіонального атмосферного забруднення території», відповідно до якого розрахунки міжрегіональних потоків повинні виконуватися за допомогою ейлерово-лагранжевої моделі переносу й осадження домішок з урахуванням хімічних перетворень, процесів вологого й сухого осадження. Модель призначена для вироблення стратегічних, довготривалих управлінських рішень, і, відповідно, зорієнтована на розрахунок довгоперіодичних середніх характеристик забруднення.

Використання даної методики дозволяє визначати: сумарне забруднення території країни, обумовлене як внутрішніми, так і зовнішніми джерелами емісії забруднюючих речовин; випадання забруднюючих речовин, обумовлене тільки власними джерелами країни; випадання забруднюючих речовин, обумовлене окремими заданими джерелами; перевищення випадання забруднюючих речовин над їхніми критичними навантаженнями; міжрегіональні потоки забруднюючих речовин.

На території західних областей України циркуляція атмосфери, як кліматотворчий фактор, виявляється у переносі атлантичних, континентальних і арктичних повітряних мас, а також у циклонічній та антициклонічній діяльності. Атмосферною циркуляцією визначається утворення хмар і кількість опадів. Основна причина великої кількості опадів - часте проходження циклонів і пов'язаних з ними фронтів.

Вітровий режим певною мірою відображає умови циркуляції повітряних мас над місцевістю. Тому частково з напрямком вітру пов'язані температура і вологість повітря. Проте, напрям вітру залежить від розподілу атмосферного тиску і сильно спотворюється рельєфом місцевості. У зв'язку з цим, при вітрах одного і того ж напрямку може бути

вторгнення повітряних мас різного типу. І навпаки, повітряні маси одного якогось типу можуть поширюватись на місцевості при вітрах різного напрямку. Напрямки вітру в умовах Верховини визначаються не тільки загально-циркуляційними процесами, але й орографічними факторами. Тут у розрізі року в середньому переважає північно-східний напрям вітру.

Під термічним режимом розуміють зміни температури повітря у часі та просторі, які виражені в багаторічних середніх місячних і середніх річних температурах повітря, амплітудах річних коливань температури, її абсолютних максимумах, мінімумах тощо. У липні, найтеплішому місяці, середня температура повітря становить 13,7 °С, у найхолоднішому (січень) вона знижується до мінус 2,7 °С. У січні вертикальний градієнт температури в два рази менший, ніж липневий. Найбільш різкі пониження температури повітря пов'язані з вторгненням холодного повітря з північних широт і подальшим охолодженням в стаціонарних антициклонах.

Зима на досліджуваній території порівняно м'яка, характеризується частим повторенням похмурої погоди, відносно високим фоном температури та високою вологістю повітря. Літо тепле, тривале і вологе. Переважаюча частина опадів випадає в літні місяці. В середньому за холодний сезон (листопад - березень) випадає 478,9 мм опадів, за теплий - 1576,1 мм.

Основні характеристики режиму зволоження - це середні місячні і річні суми атмосферних опадів, а також їх сума за теплий і холодний періоди. На території Верховини річні суми опадів залежно від висоти місця коливаються в межах 760-2000 мм і навіть більше. У горах їх приріст на кожні 100 м підняття становить 11 % від кількості опадів на рівні 300 м. Для річного ходу опадів характерна значна перевага їх кількості за теплий період порівняно з холодним. За теплий період у Верховині випадає близько 77 % опадів від річної норми. Найбільш дощові літні місяці, протягом яких випадає близько 56 % опадів. Максимум опадів здебільшого припадає на серпень. В межах Верховини величина коефіцієнта зволоження для року становить 5, що є надмірним.

Для повної характеристики клімату району необхідно мати уявлення про річні метеорологічні ритми-періоди року.

Теплий період. Важлива характеристика температурного режиму за теплий період – дати весняного та осіннього переходу середньої добової температури через певні межі, а саме через 0°, 5° і 10 °С. Вони визначають початок, кінець і тривалість важливих для господарства періодів: теплого (понад 0°С), загального періоду вегетації (понад 5°С) і періоду активної вегетації сільськогосподарських рослин (понад 10°С).

Розподіл цих характеристик на території району нерівномірний, що пов'язано і впливом висоти місця і форм рельєфу. Весняний перехід температури через 0° і 5 °С запізнюється з підняттям в гори на кожних 100 м висоти на два дні, а початок періоду активної вегетації – на чотири. Зі зворотним переходом температури для цих градацій спостерігається випередження переходу на кожні 100 м висоти відповідно на два і чотири дні. Це спричинюється до скорочення теплого періоду і загального періоду вегетації на кожних 100 м підняття на чотири дні, а періоду активної вегетації – на вісім.

У теплий період виділяється безморозний етап, який обмежений датами останнього весняного і першого осіннього приморозків. Приморозки пов'язані з неперіодичними вторгненнями арктичного повітря, що викликає похолодання. У Верховині приморозки припиняються навесні пізніше, а восени починаються раніше. На висотах 600-750 м припинення весняних приморозків затягується в середньому до третьої декади травня, а восени вони починаються тут з другої і третьої декади вересня - отже, безморозний період на цих висотах триває до 110-130 днів.

Холодний період. До холодного або зимового періоду належить частина року і негативною середньою добовою температурою повітря. В Івано-Франківській області та на території Верховинського району, зокрема, зима є короткою і теплою. Загальна тривалість зими становить 105-150 днів (у межах висот 500-1500 м). Для холодного періоду на території району дуже характерні часті, довгі та інтенсивні відлиги, що є наслідком частих вторгнень у

цей район теплого атлантичного повітря. В середньому, навіть в найхолоднішому місяці - січні - майже половина днів буває з відлигою.

Важлива особливість холодного періоду - утворення снігового покриву. Поява першого снігового покриву припадає в середньому на кінець листопада, і тільки за місяць (в кінці грудня) настає його стійке залягання. Руйнування снігового покриву затягується до третьої декади березня, а в лісі - до початку травня. Тривалість періоду зі стійким сніговим покривом у горах наближається до 115 днів. Глибина промерзання ґрунту по максимуму може досягати 97 см.

І останньою характеристикою метеокліматичних умов Верховини є вологість повітря. Тут відносна вологість висока майже цілий рік. Це пояснюється тим, що циклони, які рухаються з північного заходу, переходять через Карпати, і, перемішуючись на північний схід, обумовлюють опади.

Територію досліджень можна поділити на чотири термічні зони: помірну, прохолодну, помірно-холодну і холодну.

Помірна зона розміщена на висоті до 850 м над рівнем моря. Середня температура липня тут становить +15..+ 17 °С, січня -5..-7 °С. Прохолодна зона розміщена в границях від 850 м до 1250 м над рівнем моря. Температура липня (у верхній границі) сягає біля +13 °С, січня -9 °С. Тривалість відносно теплого періоду становить 220 днів. Помірно холодна зона розміщена на висоті 1250- 1500 м над рівнем моря. Середня температура липня тут становить +12 °С, січня -10 °С. Холодна зона розміщена на висоті більше 1500 м над рівнем моря. Середня температура січня коливається від -10 ° до -12 °С і найтеплішого місяця - серпня від +8 ° до +12 °С.

Отже, в цілому метеорологічні умови досліджуваної території є досить складними, знаходяться у великій залежності від орографічних умов місцевості. Клімат прохолодний, вологий, типово гірський, з різкими змінами характеристик в просторі і часі. Стрибкоподібна мінливість метеовеличин обумовлює розвиток шкідливих природних явищ.

Висновки. Отже, в першу чергу, важливо провести оцінку міжрегіональних потоків забруднюючих речовин, що дозволить виконати розрахунок балансу забруднення в регіоні або в групі регіонів, тобто його надходження від зовнішніх і внутрішніх джерел викидів забруднюючих речовин, винос із розглянутої території атмосферними потоками й випадання забруднювачів на підстилаючу поверхню. При цьому виникає ряд методологічних труднощів, пов'язаних, у першу чергу, з визначенням кількостей випадання забруднювачів з атмосфери й виявленням конкретних джерел, що його формують. Справа в тому, що на території України мережа експериментальних спостережень за осадженням забруднюючих речовин досить нерівномірна. Залишає бажати кращого й сама якість проведених вимірів. Крім того, проводячи виміри в конкретному місці, спостерігач визначає інтегральну величину осадження, при цьому він не може виявити джерела домішки, які сформували дану величину. Із цієї причини на сучасному етапі найдоцільніше використати методи математичного моделювання поширення атмосферних домішок на основі відомостей про їхні викиди, метеорологічні параметри й особливості стану підстилаючої поверхні. Такий підхід дозволяє виявити внесок окремих регіонів у сумарне випадання шкідливих речовин, що необхідне для розробки оптимальних заходів щодо зниження й запобігання несприятливих впливів даного типу.

4.7 ЕКОЛОГІЧНИЙ АУДИТ, МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ, ГЕОЕКОЛОГІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЇ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

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

М.М. Приходько зібрав літературні дані з проблем природокористування і погіршення стану природного середовища, які виникають внаслідок зростання антропогенного впливу на природу. Дослідники акцентують увагу на тому, що взаємодія людини і природи має одновекторну спрямованість за принципом антропоцентричного гуманізму. Наслідком цього є поступове вичерпання природних ресурсів, руйнування природних ландшафтів і порушення екологічної рівноваги. Стратегічним напрямком розв'язання проблеми дотримання балансу між ресурсоенергопотребами суспільства і можливостями природи є раціоналізація природокористування. Розробці конструктивно-географічного напрямку і геоекологічних засад раціонального природокористування, формуванню основних концепцій і теорій ефективного освоєння природних ресурсів та оптимізації ландшафтів присвячені дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. Відмічається, що раціональне природокористування передбачає застосування ландшафтного і водозбірного підходів та оптимізації ландшафтів [84].

Обсяги використання того чи іншого ресурсу повинні відповідати природно-ресурсному потенціалу ландшафту. При відсутності такої відповідності в ландшафтах порушується динамічна рівновага і виникають несприятливі екологічні ситуації. Цим обумовлюється необхідність пошуку способів ведення господарської діяльності та управління природними ресурсами, які б забезпечували послаблення або уникнення таких ситуацій.

Концепція водозбору дає можливість узгодити заходи щодо оптимізації ландшафтів і використання природних ресурсів з особливостями водозбірних територій, починаючи з найменших (елементарних) водозборів. Водозбір річки, а у його межах ландшафтні системи виступають господарською просторовою одиницею з визначеними межами, комплексом геоморфологічних, ґрунтових, кліматичних умов і природних ресурсів, що дозволяє обґрунтувати пріоритетні напрями, інтенсивність та структуру виробничо-господарської діяльності.

Загалом аналіз літератури свідчить, що створення умов для зменшення негативного впливу господарської діяльності на природне середовище повинно реалізуватися через формування стійких ландшафтних систем за принципом відновлення природних ландшафтів шляхом ренатуралізації біогеоценотичного покриву, оптимізації ландшафтів та ефективного управління природними ресурсами. На регіональному рівні ці питання опрацьовані недостатньо. У зв'язку з цим, такі дослідження потребують подальшого розвитку, у тому числі і на території Івано-Франківської області, що підтверджує своїми роботами і М.М.Приходько. Він обґрунтував методологію досліджень, яка базується на системному аналізі будови природних, антропогенних і техногенних систем, кожен з елементів яких розглядається у взаємозв'язку з іншими. Основними методичними підходами були конструктивно-географічний і геоекологічний. На кожному етапі досліджень використано методи польових робіт, статистичний, порівняльно-аналітичний, систематизації та картографічний із застосуванням комп'ютерних програм MapInfo та Surfer.

Оцінка антропогенного впливу на природне середовище дана на основі аналізу таких показників: 1) структура угідь (в межах ландшафту, водозбору, адміністративного району, області в цілому) – співвідношення площ земель, зайнятих сільськогосподарськими угіддями, рільлею, лісами, сіножатями і пасовищами, водою, забудовою, (%); 2)

сільськогосподарська освоєність території – відношення площі сільськогосподарських угідь до загальної площі, (%); 3) коефіцієнт антропогенної трансформації території – відношення площі антропогенно модифікованих територій (сільськогосподарські угіддя, землі під забудовою, землі під дорогами) до загальної площі; 4) коефіцієнт екологічної збалансованості території – відношення площі орних земель до площі лісових, лукопасовищних і водних угідь; 5) показник демографічного навантаження – відношення густоти населення на певній території (адміністративний район, область) до густоти населення в Україні; 6) ступінь еродованості сільськогосподарських угідь – відношення площі сільськогосподарських угідь, підданих процесам водної ерозії до їх загальної площі, (%); 7) сумарний показник викидів забруднюючих речовин в атмосферу (тис. тонн) та скидів зворотних вод у водні об'єкти (млн. м³); 8) коефіцієнти перевищення гранично-допустимих концентрацій (ГДК) елементів у компонентах ландшафту (вода, ґрунт) – відношення концентрації елемента у воді (ґрунті) до величини його ГДК.

Дослідження забруднення компонентів ландшафтів проведені шляхом аналізів 126 проб ґрунтів, такої ж кількості проб ґрунтових вод та атмосферного повітря, які відбирались на геоекологічних полігонах, рівномірно розміщених на території області. Проби поверхневих вод (119 проб) відбирались у період літньої межени на гідрохімічних створах відповідно до вимог ДСТУ-2001. Аналіз зразків ґрунту проводився рентгенфлюоресцентним методом. Проби вод аналізувались згідно загальноприйнятих методик в лабораторії Державного управління екології та природних ресурсів в Івано-Франківській області, а атмосферне повітря – в ІФНТУНГ (табл. 4.4-4.7, рис. 4.45 -4.60).

Природні умови, природні ресурси і ландшафти Івано-Франківської області (площа 13,93 тис. км², 2,4 % території України) – унікальні у біогеографічному відношенні.

Таблиця 4.4

База даних з відбору проб із різних компонентів навколишнього природного середовища													
№ п/п	№ екологічних полігонів	Кординати, градуси, хвилини, секунди		Географічна прив'язка	Геоморфологічна прив'язка	Компоненти довкілля та номери проб							
		довгота	широта			абіота				біота			
						повітря	дощ, сніг	вода		донні відклади	грунт	рослини	тварини
7	8	9	10	11	12	13	14						
1	1	24°28'34"	49°27'10"	Підкамінь	заплава потічка	1		1	1	1	1	1	
2	2	24°36'10"	49°25'6"	Рогатин	заплава р.Гнила Липа	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	24°41'35"	49°25'32"	Добринів	заплава потічка	3		3		3	3	3	
4	4	24°25'53"	49°20'46"	Григорів	берег р.Охава	4		4	4	4	4	4	4
5	5	24°29'38"	49°20'51"	Явче	схил межиріччя	5	5				5	5	
6	6	24°32'6"	49°21'6"	Березівка	вододіл	6	6		6		6	6	
7	7	24°34'25"	49°21'9"	Бабухів	I н.з.т. р.Гнила Липа	7	7	7		7	7	7	7
8	8	24°36'18"	49°20'18"	Лучинці	схил долини	8			8		8	8	
9	9	24°39'1"	49°22'6"	Пуків	заплава р.Студений Потік	9	9	9		9	9	9	9
10	10	24°44'17"	49°20'21"	Верхня Липиця	вододіл	10			10		10	10	
11	11	24°21'43"	49°17'27"	Журавський	III н.з.т. р.Дністер	11	11	11	11	11	11	11	
12	12	24°28'5"	49°17'51"	Чагрів	вододіл	12					12	12	
13	13	24°34'39"	49°17'37"	Насташино	схил долини р.Гнила Липа	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	24°38'9"	49°17'57"	Куропатники	заплава р.Гнила Липа	14		14	14	14	14	14	14

Таблиця 4.5

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

№ п/п	№№ проб та екологічних полігонів	Рік і місяць відбору ГДК →	Склад атмосферного повітря, % об			Забруднювачі, мг/м ³								
			O ₂	N ₂	CO ₂	CO	SO ₂	NO ₂	Пил неорганічний	Бензин C ₄ -C ₁₂	Толуол C ₇ H ₈	Ацетон	Хлор Cl ₂	HCl
			21,87 середнє	78,08 середнє	0,033- 0,0135	3,0	0,05	0,04	0,15	1,5	0,6	0,35	0,03	0,2
1	1	2001-VI	21,92	78,06	0,013	1,2	0,01	0,03	0,11	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0
2	2	2001-VI	20,91	79,01	0,071	1,3	0,01	0,03	0,21	0,09	0,07	0,08	0,003	0,03
3	3	2001-VI	21,79	78,08	0,031	1,0	0,02	0,03	0,15	0,01	0,0	0,03	0,001	0,0
4	4	2001-VI	21,85	78,07	0,017	1,1	0,01	0,04	0,15	0,01	0,04	0,0	0,0	0,01
5	5	2001-VI	21,86	78,06	0,030	1,1	0,0	0,0	0,05	0,01	0,01	0,001	0,0	0,0
6	6	2001-VI	20,92	78,01	0,019	0,03	0,01	0,01	0,32	1,2	0,03	0,015	0,0	0,31
7	7	2001-VI	20,75	79,11	0,054	0,03	0,05	0,01	0,39	1,2	0,01	0,01	0,0	0,0
8	8	2001-VI	20,73	79,08	0,051	0,03	0,03	0,01	0,11	1,1	0,01	0,0	0,01	0,0
9	9	2001-VI	21,86	78,06	0,031	1,2	0,03	0,01	0,4	0,01	0,02	0,001	0,0	0,0
10	10	2001-VI	21,87	78,05	0,013	1,2	0,01	0,01	0,10	0,02	0,01	0,0	0,0	0,0
11	11	2001-VI	21,85	78,07	0,031	1,0	0,0	0,0	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,01
12	12	2001-VI	21,87	78,05	0,015	1,1	0,0	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,0	0,0
13	13	2001-VI	20,81	78,07	0,033	0,03	0,02	0,01	0,32	1,2	0,02	0,02	0,0	0,03
14	14	2001-VI	20,51	79,21	0,035	0,09	0,02	0,01	0,64	1,2	0,02	0,04	0,02	0,03
15	15	2001-VI	20,80	78,08	0,037	0,04	0,04	0,01	0,55	1,3	0,03	0,03	0,04	0,07
16	16	2001-VI	21,87	78,05	0,016	1,2	0,01	0,01	0,09	0,02	0,04	0,02	0,01	0,06
17	17	2001-VI	21,88	78,04	0,018	1,3	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,0	0,0
18	18	2001-VI	21,89	78,03	0,017	1,2	0,1	0,1	0,01	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0
19	19	2001-VI	20,81	78,07	0,034	0,03	0,16	0,01	0,31	0,9	0,01	0,0	0,0	0,0
20	20	2001-VI	20,21	79,61	0,054	0,11	0,26	0,24	0,69	1,4	1,2	0,75	0,11	0,81
21	21	2001-VI	20,25	79,55	0,062	0,12	0,34	0,35	0,85	1,5	1,2	0,79	0,16	0,94
22	22	2001-VI	20,80	78,08	0,036	0,04	0,22	0,07	0,60	1,2	0,09	0,07	0,02	0,03

Таблиця 4.6

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

Таблиця 4.7

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



Рис. 4.45. Оптимальна мережа розміщення полігонів екологічного моніторингу на території Івано-Франківської області

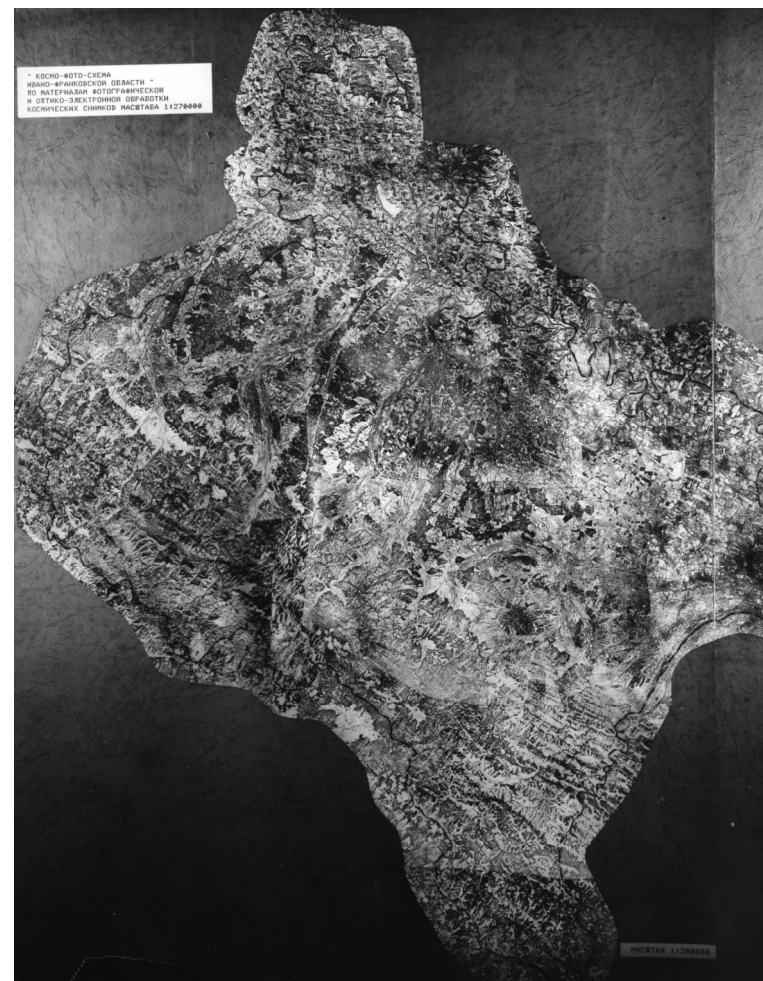


Рис. 4.46 Космо - фото - схема Івано-Франківської області за матеріалами фотографічної та оптико-електронної обробки космічних знімків масштабу 1: 270 000

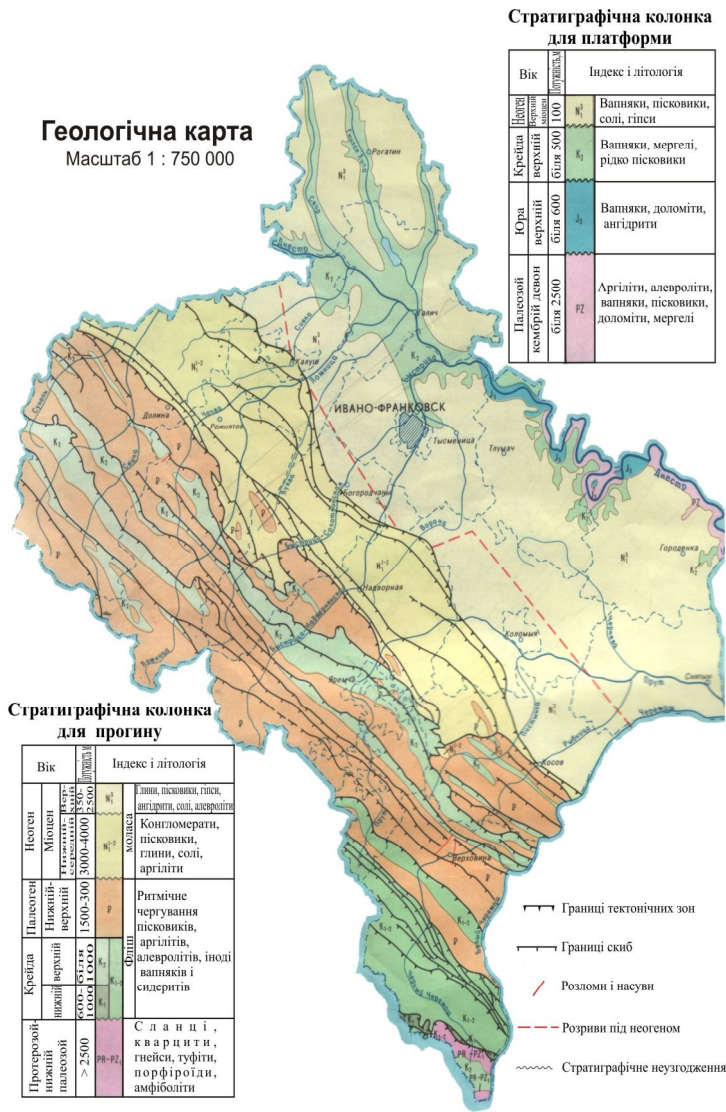


Рис. 4.47. Геологічна карта Івано-Франківської області

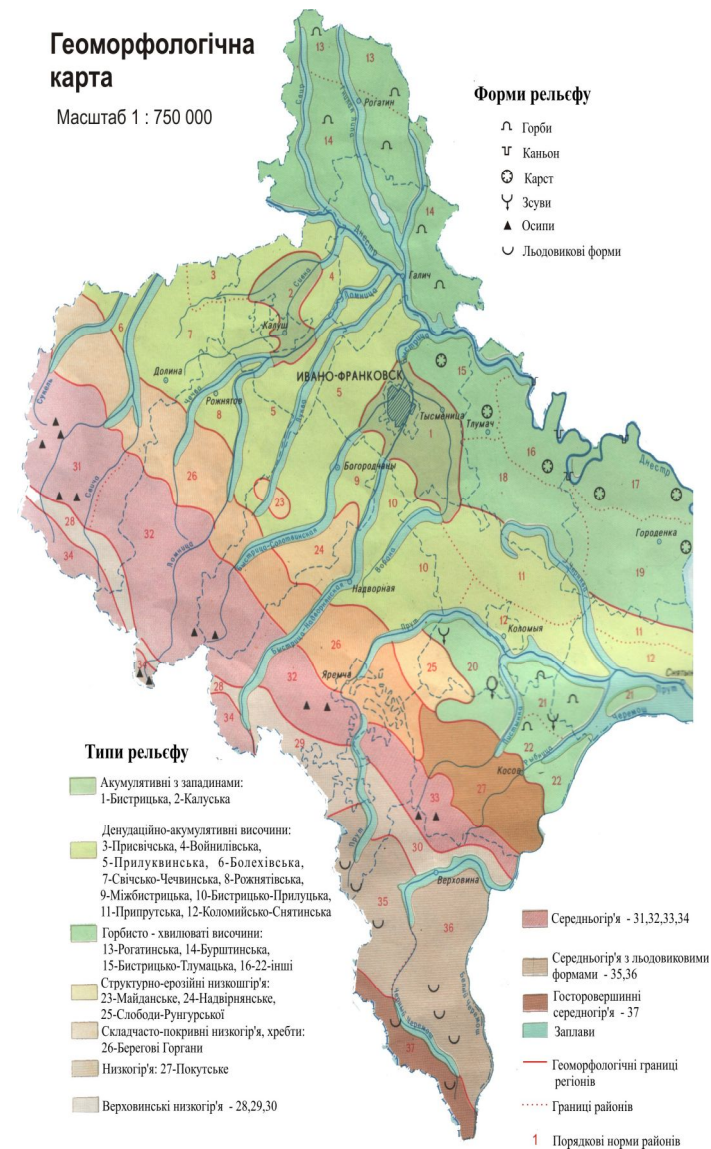


Рис. 4.48. Геоморфологічна карта Івано-Франківської області

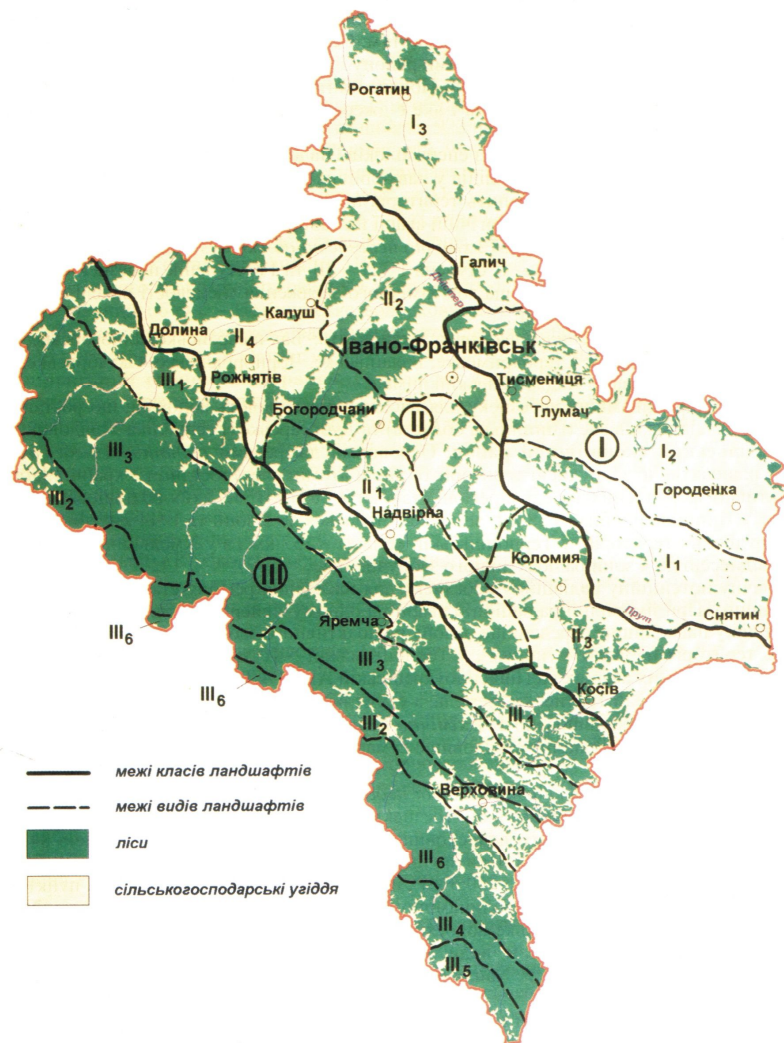


Рис. 4.49. Ландшафти Івано-Франківської області [2]

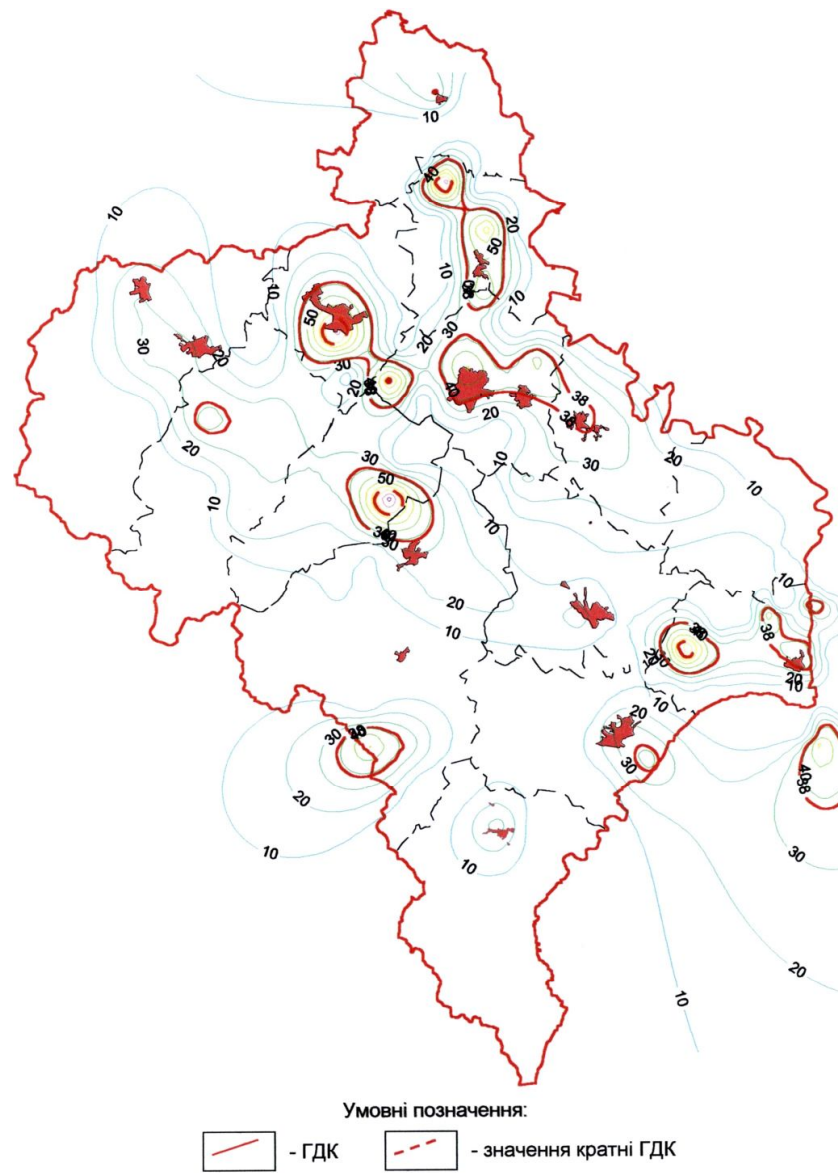


Рис. 4.50. Вміст Zn в ґрунтах

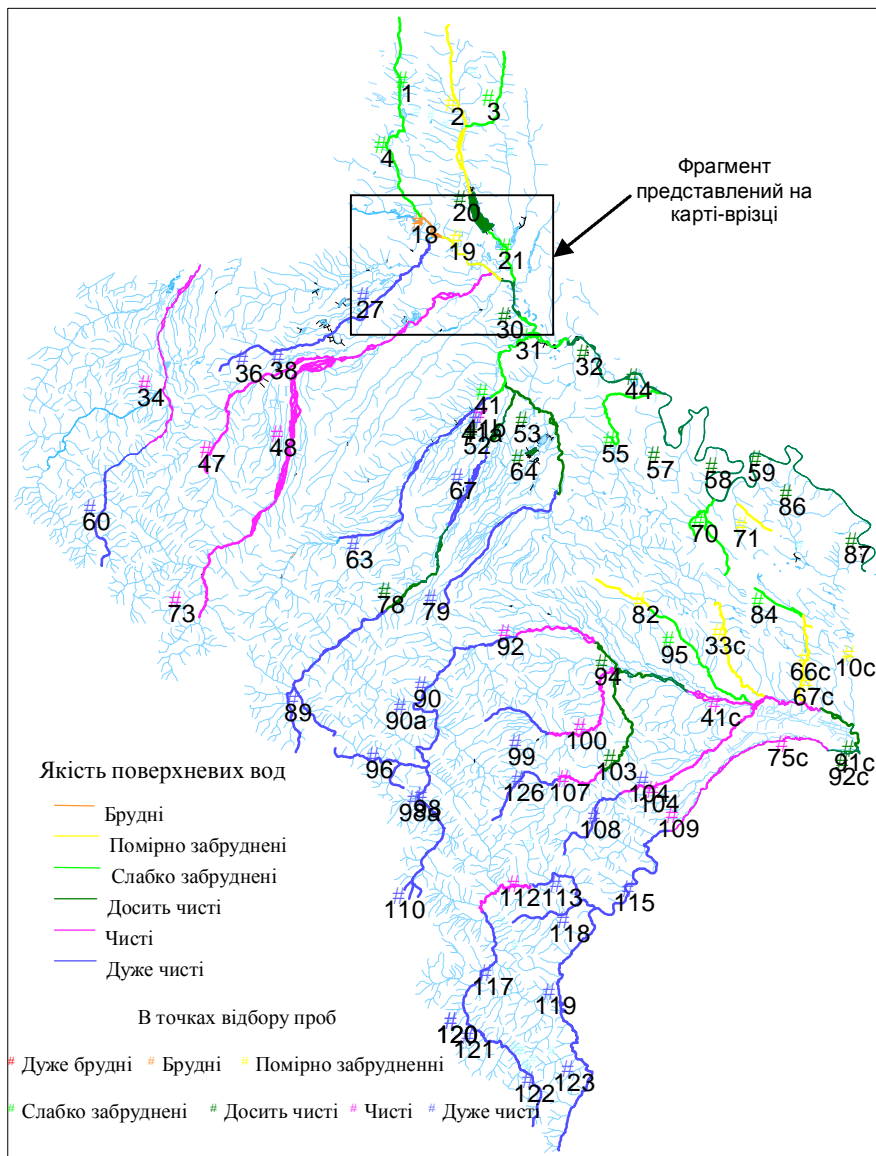


Рис. 4.51. Карта якості поверхневих вод

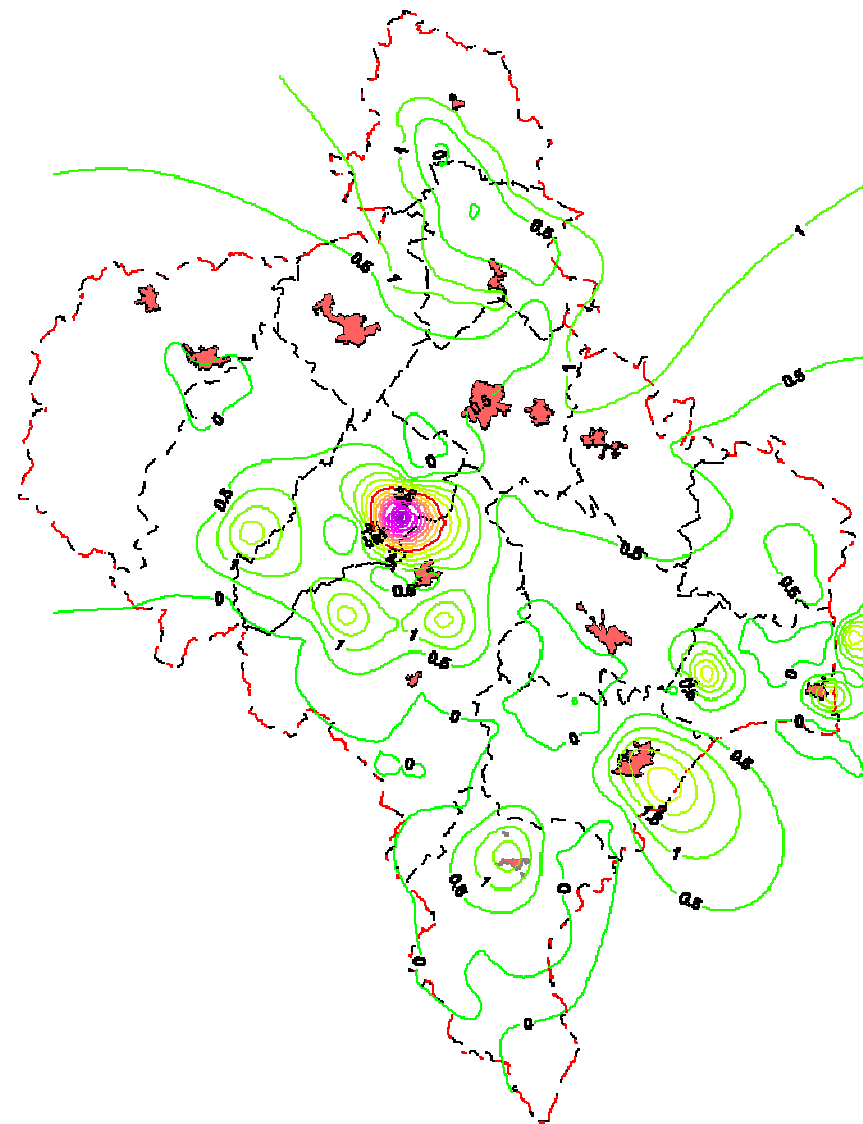


Рис. 4.52. Вміст Рb в ґрунтових водах

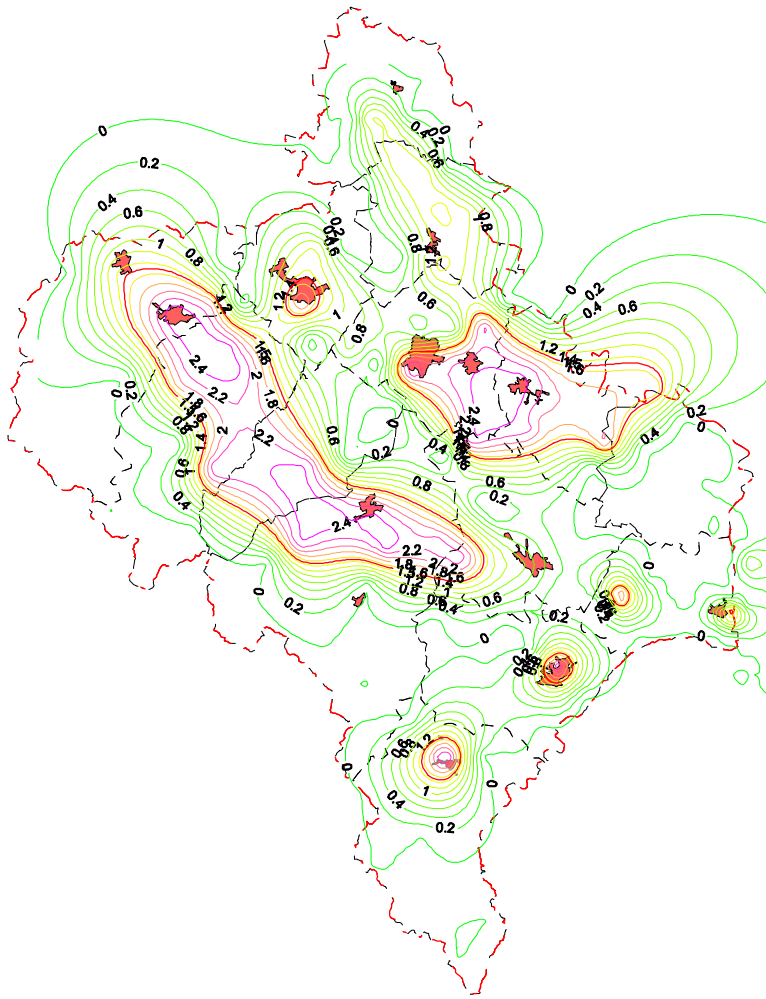


Рис. 4.53. Вміст бензину в атмосферному повітрі

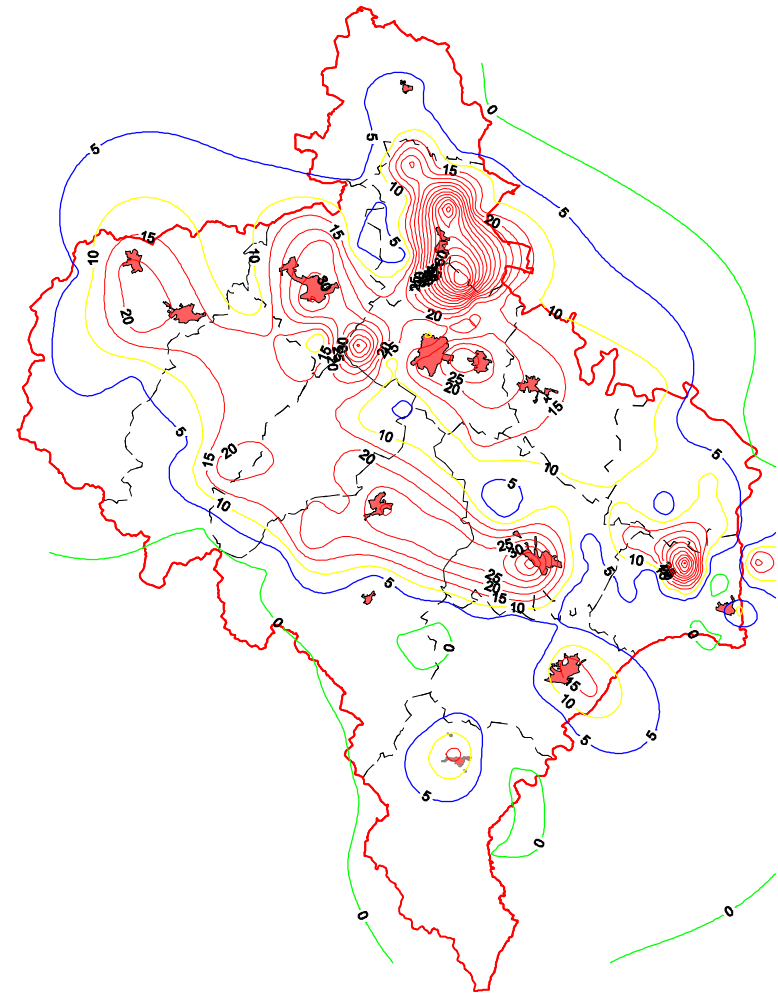


Рис. 4.54. Стан атмосферного повітря в одиницях індексу забруднення



Рис. 4.55. Основні заповідні об'єкти на території області
М 1 : 900 000

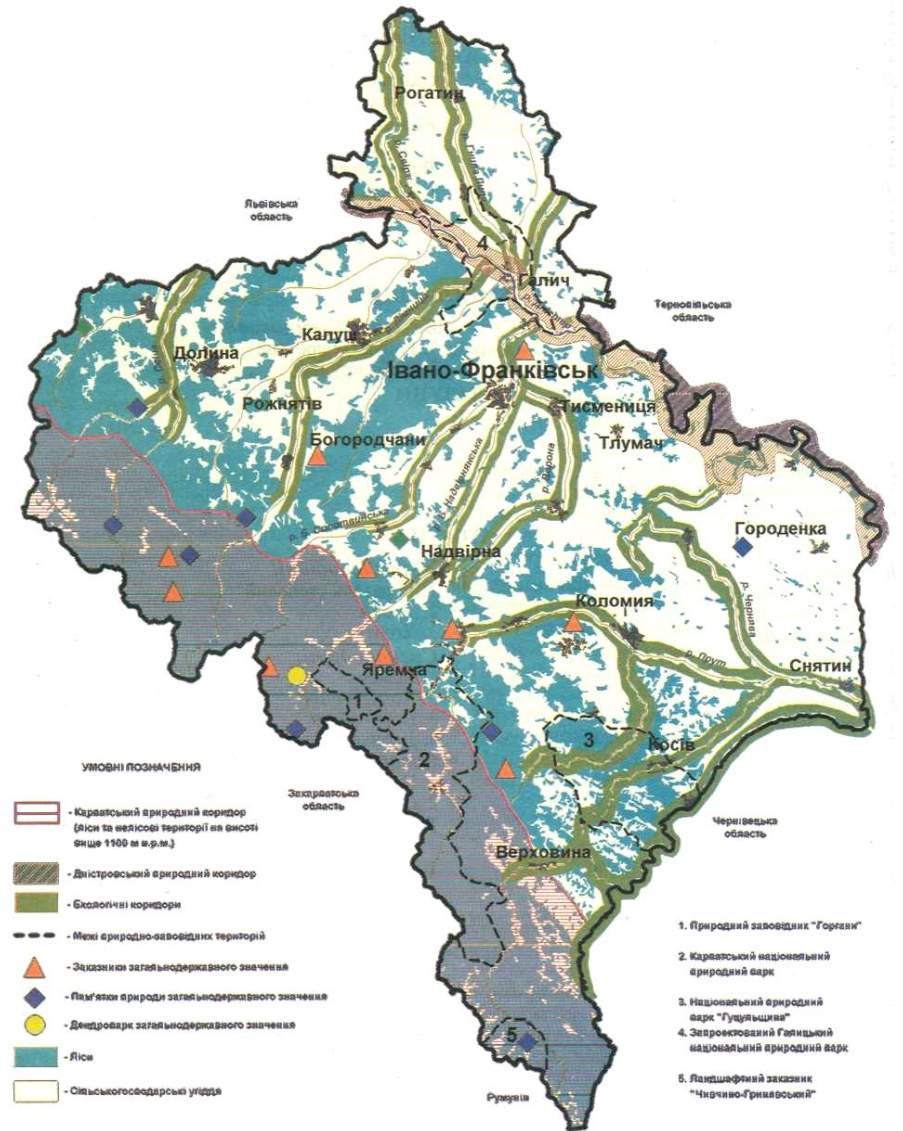


Рис. 4.56. Схема елементів екологічної мережі [102]

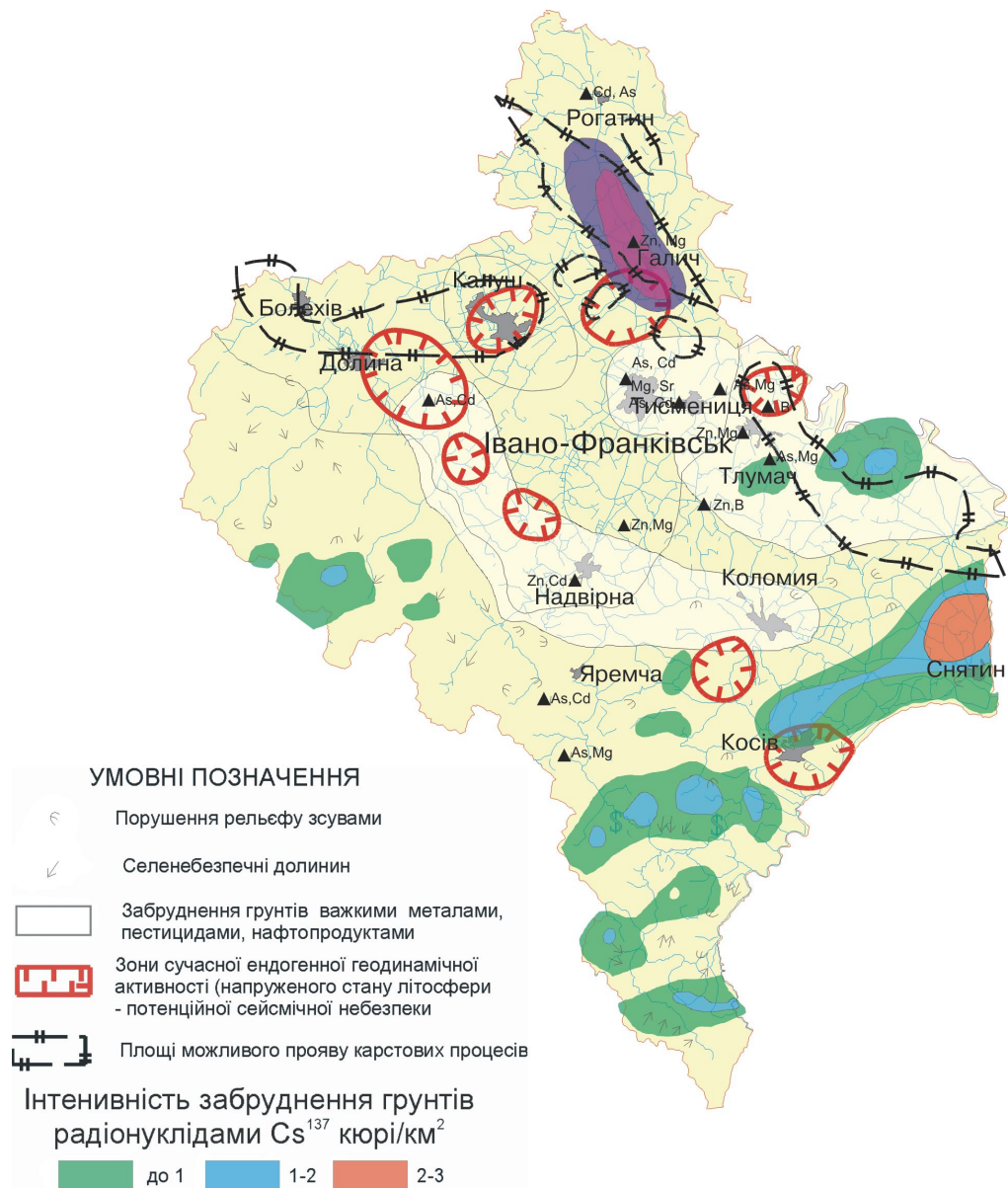


Рис. 4.57. Екологічна карта Івано-Франківської області (О.М.Адаменко, 1992)

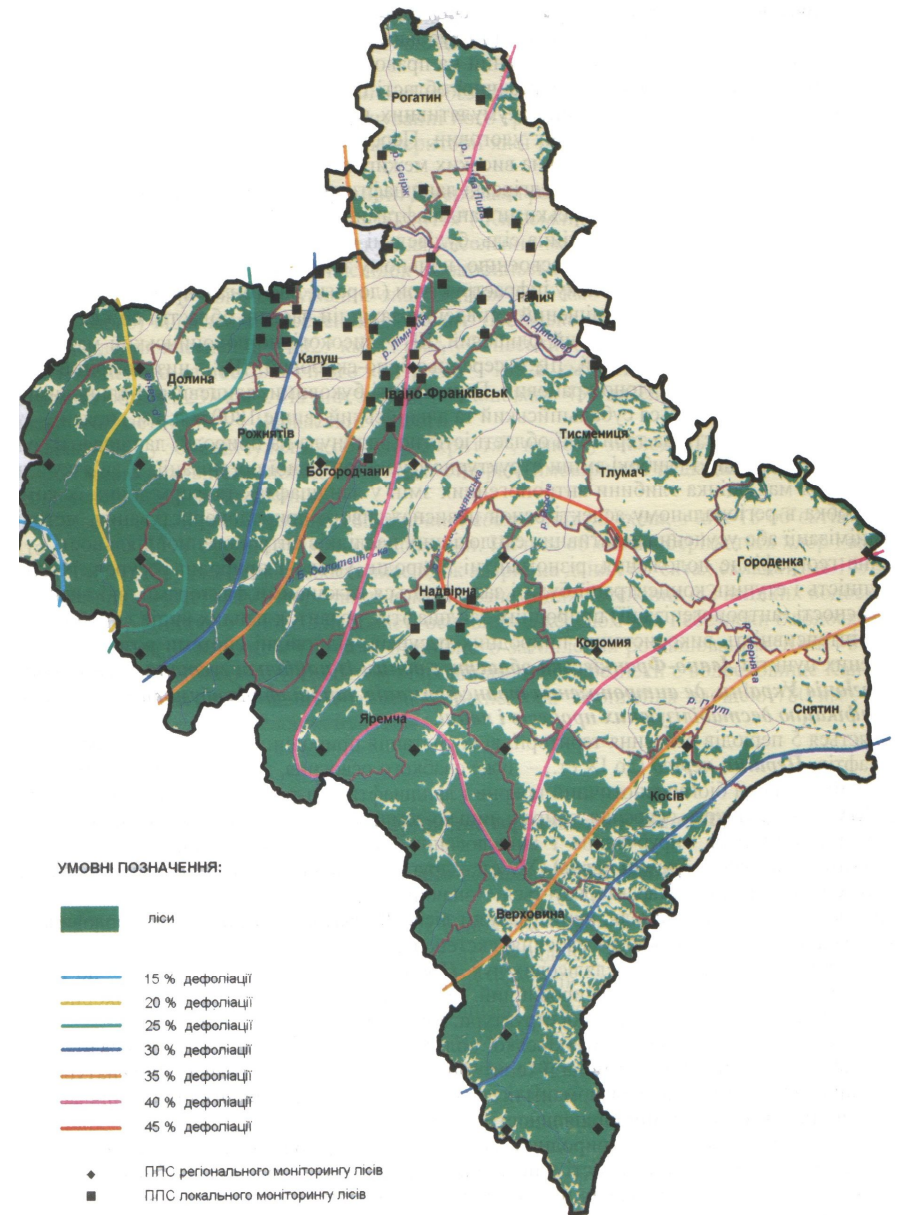


Рис. 4.58. Стан лісів за інтенсивністю дефоліації (за М.М. Приходько і М.М. Приходько-молодший, 2004) [102]

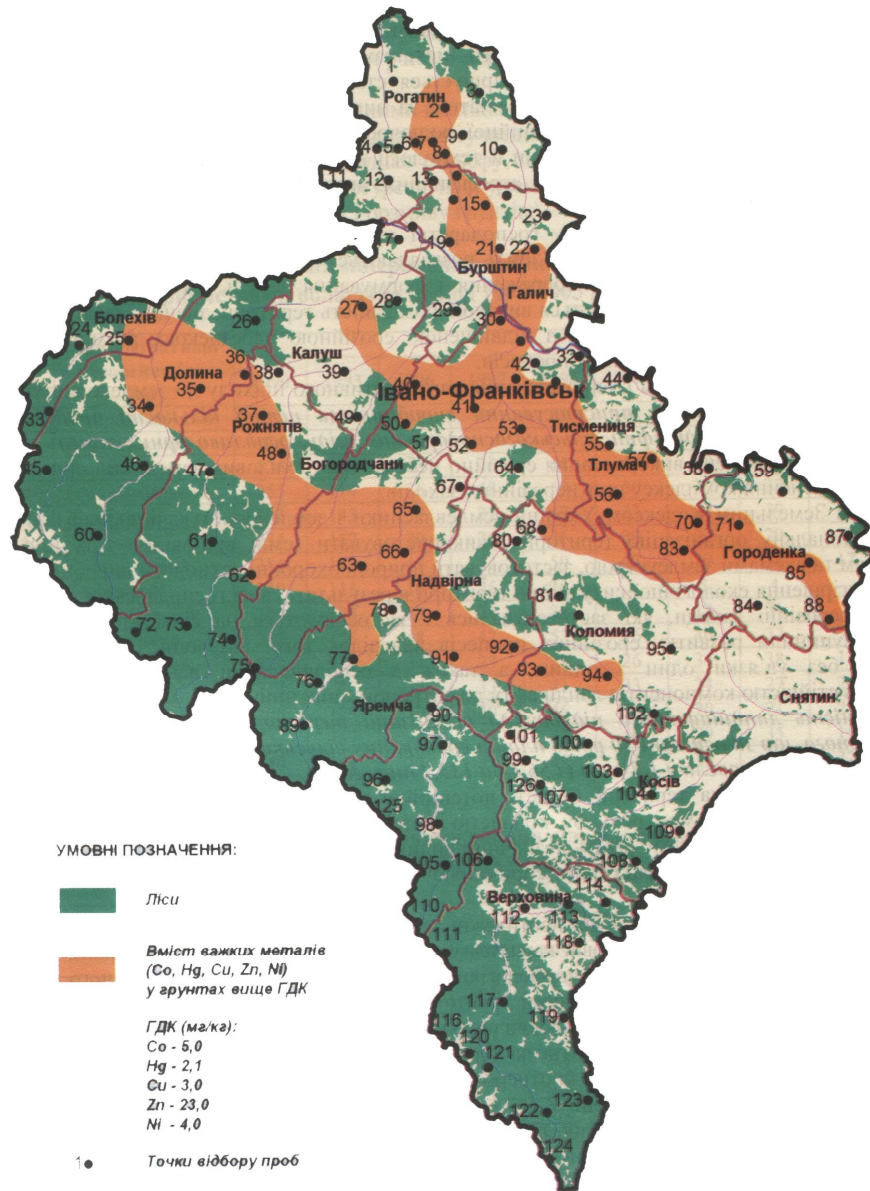


Рис. 4.59. Карта забруднення ґрунтів важкими металами [102]

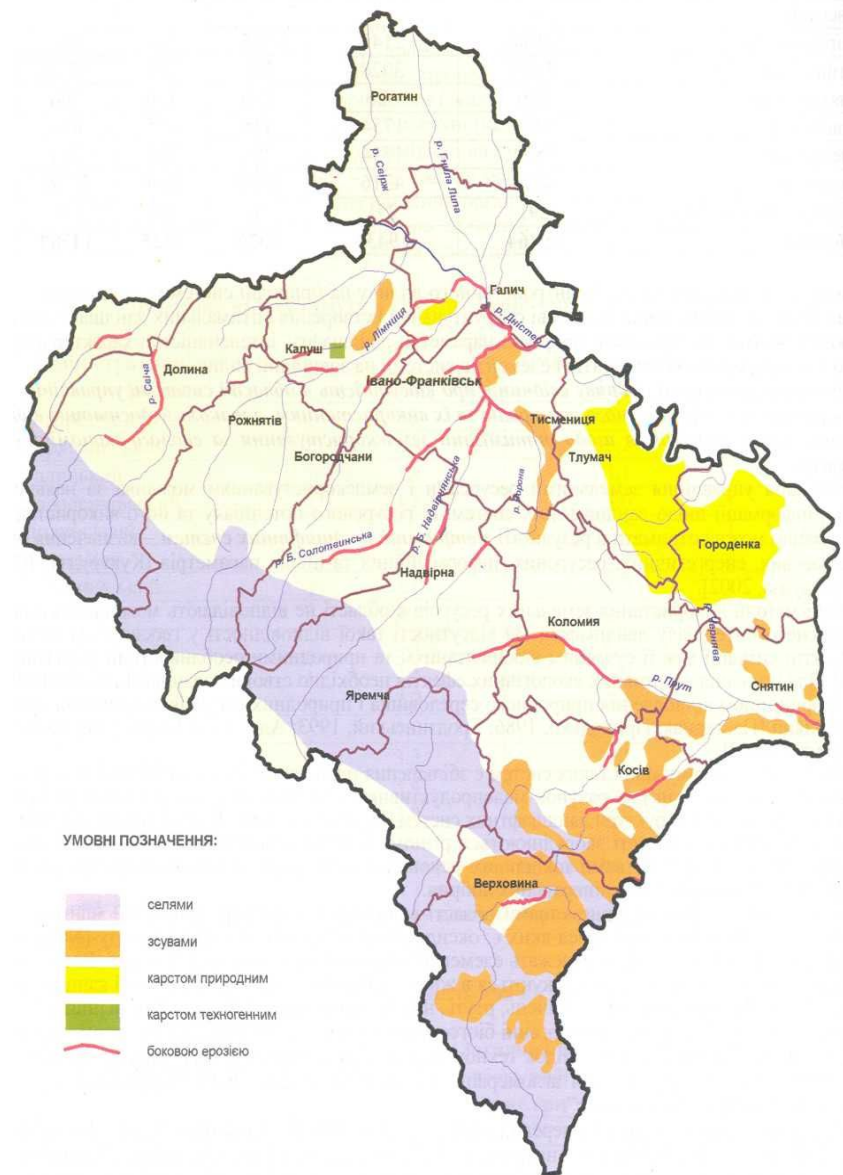


Рис. 4.60. Ураженість території небезпечними екзогенними геодинамічними процесами [102]

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

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

Водні ресурси представлені поверхневими і підземними водами. На території області формується 4,5 км³ річкового стоку (8,6 % стоку річок України). За загальними об'ємами річкового стоку (8,69 км³) та об'ємом води на одну людину (6,1 тис. м³) область посідає друге місце на Україні після Чернівецької області. Використання поверхневих вод для водопостачання ускладнюється паводковим режимом, коливанням стоку річок і зменшенням їх водності у меженні періоди. Запаси підземних вод - 271,0 тис. м³ на добу (92,5 млн. м³ в рік). За цим показником область займає 21 місце серед областей України (рис. 4.31).

Лісові ресурси оцінюються у 149,7 млн. м³ деревини (8,8 % від запасу деревини у лісах України). Із загального річного приросту 4,4 м³/га вирубується 1,24 м³/га (28,2 % ростучого приросту). Від рубок головного користування заготовлюється 350 380 тис. м³, що складає 0,26 % від загального запасу деревини. У віковій структурі насаджень молодняки займають 24,8 %, середньовікові – 54,0 %, пристигаючі – 2,0 %, стиглі і перестійні – 9,2 % (оптимальне співвідношення 30 : 30 : 20 : 20). Тому, при плануванні ведення лісового господарства і лісочористування потрібно враховувати необхідність збільшення у 1,5-2,0 раза площ пристигаючих і стиглих насаджень, збереження старовікових лісів і пралісів (рис. 4.38).

Мінерально-сировинні ресурси представлені 25 видами корисних копалин (нафта, газ, торф, калійні солі, будівельні матеріали та ін.), які зосереджені у 321 родовищі. Балансові запаси нафти становлять 18,3 млн. тонн (13,7 % запасів України), запаси газу вільного – 22,7 млрд. м³ (3 % від загальнодержавних). Видобувні запаси родовищ нафти використані на 44-84%, газу – на 58-70%. Забезпеченість розвіданими запасами нафти і газу 25-40 років.

На території області сформувались рівнинні, передгірські і гірські ландшафти (рис. 4.29), що відрізняються між собою різноманіттям ландшафтотворчих компонентів і потенціалом стійкості. Ці відмінності зумовлюють необхідність різного за інтенсивністю і напрямом господарського використання ландшафтів.

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

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

ландшафтах зменшилась до 61,5-87,6%, передгірських – до 27,7-43,6 %, рівнинних – до 7,1-16,8 %.

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

Негативним наслідком антропогенної трансформації ландшафтів і, зокрема, збільшення площі орних земель є розвиток екзогенних геодинамічних процесів (водна ерозія, зсуви, селі). За останні 30 років площа еродованих сільськогосподарських угідь (рис. 4.40) в Івано-Франківській області зросла у 1,3 раза. Із 635,3 тис. га сільськогосподарських угідь 128,0 тис. га (20,0 %) піддані водній ерозії, із них еродованих орних земель – 90,9 тис. га. Інтенсивність ерозійних процесів найбільш висока на пластово-ерозійних і пластово-горбогірних рівнинних ландшафтах у межах Рогатинського, Галицького, Городенківського і Снятинського адміністративних районів. Тут ерозією пошкоджено відповідно 45, 35, 17 і 28 відсотків сільськогосподарських угідь. Зсувні і селеві процеси розвинуті у передгірських і гірських ландшафтах (Верховинський, Надвірнянський і Косівський адміністративні райони).

Проведені дослідження показали, що до чинників антропогенного впливу, які зумовлюють негативні зміни природного середовища в Івано-Франківській області належать також велика кількість поселень і густина населення, викиди і скиди у навколишнє середовище забруднюючих речовин (рис. 4.30-4.34).

Середня густина населення в області 100 осіб / км² (в Україні 80 осіб/км²). Найбільша густина населення (170-288 осіб / км²) і демографічне навантаження (1,7-3,6) у передгірських ландшафтах, через наявність тут міст (Івано-Франківськ, Калуш, Коломия, Долина). Гірські ландшафти малозаселені – густина населення від 0 до 35 осіб / км²; демографічне навантаження – 0,0-1,2. Щільність поселень у рівнинних ландшафтах становить в середньому 0,085, передгірських – 0,066, гірських – 0,025 шт / км², що у 2,5-8,5 раза більше, ніж в цілому по Україні (0,010 шт / км²).

У 2004 році із стаціонарних джерел підприємствами області в атмосферу викинуто 181,1 тис. тонн, пересувними джерелами (240 тис. автомобілів) – 44,2 тис. тонн шкідливих речовин. У структурі викидів на SO₂ припадає 70-80 %, тверді викиди (вугільна зола, пил) – 10-20 %. За період 1981-2004 рр. в атмосферу викинуто понад 8,0 млн. тонн забруднюючих речовин. Щільність викидів на 1 км² в середньому по області становить 16,2 тонни (в Україні 6,8 тонн). За цим показником область займає 5 місце у державі. На одного жителя в середньому припадає 161,2 кг забруднюючих речовин. Основними забруднювачами атмосферного повітря є Бурштинська ТЕС, викиди якої у 2004 році склали 153,4 тис. тонн, що становить 84,3 % від загальної кількості викидів стаціонарних джерел області, а також «Прикарпаттрансгаз» (12,5 тис. тонн), ПАТ «Івано-Франківськцемент» (1,7 тис. тонн), ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття» (0,8 тис. тонн) (рис. 4.33, 4.34).

В результаті проведених досліджень М.М.Приходьком виявлені антропогенні аномалії з підвищеним вмістом (більше ГДК) у ґрунтах Co, Hg, Cu, Zn, Ni. «Плями» забруднення ґрунтів простягаються з північного заходу на південний схід і знаходяться в зоні впливу Бурштинської ТЕС, Калуської ТЕЦ, ВАТ «Нафтохімік Прикарпаття», ВАТ «Івано-Франківськцемент» (рис. 4.30, 4.32, 4.39).

У водні об'єкти в 2004 р. скинуто 85,5 млн. м³ зворотних вод, з якими надійшло 1,1 тис. т органічних речовин, 46,9 тис. т солей, 0,23 тис. т азоту амонійного, 3,6 т нафтопродуктів (рис. 4.31, 4.32).

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

Наявність загроз руйнування і забруднення природного середовища, а також вичерпання природних ресурсів обумовлює необхідність розробки і застосування системи раціонального природокористування і управління природними ресурсами, побудованої на принципах: «системність – безперервність – невиснажливе використання – відтворення – збереження – охорона». При цьому «управління» М.М.Приходько розглядає як процес упорядкування системи з метою забезпечення її цілісності, підтримання заданого режиму функціонування для досягнення визначеної мети. Управляти ж процесами можна в конкретних, чітко описаних за просторовими, часовими, структурними, функціональними і екологічними параметрами системами. Такими системами у природному середовищі є ландшафти.

Систему раціонального природокористування і управління природними ресурсами М.М.Приходько визначає як упорядковану єдність заходів, що забезпечують тривале використання природно-ресурсного потенціалу і отримання максимально можливої кількості ресурсів, підтримання екологічної рівноваги і збереження ходу природних процесів у ландшафтах.

Інструментами системи раціонального природокористування і управління природними ресурсами є: 1) впровадження ландшафтно-водозбірної підходу до управління природними ресурсами; 2) визначення кількості природних ресурсів і пріоритетних функцій компонентів ландшафтів (рік, озер, боліт, рослинного покриву, ґрунтів) та врахування їх при плануванні використання ресурсів і соціально-економічного розвитку територій; 3) встановлення обмежень обсягів використання ресурсів та освоєння території; 4) виявлення антропогенних чинників впливу на природне середовище, нормування антропогенних навантажень, оцінка екологічних ситуацій і екологічного стану ландшафту; 5) збереження та відтворення біологічного і ландшафтного різноманіття, ренатуралізація біогеоценологічного покриву, формування регіональної екологічної мережі.

Запропонована М.М.Приходьком [102] модель системи раціонального природокористування і управління природними ресурсами має функціональні блоки, ієрархічний рівень структури, потоки інформації та систему прямих і зворотних зв'язків і ґрунтується на положенні про те, що зміни у системі зумовлені цими зв'язками. Вирішення питань раціонального природокористування і управління природними ресурсами будуть успішними лише за умови врахування питань охорони навколишнього природного середовища, а також ресурсо- і енергозбереження у всіх економічних і соціальних галузях (енергетика, промисловість, сільське, лісове і водне господарства, освіта, охорона здоров'я та ін.).

Взаємопов'язані проблеми раціонального використання природних ресурсів, захисту ґрунтів від ерозії, регулювання гідрологічного режиму рік і охорони поверхневих вод від вичерпання і забруднення є найбільш складними і важливими екологічними проблемами області. У зв'язку з цим, система виробничо-господарської діяльності повинна бути ґрунтоводоохоронною, а об'єктом комплексного управління – водозбір річки і сформовані в його межах ландшафти. На сільськогосподарських угіддях у рівнинних і передгірських ландшафтах рекомендується створювати ґрунтоводоохоронні комплекси, які М.М.Приходько розглядає як сукупність впроваджуваних у межах елементарного водозбору або групи водозборів організаційних і захисних (біологічних, інженерно-технічних) меліоративних заходів, що створюють нову цілісність і забезпечують формування оптимізованих ландшафтів. Ґрунтоводоохоронний землеустрій і комплекс меліоративних заходів повинні здійснюватися усіма землекористувачами і землеволодільцями як обов'язковий елемент технологічного процесу виробництва.

Важливою категорією управління є контроль за результатами здійснених управлінських рішень. Способом контролю є моніторинг, система якою розроблена як структурна модель регіонального моніторингу і оптимальної мережі пунктів постійного спостереження.

Особливе значення для забезпечення стабільності ландшафтів має збереження і відновлення біологічного і ландшафтного різноманіття. З цією метою для території Івано-Франківської області розроблена структура регіональної екологічної мережі, основою (ядрами) якої є 457 природно-заповідних територій та об'єктів, загальною площею 189,3 тис. га, а також екологічні коридори, які розміщуються уздовж основних річок (Дністер, Прут, Свіча, Лімниця, Бистриця Солотвинська, Бистриця Надвірнянська, Рибниця, Черемош, Свірж і Гнила Липа) (рис. 4.35, 4.36).

Усі наведені вище матеріали дозволили нам побудувати Екологічну карту Івано-Франківської області – перший її варіант у 1992р. (вона була опублікована у газеті «Галичина») (рис. 4.37) і другий, основний варіант – у 2006р. (рис. 4.61, табл. 4.8). На основі цієї карти виконано геоекологічне та еколого-туристичне районування. Останнє увійшло до «Маркетингової стратегії розвитку туризму в Івано-Франківській області», над якою протягом 2006р. працювала робоча група обласної ради під керівництвом І.В.Підлетейчука, О.В.Соколової та М.І.Ковалів, до складу якої входив і О.М. Адаменко. На карті еколого-туристичного районування виділено 5 зон туристичного використання території у залежності від їх екологічного стану (рис. 4.61):

1. Зони сприятливі для розвитку туризму та будівництва туристичних і готельних комплексів зі сприятливим екологічним станом;
2. Зони перспективного розвитку туристичної інфраструктури з нормальним екологічним станом;
3. Зони задовільних перспектив розвитку туризму;
4. Зони обмежених перспектив розвитку туризму, що вимагають додаткових екологічних досліджень;
5. Зони несприятливі для розбудови туристичної індустрії із-за екологічних обмежень.

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

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

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

Умовні позначення

Літосфера – геологічне середовище

- Площі розповсюдження небезпечних екзогеодинамічних процесів (зсувів, суфозій)
- Площі розповсюдження природного карсту
- Ділянки розвитку техногенного карсту
- Сучасні активні неотектонічні позитивні структури-брахіантиклінали зі швидкістю росту + 2-3 мм/рік
- Сучасні активні неотектонічні опускання – брахісинклінали, депресії зі швидкістю – 1-2 мм/рік

Геофізсфера

- Ізосейсти (бали землетрусів) сейсмічного районування
- Ділянки минулих і можливих нових землетрусів

Геоморфосфера – рельєф

- Площі розповсюдження селенебезпечних долин
- Активна донна та бокова ерозія з руйнуванням берегів рік

Гідросфера

Категорії (1-7) та класи (I-V) якості поверхневих вод

- Дуже брудні
- Брудні
- Помірно забруднені
- Слабко забруднені
- Досить чисті
- Чисті
- Дуже чисті

В точках відбору проб

- Дуже брудні
- Брудні
- Помірно забруднені
- Слабко забруднені
- Досить чисті
- Чисті
- Дуже чисті

Атмосфера

- Сумарні показники забруднення повітря (n- напружений та c- складний екологічні стани)

Педосфера – ґрунтовий покрив

- Сумарні показники забруднення ґрунтів важкими металами
- Радіаційне забруднення C_{s137} (кюрі/км²) від Чорнобильської катастрофи
- Геоекологічні полігони обласної система екологічного моніторингу

За даними кафедри екології, інституту екологічної безпеки і природних ресурсів ІФНТУНГ, Державного управління екоресурсів у Івано-Франківській області, Міннадзвичайних ситуацій України, Львівського національного університету ім. І. Франка, Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича, НДІ гірського лісівництва, Івано-Франківської обласної санітарно-епідеміологічної станції, Російського НДІ запівідної справи та мисливського господарства (м. Подольськ Московської області), Карпатського відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАНУ, ДНВП «Природа» Національного космічного агентства України та ін.

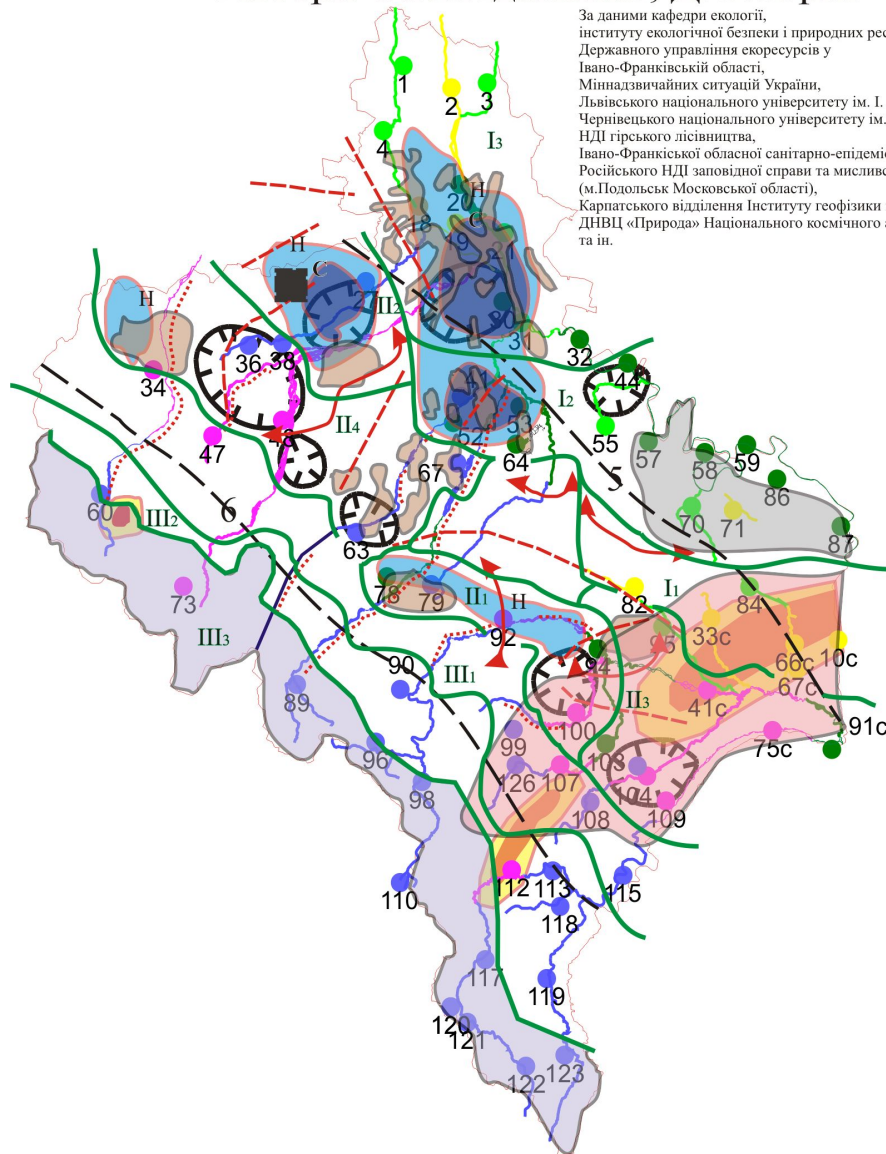


Рис. 4.61. Екологічна карта Івано-Франківської області (2006)

Автори О.М. Адаменко, Д.О. Зорін

**Ландшафтне та геоекологічне районування
Івано-Франківської області**

Ландшафтне районування	Геоекологічне районування
<i>Класи ландшафтів</i>	<i>Геоекологічні зони</i>
I – рівнинний	Покутсько-Придністровсько-Опільська геологічна зона з напруженим, складним і незадовільним екологічними станами
II – передгірський	Передгірська геоекологічна зона з задовільним, напруженим і складним екологічними станами
III – гірський	Гірська геоекологічна зона з сприятливим і задовільним екологічними станами
<i>Види ландшафтів</i>	<i>Геоекологічні підзони</i>
I ₁ – пластово-ерозійні височинні ландшафти Покуття	Покутська з радіаційним забрудненням, з задовільним і напруженим екологічними станами
I ₂ – пластово-ерозійні ландшафти Придністров'я з карстовими формами	Придністровська з задовільним екологічним станом
I ₃ – пластово-горбогірні ландшафти Рогатинського Опілля	Опільська з незадовільним, складним і напруженим екологічними станами
II ₁ – структурно-пластові ландшафти височин	Коломийсько-Косівська з задовільним екологічним станом
II ₂ – денудаційно-аккумулятивні ландшафти височин	Калуська з незадовільним, складним і напруженим екологічними станами
II ₃ – горбисто-грядові ерозійно-зеувні ландшафти межиріч	Рожнівська з задовільним екологічним станом
II ₄ – ландшафти аккумулятивних улоговин	Долинсько-Рожнятівсько-Богородчанська з складним, напруженим і задовільним екологічними станами
III ₁ – низькогірні флішеві ландшафти	Вишківсько-Делятинська зі сприятливим екологічним станом
III ₂ – середньогірські ландшафти	Яремчансько-Ворохтянська з задовільним і сприятливим екологічними станами
III ₃ – високогірно-полонинські ландшафти	Горгансько-Чорногірська зі сприятливим екологічним станом

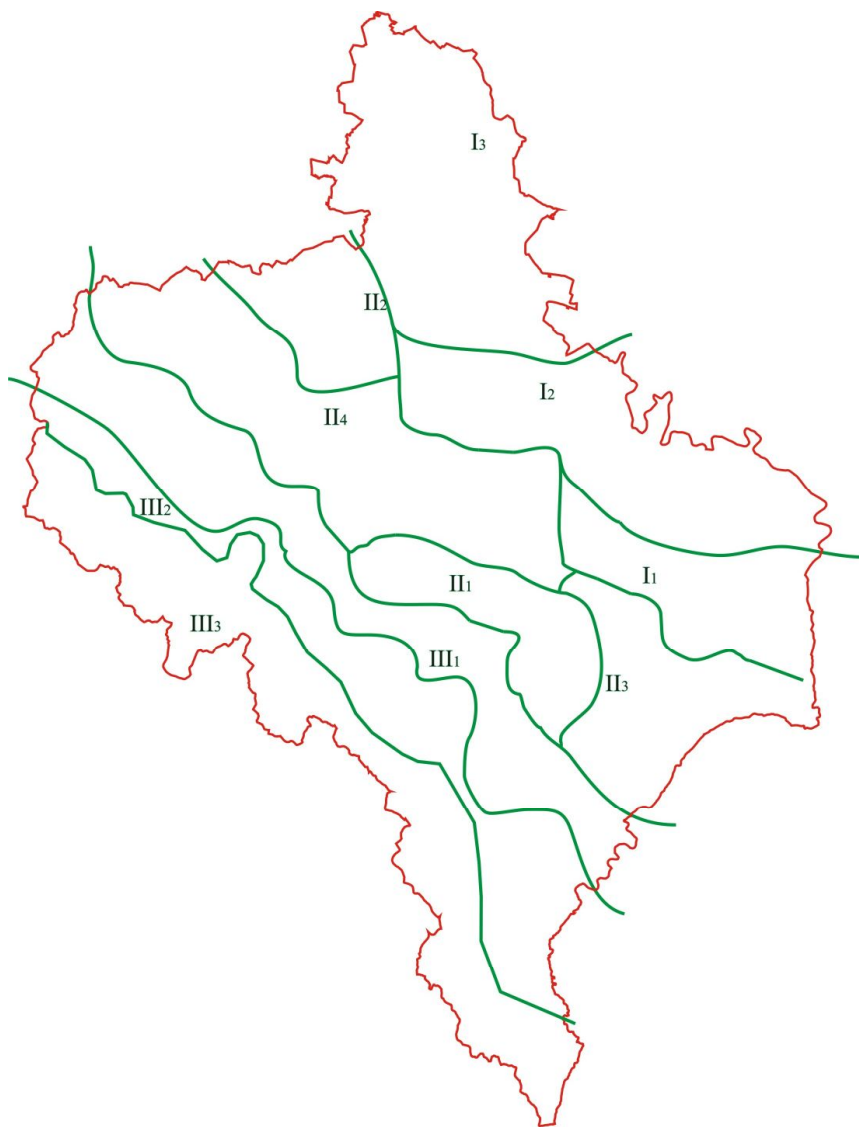


Рис. 4.62. Геоекологічні зони та підзони

Карта еколого – туристичного районування



Рис. 4.63. Карта еколого-туристичного районування

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

У «Маркетинговій стратегії розвитку туризму в Івано-Франківській області» необхідно передбачити написання та видання спеціальних науково-популярних брошур з кольоровими картами, макетами, фотографіями на кожний такий об'єкт.

5 ТЕРИТОРІЯ АДМІНІСТРАТИВНОГО РАЙОНУ

5.1 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА АДМІНІСТРАТИВНИХ РАЙОНІВ НА РІВНИННИХ, ПЕРЕДГІРСЬКИХ ТА ГІРСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ

На прикладі Богородчанського і Рогатинського районів (рис. 5.1) були розроблені КСЕБ для територій адміністративних районів [7, 8].

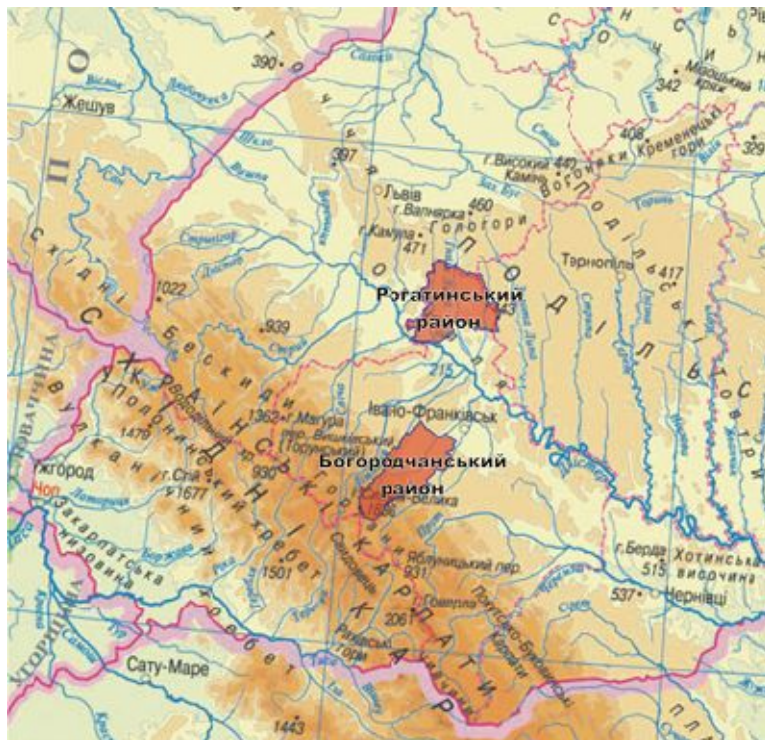


Рис. 5.1. Оглядова карта, М 1: 200 000

Богородчанський район Івано-Франківської області є унікальною територією, де природні та техногенні зміни геосистем значної інтенсивності знаходяться поряд з незайманими ландшафтами гірської частини Карпат. Цей район – своєрідна «транссекта», що пересікає з північного сходу на південний захід Передкарпатську височинну рівнину, передгір'я та низкогір'я і нарешті середньо – та високогір'я. На Передкарпатті розташований потужний «збуджувач» техносфери – Богородчанський газотранспортний вузол (рис. 5.2), де сходяться трансконтинентальні (Північ Сибіру – Західна Європа) магістральні газопроводи «Союз» і «Прогрес», тут же розташована Богородчанська газокомпресорна станція і Богородчанське підземне сховище газу. Трохи південніше, безпосередньо у передгір'ях знаходиться Старунський геодинамічний феномен, де на 60 га геологічної пам'ятки є техногенно змінені ландшафти з єдиним у Карпатському регіоні грязьовим вулканом, виходами нафти і газу на денну поверхню та унікальними захороненнями забальзамованої мамонтової фауни пізнього плейстоцену. Це джерело активних природних змін ландшафтів підсилено техногенними їх змінами – нафторозвідувальними свердловинами та озокеритовими копальнями. А далі, на південний захід, в тому ж Богородчанському районі ми спостерігаємо найбільш екологічно чисті ландшафти Карпатських гір, де знайшлося місце кільком санаторіям («Синьгора», «Гута» та ін.) і резиденції Президента України. Тому екологічна оцінка Богородчанщини має важливе як науково-теоретичне, так і практичне значення.



Рис. 5.2. Богородчанський газотранспортний вузел

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

У 2003-2004 рр. кафедрою екології ІФНТУНГ виконувались науково-дослідні роботи для створення геоінформаційної системи Богородчанського району. В результаті по моніторинговій мережі на 111 геоекологічних полігонах були відібрані проби ґрунтів, ґрунтових вод, атмосферного повітря та рослинності, які були проаналізовані на вміст важких металів (рис. 5.3, табл. 5.1), нафтопродуктів, радіонуклідів та пестицидів (всього на 12 забруднювачів). Комп'ютерна обробка аналітичних даних дозволила побудувати комплект еколого-техногеохімічних карт стану вказаних вище компонентів довкілля.

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

У 2009-2012 рр. на території Богородчанщини К.О.Радловська провела ще одне опробування ґрунтів, проаналізувавши проби на вміст важких металів електрохімічним методом на приладі «Екотест». Результати аналізів опробування наведені у таблиці 5.2.

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

Для цього вмісти елементів групуються за характерними інтервалами і для кожного інтервалу розраховується середній вміст **X**. Потім визначається фон і аномальний вміст кожного елементу у відповідних компонентах довкілля. На основі еколого-геохімічних досліджень різних авторів [7, 8] приймається, що регіональним геохімічним фоном є характерний вміст елементів у більшості (тобто у 2/3 або 66,6%) проб, за винятком проб з мінімальним (випадковим) і максимальним («ураганим») вмістами.

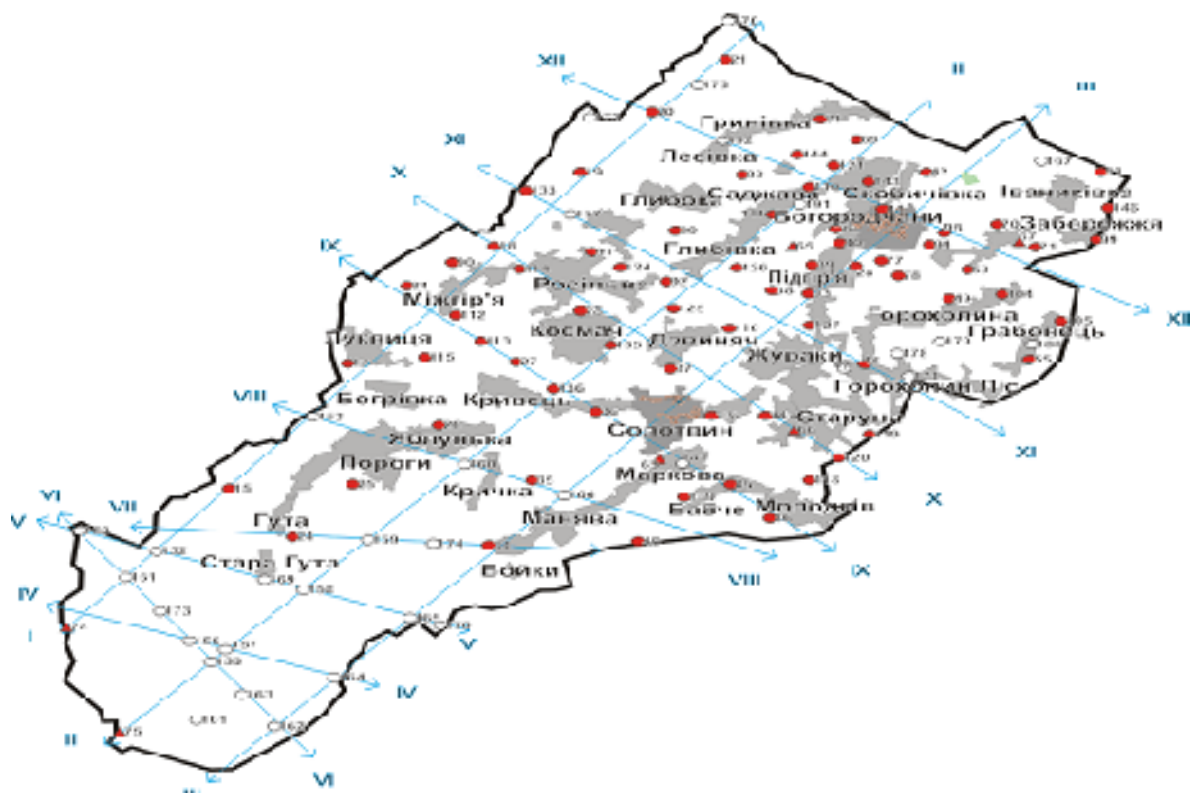


Рис. 5.3. Карта фактичного матеріалу Богородчанського району, М 1:50 000, К.О. Радловська, 2012; Л.Д. Потравич, 2003-2010

Таблиця 5.1

Реєстр відбору проб на території Богородчанського району

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

Закінчення таблиці 5.1

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

Всього 111 проб.

Таблиця 5.2

База даних результатів аналізів ґрунтів атомноадсорбційним методом, мг/кг

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

Всього 111 проб.

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

$$Z_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{\phi}}, \quad (5.1)$$

де Z_c – сумарний показник забруднення,
 C_i – вміст і-того елементу в конкретній пробі,
 C_{ϕ} – регіональний геохімічний фон елементу.

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

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

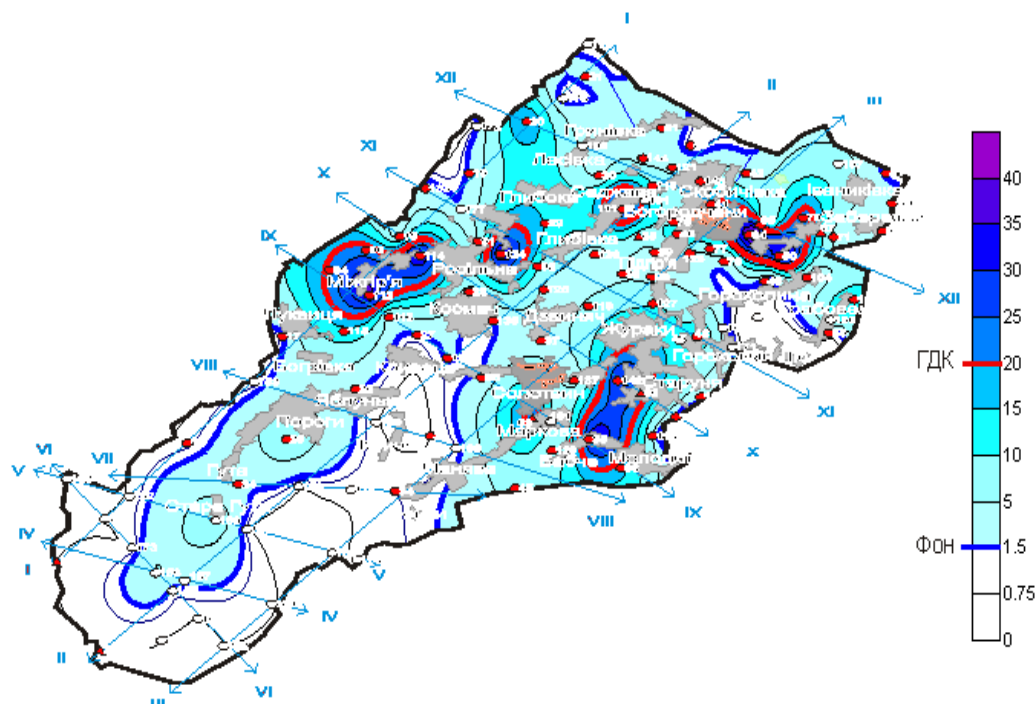


Рис. 5.4. Рв, мг/кг, в ґрунтах Богородчанського району

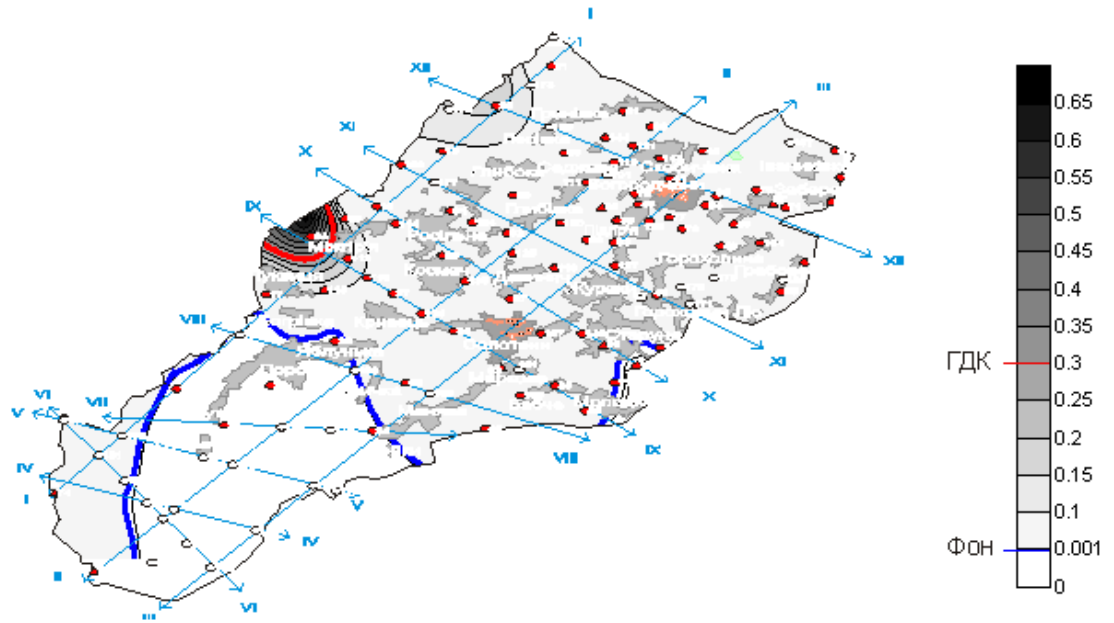


Рис. 5.5. Нафтопродукти, мг/кг, в ґрунтах Богородчанського району

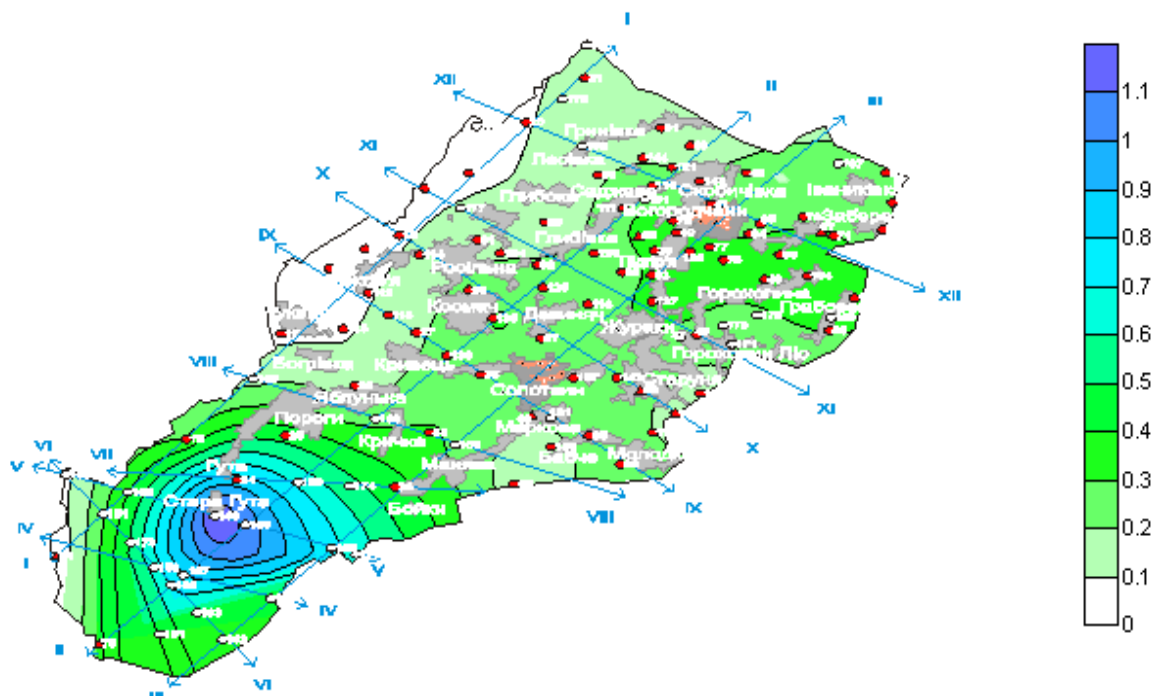


Рис. 5.6. Cs_{137} , Bq/cm^2 , в ґрунтах Богородчанського району

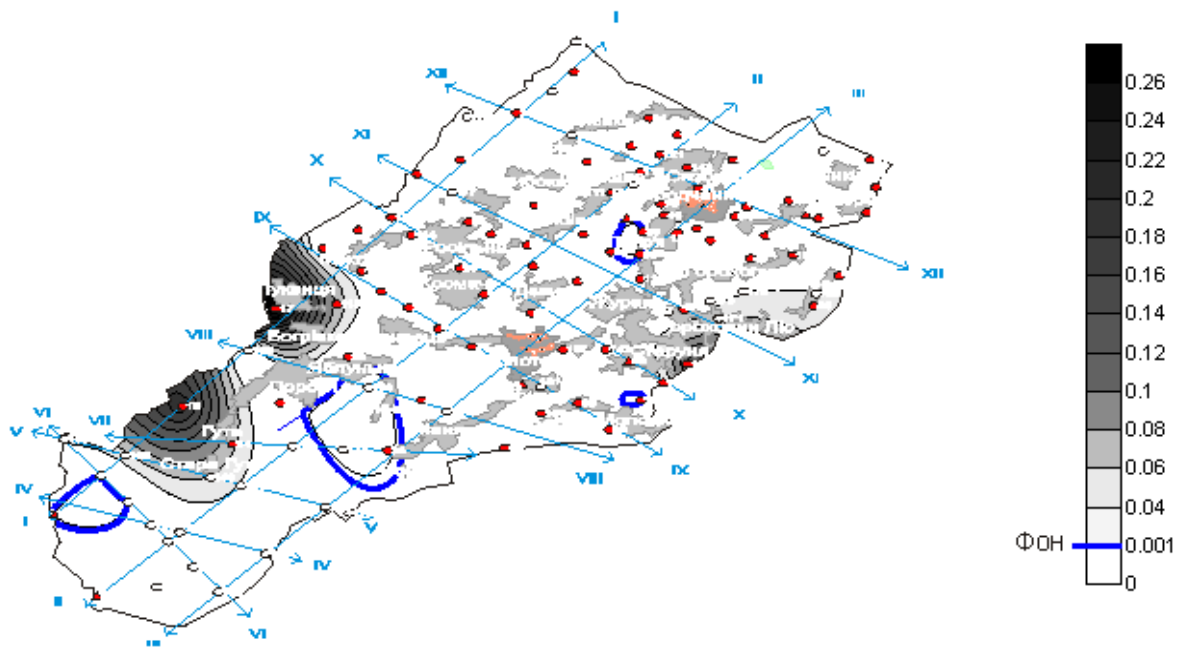


Рис. 5.7. ДДТ, мг/кг, в грунтах Богородчанського району

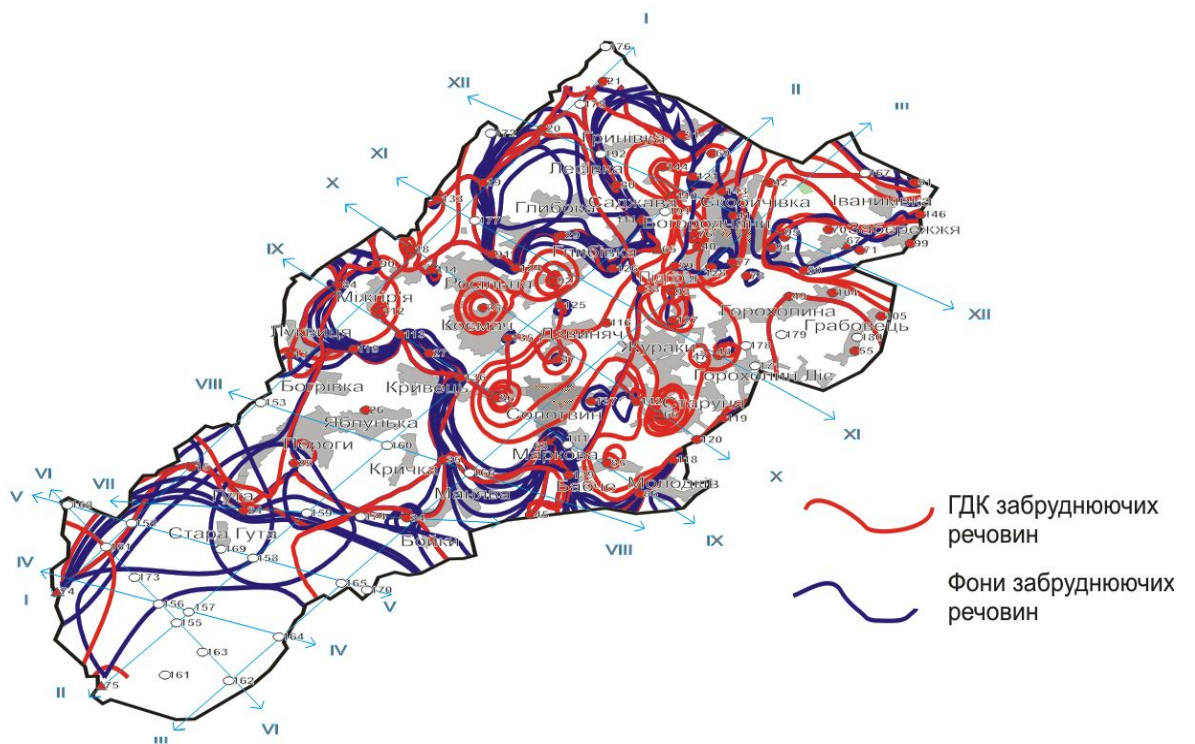


Рис. 5.8. Накладання по елементних карт ґрунтів Богородчанського району

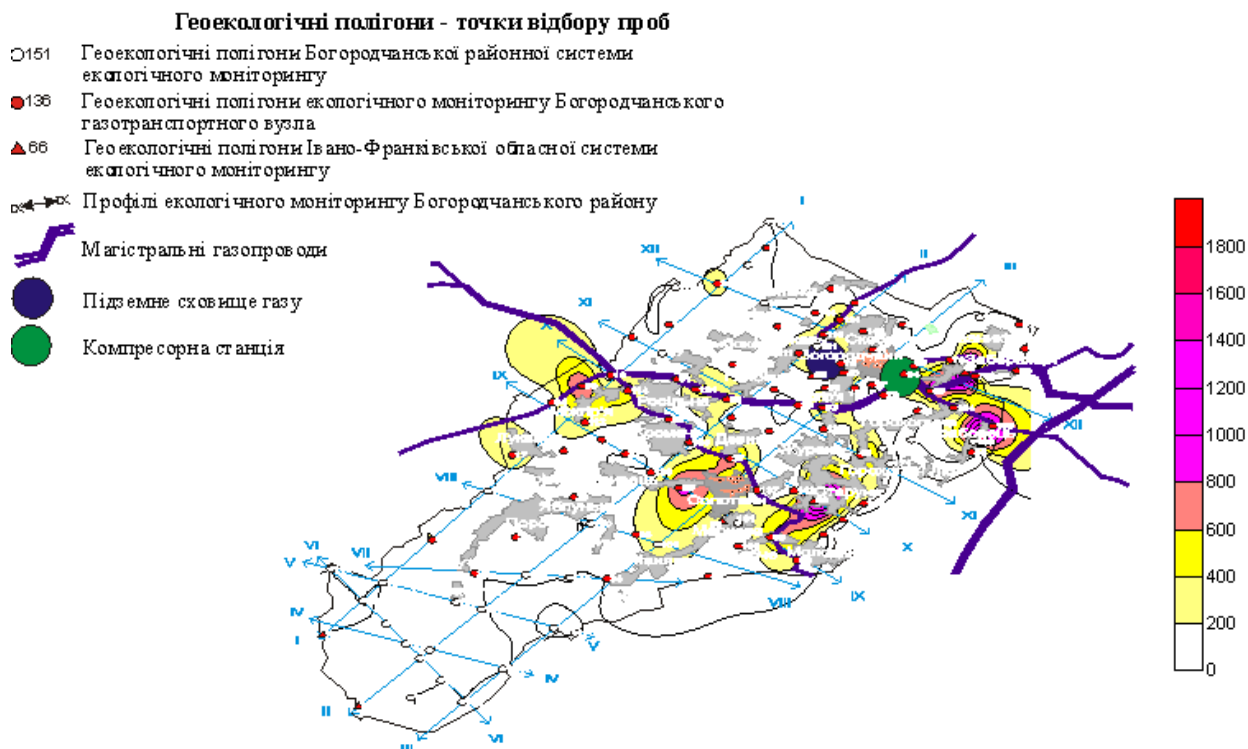


Рис. 5.9. Сумарний показник забруднення ґрунтів Богородчанського району та зв'язок забруднення з трасами магістральних газопроводів, компресорною станцією та підземним сховищем газу Богородчанського газотранспортного вузла

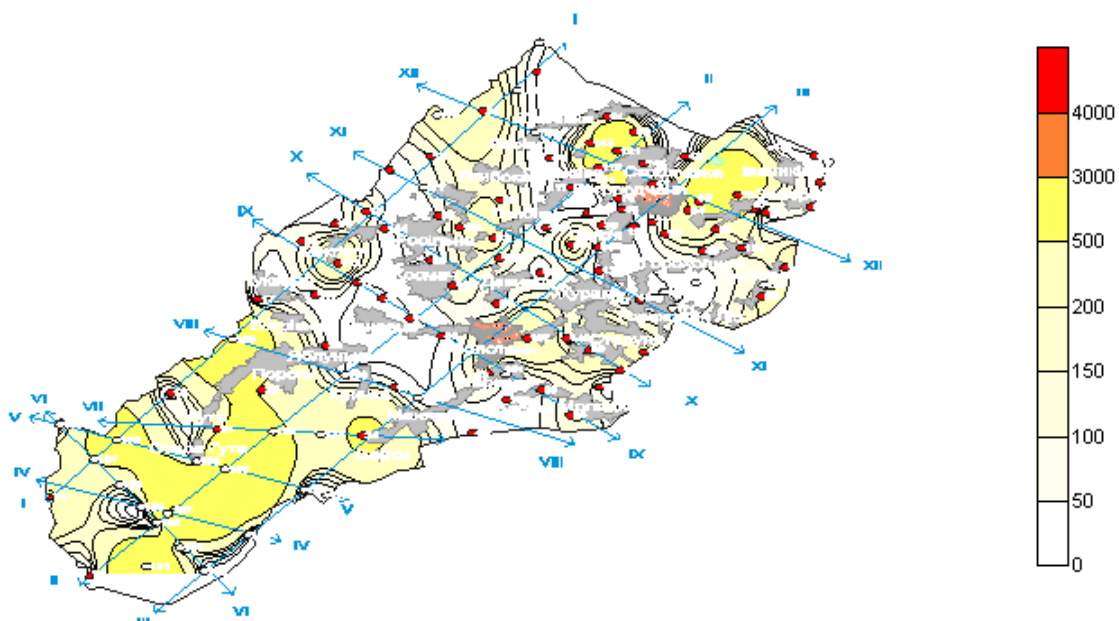


Рис. 5.10. Сумарний показник забруднення ґрунтових вод Богородчанського району

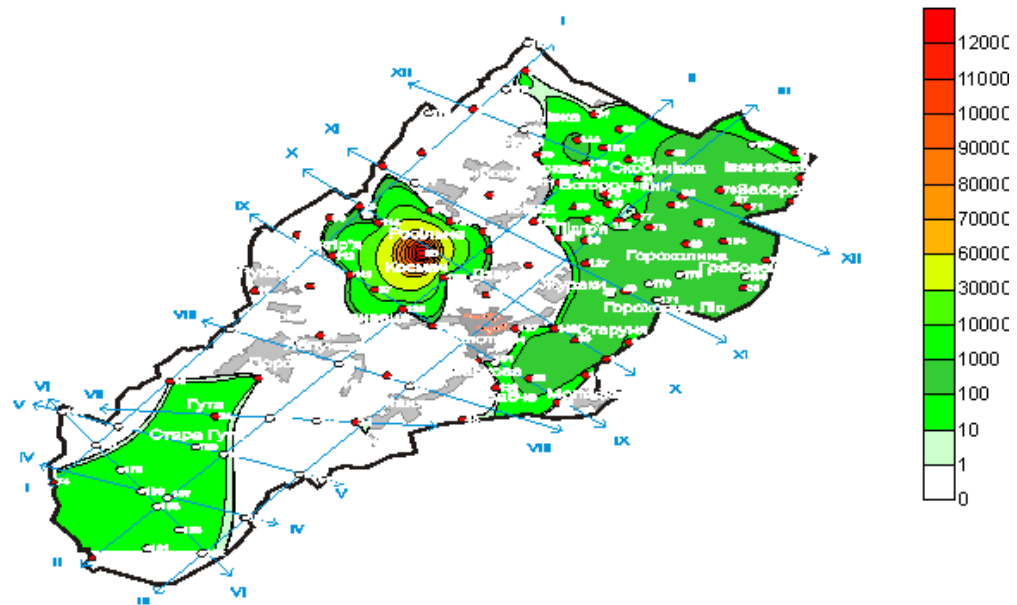


Рисунок 5.11. Сумарний показник забруднення в атмосферне повітря Богородчанського району

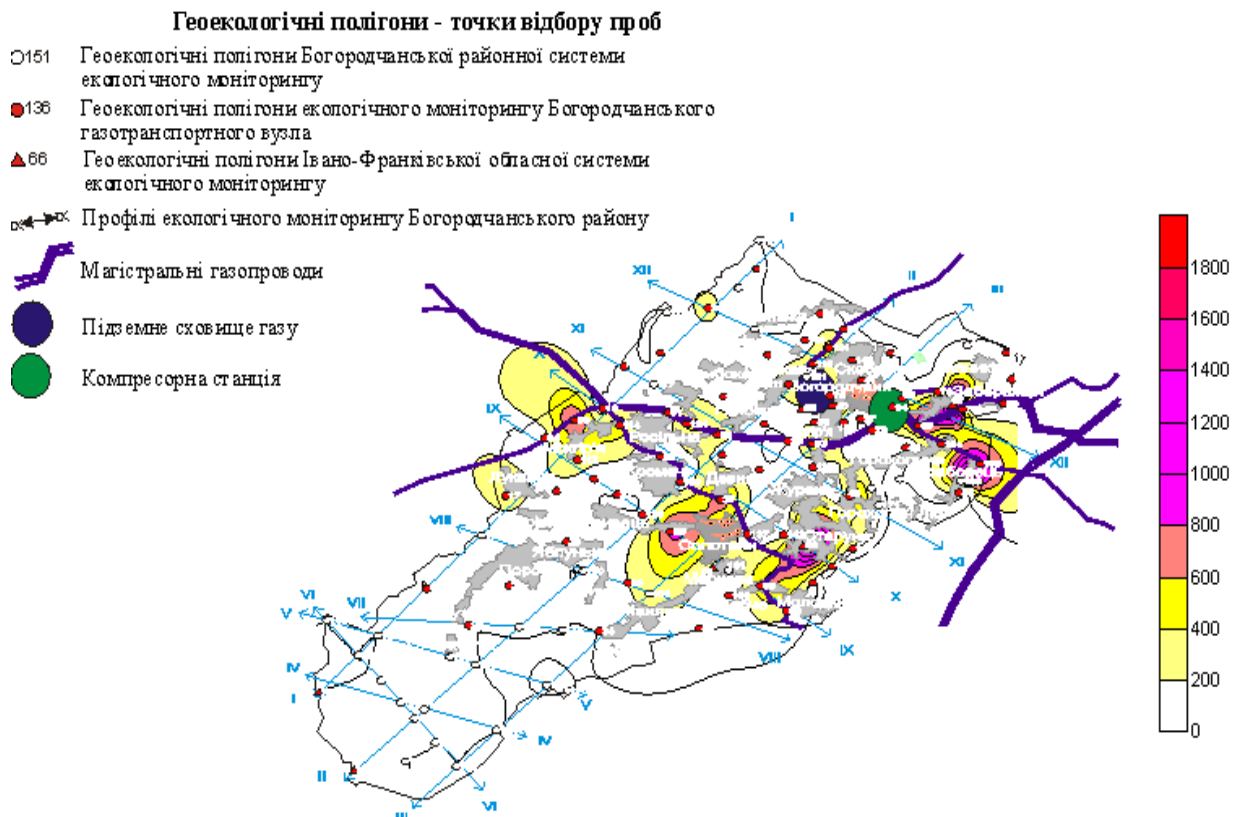
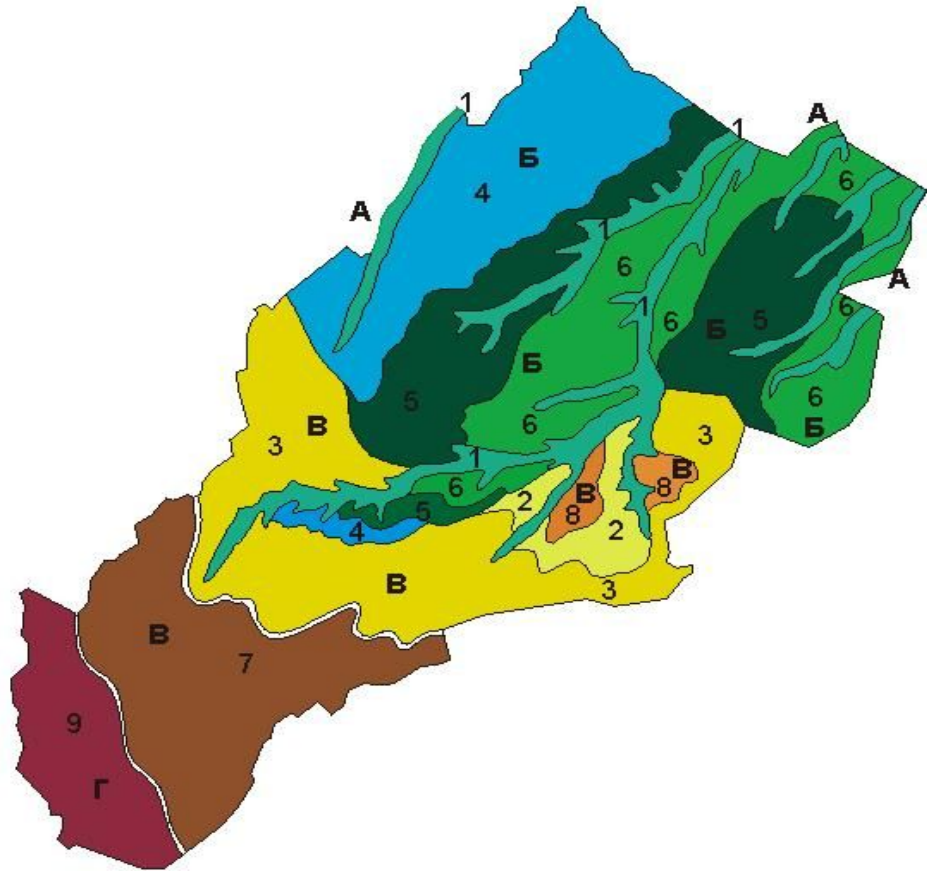


Рис. 5.12. Накладання сумарних показників забруднення в ґрунтах, ґрунтових водах і атмосферному повітрі Богородчанського району



УМОВИ ПОЗНАЧЕННЯ ДІО ЛАНДШАФТНОЇ КАРТОСХЕМИ ТЕРИТОРІЇ БОГОРОДЧАНСЬКОГО РАЙОНУ
КАРТА ПІДСЬОН. ПР. С. 83, 84, 85 А (ЧАСТИНА)
 Клас ландшафтів - місцеві ландшафтні ландшафти

Природний - Український Карпат
 А. Передгірний ландшафтний комплекс: високогірний комплекс

Мікроситі

- 1 Фізикогеографічно-геоморфологічний комплекс з переважно середньогірськими, високими і низькими височинами
- 2 Розчленований комплекс з фізико-гірським і гірсько-буковинським середньогірським, середньогірським комплексом
- 3 Діагонально-розчленований комплекс з фізико-гірським і гірсько-буковинським середньогірським і середньогірським комплексом
- 4 Розчленований комплекс з фізико-гірським і гірсько-буковинським середньогірським, середньогірським комплексом
- 5 Розчленований комплекс з фізико-гірським і гірсько-буковинським середньогірським, середньогірським комплексом
- 6 Низькогірський комплекс з фізико-гірським і гірсько-буковинським середньогірським, середньогірським комплексом

В. Ландшафтний комплекс: з переважно-гірським і гірсько-буковинським середньогірським комплексом

Мікроситі

- 7 Широкогірський комплекс з фізико-гірським і гірсько-буковинським середньогірським, середньогірським комплексом
- 8 Острівний комплекс з фізико-гірським і гірсько-буковинським середньогірським, середньогірським комплексом

Г. Ландшафтний комплекс: з переважно-гірським і гірсько-буковинським середньогірським комплексом

Мікроситі

- 9 Широкогірський комплекс з фізико-гірським і гірсько-буковинським середньогірським, середньогірським комплексом
- ~ Гідрологічний комплекс
 --- Гідрологічний комплекс

Рис. 5.13. Ландшафтна картосхема території Богородчанського району

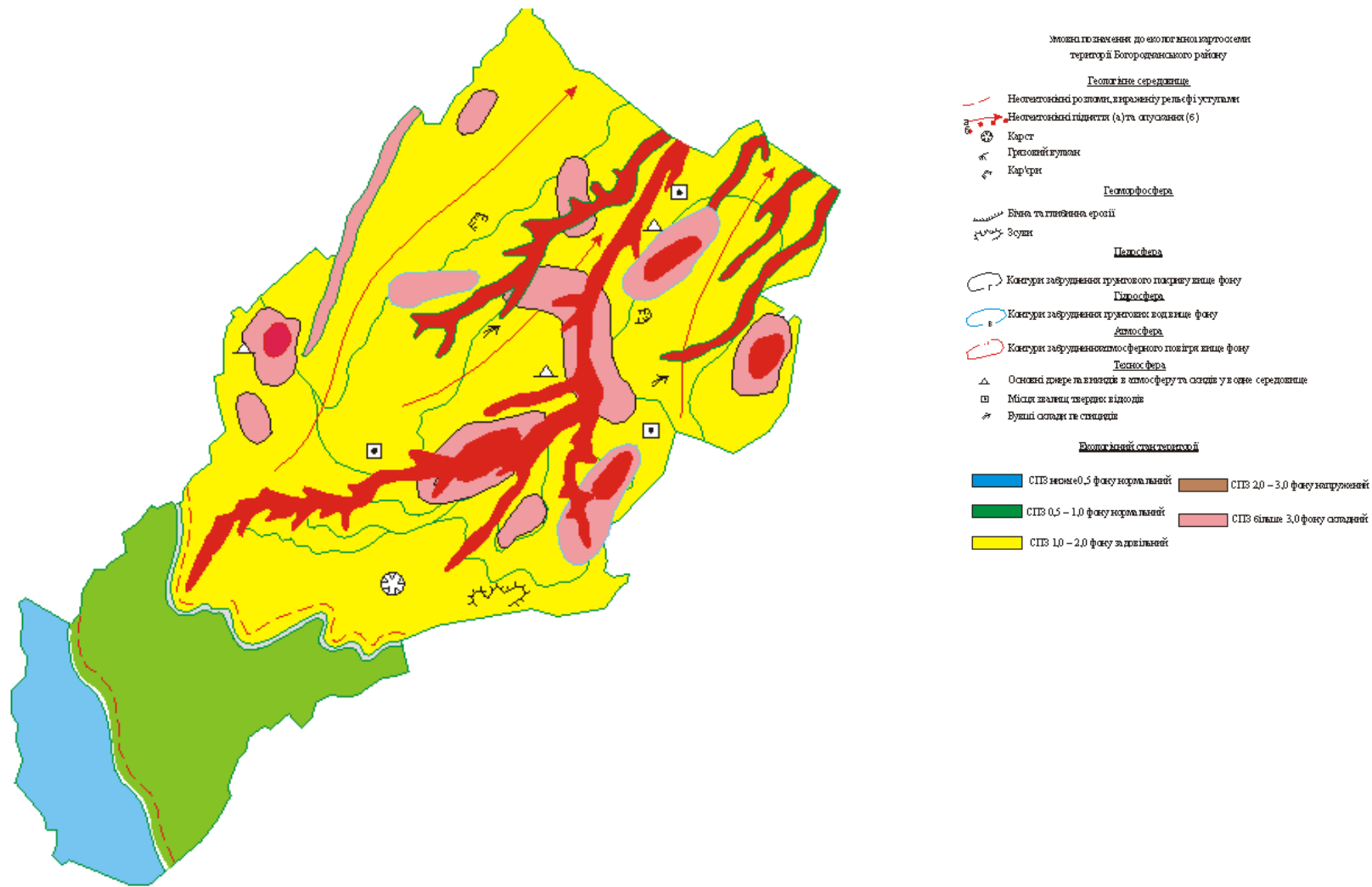


Рис. 5.14. Екологічна картосхема території Богородчанського району

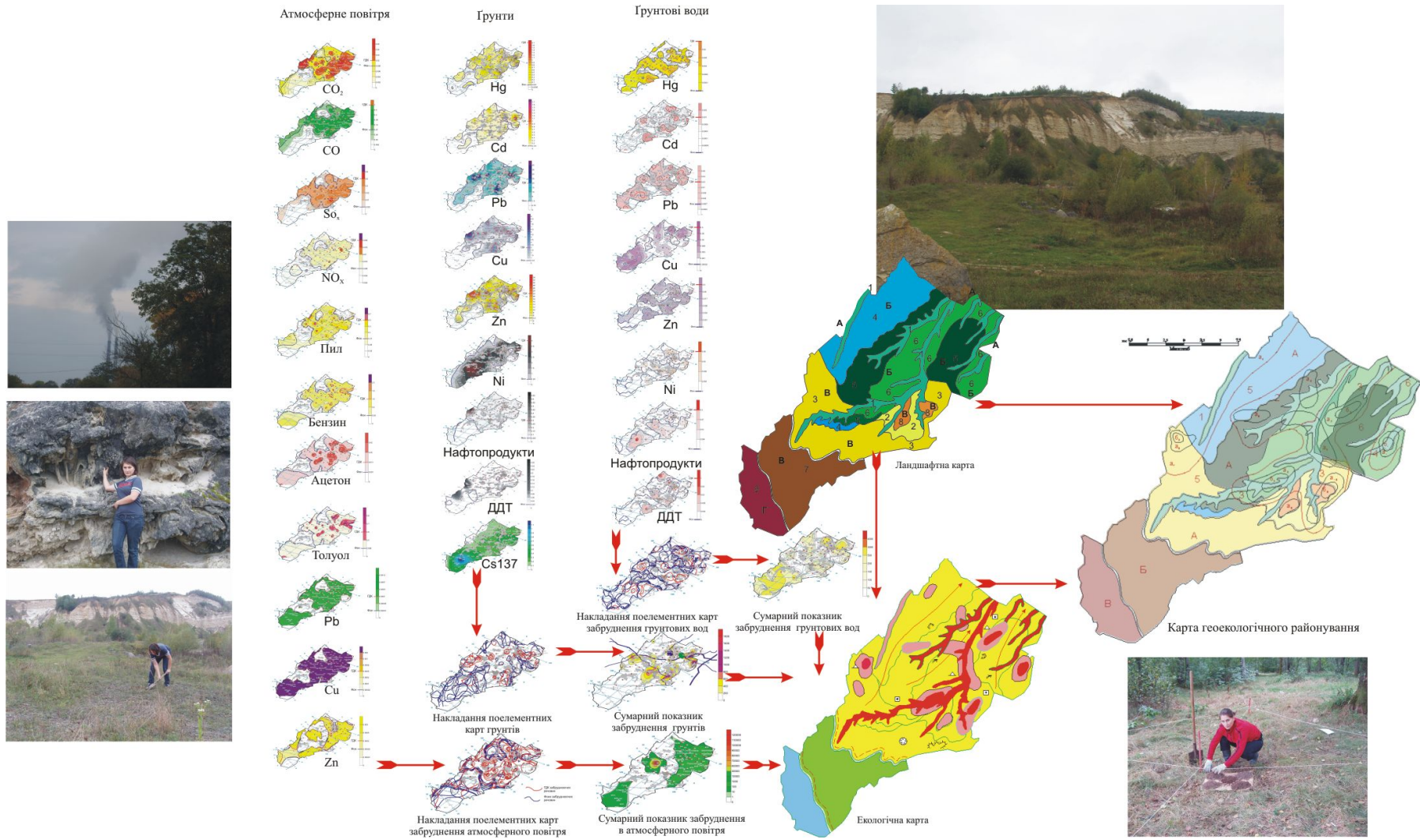


Рис. 5.15. Екологічні карти Богородчанського району

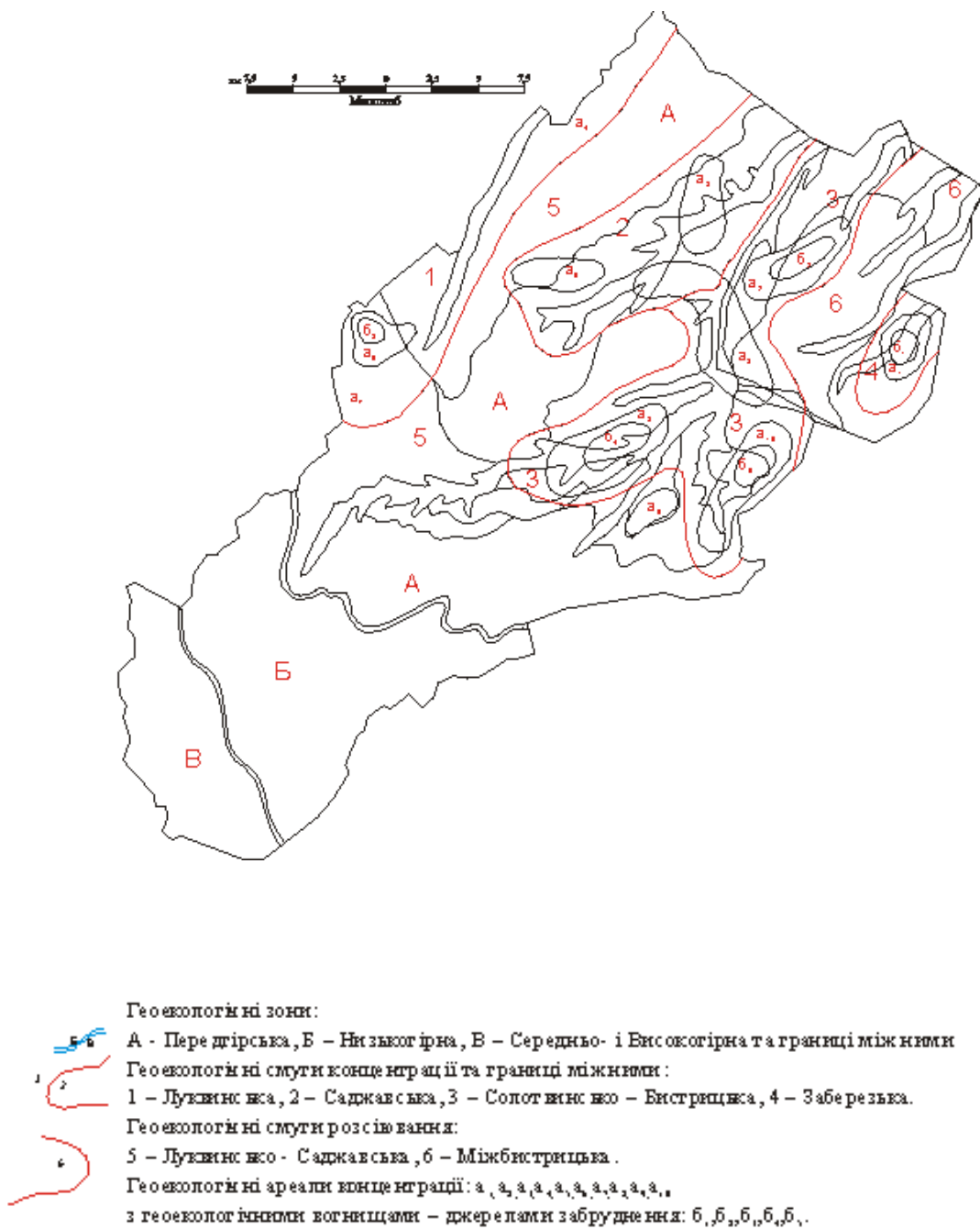


Рис. 5.16. Картохема геоекологічного районування території Богородчанського району

Для території Рогатинського району (рис. 5.1, 5.17) виконані аналогічні процедури та побудовані ландшафтна (рис. 5.18), екологічна (рис. 5.19 та карта геоекологічного районування (рис. 5.20).

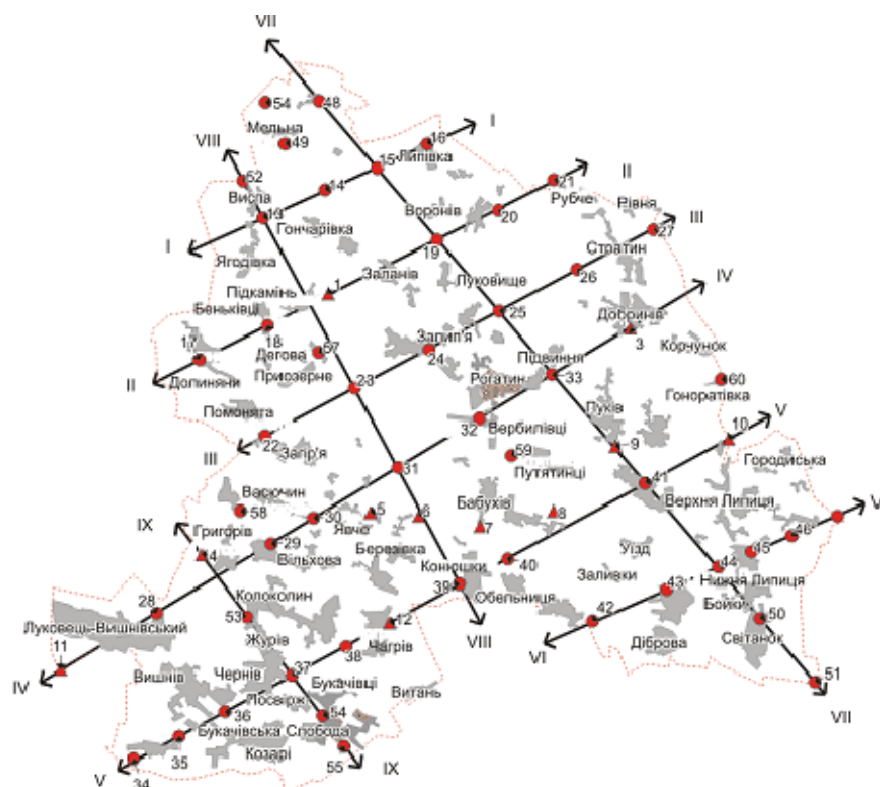


Рис. 5.17. Карта фактичного матеріалу Рогатинського району, М 1 : 50 000, К.О. Радловська, 2011-2013

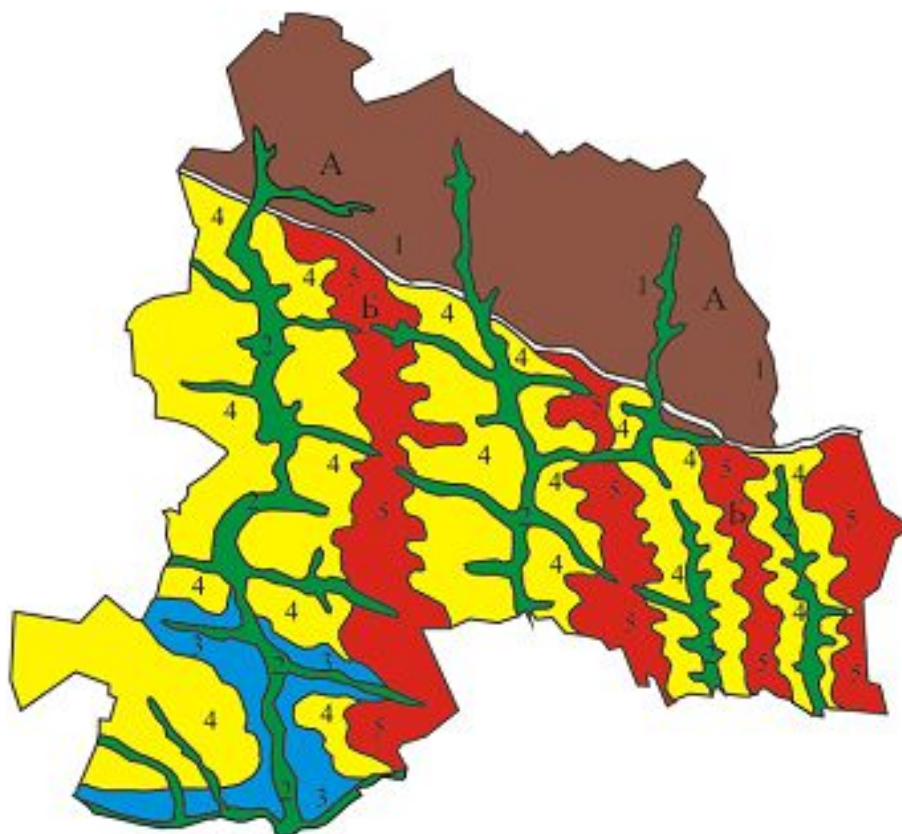


Рис. 5.18. Ландшафтна карта Рогатинського району М 1 : 50 000

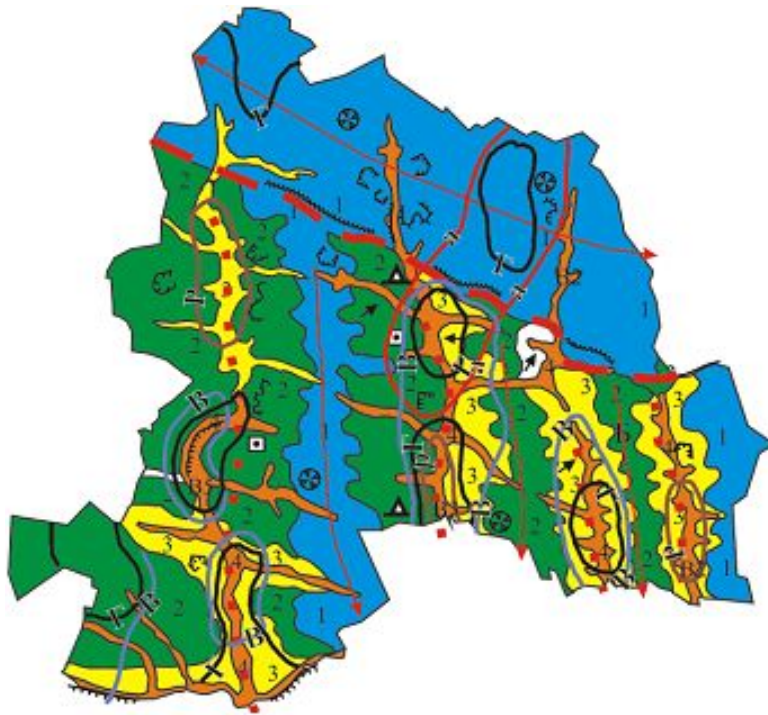


Рис. 5.19. Екологічна карта Рогатинського району М 1 : 50 000

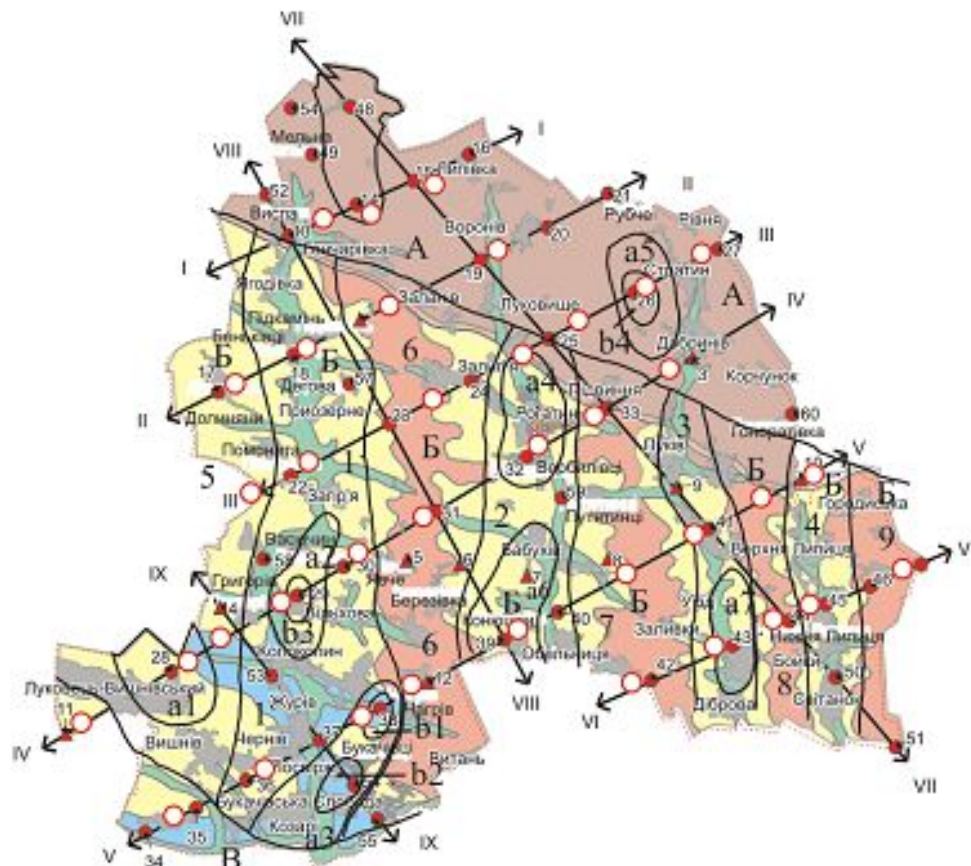


Рис. 5.20. Карта геоекологічного районування Рогатинського району М 1 : 50 000

Висновки. Для кожної геоекологічної структури Богородчанського і Рогатинського районів розроблені індивідуальні заходи з екологічної безпеки.

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

6 ТЕРИТОРІЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТУ

6.1 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТЕРИТОРІЇ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА

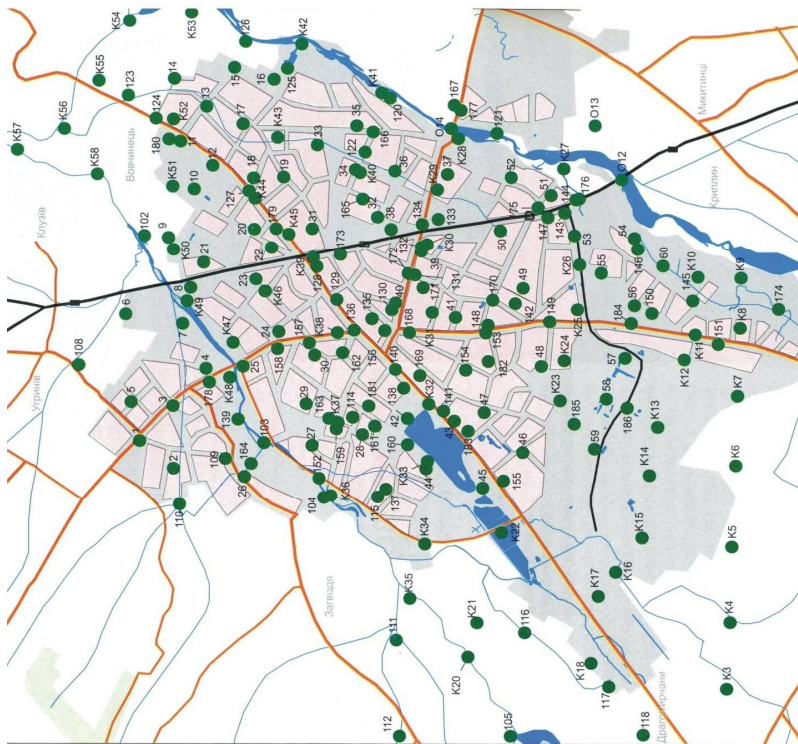
Найбільш напруженими ділянками з точки зору екології і умов проживання населення є міста. Це пов'язано з високою концентрацією джерел забруднення території, їх високою інтенсивністю, а також комплексним впливом на всі компоненти навколишнього середовища. Постійне зростання кількості транспорту, розвиток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

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

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

Проблема вивчення міст як середовища існування привертає увагу багатьох вчених і спеціалістів. Урбанізоване середовище насичене промисловими підприємствами, транспортними засобами, об'єктами житлово-комунального господарства, які впливають на природний ландшафт і людину, визначаючи загострення всіх проблем: ресурсно-господарських, природно-ландшафтних, соціально-демографічних. Зародження, специфіка становлення, особливості прояву міських проблем пов'язані з географічним положенням міста, природним ландшафтом, функціональною структурою, містобудівним плануванням, рівнем соціально-економічного розвитку. Важливим є вивчення взаємозв'язку між сучасною ситуацією, яка склалася в місті, і здоров'ям його мешканців. Отже, вивчення міського середовища потребує інтегрованого підходу, тобто використання закономірностей, принципів, концепцій, методів, розроблених в екології, біології, географії, містобудуванні, гігієні, естетиці, історії. Кінцевою метою ландшафтно-геохімічного дослідження міста є визначення ступеня відповідності міста (його компонентів) життєвим потребам людини для забезпечення її фізичного і морального здоров'я. Для визначення екологічної ситуації міста обґрунтовано розміщення розгалуженої сітки пунктів і станцій (рис. 6.1) спостереження за станом довкілля. За багатьма показниками така інформація є найціннішою для своєчасного виявлення загальних, високих та катастрофічних рівнів забруднень з можливістю визначення їх джерела та своєчасної локалізації.

Сучасна ситуація будь-якої території визначається не лише привнесенням забруднювальних речовин з джерел антропогенного походження, але й залежить від природних факторів. Тому важливим аспектом вивчення і аналізу сучасної ситуації стає комплекс досліджень, який вивчає природні умови території. Техногенне навантаження зумовлене функціонуванням на території міста різногалузевих промислових підприємств. В м. Івано-Франківську в 2011р. діяло 80 підприємств, які викинули протягом року в атмосферне повітря 690, 667 тонн більше 60 назв різних забруднювальних речовин (рис. 6.2).



М 1 : 25 000

Рис. 6.1. Карта фактичного матеріалу

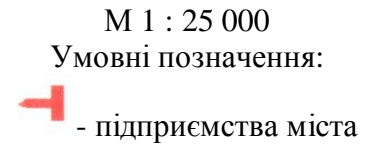
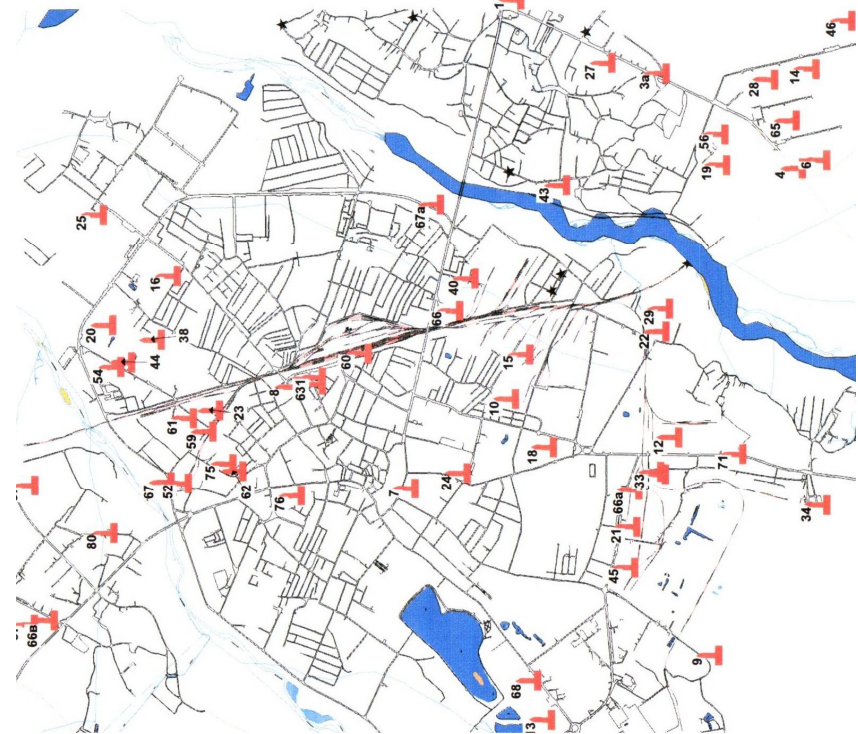


Рис. 6.2. Карта розташування підприємств на території міста Івано-Франківська (техносфера)

Основними змінними сполуками, що надходять в атмосферу від стаціонарних джерел, є оксид сірки, оксиди азоту, оксид вуглецю, завислі речовини (різного складу сажа, зола та ін.), леткі органічні сполуки, вуглеводні тощо.

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

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

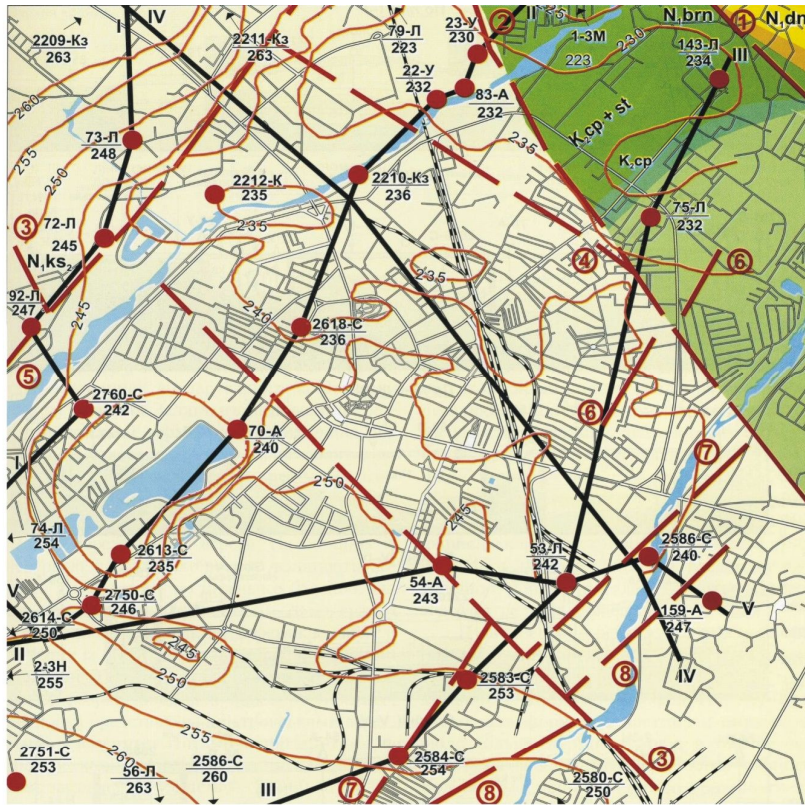
- 1) бази даних різних рівнів захворюваності населення у різних мікрорайонах міста по 28 хворобах згідно з діючою міжнародною класифікацією хвороб (МКХ);
- 2) бази даних щодо хімічного забруднення ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря й рослинності важкими металами, радіонуклідами, нафтопродуктами;
- 3) комп'ютерні карти сучасного стану геологічного середовища, геофізичних полів, геоморфосфери, ландшафтів;
- 4) електронні карти хімічного забруднення 12 компонентами ґрунтів, гідросфери, атмосфери й фітосфери;
- 5) карти екологічного стану техносфери міста.

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

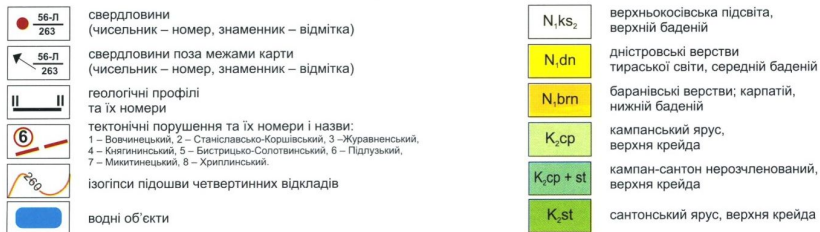
Для вирішення поставлених задач було обрано полігон на території, що повністю включає місто Івано-Франківськ у його адміністративних кордонах разом із прилеглими землями сільськогосподарського використання. На площі близько 100 км² була розбита мережа із 248 точок спостережень, які більш-менш рівномірно охоплювали весь полігон. Робочий масштаб польових досліджень 1:10000. Географічні координати й абсолютні висоти (альтitudи) точок спостережень визначені з допомогою ГІС MAP INFO з топографічної карти масштабу 1 : 10 000 [2] (рис. 6.1). Нижче наведемо результати ландшафтно-геохімічного вивчення кожного з компонентів урбосистеми м. Івано-Франківська.

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

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

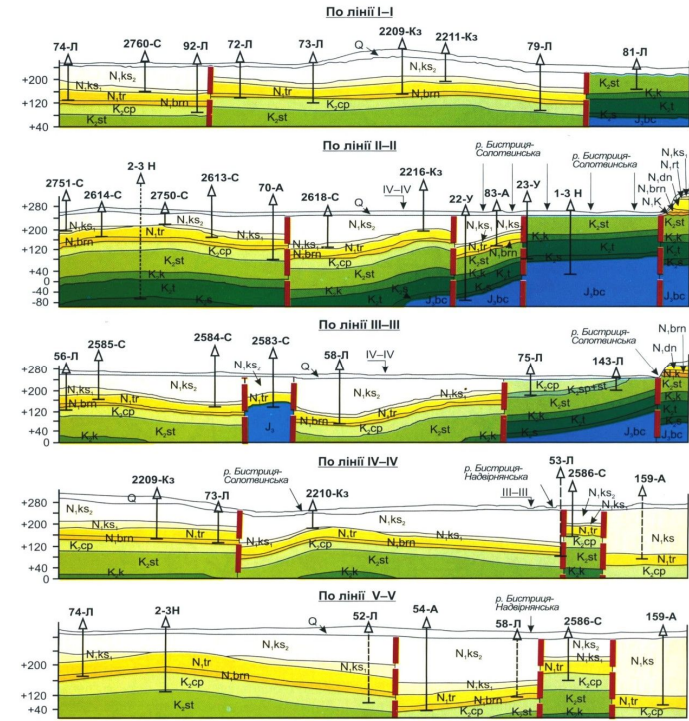


Умовні позначення:



М 1: 25 000

Рис. 6.3. Геологічна карта міста Івано-Франківська



Умовні позначення:



Верхня крейда



(закінчення)

Рис. 6.4. Геологічні розрізи (продовження)

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

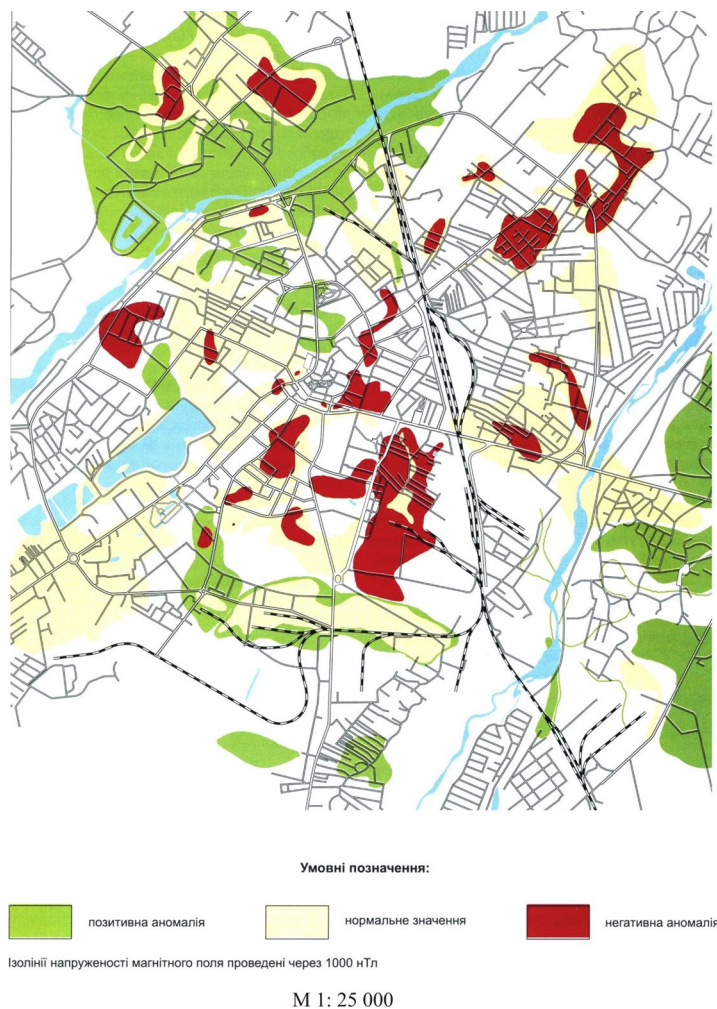


Рис. 6.5. Карта напруженості магнітного поля

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

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

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

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

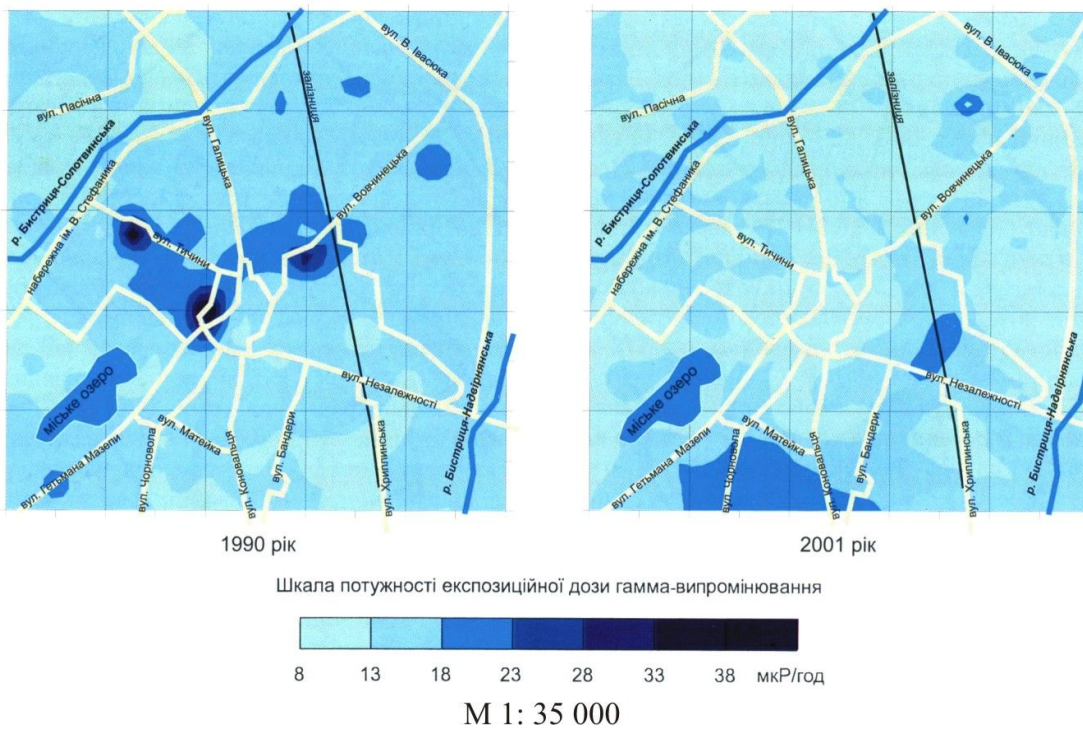


Рис. 6.6. Радіологічна карта

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



М 1: 25 000

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

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

Геоморфосфера (рельєф) відіграє дуже важливу роль у формуванні геосистем, визначаючи їх екзогеодинамічну активність, впливаючи на потенціальну енергію ландшафтів, на геохімічну активність природних і техногенних потоків забруднюючих речовин. Територія м. Івано-Франківська належить до Бистрицької улоговини з акумулятивно-рівнинним (улоговинно-терасовим) рельєфом із найнижчими в Пригорганському (Центральному) Передкарпатті гіпсометричними висотами (250–300 м). У структурному плані даній улоговині відповідає частина Зовнішньої зони прогину. В геологічному розрізі тут розвинуті глинисті відклади косівської світи (прутські та коломийські шари). Корінні породи прикриті потужною товщею алювіальних відкладів II й I надзаплавних терас і заплави (до 10-15 м). Формування Бистрицької улоговини пов'язане із плейстоценовими опусканнями цієї ділянки та одночасними підняттями Лімнице-Бистрицького межиріччя і прилягаючої частини Подільської плити. Геофлексура, що замикає Бистрицьку улоговину з півночі (Вовчинецькі гори), підтверджує її неотектонічне походження. Опускання відбувалися протягом усього плейстоцену, про що свідчить поступове зміщення ріки Бистриці-Надвірнянської в західному напрямі, а також накладена III тераса на південний захід від Отині. Внаслідок неотектонічних опускань у пізньому плейстоцені річки Бистриця-Надвірнянська, Бистриця-Солотвинська та Ворона сформували другу терасу, поверхня якої займає близько 95% усієї площі улоговини.

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

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

Значний забруднюючий вплив на природні поверхневі води здійснює поверхневий стік із водозбірної площі рік Бистриці-Надвірнянської й Бистриці-Солотвинської, особливо останньої, лівий берег долини якої досить швидко піднімається із 245 до 350 м. Із розораних схилів долини надходить значна кількість розчинених та завислих речовин органічного й мінерального походження: сполук сірки й азоту, важких металів, нафтопродуктів. Дослідження поверхневого стоку від злив у районі с. Загвіздя показало, що вміст

забруднюючих речовин у них іноді у 5-10 разів більший, ніж у неочищених промислових та побутових стоках. У цілому поверхневі води в межах Івано-Франківська мають задовільний стан, крім річок Рудка і Млинівка. Якість води по більшості показників відповідає вимогам до вод рибогосподарського використання, а вище міста - і для питного водопостачання.

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

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



Умовні позначення:

	чисті ($K_z < 1$)		помірно забруднені ($10 < K_z < 15$)		брудні ($20 < K_z < 25$)
	досить чисті ($1 < K_z < 5$)		забруднені ($15 < K_z < 20$)		дуже брудні ($25 < K_z < 30$)
	слабо забруднені ($5 < K_z < 10$)	K_z – сумарний коефіцієнт комплексного забруднення, значення в умовних одиницях			

М 1 : 25 000

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

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

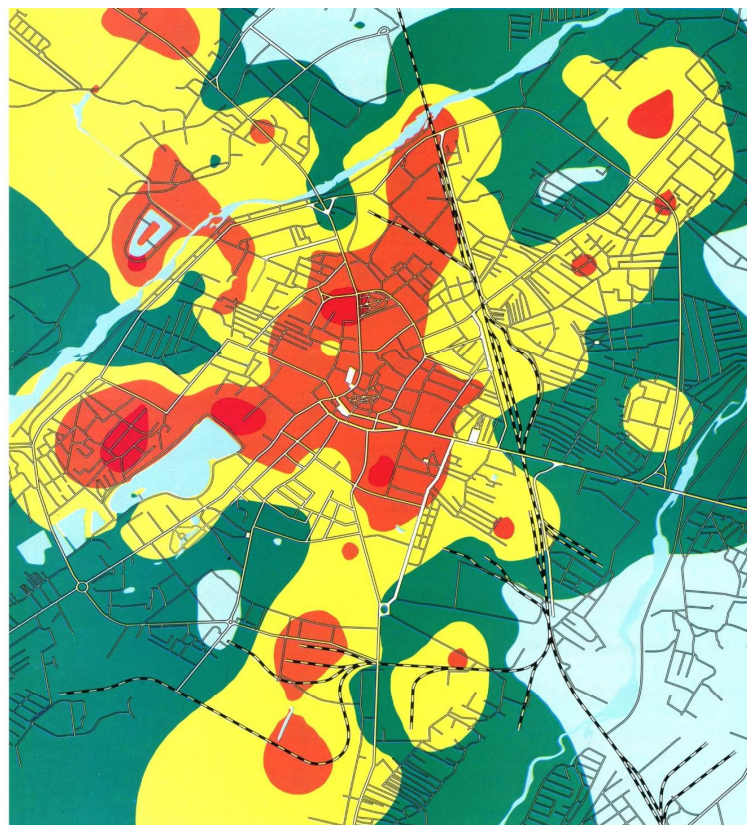
Таким чином, ґрунтові води на території Івано-Франківська поки що відповідають необхідним умовам для питного водоспоживання, за винятком тих контурів, які показані на *карті сучасного стану довкілля у місті* й окремих техногеохімічних картах стану ґрунтових вод.

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

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

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

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



М 1: 25 000

Рис. 6.9. Карта сумарного показника забруднення атмосферного повітря

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

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

мікрорайоні Пасічна, де відзначено підвищені рівні захворюваності населення. Se практично відсутній у міських ґрунтах, лише на правому й лівому берегах Бистриці-Надвірнянської перевищення ГДК по Se виявлені на місцях колишніх сміттєзвалищ.







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

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

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



Умовні позначення:

	чистий ($K_z < 21$)		слабо забруднений ($5 < K_z < 10$)		брудний ($15 < K_z < 20$)
	досить чистий ($2 < K_z < 5$)		забруднений ($10 < K_z < 15$)		дуже брудний ($20 < K_z$)

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

Рис. 6.10. Карта сумарного показника забруднення рослинного покриву

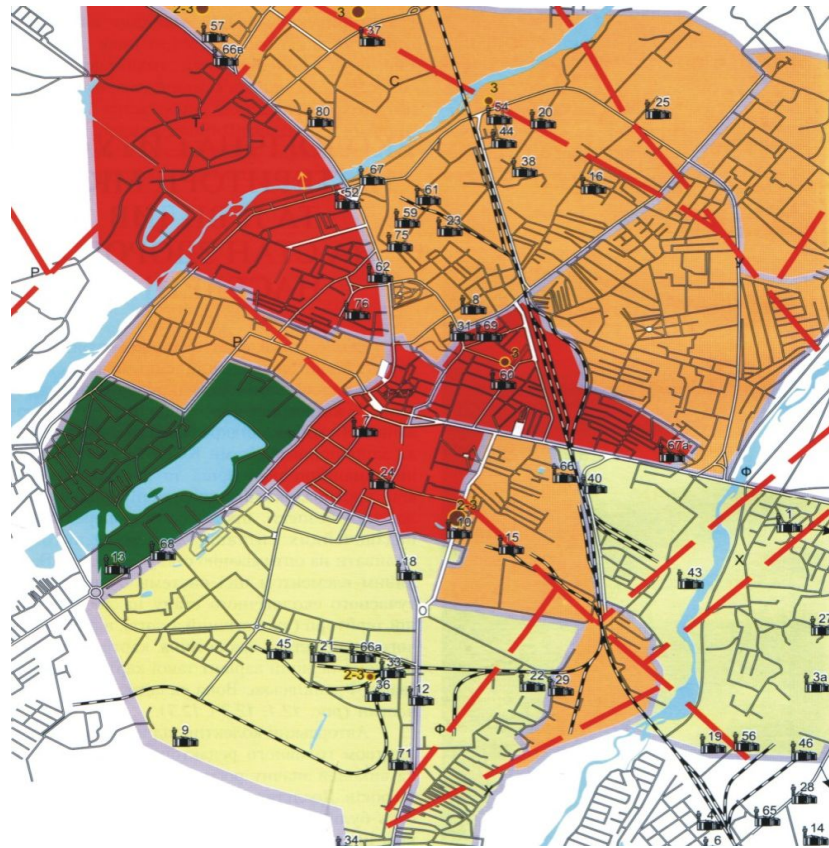
Більше половини (53 %) з обстежених 14 828 дерев певною мірою пошкоджені й не відповідають ландшафтно-естетичним вимогам. Серед пошкоджень деревних порід переважають фітозахворювання. Основні з них - ракові виразки, чорна й коричнева плямистість на листках, хлороз листя, некроз гілок та ін. За даними фізіологічно-біохімічних досліджень, які проводилися на листю та хвої деревно-чагарникових порід, найпошкодженіші зелені насадження виявлено в районі фірми «Барва», а також біля заводів «Індуктор», «Полімер», шкірфірми, ПАТ «Івано-Франківськцемент» та ін. Дослідження розповсюдження лишайників на деревах виявило кілька ліхеноіндикаційних зон, які є індикаторами чистоти атмосфери. Найзабрудненіші зони, де повітря не сприяє розвитку лишайників, виявлені біля локомотиворемонтного заводу, Хриплинського промвузла, ПАТ «Івано-Франківськцемент» та фірми «Барва».

На території міста в тих самих точках, де відбиралися проби ґрунтів, води й повітря, було проведено опробування листя тополі, липи й каштана для визначення їх забруднення важкими металами. За допомогою аналітичних досліджень атомноадсорбційним методом у листю було виявлено Hg, Be, Cd, Co, Pb, As, Se, Cu, Cr, Zn, Fe, Al у кількостях, що дали змогу побудувати цілий комплект *комп'ютерних техногеохімічних карт сучасного стану рослинності* (рис. 6.2).





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

Техносфера міста Івано-Франківська впливає як на урбосистему, так і на здоров'я населення. 80 діючих підприємств створюють антропогенне (техногенне) навантаження на ґрунти, водне середовище, атмосферне повітря та інші компоненти урбосистеми. Площа міської території - 3 648 га, забудована на 75 %. Населення - 252,6 тис. осіб. Житловий фонд становить 2,9 млн. м². Середньодобова потужність водопроводу -108,8 тис. м³, каналізації - 250 тис. м³, очисних споруд - 145 тис. м³. За останні 10 років у місті спостерігалось значне щорічне зменшення споживання води, і в 2007 році цей показник складав 30,7 млн. м³. Обсяги забруднення водних об'єктів теж зменшувалися. Так, у 2000 році в поверхневі водотоки скинуто 53,9 млн. м³ стічних вод, а це 28,69 тис. тонн різноманітних забруднюючих речовин, у тому числі хлориди, сульфати, азот, амонійний. У двох Бистрицях спостерігається перевищення ГДК деяких речовин. 2006 року в атмосферне повітря міста стаціонарні джерела 80 підприємств та пересувні засоби (близько 40 тис. автомобілів) викинули 15,9 тис. тонн шкідливих речовин, що на 11,5 % більше, ніж у 1998 році. 95 % забруднень міського повітря надходить від автотранспорту.



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



Умовні позначення:

 Сприятливий стан (3 екологічна зона) – природний	 Напружений стан (4, 5, 7, 10, 12 екологічні зони) – порушений антропогенними процесами
 Задовільний стан (1, 2, 11 екологічні зони) – порушений природними процесами	 Складний стан (6, 8, 9 екологічні зони) – порушений природними й антропогенними процесами

Ці стани в урбоекосистемі м. Івано-Франківська ще не досягнуті, але вони є в інших містах, особливо у Придніпровсько-Донецькому регіоні

 Незадовільний стан – починаються незворотні зміни в екосистемах	 Критичний стан – починається руйнування екосистем
 Передкризовий стан – незворотні зміни зростають	 Катастрофічний стан – екосистеми зруйновані
 Границі та номери зон різного екологічного стану міського середовища	 Місця складування твердих промислових і побутових відходів (сміттєзвалища, накопичувачі, відвали та ін.); цифра – клас токсичності відходів
 Точки розташування підприємств та їх номери в переліку	 Тектонічні розломи в докембрійському фундаменті й фанерозойському платформовому чолі та неогеновому прогні, активізовані в антропогені – можливі прояви сейсмічності та геопатогенного випромінювання
 Місця випуску стічних вод у поверхневі водойми	

М 1: 35 000

Рис. 6.11. Екологічна карта міста Івано-Франківська

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

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

Порівняно з 1991 роком темп росту цих показників у 2004 році склав 168,2 %, що забезпечило 4,8 % щорічного приросту на одну ЕД. Найвищі показники загальної захворюваності реєструвалися в жителів територій, які належать до ЕД № 2 (кінець вул. Коновальця, виїзд на с. Цуцилів та навколишні вулиці – $853,0 \pm 8,0$ %), ЕД № 11 (вулиці Хриплинська, Микитинецька, Нова – $837,1 \pm 8,9$ %), ЕД № 5 (мікрорайон „Позитрон” – $813,5 \pm 7,1$ %), ЕД № 6 (мікрорайон Пасічна – $813,1 \pm 7,1$ %), ЕД № 9 (старий центр міста - вул. І. Франка, район залізничного вокзалу – $812,1 \pm 7,15$ %). Найменші рівні поширеності

захворювань (але це у 2,5-2,8 раза більше, ніж у 1991 році) відзначені на ділянці № 10 (687,5±9,9 % – вулиці Київська, Товарна, частина вул. С. Бандери тощо) та № 3 (693,9±9,9 % – район с. Крихівці, вул. Об'їзна та ін.). Негативні зміни ситуації полягають у тому, що, на фоні загального збільшення показників відмічається формування нових ЕД, значущих з точки зору захворюваності. Зокрема виявляються такі території, які потребують підвищеної уваги медичних працівників, фахівців з екології: мікрорайон „Позитрон”, територія Хриплинського комплексу і аеропорту, при збереженні значущості колишніх домінуючих зон (старий центр міста, мікрорайон Пасічна).

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

Бальна оцінка сучасного стану компонентів міського середовища хоч і є досить умовною, але все ж таки відображає відносні рівні трансформованості кожного показника. Спираючись на них, ми виконали прогноз можливих змін компонентів урбосистеми залежно від різних сценаріїв соціально-економічного розвитку міста. Ми прийняли такий варіант розвитку, коли техногенне навантаження буде підсилюватися, тобто зберігатиметься та тенденція, яка склалася зараз у розвитку міської інфраструктури. Це дає змогу міській владі розробити відповідні стабілізаційні заходи.

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

Висновки:

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

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

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

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

7 ТЕРИТОРІЯ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

7.1 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТЕРИТОРІЇ ПАТ «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКЦЕМЕНТ»

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

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

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

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

Сучасний стан та сучасна ситуація будь-якої території визначається не лише привнесенням забруднювальних речовин з джерел антропогенного походження, але залежить від природних факторів. Тому важливим аспектом вивчення і аналізу сучасної ситуації стає комплекс досліджень, який вивчає геологічні умови території, її будову, рельєф, що зумовлює розвиток небезпечних екзогенних та ендемогенних процесів, а також є передумовою для утворення певного типу ґрунтів; режим підземних і ґрунтових вод в комплексі з метеорологічними умовами території (кількість опадів), що дає уявлення про міграцію, дебіт та якість вод; напрямки і швидкість переважаючих вітрів, від яких залежать швидкість осідання і міграція забруднювальних речовин. Ландшафтні умови території дають можливість аналізувати сучасну ситуацію з точки зору ступеня стійкості території до трансформації. Ці і ряд інших чинників мають визначальний вплив на формування сучасної ситуації території досліджень.

З метою більш-менш повного охоплення всіх природних та природно-антропогенних геосистем впливу території ПАТ «Івано-Франківськцемент» ми розробили мережу спостереження, яка включає 16 профілів з 77 ландшафтно-геохімічними (геоекологічними) полігонами – точками, де були відібрані проби ґрунтів, атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод та рослинності для визначення їх забруднення різними хімічними речовинами (рис. 7.1, табл. 7.1, 7.2).

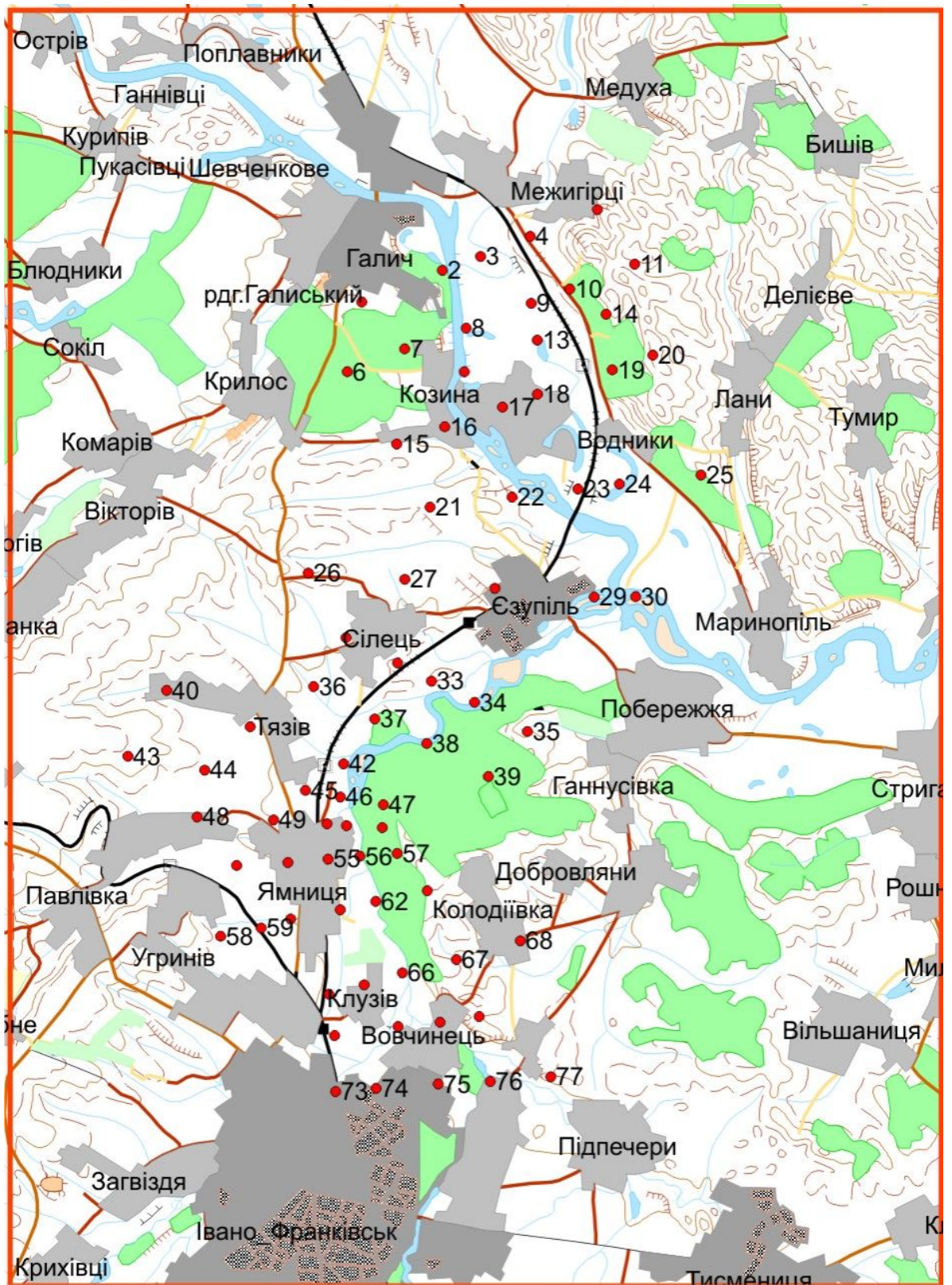


Рис 7.1. Карта фактичного матеріалу

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

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

Всього у базі даних 77 полігонів

Координати точок спостережень

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

Всього 77 точок

Така мережа є достатньою для проведення екологічного аудиту, а потім і моніторингу довкілля в зоні впливу господарської діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент».

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

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

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

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

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

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

*Всього у базі даних 77 проб.

Таблиця 7.4

Характеристика джерел викидів шкідливих речовин цементного виробництва

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

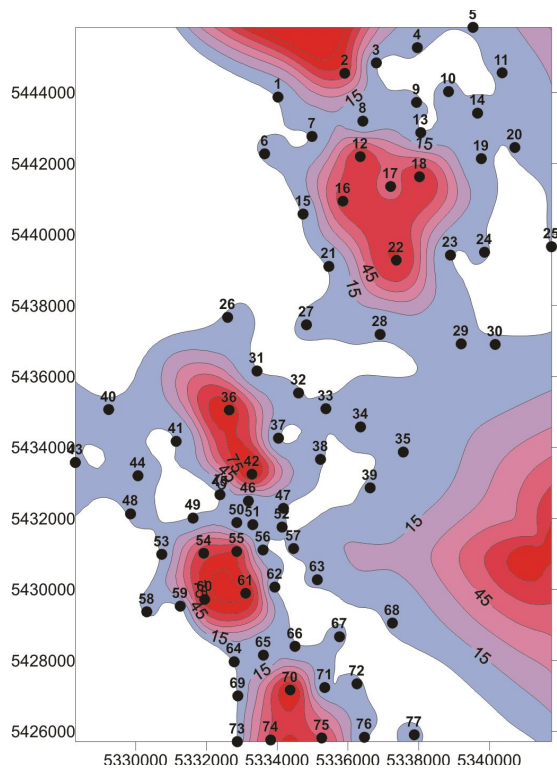


Рис. 7.2. Карта розповсюдження свинцю в ґрунтах

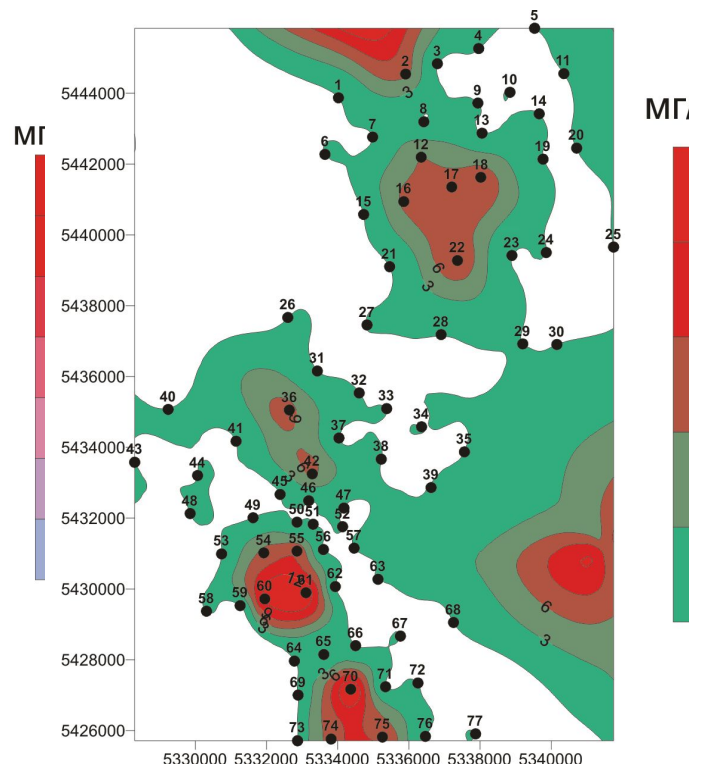


Рис. 7.3. Карта розповсюдження кобальту в ґрунтах

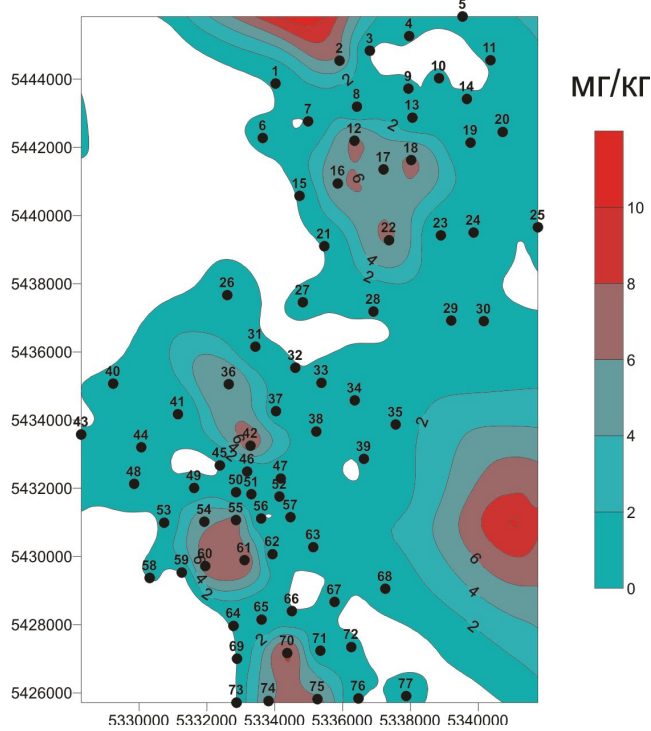


Рис. 7.4. Карта розповсюдження міді в ґрунтах

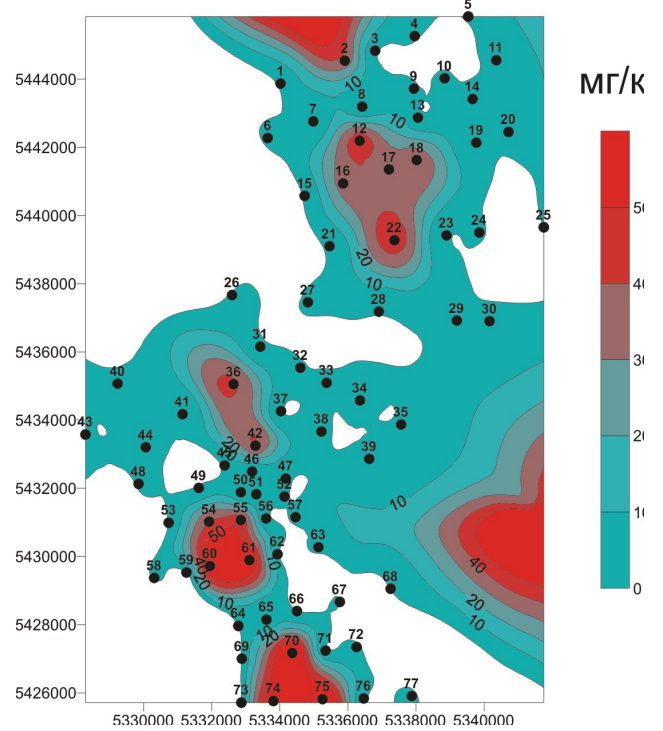


Рис. 7.5. Карта розповсюдження цинку в ґрунтах

Масштаб 1: 100 000

Характеристика шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу

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

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

Таблиця 7.6

База даних з хімічного забруднення атмосферного повітря важкими металами

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

Всього у базі даних 77 проб.

Таблиця 7.7

База даних з хімічного забруднення атмосферного повітря шкідливими газами

№№ проб	Забруднювачі, мг/м ³										Сумарний показник забруднення, Zс або СПЗ					
	Склад атмосферного повітря				CO	SO ₂	NO ₂	пил неорганічний	бензин	синтетичні жирні кислоти	толуол	ксилол	ацетон	формальдегід	хлор	соляна кислота
	O ₂	N ₂	CO ₂	4												
1	21,87	78,08	0,0135-0,0330	3,0	0,05	0,04	0,15	1,5	0,1	0,6	0,2	0,35	0,012	0,03	0,2	17
2	20,42	79,36	0,0139	1,5	0,03	0,02	0,6	0,03	0,02	0,3	0,1	0,17	0,007	0,02	0,1	3,50
3	20,55	79,43	0,0143	1,6	0,03	0,002	0,8	0,02	0,04	0,2	0,1	0,17	0,005	0,02	0,1	3,60
4	21,87	78,08	0,0135	0,1	0,01	0,01	0,03	0	0	0,001	0,003	0	0	0	0	0,27
5	21,88	78,07	0,0134	0,1	0,02	0,01	0,02	0	0	0,002	0	0	0	0	0	0,31
6	20,56	79,42	0,0144	1,5	0,03	0,02	0,7	0,02	0,04	0,2	0,1	0,18	0,006	0,02	0,1	3,65
7	21,89	78,06	0,0133	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02
8	20,53	79,45	0,0141	1,5	0,03	0,02	0,7	0,03	0,03	0,2	0,1	0,19	0,006	0,02	0,1	3,67
9	20,51	79,47	0,0146	1,4	0,02	0,03	0,08	0,02	0,04	0,3	0,1	0,17	0,005	0,03	0,1	2,49
10	21,87	78,08	0,0131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
11	20,38	79,61	0,074	6,1	0,12	0,09	0,36	0,07	0,1	0,7	0,3	75	0,016	0,06	0,3	7,94
12	21,87	78,08	0,0131	0,01	0,01	0,02	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0,38
13	20,44	79,34	0,0141	1,4	0,02	0,03	0,7	0,03	0,02	0,3	0,1	0,16	0,006	0,02	0,1	3,72
14	21,89	78,06	0,0131	0,01	0,01	0,02	0,01	0	0	0	0	0,07	0	0	0	0,41
15	20,42	79,36	0,0139	1,5	0,03	0,02	0,6	0,03	0,02	0,3	0,1	0,17	0,007	0,02	0,1	3,50
31	21,88	78,07	0,0129	0	0	0	0,01	0,01	0	0,001	0	0,001	0	0	0	0,07
32	20,51	79,47	0,0142	1,6	0,02	0,03	0,7	0,04	0,02	0,2	0,1	0,15	0,008	0,03	0,1	3,97
33	20,52	79,46	0,0144	1,5	0,03	0,03	0,6	0,04	0,02	0,2	0,1	0,16	0,007	0,03	0,1	3,77

База даних з хімічного забруднення ґрунтових вод

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

Всього у базі даних 77 проб

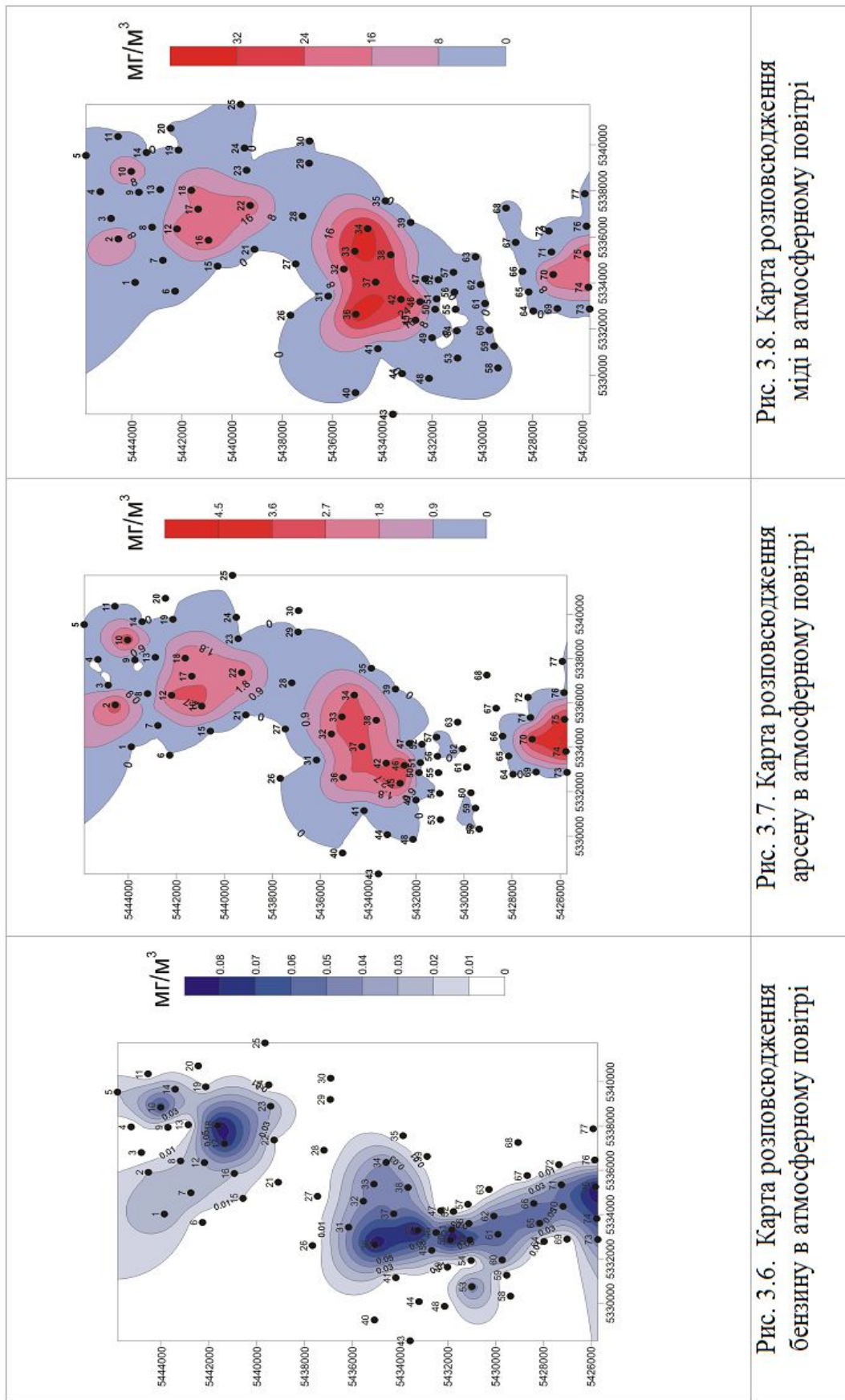


Рис. 3.6. Карта розповсюдження бензену в атмосферному повітрі

Рис. 3.7. Карта розповсюдження арсену в атмосферному повітрі

Рис. 3.8. Карта розповсюдження міді в атмосферному повітрі

Масштаб 1: 100 000

Всього у базі даних 77 проб.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Техногеохімічний стан рослинності. Приблизно в тих же точках (рис. 7.1) відбирались проби лучного різнотрав'я, які аналізувались на вміст важких металів (табл. 7.10). Підвищені концентрації ртуті (0,03 мг/кг) зустрічаються біля сіл Козина, Межигірці, Єзупіль, Тязів, біля фірми «Барва», на заході с. Колодіївка. Найвища концентрація цього елемента – 0,004 мг/кг зафіксована між с. Сілець і с. Тязів. Приблизно в тих же точках спостерігаються і підвищені концентрації берилію – 0,003 мг/кг. Найвищі концентрації кадмію і кобальту – 0,04 мг/кг зустрічаються біля фірми «Барва», на околиці с. Ямниця, біля с. Межигірці, на околиці сіл Дубівці, Єзупіль, Тязів (рис. 7.13). Для свинцю найвища концентрація (0,42 мг/кг) зафіксована на околиці с. Ямниця; для арсену – 0,005 мг/кг – біля фірми «Барва»; для селену – 0,006 мг/кг – південна околиця с. Вовчинець; для міді – 0,53 мг/кг – біля с. Козина; для хрому – 0,006 мг/кг – біля с. Межигірці; для цинку – 4,2 мг/кг – в Дубівцівському кар'єрі; для заліза – 0,07 мг/кг – біля с. Єзупіль; для алюмінію – 0,07 мг/кг – біля між селами Сілець і Тязів.

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

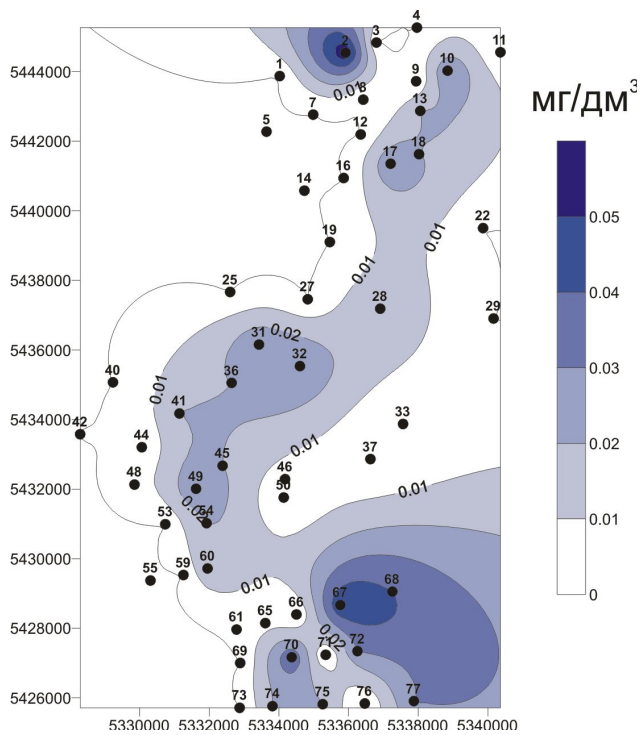


Рис. 7.9. Вміст Co в ґрунтових водах

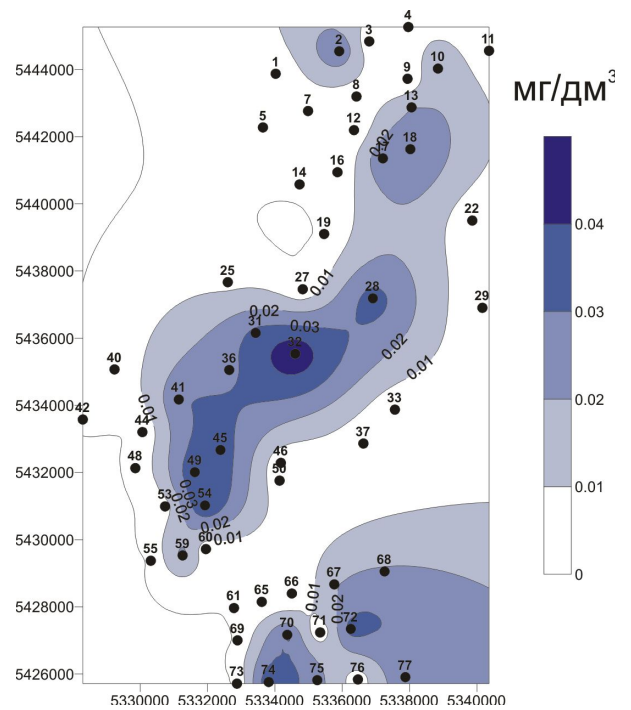


Рис. 7.10. Вміст Zn в ґрунтових водах

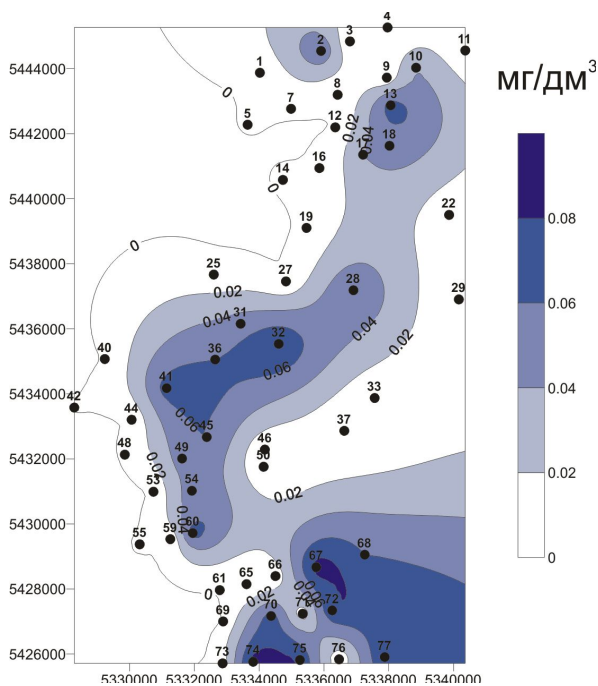


Рис. 7.11 Вміст Pb в ґрунтових водах

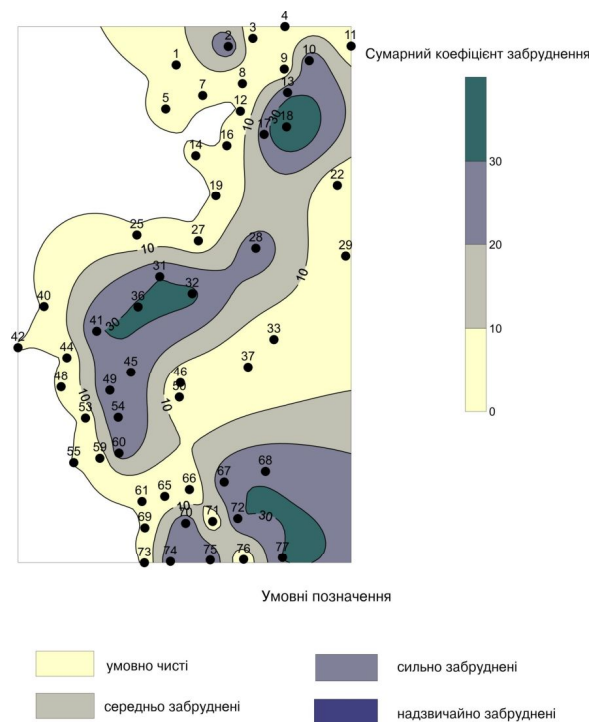


Рис. 7.12. Зони забруднення ґрунтових вод

Таблиця 7.9

Класи забруднення ґрунтових вод

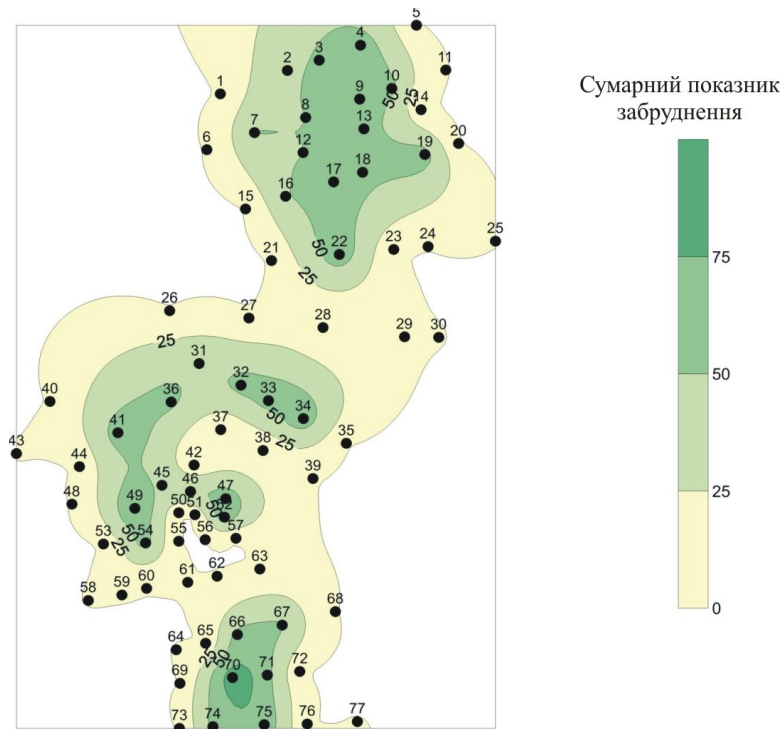
Значення показника СІЗ ^м	Клас забруднення ґрунтових вод
менше 10	умовно чисті
від 10 до 20	середньо забруднені
від 20 до 30	сильно забруднені
більше 30	надзвичайно забруднені

Таблиця 7.10

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

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

Всього у базі даних 77 проб



Умовні позначення



Масштаб 1: 75 000

Рис. 7.13. Сумарне забруднення рослинності

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

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

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

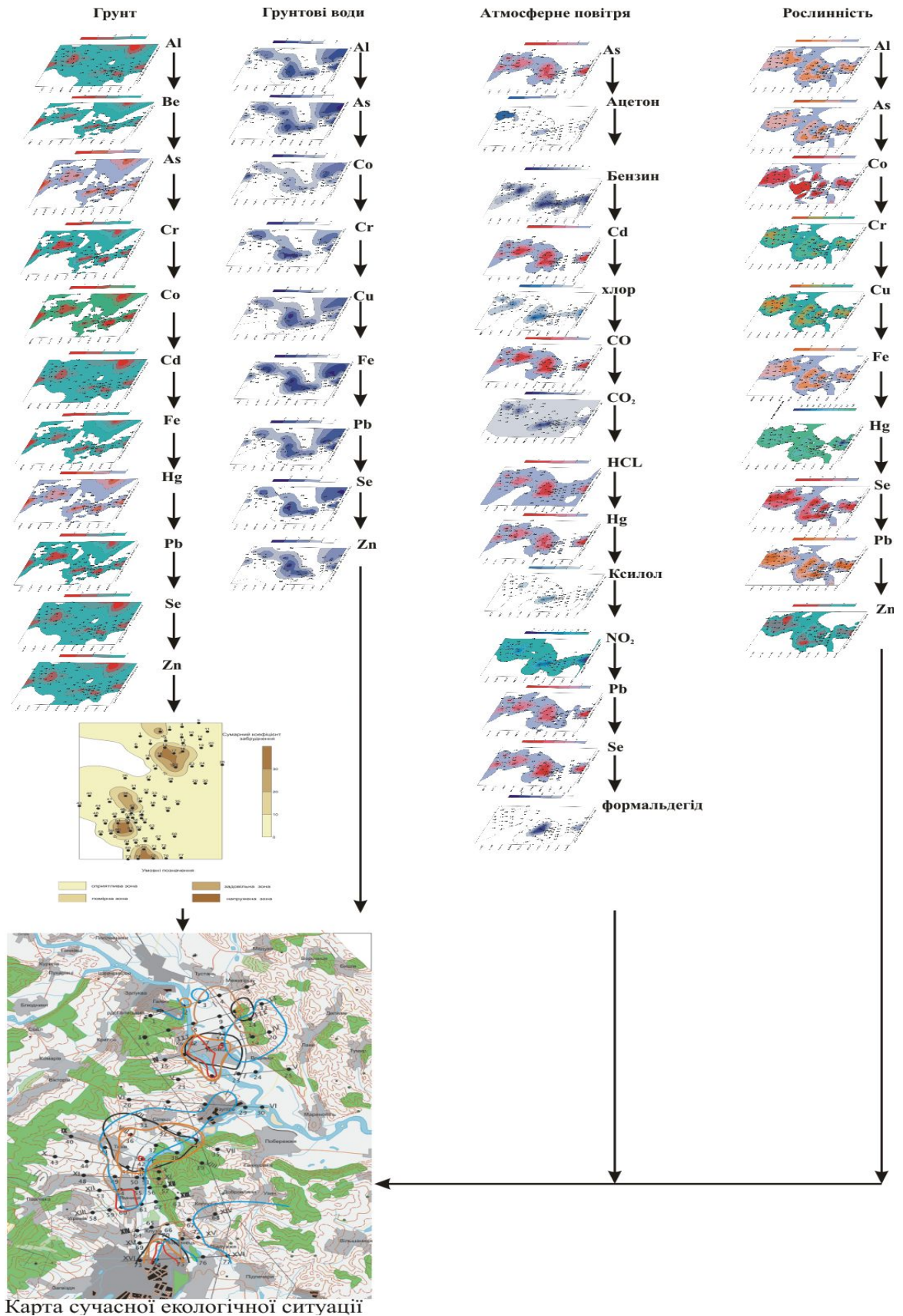
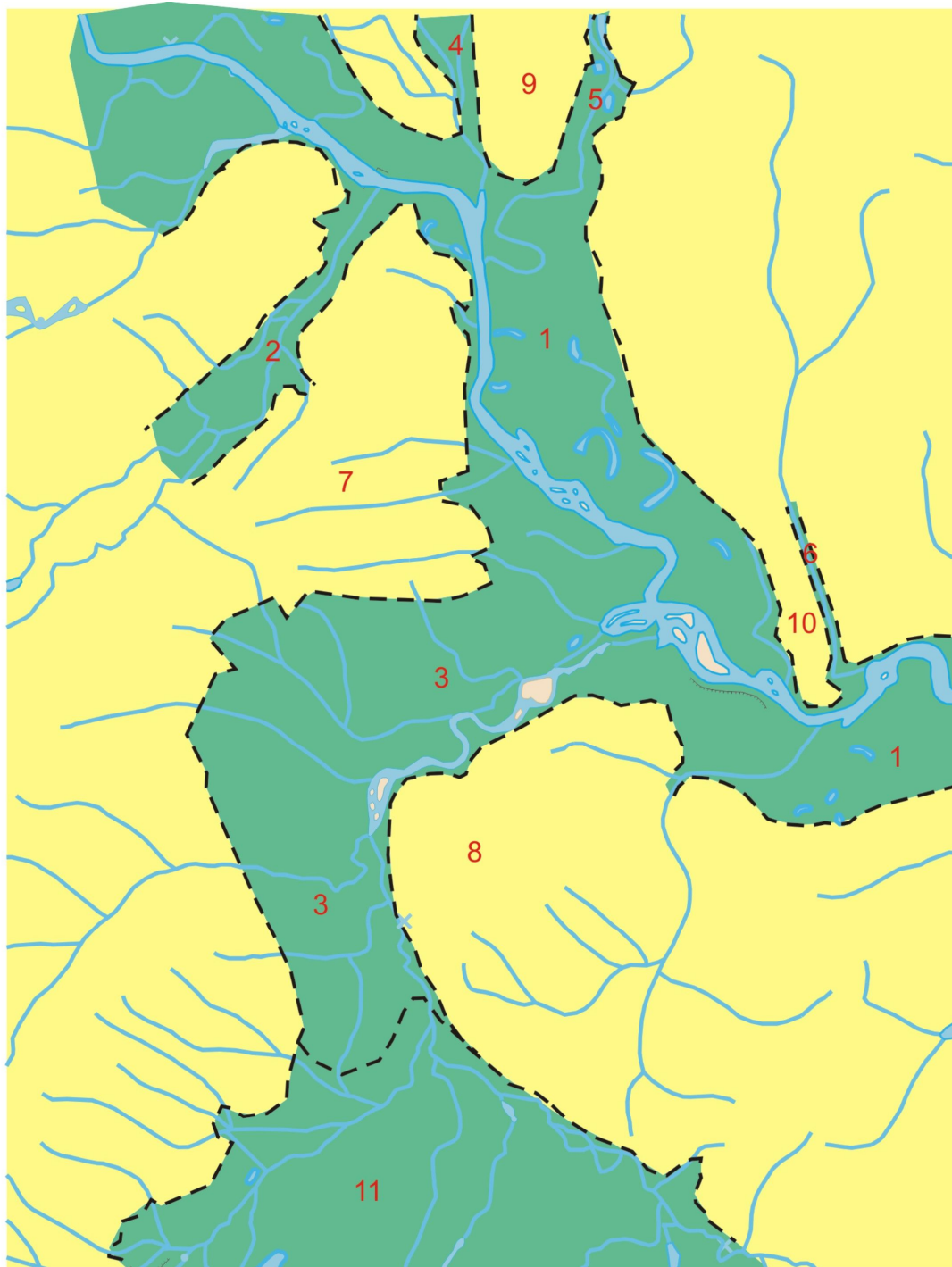


Рис. 7.14. Інтеграція поелементних карт та побудова карти сучасної екологічної ситуації на території діяльності ПАТ “Івано-Франківськцемент”



Ландшафтно-геохімічні структури

Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації:

- 1- Дністродолінська
- 2-Луквинська
- 3-Бистрицька
- 4-Бабельська
- 5-Гнилолипська
- 6-Канівська

Ландшафтно-геохімічні смуги розсіювання:

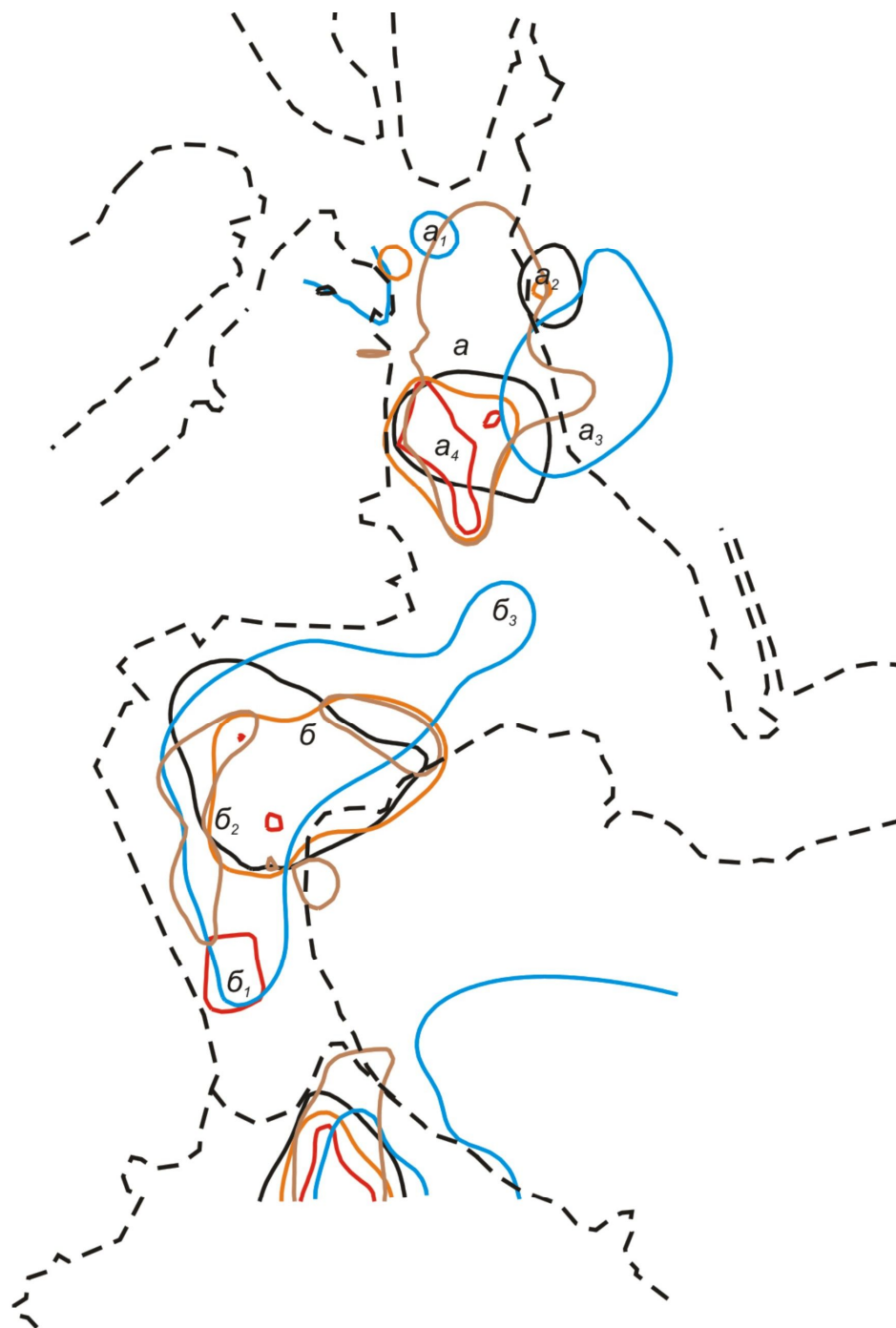
- 7- Луквинсько-Бистрицька
- 8-Вовчинецька
- 9-Тустанська
- 10-Маріампільська

Урбосистеми:






- 11-Івано-Франківська

Масштаб 1: 50 000

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



Зони забруднення:

-  атмосферного повітря хімічними сполуками
-  атмосферного повітря важкими металами
-  ґрунтів
-  ґрунтових вод
-  рослинності

Ландшафтно-геохімічні ореоли концентрації:

Вузли: **а** - Дубівцівській з ландшафтно-геохімічними вогнищами-джерелами забруднення: **а₁**, **а₂**, **а₃**, **а₄**,

еліпси: **б**-Ямницько – Єзупільський з вогнищами – джерелами забруднення: **б₁**, **б₂**, **б₃**.

Масштаб 1: 50 000

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

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

Ландшафтно-геохімічні смуги концентрації – це структури I порядку, *геоекотип* яких вперше виділений і описаний Л.В. Міщенко [4, 202, 218, 224] ще у 2000р. Взаємодія двох складових – природних ландшафтів, в нашому прикладі, це ландшафтні місцевості заплави і низьких (I та II) надзаплавних терас рр. Дністер і Бистриці (рис. 3.16 а, 3.16 б) – з техногенним забрудненням. Ландшафтні місцевості 4, 7, 8 відносяться до аквальних і неалювіальних родів еколого-геохімічних ландшафтів (ЕГЛ), Н – Са лугово-степового класу ЕГЛ та катенарної (Б) системи ЕГЛ, за В.М. Гуцуляком [110-113]. Ф.Н. Мильков [200] у 1974 р. запропонував приблизно таку ж мікрональність ландшафтів.

Схилова мікрональність ландшафтів, за Ф.Н. Мильковим [200], – це природні комплекси схилів – парагенетичні системи, які тісно пов'язані за походженням і розвитком з односпрямованими схиловими процесами. Ф.Н. Мильковим виділено чотири основних схилових ландшафтних мікрозон: *A, B, C, D*.

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

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

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

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

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

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

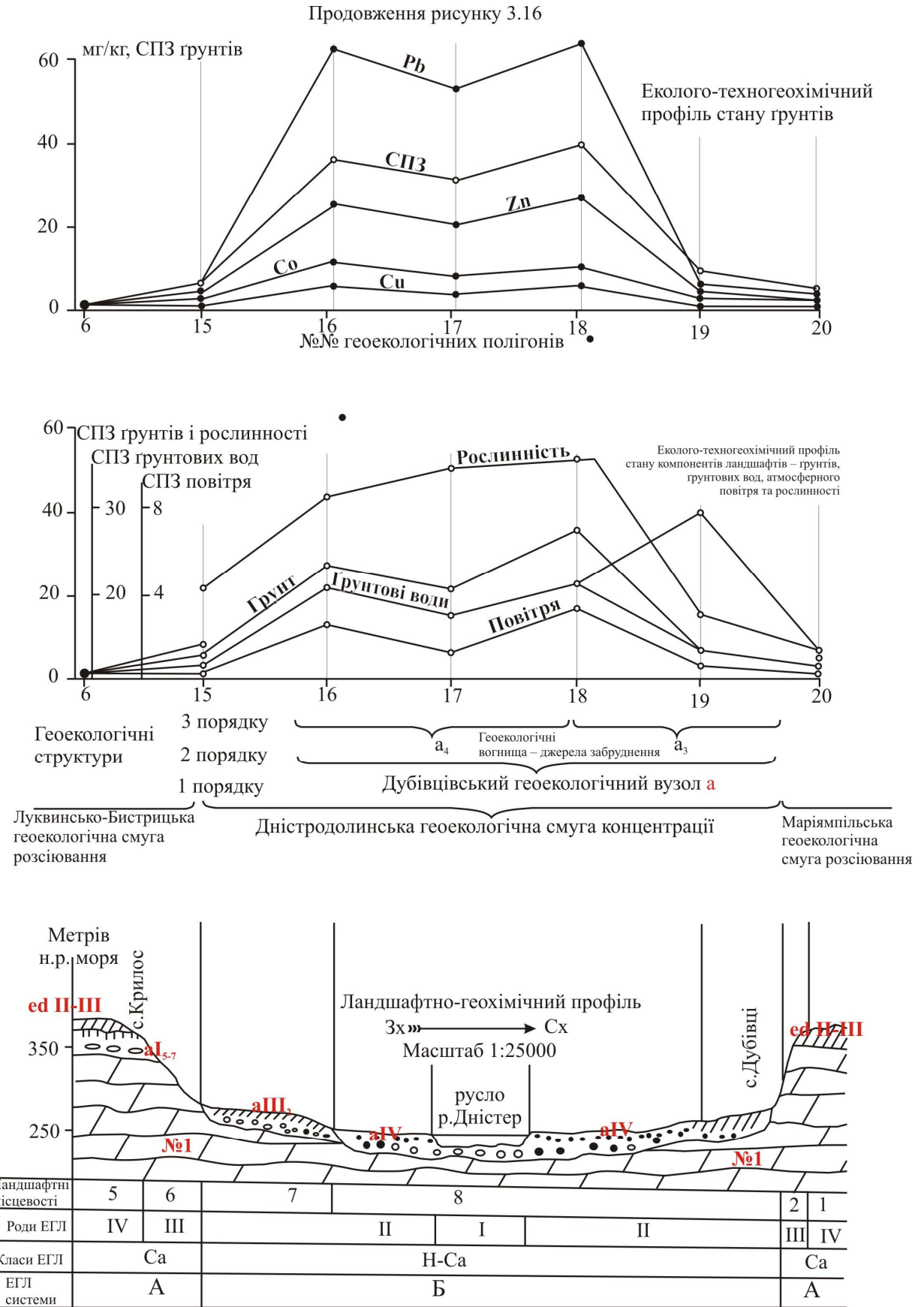
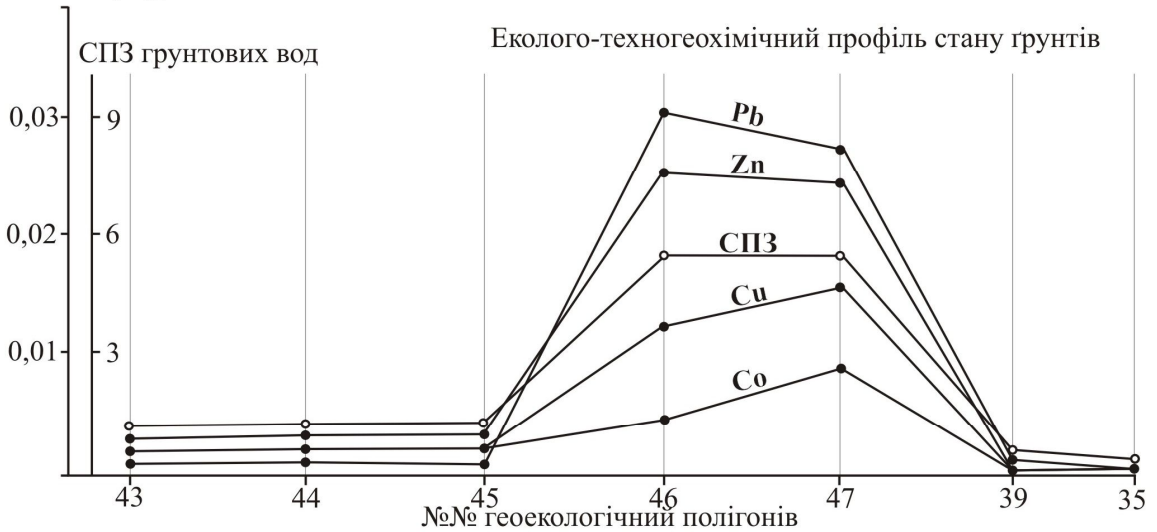


Рис.7.16а. Співвідношення ландшафтно-геохімічних структур 1, 2 і 3 порядку з ландшафтно-геохімічними системами у долині р. Дністер по профілю сс.Крилос–Дубівці

Вміст елементів Pb, Cu, Zn, Co
мг/дм³ у ґрунтових водах



СПЗ ґрунтів і рослинності

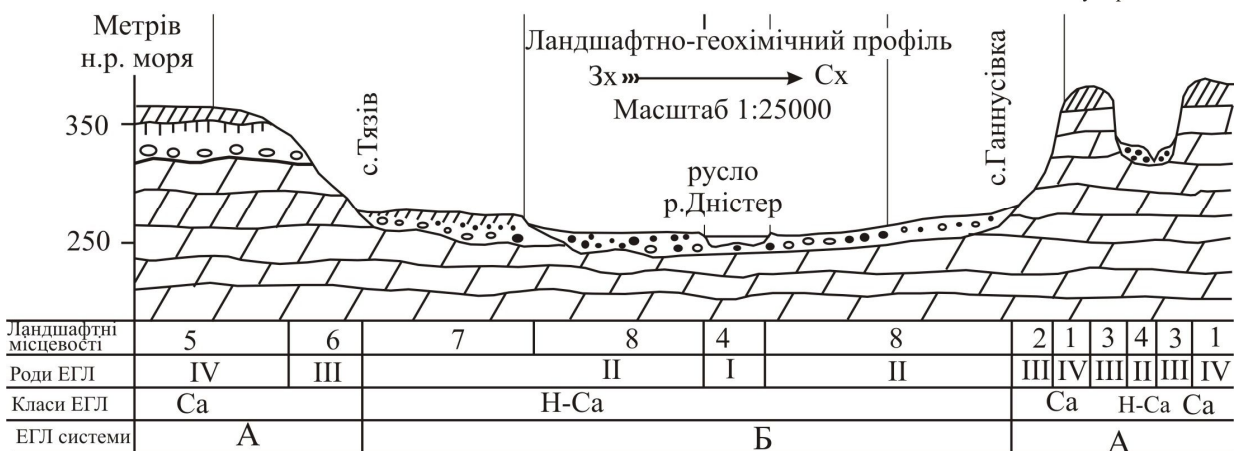
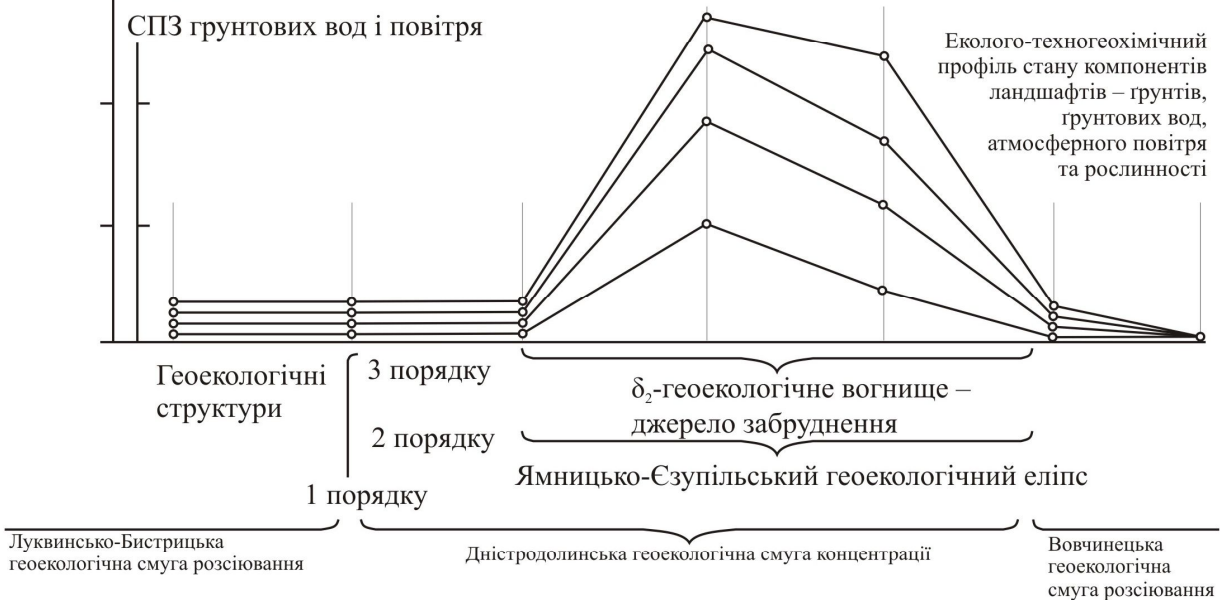


Рис. 7.166. Співвідношення ландшафтно-геохімічних структур 1, 2 і 3 порядків з ландшафтно-геохімічними системами у долині р. Дністер по профілю сс. Тязів–Ганнусівка

Умовні позначення до рис. 7.16 а і 7.16 б

Ландшафтні місцевості

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

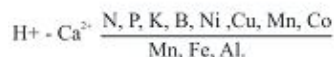
Роди еколого-геохімічних ландшафтів (ЕГЛ): I аквальні, II –неоелювіально-аккумулятивні, III – транселювіальні, IV – неоелювіальні.

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



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

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



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

Літологія порід



Геологічний вік

- aIV₂ – русло, острови, низька заплава пізнього голоцену
- aIV₁ – висока заплава раннього голоцену
- aIII₂ – алювій 2 надзаплавної тераси пізнього плейстоцену
- ed II-III – елювіально-делювіальні суглинки середнього-пізнього плейстоцену
- aI₁₋₇ – алювій 5-7 надзаплавних терас раннього плейстоцену
- N₁ – нижній міоцен

На фоні цих ландшафтно-геохімічних структур 1 порядку – смуг концентрації і смуг розсіювання утворились менші за розмірами структури 2 порядку – ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) вузли (Дубівцівський) і ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) еліпси (Ямницько-Єзупільський), що ускладнюють смуги і є геоекотипами ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) структур 2 порядку. Вузли і еліпси об'єднують кілька ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) вогнищ-джерел забруднення (a₁, a₂, a₃, a₄, б₁ і б₂ на рис. 7.16). Вузли і еліпси не завжди приурочені до конкретних ландшафтних структур, як це має місце у смуг – місцевостей. Ще менший зв'язок з ландшафтними одиницями мають ландшафтно-геохімічні (геоекологічні) вогнища або джерела забруднення, які є геоекотипами ландшафтно-геохімічних (геоекологічних) структур 3 порядку. Вони відповідають зонам забруднення ґрунтів, атмосферного повітря, ґрунтових вод і рослинності, які не завжди співпадають між собою (рис. 7.16). Тому при дослідженні територій впливу промислових підприємств на природні ландшафти необхідно проводити детальну їх ландшафтно-геохімічну оцінку. Для кожної структури – смуги (1 порядок), ореолу чи еліпсу (2 порядок) і вогнища або джерела забруднення (3 порядок) необхідно розробляти свій комплекс природоохоронних заходів.

7.2 ЕКСПЕРТНА ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ДОВКІЛЛЯ НА ТЕРИТОРІЯХ БУДІВНИЦТВА МГЕС У КАРПАТАХ

У 2006 р. Україна прийняла Енергетичну стратегію до 2030 року, яка передбачає, що у 2030 р. частка відновлюваної енергетики у сумарному споживанні первинної енергії складатиме 19%. Потенціал розвитку малої гідроенергетики вважається високим. В Україні активне відновлення малих ГЕС розпочалось лише після встановлення у 2008 р. так званого «зеленого тарифу».

В цілому найбільші запаси гідроенергії у Карпатському регіоні (в тис.кВт·год на 1,0 км² території) припадають на Закарпатську область (рис. 7.17). За дослідженнями, що проведені в ІФНТУНГ, було встановлено, що другою областю за потужністю гідроенергоресурсів в Карпатському регіоні є Івано-Франківська [22, 23, 55, 68].

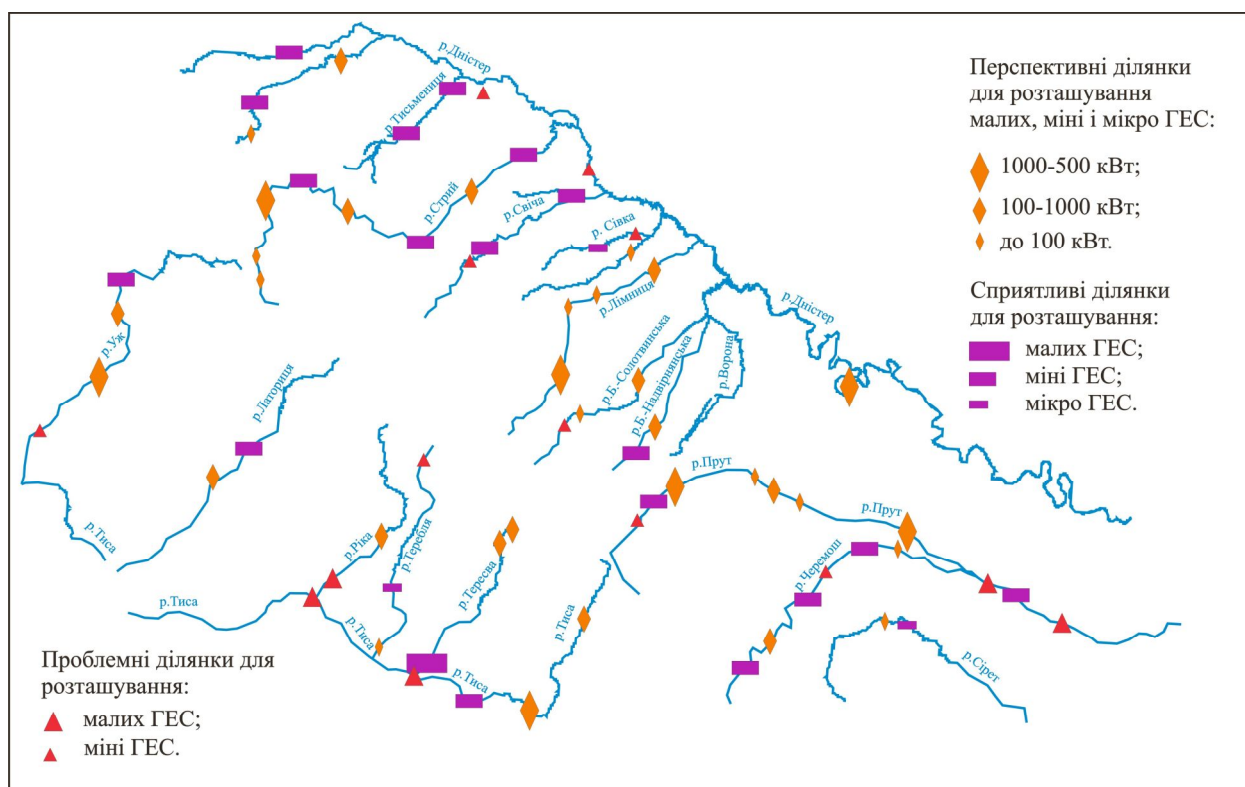


Рис. 7.17 Перспективні ділянки розташування об'єктів малої гідроенергетики в Карпатському регіоні (дослідження Коневич Л.М., 1997-1999 рр.)

В Івано-Франківській області до 1964 р. функціонувало 16 об'єктів малої гідроенергетики, загальною потужністю 2373 кВт. (табл.7.11, рис. 7.18). Нині в області діють три малі ГЕС: Снятинська (потужністю 800 кВт), відновлена у 2004 р., Золотолипська (320 кВт, запущена у грудні 2011 р.), Пробійнівська №1 та №2 (разом 1200 кВт, №1 - збудована у 2009 р., №2 – запущена у 2013 р.). Торік вони виробили 5,1 млн кВт·год електроенергії.

Таблиця 7.11

Гідроенергетичні установки Івано-Франківської області (до 1964 р.) та стан їх відновлення на 01.01.2014 р.

Назва ГЕС	Назва ріки	Назва населеного пункту	Потужність, кВт
Фітьківська	Бистриця-Надвірнянська	с.Фітьків	320
Петрилівська	Золота Липа	с. Петрилів (відновлена)	184
Тустанська	Гнила Липа	с. Тустань	132

Конюшківська	Гнила Ліпа	с. Конюшки (відновлюється)	80
Завалівська	Черемош	с. Завалля	45
Ростоцька	Черемош	с. Росток	33
Волицька	Черемош	с. Кобаки	34
Устянська	Белелуч	с. Устя	33
Балинцівська	Чорнява	с. Балинці	9
Яблуницька	Білий Черемош	с. Яблуниця (відновлена, належить до Чернівецькій обл.)	650
Рожнівська	Рибниця	с. Рожнів	14
Рудниківська	Рибниця	с. Рудники	30
Матіївська	Прут	с. Матіївці	45
Шепарівська	Прут	с. Шепарівці	35
Снятинська	Прут	м. Снятин (відновлена)	650
Яремчанська	Прут	м. Яремче	79
Разом:		2373	

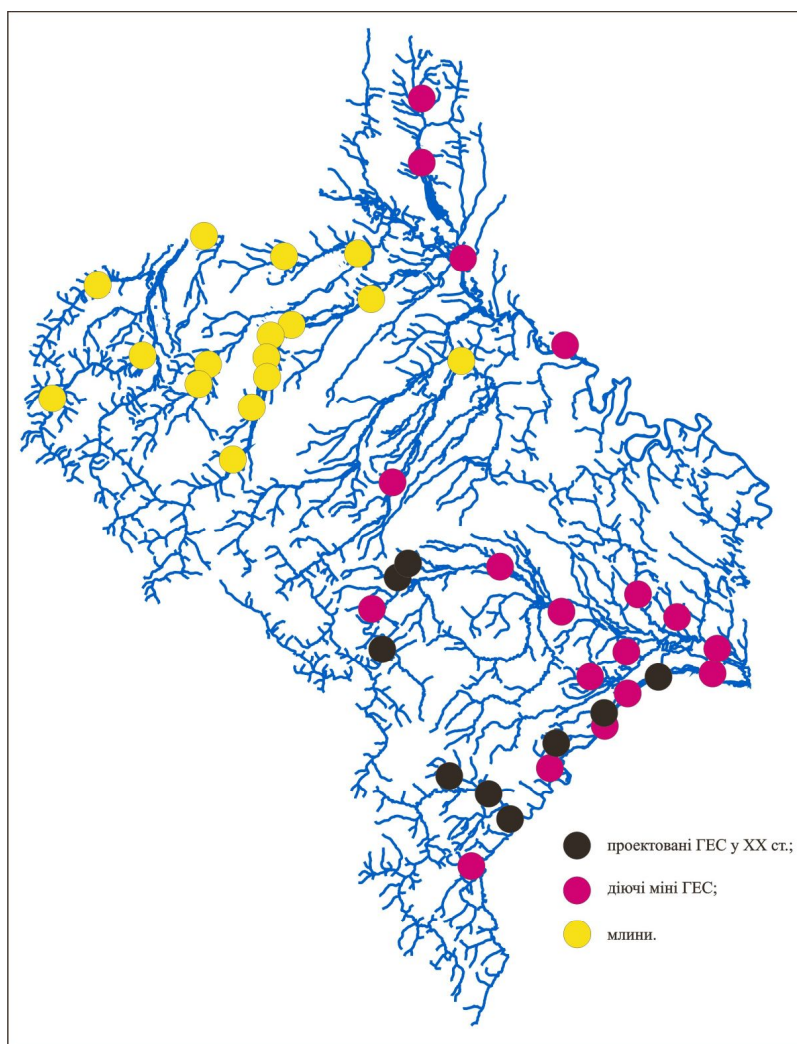


Рис. 7.18. Використання енергії річок Івано-Франківської області в XX ст. (дослідження Консевич Л.М., 1995-1998 рр.)

Кафедрою екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу впродовж 15 років ведуться дослідження екологічної оцінки інвестиційних проектів, екологічної безпеки промислових об'єктів, в тому числі енергетичних. Наукова еколого-експертна оцінка проводиться у відповідності до вимог чинних нормативно-правових актів України у галузі охорони навколишнього середовища та забезпечення вимог екологічної безпеки. Зміст наукової еколого-експертної оцінки обумовлюється вимогами статті 43 Закону України "Про екологічну експертизу"[55].

Предметом наукової еколого-експертної оцінки (НЕЕО) проектно-дозвільної документації та матеріалів щодо будівництва малих ГЕС у Карпатському регіоні стало встановлення відповідності прийнятих проектних рішень вимогам нормативно-правових актів у галузі охорони навколишнього середовища.

Авторами неодноразово проводились НЕЕО протягом останніх 2-х років. Нещодавно вперше наукова еколого-експертна оцінка була виконана для каскаду чотирьох малих ГЕС на р. Білий Черемош (рис. 7.19) з урахуванням проектних рішень гідротехнічної, технологічної, енерго-економічної, будівельної частин робочих проектів. Узагальнені результати проведених робіт представляють науковий інтерес і наведені нижче.



Рис. 7.19. Схема розташування каскаду Голошинських малих ГЕС

Вплив на клімат і мікроклімат

При проведенні НЕЕО, на думку експертів потрібно зауважити наступне: під впливом утворених трьох штучних водойм можуть бути змінені такі місцеві мікрокліматичні параметри, як температура і вологість прилеглої місцевості.

Навколо штучних водосховищ (до 100,0 м) зміни мікроклімату можуть відбуватись за рахунок:

- збільшення кількості випаровування з дзеркала водойм, особливо в літній період, і як наслідок, збільшення вологості повітря в межах до 1,0 %;
- пониження денної температури повітря у весняно-літній період в межах 1,0°C;
- підвищення денної температури повітря в осінньо-зимовий період в межах 1,0°C;
- можливе збільшення кількості проявів небезпечних метеорологічних явищ в межах ділянки дороги вздовж водойм, а саме: в осінньо-зимовий період утворення туманів випаровування в ранкові години, та збільшення кількості випадків ожеледиці внаслідок підвищення вологості, що погіршить умови пересування транспортних засобів.

Загалом, на думку експертів, незначні зміни окремих мікрокліматичних параметрів під дією штучних водойм не створюватимуть негативного впливу на господарські об'єкти, умови життєдіяльності місцевого населення та екосистему басейнів Карпатського регіону в цілому при впровадженні аналогічних малих ГЕС.

Вплив на повітряне середовище

Проектами на р. Білий Черемош передбачено встановлення одного опалювального котла марки KALVIS-4B, який працює на відходах деревини на кожній з ГЕС. Встановлення циклону не запроектовано. Відходи спалювання деревини (зола) пропонується зберігати на спеціальній площадці, а потім вивозити в безпечне місце.

Кількість неорганізованих (пересувних) джерел викидів під час будівництва об'єктів, що працюватимуть одночасно, орієнтовно становить 3-5 на кожній з ГЕС. Внаслідок роботи спеціальної будівельної техніки та автотранспортних засобів тимчасово під час проведення монтажних-будівельних робіт в атмосферне повітря здійснюватимуться викиди відпрацьованих паливно-мастильних матеріалів (діоксид азоту, сажа, вуглецю оксид, насичені вуглеводні, ангідрид сірчистий, суспензовані тверді частинки недиференційовані за складом) в кількості 1,11003 г/с та загальним обсягом орієнтовно 3,41995 т/рік за умови завершення будівництва кожного з 4-х об'єктів каскаду протягом 6 місяців.

При спалюванні деревини в котлі на кожній з ГЕС утворюються наступні забруднюючі речовини: оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту), оксид вуглецю, суспендовані тверді частинки, вуглецю діоксид, азоту (I) оксид, метан, неметанові леткі органічні сполуки загальним обсягом 7,003 т/рік.

За найбільшої розрахункової величини приземної концентрації забруднюючих речовин з урахуванням фону (на рівні 0,04-0,4 ГДК_{м.р.}) впливи на повітряне середовище в період будівництва та при експлуатації каскаду ГЕС не перевищуватимуть допустимих рівнів забруднення.

Очікувані максимальні приземні концентрації шкідливих речовин з врахуванням фонового забруднення складатимуть 0,86 частки ГДК по групі сумачії №31 (діоксид азоту і сірчистий ангідрид) на межі санітарно-захисних зон та 0,41 частки ГДК в житловій забудові. На період будівництва та експлуатації прийнятий розмір санітарно-захисних зон 50 м для кожної з ГЕС як підприємств з виробництва електроенергії згідно з санітарною класифікацією (ДСП 173-96).

Отже, забруднення атмосферного повітря при будівництві та експлуатації малих ГЕС відбуватиметься протягом короткотривалого періоду в дозволені межі. За величиною категорії небезпеки малі ГЕС на стадії будівельних робіт відносяться до 4 категорії небезпеки, яка характеризується незначними викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря і максимальними розрахунковими приземними концентраціями, меншими ГДК населених пунктів.

Вплив на геофізсферу

Проектами будівництва каскаду малих ГЕС передбачено передачу виробленої електроенергії через повітряну лінію (ПЛ) електропередач напругою 10 кВ, яка з'єднана з існуючою у Верховинському районі ЛЕП напругою 10 кВ.

Гранично дозволений рівень напруженості електричного поля, який не викликає негативних змін у навколишньому середовищі та житловій зоні – 0,5 кВ/м, а також для земель в межах міської смуги, в границях її перспективного розвитку на 10 років; 10 кВ/м в приміських і зелених зонах, землях селищ міського типу і сільських населених пунктах; 20 кВ/м – у важкодоступних місцевостях.

Згідно «Державних санітарних норм і правил захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання» (затверджених Міністерством охорони здоров'я України 01 серпня 1996 р наказ №239) за п.п. 2.4.14. – захист населення від впливу електричного поля повітряних ліній електропередачі напругою 220 кВ та нижче, які задовольняють вимоги Правил влаштування електроустановок та Правил охорони високовольтних електричних мереж, не потрібен. У п.п. 2.4.1. цих СанНіП відзначено, що з метою захисту населення від впливу ЕП встановлюються санітарно-захисні зони (СЗЗ). СЗЗ вважається територія, на якій напруженість ЕП перевищує 1 кВ/м.

Санітарно-захисна зона для ПЛ встановлюється у вигляді земельної ділянки, межі якої регламентуються по обидві сторони від неї на певній відстані від проекції крайніх фазних проводів на землю, в перпендикулярному до ПЛ напрямку:

- 20 м для ПЛ напругою 300 кВ;

- 30 м для ПЛ напругою 500 кВ;
- 40 м для ПЛ напругою 750 кВ;
- 55 м для ПЛ напругою 1150 кВ.

Таким чином, для запроєктованих ПЛ 10 кВ від у встановленні СЗЗ немає необхідності.

Джерела радіоактивного забруднення при будівництві малих ГЕС відсутні. Однак, для забезпечення радіаційної безпеки необхідно проводити всі етапи будівельних робіт, керуючись вимогами «Системи норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві» ДБН В.1.4-0.01-97, ДБН В.1.4-0.02-97, ДБН В.1.4-2.01-97. Рекомендовано до початку будівництва здійснити радіаційний контроль. Всі будівельні матеріали і вироби, що використовуються у будівництві, підлягають обов'язковому радіаційному контролю і повинні мати радіаційний сертифікат. По завершенню будівництва організація, яка виконує будівельні роботи, зобов'язана здійснити радіаційний контроль в об'ємі, регламентованому вищезазначеними нормами.

Під час будівельно-монтажних робіт спорудження малих ГЕС джерелом шумового впливу є двигуни автомобільного транспорту та будівельно-монтажної техніки, які забезпечують на будівельному майданчику рівень звукового тиску, на думку експертів, не більше 80 дБа, що відповідає вимогам нормативних документів і цей вплив носить короткочасний і тимчасовий характер.

Також, при будівництві тунелів для прокладання водонапірного трубопроводу очікується тимчасовий акустично-вібраційний вплив. Враховуючи екологічну чутливість Карпатського регіону, експерти рекомендують запроєктувати прокладання тунелю без використання вибухових робіт. За необхідності та при наявності відповідних дозволів підривні роботи слід здійснювати на підставі «Правил безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення» (затверджені Міністерством енергетики та вугільної промисловості України 12.06.2013 р. №355) та проектно-технічної документації, затвердженої відповідно до вимог НПАОП 0.00-6.07-06.

Джерелами шумового впливу на навколишнє середовище при роботі каскаду Голошинських малих ГЕС є турбіни, генератори, трансформатори та ПЛ. Еквівалентний рівень шуму зовні будівлі станцій не повинен перевищувати гранично допустимого рівня для житлової зони 80 дБА (Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки. Нормы від 03.08.1984 № 3077-84). В матеріалах ОВНС дані про виміри рівня шуму від аналогів запроєктованих малих гідроелектростанцій відсутні. В даному випадку на малих ГЕС планується встановити турбіни виробництва Німеччина Cink-Ossberger з рівнем шуму 90 дБА на відстані 1 м або аналогічні за рівнем шумового забруднення від інших виробників. Відстань до найближчого житлового об'єкта від споруд каскаду складає не менше 200-300 метрів. Отже, на думку експертів, за межами санітарно-захисної зони (50 м) об'єктів каскаду рівень шумового забруднення не буде перевищувати нормативний.

Вплив на геологічне середовище

Відповідно до проведеної оцінки впливу на геологічне середовище в проекті ОВНС вплив оцінюється як відсутній, запроєктована діяльність не повинна вплинути негативно на основні елементи геологічної, структурно-тектонічної будови, не призведе до виникнення ендегенних і екзогенних процесів (зсувних і селевих).

До несприятливих інженерно-геологічних умов, які негативно можуть вплинути на будівництво малих ГЕС у Карпатському регіоні, є бокова та бічна ерозія русла та берегів паводковими водами річки, а також підтоплення території під час паводків. Природною основою фундаментів дамби і споруд рекомендовані скельні породи карпатського флішу, які в цій місцевості представлені масивними пісковиками середньої міцності. Фундаменти слід закладати нижче розрахункової лінії розмиву.

В даному випадку було встановлено, що проектна територія частково включає автомобільну дорогу, яка під час повені (2008 р.) була сильно зруйнована. Тому, при спорудженні каскаду об'єктів малих ГЕС необхідно підняти рівень полотна автомобільної

дороги та передбачити габійне берегоукріплення р. Білий Черемош в місцях контакту запроектованих трьох водойм з дорогою.

При проведенні натурних обстежень проектної території та за аналогією вже діючого каскаду з двох малих ГЕС на р. Пробійна, на ділянках між водоприймачем та водоскидом (де в руслі залишається санітарна витрата), з часом будуть спостерігатися процеси затухання руслової (глибинної і бічної) ерозії у зв'язку із затримкою води водосховищами та зменшенням швидкості течії води внаслідок улаштування підпірних гребель.

Порушення геологічного середовища спричинять будівельні роботи, а саме:

- підрізка схилу;
- насипи;
- траншеї і канали;
- заглиблення під фундаменти споруд і стовпи ліній електропередач;
- спорудження греблі.

Внаслідок цього очікується:

- зміна форм рельєфу;
- втрата стабільності порід;
- зародження процесів ерозії.

Все це погіршить загальний геологічний стан території. Спостерігатиметься переміщення будівельних машин та механізмів по руслу річки в місцях будівництва водозабору. Даний вид будівельних робіт (згідно матеріалів ОВНС) не впливає на геологічне, водне середовище, рослинний і тваринний світ, тому що він є тимчасовий.

На думку експертів, зазначені порушення прямо і опосередковано можуть впливати на інші складові довкілля. Можлива загроза:

- втрати об'єктом своїх технічних характеристик;
- можливого порушення сусідніх територій;
- розвитку дестабілізуючих екзогенних процесів на схилах та суміжних територіях.

Рекомендації по зменшенню негативного впливу на геологічне середовище та забезпечення надійної довготривалої експлуатації відмічених споруд в результаті втілення проекту можна подати в наступному вигляді:

1. Захистити автодорогу в межах майданчиків будівництва каскаду на випадок паводків, спорудити захисні дамби і водовідвідні канали.
2. Влаштувати берегоукріплення водойм, що утворюватимуться внаслідок підпору.
3. Забезпечити укріплення поверхні схилів для усунення негативних деструктивних процесів в місцях, де існує їх прояв.
4. Контролювати якість виконання будівельних робіт.
5. Піщано-гравійна суміш для будівництва та підсипки доріг повинна використовуватись з спеціально відведених місць. Заборонити використання руслових відкладів для будівництва об'єктів каскаду ГЕС.

Вплив на ґрунти

Враховуючі, що всі будівельні майданчики каскаду малих ГЕС розташовані на скелястих ґрунтах, порушення земель не очікується.

Робоча документація передбачає здійснення благоустрою на територіях малих ГЕС.

Додатково, на думку експертів, в процесі будівництва можна очікувати:

- порушення ґрунтово-рослинного шару ґрунту на території виконання будівельних робіт, що негативно вплине на ґрунтову мікрофлору і фауну;
- одиничні випадки вирубки дерев на земельній ділянці площею 3 га в межах території каскаду для спорудження водойм і будівель ГЕС, що матиме вплив на гідрогеологічні умови ґрунту;
- забруднення прилеглих ґрунтів відходами будівництва.

Після закінчення будівельних робіт необхідно провести комплекс робіт з благоустрою на території каскаду малих ГЕС:

1. Очистка території від гравію, металобрухту, будівельного сміття та інших матеріалів.

2. Вертикальне планування виконати з урахуванням мінімального об'єму земляних робіт.

3. Озеленення.

4. Будівельна організація зобов'язана здійснювати заходи, спрямовані на цілісність навколишнього середовища і забезпечення мінімізації негативного впливу під час будівництва, а саме:

- суворе дотримання меж територій, відведених для будівництва;
- злив паливно-мастильних матеріалів у спеціально відведених і обладнаних місцях в окрему тару;

- миття машин та механізмів виконувати тільки на спеціально обладнаних місцях;

- дотримання вимог територіальних органів Мінприроди.

Вплив на водне середовище

Згідно типізації, прийнятій Водною Рамковою Директивою ЄС, річка Білий Черемош є порушеним водним об'єктом, внаслідок наявності на ній Яблунецької ГЕС.

Будівництво каскаду малих ГЕС і наповнення водосховищ тимчасово вплине на гідрологічний режим р. Білий Черемош з різноманітними проявами, які можливо мінімізувати. Запроектовано зменшення водності річки Білий Черемош на ділянках від водозаборів до будівлі ГЕС.

Потреба у воді на господарсько-питні потреби робітників на період виконання будівельно-монтажних робіт та експлуатації ГЕС забезпечується привозною водою.

Для двох малих ГЕС каскаду розроблений проект на водопостачання і водовідведення. Розрахункова витрата $3,43 \text{ м}^3/\text{добу}$ для водопостачання будівлі станції ГЕС. Подача – з трубчатого колодязя, з якого вода подаватиметься в систему насосом, розрахункова потужність якого $5\text{--}40 \text{ л/хв}$. Запроектована госппобутова каналізація підключається до очисної споруди марки ПП-6, розробленої корпорацією «Енаргоргоресурс-інвест». В очисних спорудах застосовується принцип біологічного очищення з використанням активного мулу шляхом обробки стоків в аеробних і анаеробних умовах. Активний мул в процесі очищення насичується сполуками фтору, що дає змогу використовувати його в якості ефективного мінодобрива. Весь технологічний цикл очищення стічних вод є повністю автоматизований, але вимагає періодичного контролю за роботою обладнання та видалення надлишкового мулу 1-2 рази на рік. Очищені води відкачуються у водойму. Рівень очищення стічних вод за проектом відповідає вимогам нормативних документів України та європейським нормам.

Для інших двох малих ГЕС, розташованих всередині каскаду, водовідведення господарсько-побутових стічних вод після питних і санітарно-гігієнічних потреб працівників (2-х) в кількості $6,12 \text{ м}^3/\text{рік}$ при експлуатації ГЕС здійснюється у вигрібну яму (бетонований відстійник об'ємом $0,5 \text{ м}^3$ з наступним вивозом, згідно укладеного договору з Верховинським водопровідно-каналізаційним підприємством.

Потреба у *водних ресурсах* при будівництві та експлуатації найнижчої за течією малої ГЕС каскаду наступна: в процесі експлуатації до закриття станції використовуватиметься гідроенергетичний потенціал р. Білий Черемош максимально в кількості $128,6 \text{ млн. м}^3$ на рік з річною виробкою електроенергії до $6 \text{ млн. кВт}\times\text{год}$ у середній за водністю рік, як основна сировина без зміни якісного складу поверхневих вод.

Потреба у *водних ресурсах* при будівництві та експлуатації найвищої за течією в каскаді малої ГЕС наступна: в процесі експлуатації до закриття станції використовуватиметься гідроенергетичний потенціал р. Білий Черемош максимально в кількості $177,2 \text{ млн м}^3$ на рік з річною виробкою електроенергії до $2,5 \text{ млн кВт}\times\text{год}$ у середній за водністю рік, як основна сировина без зміни якісного складу поверхневих вод.

В цілому для каскаду малих ГЕС незворотне використання природного гідроекологічного потенціалу не очікується. Гідроенергетичний потенціал р. Білий Черемош максимально для каскаду малих ГЕС використовуватиметься в кількості $177,2 \text{ млн м}^3$ на рік з річною виробкою електроенергії каскадом до $17 \text{ млн кВт}\times\text{год}$ у середній за водністю рік, як основна сировина без зміни якісного складу поверхневих вод.

Експертами застосована власна методика обрахунку кількості водних ресурсів в межах проектної ділянки, де не проводились натурні спостереження. В результаті отримані наступні дані, що дозволяють надати певні рекомендації.

Площа водозбору створу найнижчої за течією з каскаду малих ГЕС складає 371 км². Висота створу забору води для малої гідроелектростанції складає 675,5 м. Застосована експертами функціональна залежність норми кількісного стану Прут-Сіретської гідроєкосистеми в межах Карпатського регіону ($M_n^{0,5} = -0,058 + 0,123(\ln H_n)^2$) з висотою замикаючого створу дозволила обрахувати середньобагаторічний модуль стоку на рівні 20 л/с×км². Відповідно, у створі будівництва найнижчої з каскаду малих ГЕС норма середньобагаторічної витрати складає 7,42 м³/с.

Площа водозбору створу найвищої за течією з каскаду малих ГЕС складає 362,5 км². Висота створу забору води для малої гідроелектростанції складає 737,0 м. Застосована експертами функціональна залежність дозволила обрахувати середньобагаторічний модуль стоку на рівні 21,0 л/с×км². Відповідно у створі будівництва найвищої за течією з каскаду малих ГЕС норма середньобагаторічної витрати складає 7,61 м³/с. Розрахункові середньомісячні витрати води в створі найвищої та найнижчої за течією малих ГЕС для умов середнього по водності року, маловодного (75%) та багатоводного років наведені в таблиці 7.12.

Таблиця 7.12

Експертні розрахункові середньомісячні витрати води (м³/с) в створах каскаду Голошинських малих ГЕС для умов різних за водністю років

Створ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середній по водності рік												
Найвищий створ	2,73	3,05	5,84	13,1	15,3	13,1	11,8	8,89	5,91	4,12	4,22	3,43
Найнижчий створ	2,66	2,97	5,69	12,73	14,96	12,73	11,49	8,67	5,76	4,02	4,11	3,34
Маловодний рік (75%)												
Найвищий створ	1,88	3,09	4,21	8,77	14,52	8,63	5,66	5,99	3,49	3,16	5,21	3,94
Найнижчий створ	1,84	3,02	4,1	8,55	14,16	8,41	5,52	5,84	3,41	3,09	5,07	3,85
Багатоводний рік												
Найвищий створ	3,17	2,72	9,36	14,27	19,29	15,98	13,24	13,93	6,86	4,69	6,67	3,95
Найнижчий створ	3,09	2,65	9,13	13,9	18,81	15,58	12,91	13,58	6,69	4,57	6,5	3,85

Застосована експертами функціональна залежність норми комплексного індексу потенціалу якості (КПЯ) Прут-Сіретської гідроєкосистеми в межах Карпатського регіону з висотою місцевості показала ($KПЯ = -0,28 + 0,001H \ln H$), що для найвищого створу розташування каскаду Голошинських малих ГЕС показник якісної складової природно-техногенної безпеки гідроєкосистеми знаходиться на рівні $KПЯ = 4,59$, для найнижчого на рівні $KПЯ = 4,12$, що є оптимальним для стану гідроєкосистеми і за класифікацією рівня природно-техногенної безпеки відносить ділянку р. Білий Черемош до безпечної.

Найвища за течією з каскаду Голошинських малих ГЕС дериваційна на повну встановлену потужність в 990 кВт, що потребує витрати води 6,2 м³/с зможе працювати три повні місяці в маловодний рік, п'ять повних місяців у середній за водністю рік і шість повних місяців на рік у багатоводні роки.

Наступна за течією в каскаді мала ГЕС також дериваційного типу. На повну встановлену потужність в 980 кВт, що потребує витрати води до 10 м³/с зможе працювати

шість повних місяці в маловодний рік, сім повних місяців у середній за водністю рік і дев'ять повних місяців на рік у багатоводні роки.

Наступна за течією в каскаді дериваційна мала ГЕС з повною встановленою потужністю в 980 кВт, що потребує витрати води $4,05 \text{ м}^3/\text{с}$, зможе працювати від шести до восьми повних місяців у різні за водністю роки.

Найнижча за течією з каскаду Голошинських малих ГЕС – руслова. На повну встановлену потужність в 480 кВт, що потребує витрати води $8,7 \text{ м}^3/\text{с}$ зможе працювати майже три повні місяці в маловодний рік, п'ять повних місяців у середній за водністю рік і шість повних місяців на рік у багатоводні роки. Половину потужності буде забезпечено водою від трьох до шести місяців в різні за водністю роки.

Нестача водних ресурсів на всіх малих ГЕС каскаду буде відчутна в осінньо-зимову межень, що є характерною для Карпатських рік.

Відповідно СанПиНу 3907-85, величина санітарного попуску повинна бути не менше мінімальної середньої середньодобової витрати водотоку в побутовому гідрологічному режимі літньої і зимової межені року 95% забезпеченості. Проектом передбачено забезпечення попуску витрат води в рибоходах каскаду Голошинських малих ГЕС в кількості $0,357 \text{ м}^3/\text{с}$, яка обґрунтована як санітарна витрата за проектом на рівні 75% мінімальної середньомісячної витрати маловодного року 95 % забезпеченості, що відповідає вказаному нормативному документу. Але, на думку експертів, така витрата є недостатньою для збереження гідробіонтів р. Білий Черемош, що підтверджується іхтіологічними дослідженнями.

Перші три гідроелектростанції від витоків в каскаді Голошинських малих ГЕС – станції дериваційного типу. В перших двох малих ГЕС вся вода, що відбирається для пропуску через турбіну, потрапляє назад у річку в нижній б'єф в повному обсязі через 168 метрів дериваційних тунелів, які спрямляють дві сусідні меандри р. Білий Черемош. Для третьої станції вся вода, що відбирається для пропуску через турбіну, потрапляє в нижній б'єф в повному обсязі через 168 метрів дериваційного тунелю та 1512,0 метрів напірного трубопроводу. Тому питання санітарних пропусків цих трьох станцій в природне русло меандр р. Білий Черемош та 1,5 км природного русла ріки, де постійно буде знаходитись тільки обсяг санітарного попуску і вода переливів під час повені і паводків визначатиме життєдіяльність водних живих ресурсів. Сумарна довжина ділянок, в яких цілорічно буде знижений рівень води порівняно з природним внаслідок роботи каскаду Голошинських малих ГЕС, дорівнює 4,142 км, що складає близько 8% довжини течії русла р. Білий Черемош.

Основні вимоги до санітарного попуску на зазначених ділянках – це забезпечення прийнятної для риби швидкості потоку та прийнятних глибин (не менше 24 см). В період межених витрат ширина русла, згідно досліджень Інституту гідробіології НАНУ, складає 6 м. При швидкості течії $0,9 \text{ м}/\text{с}$ і глибині не менш $0,24 \text{ м}$, санітарна витрата води складатиме близько $1,3 \text{ м}^3/\text{с}$ в період нересту риб та не менше $0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ в решти періодів року. Після проведення досліджень Інститутом гідробіології НАНУ, крім наявності лосося в р. Білий Черемош, було виявлено присутність марени (карпові). В зв'язку з чим виникла потреба змінити конструкції рибоходів на водозабірних греблях для пропуску обох видів на всіх станціях каскаду Голошинських малих ГЕС. З такою задачею найкраще справляється рибохід типу Деніла (рис. 7.20). Рибохід Деніла є комбінацією типових секцій для руху риби та басейнів для відпочинку риби. Його легко застосувати для різних перепадів висот, оскільки в секціях руху риби зберігається стала швидкість течії.

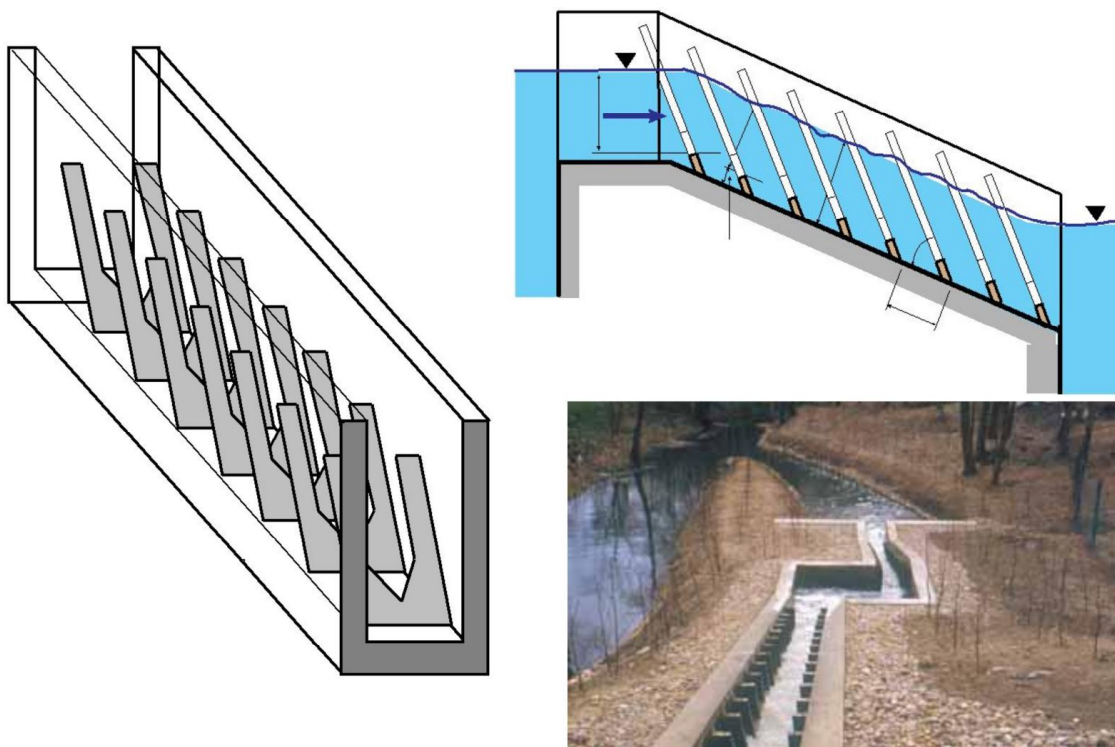


Рис. 7.20. Рибохід Деніла

Найнижчою в каскаді Голошинських малих ГЕС є станція руслового типу, в якій вся вода, що відбирається для пропуску через турбіну, потрапляє назад у річку в нижній б'єф в повному обсязі вже через 60 метрів. Але тут є найвища водозабірна гребля висотою 6,5 м. Тому питання санітарних пропусків для такої станції вирішується проектними розрахунками рибоходу, який дозволить рибі діставатись з нижнього б'єфу у верхній і навпаки. Основні вимоги до рибоходу – це забезпечення прийнятної для риби швидкості потоку та прийнятних глибин в конструкціях. Рекомендовано в даному випадку передбачити 6 секцій руху та 5 басейнів для відпочинку в рибоході Деніла. Витрата води, яка повинна пропускатись через рибохід для забезпечення прийнятної для риби швидкості буде становити 0,6-0,7 м³/с.

Для водного середовища району розташування каскаду Голошинських малих ГЕС будуть характерні прямі впливи, які полягатимуть у промисловому використанні річкового стоку р. Білий Черемош, що призведе до зміни динамічних властивостей водотоку та зміни морфології русла річки. При улаштуванні підпору буде очікуватись деградація русла в місці спорудження.

Прогнозується, що забруднення поверхневих вод р. Білий Черемош в період будівництва і експлуатації малої ГЕС не відбуватиметься. Аналіз проб поверхневих вод, який виконувався для працюючої Пробійнівської ГЕС № 1 (розташована також в басейні р. Білий Черемош) показав, що жоден з нормативів якості води не перевищений.

Опосередкованими забруднювачами поверхневих вод можуть бути: автомобільний транспорт (наприклад, аварійний вилів масла на дорогу та змив його в ріку); антропогенна діяльність – туристи, які можуть засмічувати побутовим сміттям прилеглу територію або викидати сміття безпосередньо у водойму. На сьогоднішній момент досліджень виразити кількісними показниками опосередкований антропогенний вплив на поверхневі води не уявляється можливим. На момент проведення польових спостережень району розташування каскаду Голошинських малих ГЕС антропогенний вплив на водне середовище відсутній. В межах заплави ріки будь-які житлові та техногенні об'єкти відсутні.

До потенційних впливів на водне середовище, які матимуть місце внаслідок впровадження проекту каскаду Голошинських малих ГЕС належать: збільшення кількості наносів через пошкодження ґрунту при улаштуванні водозабірних споруд, майданчика будівництва та прокладанні доріг і ліній електропередач (ЛЕП). Вплив буде підвищеним під

час проведення споруджувальних робіт, та зменшуватиметься з часом через природну стабілізацію, застосування відновлювальних робіт та заходів з рекультивації. Завершення споруджувальних робіт відбуватиметься протягом відносно короткого періоду (до року), а тому більшість пошкоджень будуть інтенсивними, але короткостроковими.

Вплив діяльності каскаду Голошинських малих ГЕС на гідродинамічні процеси у р. Білий Черемош буде проявлятися у зміні режиму течій: уповільненні перед водозабірними спорудами, в місцях деривації, пришвидшенні після будівель ГЕС тощо. Очікується затухання руслової ерозії в місцях впливу ГЕС і водойм, тобто і у нижньому, і у верхньому б'єфах всіх станцій каскаду Голошинських малих ГЕС.

До суттєвого ризику природно-техногенної небезпеки належить побудова греблі, відповідно ймовірність її руйнування і небезпека паводкової хвилі, яку змодельовано нижче. Як вказано вище, в каскаді Голошинських малих ГЕС лише одна станція руслового типу, де передбачена гребля висотою 6,5 м. Решта водозабірні споруди гребельного типу (водоприймачі) висотою 2-4,5 м.

Стійкість греблі, як вже зазначалось, повинна бути розрахована на максимальну витрату 1% забезпеченості, яка за розрахунками в даному створі складає 500 м³/с. Найбільша спостережена витрата в створі р. Білий Черемош – с. Яблуниця (нижче за течією території проектного каскаду) складала 750 м³/с під час паводку 26.07.2008 року.

Отже, найбільше водосховище утвориться в найнижчій за течією малій ГЕС. Розглянемо ситуацію, коли водосховище не заповнено наносами. Запроектоване водосховище об'ємом 40164 м³ води, тобто при проходженні паводку 1% забезпеченості з витратою 500 м³/с водосховище зможе зрізати максимум до 31,5 м³/с води, отже через водозливну греблю повинно скидатись до 468,5 м³/с руслового стоку. Таким чином, у зв'язку із малими розмірами паводкорегулююча роль водосховищ в каскаді Голошинських ГЕС відсутня. Це стосується практично всіх малих ГЕС для Карпатського регіону.

Якщо змодельовати техногенну катастрофу з проривом проекрованої дамби, то, висота хвилі прориву і швидкість її поширення залежать від обсягу 40164 м³ і глибини водосховища (2,77 м), площі дзеркала водного басейну (14510 м²), розмірів прорану, різниці рівнів води у верхньому і нижньому б'єфах (6 м), гідрологічних і топографічних умов русла річки та її заплави. У районі нульового створу (тіла греблі) висота хвилі прориву за розрахунками складатиме 3,6 м. Швидкість поширення хвилі прориву для гірських і передгірних районів приймають до 100 км/год. Швидкість руху хвилі прориву 2,5-5 м/с приймається для зон катастрофічного затоплення і небезпечного затоплення, а для ділянок можливого затоплення 1,5-2,5 м/с. При цьому статичний тиск потоку води - не менш 20 кПа (0,2 кгс/см²) з тривалістю дії не менше 0,25 год.

За проведеними експертами розрахунками навіть за умови повного раптового руйнування греблі нижче по течії ситуація складеться не гірша, як під час дощових паводків, що вже спостерігались на р. Білий Черемош. Наприклад ситуація паводку 1 % забезпеченості (повторюваність раз на 100 років), коли по руслу ріки за добу проходить близько 40 млн. м³ води, дозволяє повністю спуск водосховища за декілька хвилин;

Вибір ситуації відповідно залежатиме від величини прориву дамби, але в цілому можна зробити висновок, що створювані водосховища не належать до техногенних об'єктів, що ймовірно можуть створити ситуацію, яка виходитиме за межі природних коливань водності ріки в досліджуваному створі.

Отже, будівництво каскаду Голошинських малих ГЕС у с. Голошина Верховинського району Івано-Франківської області за умови забезпечення рекомендованого для рибиходу типу Деніла попуску води, не призведе до виснаження ріки Білий Черемош так само, як і будь-яких якісних змін у ґрунтових і поверхневих водах.

Вплив на біоту і біорізноманіття

Річка Білий Черемош є важливим елементом екосистеми Карпатських гір, яка має велике репродуктивне значення для збереження гірської іхтіофауни. Проектною документацією каскаду Голошинських малих ГЕС передбачено забезпечення безперервної міграції прохідних та напівпрохідних видів риб з нижнього б'єфу у верхній підчас нересту шляхом встановлення рибиходу. Рибиходи запроектовано монолітні залізобетонні лоткового

типу з неповними дерев'яними перегородками. Ширина рибоходу прийнята 1,0 м, його проточної частини – 0,7 м. Зниження швидкості в лотку досягається створенням штучної гідравлічної шорсткості та місцевих гідравлічних опорів (неповних перегородок). Налаштування швидкості виконується шляхом регулювання перегородок.

Однак, враховуючи, що в Україні позитивного досвіду влаштування рибоходів малих ГЕС, які облаштовуються на гірських річках, немає, та з огляду на велику увагу громадськості до порушення річкових екосистем через влаштування малих ГЕС, за замовленням інвесторів Інститутом гідробіології НАН України була виконана науково-дослідна робота «Оцінка впливу будівництва та експлуатації малих ГЕС (с. Голошина) на іхтіофауну та природний стан р. Черемош» (договір № 11/2012 від 03.04.2012 р.).

Виконаними дослідженнями підтверджено існування в р. Білий Черемош вище Яблунецької греблі популяцій міноги карпатської, дунайського лосося, марени звичайної – видів, занесених у Червону книгу України. Будівництво каскаду Голошинських малих ГЕС та створення трьох штучних водосховищ вплине на гідробіологічний режим р. Білий Черемош з різноманітними проявами, які можливо мінімізувати.

Відповідно до висновку Інституту гідробіології НАН України, який узгоджується з висновками експертів, експлуатація каскаду Голошинських малих ГЕС можлива за наступних умов:

- наявність регулюючого пристрою для пропуску санітарних, іхтіологічних та екологічних витрат води;
- наявність працездатного рибоходу з параметрами для пропуску іхтіофауни, яка характерна для верхів'я р. Білий Черемош;
- наявність працездатного рибозахисту на водозабірній споруді;

Вважаємо за потрібне виконання при будівництві каскаду малих ГЕС рекомендацій науковців Інституту гідробіології НАН України щодо влаштування рибоходу, а саме:

- при влаштуванні лоткового рибоходу за проектом 07/06.11-46-Т1, довжину однієї камери рибоходу прийняти 2,5 м, швидкість потоку у вхідному для риб отворі рибоходу прийняти 0,7 м/с;
- при влаштуванні альтернативного рекомендованого рибоходу Деніла передбачити чергування похилих (довжиною 7-8 м) та горизонтальних (довжиною 3,0 м) ділянок;
- проведення екологічного моніторингу під час будівництва та експлуатації ГЕС.

Заборонити проводити будівельно-монтажні роботи для спорудження каскаду Голошинських малих ГЕС в період нересту риб.

В результаті спорудження каскаду Голошинських малих ГЕС ймовірні такі впливи на фауністичний комплекс місцевості:

- можливе знищення місць гніздування птахів лісо-чагарникового комплексу, а також зіткнення птахів з ПЛІ;
- внаслідок утворення слизьких поверхонь на внутрішніх відкосах дамби водойми виникнуть місця ризику щодо тварин при їх потраплянні на такі ділянки;
- будуть утворені місця існування навколводних комах.

Каскад Голошинських малих ГЕС знаходяться за межами заповідних зон державного (Карпатський та Верховинський національні природні парки) та місцевого значення (гідрологічний заказник місцевого значення «Ріка Чорний Черемош з прибережною смугою»).

Також слід відмітити, що 15 січня 2014 р. авторами були проведені натурні обстеження проектної території каскаду Голошинських малих ГЕС та діючий каскад з двох малих ГЕС на р. Пробійна. Обстеження працюючого рибоходу на Пробійнівській ГЕС №2 підтвердило його високу ефективність та працездатність, щодо пропускну здатності (рис. 7.21 а) та формування їм санітарного попуску («екологічний розхід») (рис. 7.21 б), навіть у період зимової межени.

Оцінка впливів на соціальне середовище

Відповідно до висновків матеріалів ОВНС вплив проекрованої діяльності на навколишнє соціальне середовище оцінюється як відсутній, погіршення основних соціально-побутових умов життєдіяльності населення внаслідок планової діяльності не очікується.



а)



б)

Рис. 7.21. Пробійнівська мала ГЕС №2 (а – гребля та рибохід; б – злиття санітарного попуску та водовідвідного каналу) [15 січня 2014 р.]

Зазначено, що діяльність каскаду Голошинських малих ГЕС сприятиме покращенню соціально-економічного стану регіону.

Експерти вважають за необхідне зазначити наступне. Соціальне середовище безумовно буде і є одним з основних та найвпливовіших об'єктів при впровадженні запропонованих дій по улаштуванню об'єктів каскаду малих ГЕС. Місцеві жителі можуть відчутти вплив від електромагнітних полів навколо ПЛ-10 кВ та підвищення рівня шуму при будівництві та експлуатації ГЕС. Зона впливу фізичних полів обмежується санітарно-захисною зоною Голошинських малих ГЕС та ПЛ-10 кВ. Утворення радіоактивних полів не очікується.

Під час проведення будівельно-монтажних робіт очікується тимчасовий візуальний та шумовий вплив.

Прогнозується покращення енергозабезпечення населення, підвищення соціального рівня життя населення регіону, збільшення кількості робочих місць, збільшення відрахувань в місцевий і обласний бюджети, що покращить соціальне становище Голошинської територіальної громади.

На стадії попередніх інвестиційних досліджень, проектування, будівництва та експлуатації Голошинського каскаду гідротехнічних споруд місцева громада реагувала позитивно на інвестиційний проект каскаду малих ГЕС. На думку експертів, більшості негативних впливів на соціальне середовище можна уникнути або зменшити їх через впровадження заходів контролю, запобіжних заходів та дотримання техніки безпеки.

Відповідно до протоколу засідання Координаційної Ради (від 12.06.2012 р.), укладені угоди про соціально-економічне партнерство між суб'єктами господарювання та територіальними громадами (Голошинська селищна рада).

Очікується, що завдяки впровадженню даного проекту відбудуться позитивні зрушення у розбудові інфраструктури для розвитку екотуризму у Верховинському районі.

У зв'язку з повною відсутністю фізичних і хімічних чинників й радіаційного забруднення території в результаті спорудження та подальшої експлуатації каскаду Голошинських малих ГЕС, погіршення умов життєдіяльності не прогнозується, тому заходи щодо запобігання погіршенню умов життєдіяльності та компенсаційні заходи не проектується.

Оцінка впливів на техногенне середовище

Спорудження каскаду Голошинських малих ГЕС виключає можливість небезпечного впливу на техногенне середовище, в зв'язку з тим, що в зоні запланованої діяльності відсутні промислові об'єкти, пам'ятки архітектури, історії та культури, наземні і підземні споруди (крім означеної автомобільної дороги) та інші елементи техногенного середовища.

Необхідно корегування проекту у частині берегоукріплення р. Білий Черемош в межах зони впливу малих ГЕС.

В процесі експлуатації малих ГЕС буде утворюватися зола від спалювання відходів деревини в котлах для опалення; в процесі будівництва утворюється бутобетонне сміття. На

проектованих об'єктах будуть утворюватися тверді побутові відходи (змішані комунальні) в кількості орієнтовно 0,5 т/рік на кожній з ГЕС, які тимчасово зберігатимуться у контейнері для сміття, з подальшим вивезенням на полігон твердих побутових відходів згідно оформленої в установленому порядку угоди, яку рекомендовано укласти з місцевим комунальним підприємством. Запроектвані способи поводження з очікуваними будівельними відходами повинні відповідати вимогам нормативно-правових документів.

Вплив на техногенне середовище при будівництві та експлуатації каскаду Голошинських малих ГЕС оцінюється як екологічно допустимий.

Висновки

В результаті будівництва та експлуатації каскаду Голошинських малих ГЕС на р. Білий Черемош очікуються як позитивні, так і негативні впливи на навколишнє середовище. Останні не можна вважати значимими. Мінімізація або уникнення встановлених негативних впливів можлива шляхом повної відповідності запланованих дій до діючого чинного природоохоронного законодавства та проектованих техніко-технологічних рішень і застосування пропонованого комплексу заходів, спрямованих на охорону навколишнього середовища.

Рекомендуємо запровадити на каскаді Голошинських малих ГЕС комплексний екологічний моніторинг за станом природно-техногенної безпеки з обов'язковим інформуванням громадськості.

7.3. ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТЕРИТОРІЇ ПРОЕКТОВАНОЇ РОЗВІДКИ ТА ВИДОБУТКУ СЛАНЦЕВИХ ГАЗІВ НА ОЛЕСЬКИЙ ПЛОЩІ

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

Відомо [13], що видобуток сланцевого газу викликає серозні суперечки у Європі та США, зокрема щодо екологічних наслідків та прав місцевого населення. За висновками, підготовленими експертами для Європарламенту, «неминучий вплив видобутку сланцевого газу та нафти проявляється у використанні великих площ землі під бурильні майданчики, паркувальні і маневрувальні зони для вантажних автомобілів, обладнання, об'єкти переробки і транспортування газу, а також і під'їзними коліями. Основними можливими негативними впливами є викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, забруднення підземних вод неконтрольованими газовими та рідинними потоками, що спричинюються їх викидами чи розливами, витік бурильних рідин та неконтрольоване скидання відпрацьованої води. Видобувні рідини містять небезпечні речовини, а відпрацьовані води, на додаток, містять важкі метали та радіоактивні матеріали із родовищ. Досвід США показує, що стається багато аварій, які спричиняють шкоду навколишньому середовищу та здоров'ю людини. Задokumentовані порушення правових вимог коливаються у межах 1-2 % від всіх об'єктів, які отримали дозволи на проведення бурильних робіт. Велика кількість таких аварій стається через неправильне поводження із обладнанням та протікаюче устаткування. Більше того, на околицях газових свердловин фіксується забруднення підземних вод метаном, яке в крайніх випадках призводить до вибухів житлових будівель, а також забруднення хлоридом калію, яке призводить до засолення питної води. Ступінь впливу підвищується, оскільки поклади сланцевого газу розробляються із високою щільністю, аж до 6 свердловин на квадратний кілометр» [129].

Експерти також дійшли висновків, що на законодавчому рівні Європа не готова видобувати у себе сланцевий газ, численність законодавчих прогалин підвищує ризики видобутку сланцевого газу. Експерти зазначають, що «... в час, коли стабільність є ключем

до майбутнього, постає питання чи введення хімічних токсичних речовин під землею повинно бути дозволено, чи навпаки, заборонено, оскільки така практика обмежить або виключить будь-яке пізніше використання забрудненого шару (наприклад, для геотермічних цілей), тому що довготермінові ефекти впливу такої діяльності не досліджені. У діючих ділянках видобутку сланцевого газу на кожен 1 квадратний метр породи закачується приблизно 0.1 - 0.5 літрів хімікатів. Сьогоднішні пріоритети розробки і видобутку нафти і газу повинні бути переоцінені з огляду на той факт, що ризики і тягар негативного впливу на навколишнє середовище не компенсуються відповідними потенційними перевагами що і оскільки показники виробництва такого газу є дуже низькими» [129].

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

Одеська площа розташована в межах Львівської та Івано-Франківської областей (рис. 7.22). Загальна площа ділянки становить 6 324 кв. км. Мінімальний обсяг інвестицій, які повинні бути здійснені інвестором протягом періоду геологорозвідувальних робіт на Юзівській площі, повинен становити не менш як 1,6 млрд. грн. (на Одеській площі – 1,3 млрд. грн.). У разі прийняття інвестором рішення щодо переходу до етапу промислової розробки Юзівської площі, обсяг загальних інвестицій, у тому числі тих, що необхідні для забезпечення промислової розробки, визначається за результатами конкурсу, але повинен становити не менш як 30 млрд. грн. (на Одеській площі – 25 млрд. грн.) [129].



Рис. 7.22. Контур Одеської площі проєктованого видобутку сланцевого газу

Площі включають всі осадові поклади, що залягають в межах її периметру та обмежені за глибиною користування надрами відміткою 10 тис. метрів від поверхні або геологічним фундаментом (залежно від того, що буде досягнуто раніше).

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

1. Чи є тут сланцевий газ у надрах і скільки його? Цю задачу вирішуватимуть геологорозвідники шляхом буріння вертикальних, а при досягненні газоносного пласта - горизонтальних свердловин. Ми можемо лише рекомендувати вивчити фізико-хімічні властивості газоносних сланців - бітумінозних чорних і темно-коричневих алевролітів, аргілітів та пісковиків силура у природних відслоненнях Дністровського каньйону (сс. Трубчин, Дністровське, Окопи) та в долинах приток Дністра - річок Збруч, Серет (біля м. Чортків) та в інших місцях на півдні Тернопільської області [57]. Там не потрібно бурити дорогі свердловини, тому що необхідні нам породи виходять на денну поверхню.

2. Для видобутку сланцевих газів потрібна велика кількість води для гідророзривів пластів через перфоровані бурильні труби. Чи достатньо буде поверхневих вод на Олеській площі? Цю задачу може вирішувати кафедра екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ). Доцент Л.М.Архипова [24] розробила методику визначення гідроекологічного потенціалу, який дозволяє оцінити ресурси поверхневих вод, що можуть бути використані без ушкодження для гідроекосистем. Є відповідні патенти і акти впровадження у Держводгоспі України та в Держуправлінні охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області. Оцінку екологічно безпечного використання поверхневих водних ресурсів для видобутку сланцевих газів кафедра екології може представити, якщо отримає відповідне завдання.

3. Екологічну безпеку території та населених пунктів Одеської площі кафедра екології ІФНТУНГ може оцінити за існуючими в Україні державними нормативами. Такий досвід кафедра отримала при вирішенні вказаної задачі в процесі виконання міжнародних проектів TACIS, FARE CREDO, Світового банку, ЮНЕСКО, Агенції охорони середовища США, Міністерства освіти, науки, досліджень і технологій ФРН та ін. Крім того, на кафедрі екології ІФНТУНГ доцент Л.В.Міщенко розробила геоекоекологічне районування Карпатського регіону і Західного Поділля [88], куди входить і Олеська площа. В результаті аналізу ландшафтно-геохімічного стану 1441 геоекоекологічного полігону (рис. 7.23) виявлені геоекоекологічні структури - ландшафтно-геохімічні зони, підзони, смуги, ядра, овали та ін., в межах яких при взаємодії техногенного навантаження з природними ландшафтами склались різного ступеня екологічні стани - від нормального і задовільного до напруженого і складного (рис. 7.24-7.27). Таких станів, як незадовільний, передкризовий, критичний і катастрофічний, що характерно для Придніпров'я і Донбасу, на Олеській площі поки що немає [13, 88].

Отже цю задачу може вирішити кафедра екології ІФНТУНГ. Наші пропозиції сформульовані у табл. 1.

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

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

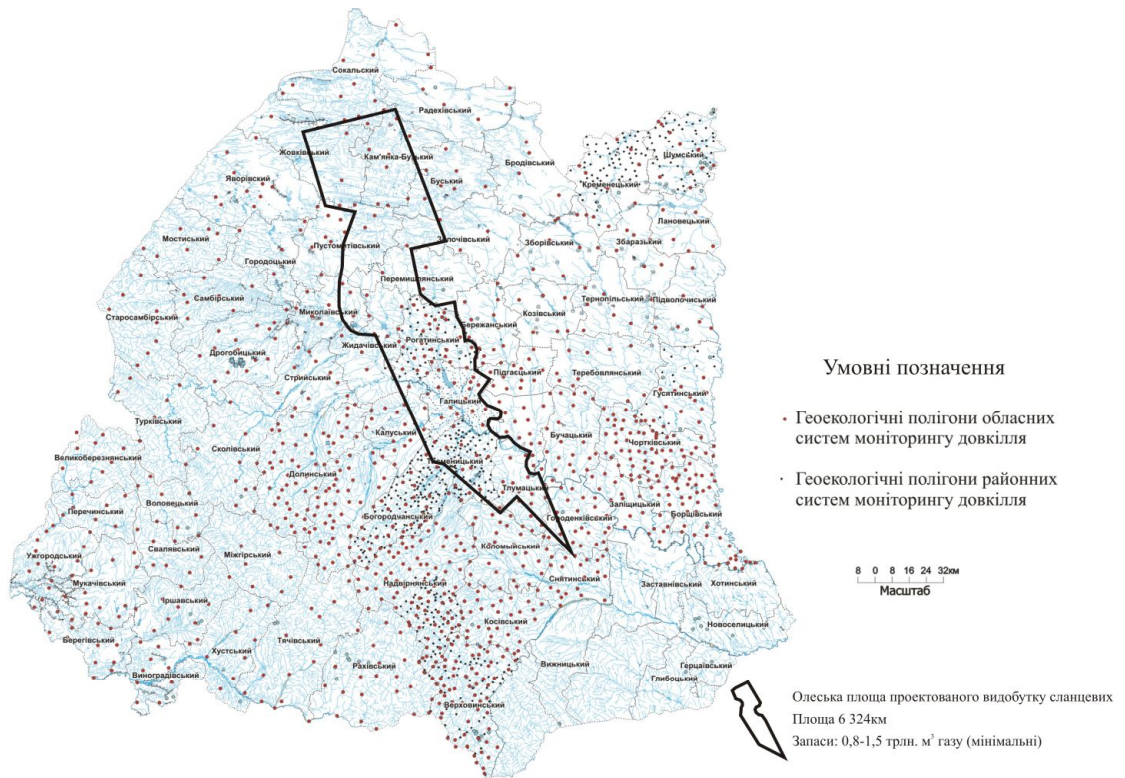


Рис. 7.23. Розміщення геоекологічних полігонів обласних та районних систем моніторингу довкілля на території Карпатського регіону і Західного Поділля (Закарпатська, Львівська, Вано-Франківська і Тернопільська області)

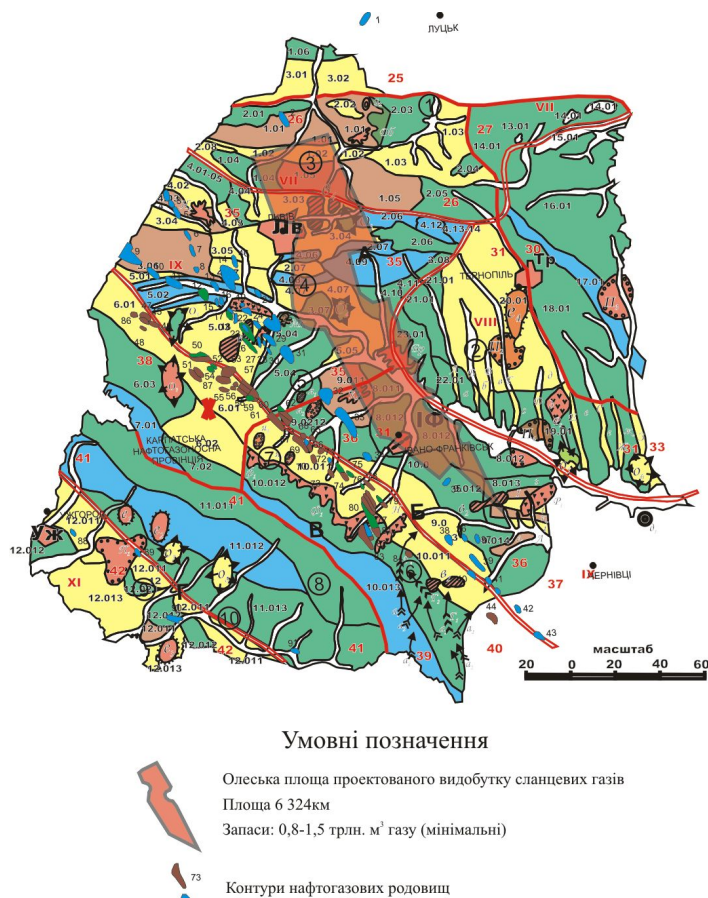


Рис. 7.24. Геоекологічне районування Карпатського регіону і Західного Поділля [88] з контурами нафтогазових родовищ та Одеської площі проєктованого видобутку сланцевого газу

Геоекологічні зони та їх номери

Геоекологічні смуги розсіювання та їх номери (а-л)

а- Гончарівська, б- Озорянська, в- Бучацька, г- Дорогичівська, д- Нирківська, е- Касперівська, с- Глибогоцька, ж- Гермаківська, з- Йосипівська, і- Спецівська, к- Снятинська, л- Тройцька.

Геоекологічні структури ізометричної та неправильної форми
Геоекологічні ореоли концентрації



Геоекологічні вузли
в₁- Буквешівський, в₂- Снятинський, в₃- Дрогобицький, в₄- Пустомитівський



Геоекологічні еліпси
е₁- Перегінський, е₂- Свалявський, е₃- Виноградівський, е₄- Тернопільсько-Теребовлянський



Геоекологічні ядра
я₁- Північно-Долинське, я₂- Мізунське, я₃- Свічинське, я₄- Східно-Долинське



Геоекологічні вулканізи – джерела
д₁- Хотинське, д₂- Радехівське



Геоекологічні плями
п₁- Мукачівська, п₂- Теребовлянська, п₃- Підволочиська, п₄- Городенківська



Геоекологічні овали розсіювання
о₁- Самбірський, о₂- Турківський, о₃- Пустомитівський, о₄- Жидачівський, о₅- Дністроканьйонний, о₆- Боршівський, о₇- Іршавський, о₈- Хустський

Геоекологічні ландшафтно-геохімічні бар'єри



Механічні Орографічні
н₁- Надвірнянський



Радіаційні
р₁- Снятинський, р₂- Чортківський



Фізико-хімічні
ф₁- Долинсько-Богородчанський



Біогехімічні
б₁- Миколаївський



Атмосферні потоки
а₁- Прутські, а₂- Черемиські



Гідроміграційні потоки
г₁- Верховинські, г₂- Ворохтянські, г₃- Яремчанські



Геотектонічні зони
з₁- Івано-Франківські

Техногеоекологічні структури
Базотектонічні та неправильної форми структури



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



Техногенні геоекологічні структури
Бр- Бурштинська, Кл- Калуська, Мк- Миколаївська, Ня- новояворівська, Дб- Добровіська, Ст- Стебницька



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

Екологічний стан геоекологічних структур



Геоекологічні підзони
Системи екологічної безпеки регіонального рівня для територій адміністративних областей



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



1.01- Болотнянська, 1.02- Ратенська, 1.03- Верхньостирська, 1.04- Добросинська, 1.05- Кам'янська, 1.06- Іваницька, 2.01- Солокійська, 2.02- Карчинська, 2.3- Радехівська, 2.4- Пляшівська, 2.5- Підвороняцька, 2.6- Буська, 2.07- Підгологська, 2.08- Підрозтоцька, 3.01- Варязька, 3.02- Тартаківська, 3.03- Куликівська, 3.04- Білківська, 3.05- Пустомитівська, 3.06- Городоцько-Щиренська, 3.07- Ходорівська, 3.08- Зборівська, 4.01- Равська, 4.02- Верхньоворішківсько-Мегерівська, 4.03- Янівська, 4.04- Дубровицька, 4.05- Домажирська, 4.06- Давидівська, 4.07- Сільська, 4.08- Гоголівська, 4.9- Бібрсько-Перемішлянська, 4.10- Рогатинська, 4.11- Помаранська, 4.12- Вороняцька, 4.13- Підкамінська, 4.14- Почаївська, 5.01- Добромилська, 5.02- Самбірська, 5.03- Дрогобицька, 5.04- Стрийська, 5.05- Присівська, 6.01- Борівська, 6.02- Сколівська, 6.03- Верхньодністрівська, 7.01- Турківська, 7.02- Славська, 8.01- Покутсько-Придністрівсько-Опільська, 9.01- Передгірська (Рожнятівсько-Коломийська), 10.01- Гірська (Полонинсько-Веховинська), 11.01- Воловецько-Рахівська, 12.01- Ужгородсько-Виноградівська, 13.01- Гаєвська, 14.01- Білокриницька, 15.01- Кременецька, 16.01- Ланівецька, 17.01- Товарова, 18.01- Гусятинська, 19.01- Заліщицька, 20.01- Тернопільська, 21.01- Бережанська, 22.01- Монастирська, 23.01- Золотолиська (Горожанська).

Геоекологічні підзони та їх номери



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



Геоекологічні смуги концентрації та їх номери (А-Л)

А- Золотолиська, Б- Коропецька, В- Барішевська, Г- Стрийська, Д- Джуринська, Е- Тупівська, Є- Серетська, Ж- Нічлаївська, З- Збручанська, І- Борівська, К- Ставчанська, Л- Прутівська.

Умовні позначення

до «Геоекологічного районування Карпатського регіону і Поділля»

Національний рівень

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

Західний геоекологічний округ

VII. Північно-Західний геоекологічний регіон

- 25. Луцький геоекологічний район
- 26. Галицький геоекологічний район
- 27. Рівненський геоекологічний район

VIII. Подільський геоекологічний регіон

- 30. Опільський геоекологічний район
- 31. Тернопільський геоекологічний район
- 33. Кам'янець-Подільський геоекологічний район

IX. Прикарпатський геоекологічний регіон

- 35. Львівський геоекологічний район
- 36. Івано-Франківський геоекологічний район
- 37. Буковинський геоекологічний район

X. Карпатський геоекологічний регіон

- 38. Бескидський геоекологічний район
- 39. Горганський геоекологічний район
- 40. Полонинський геоекологічний район
- 41. Черемиський геоекологічний район

XI. Закарпатський геоекологічний регіон

- 42. Мукачівський геоекологічний район



- Границі між регіонами



- Границі між районами

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

Геоекологічні валзони та їх номери

- 1- Центрально-малополіська (Сокальська), 2. Окрайно-малополіська (Радехівсько-Червоноградська), 3.- Опільська (Львівсько-Пустомитівська), 4.- Подільська (Перемішлянсько-Городоцька).



Умовні позначення рис. 7.24



Умовні позначення



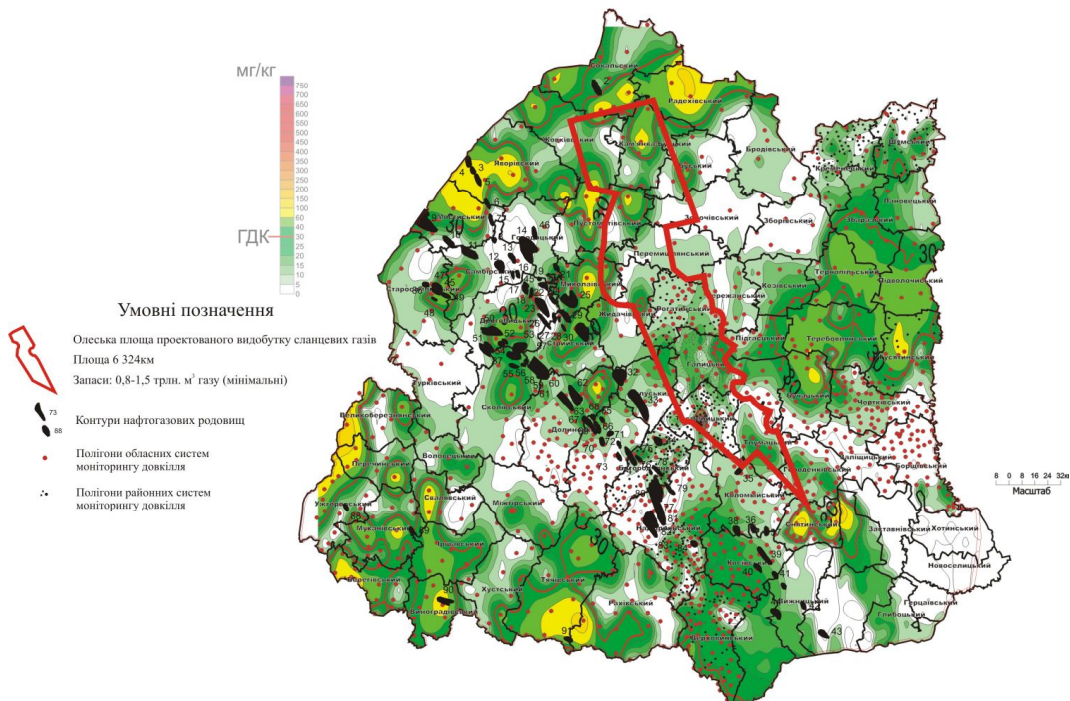
-  Олеська площа проєктованого видобутку сланцевих газів
Площа 6 324км
Запаси: 0,8-1,5 трлн. м³ газу (мінімальні)
-  73 88
Контури нафтогазових родовищ

Рис. 7.25. Карта нафто- та газогелогічного районування... [13] з контурами нафтогазових родовищ та Олеської площі проєктованого видобутку сланцевого газу



Умовні позначення





-  Олеська площа проєктованого видобутку сланцевих газів
Площа 6 324км
Запаси: 0,8-1,5 трлн. м³ газу (мінімальні)
-  73 88
Контури нафтогазових родовищ
-  Полігони обласних систем моніторингу довкілля
-  Полігони районних систем моніторингу довкілля

Рис. 7.26. Місцезнаходження нафтогазових родовищ та Олеської площі проєктованого видобутку сланцевого газу на фоні розповсюдження Ni у ґрунтах Карпатського регіону та Західного Поділля [13, 88]

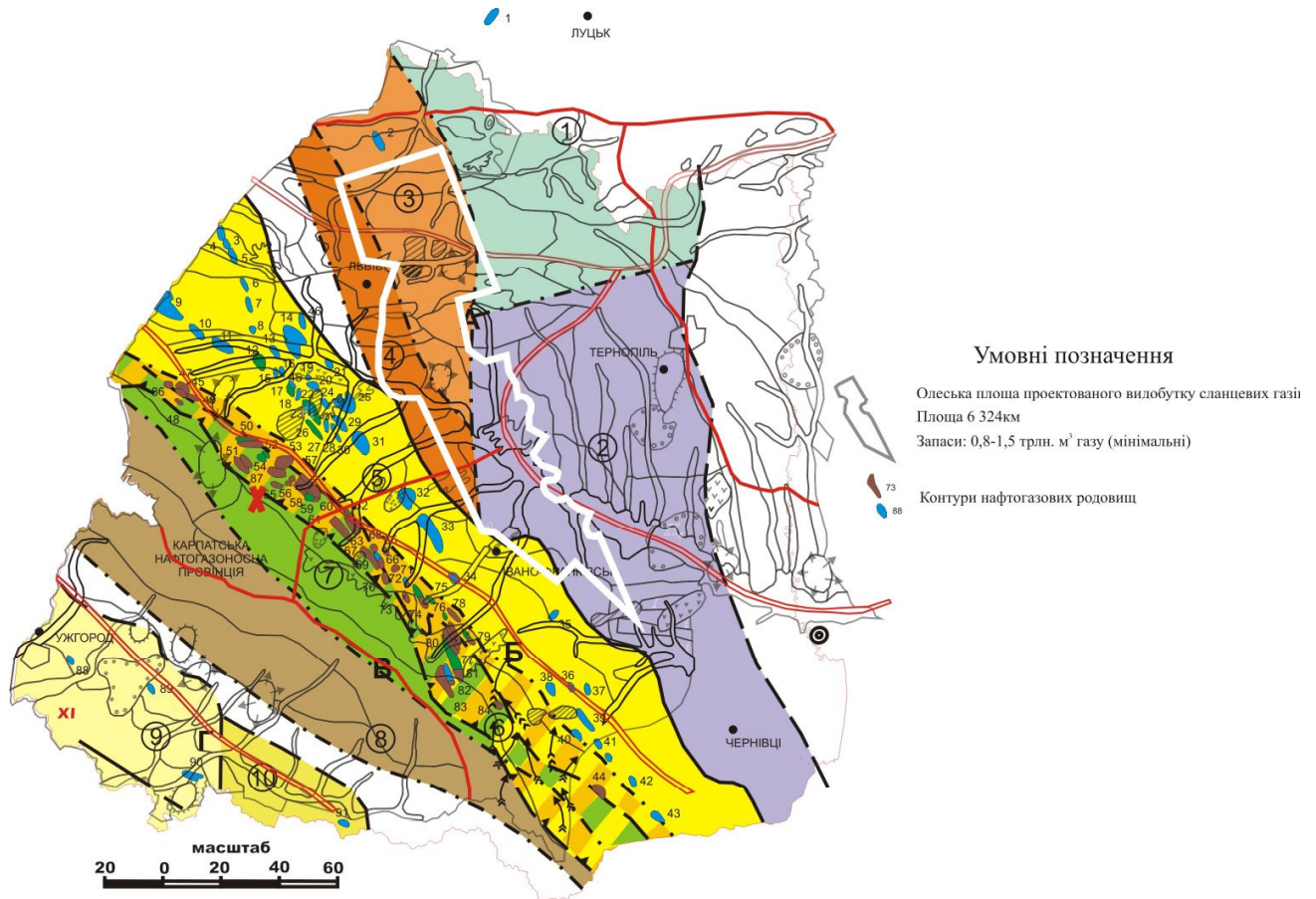


Рис. 7.27. Розміщення нафтогазових родовищ та Олеської площі проєктованого видобутку сланцевого газу на фоні геоecологічного районування Карпатського регіону та Західного Поділля [13, 88]

Населення схвалило результати цього проекту [19], що було використано для нових Державних будівельних норм ДБН-А.2.2.-1.-2003, а також для доповнення і змін до 30 статей 5 Законів України ("Про інформацію", "Про охорону навколишнього природного середовища", "Про екологічну експертизу", "Про інвестиційну діяльність", "Про місцеве самоврядування") і тексту Постанови Кабінету Міністрів України "Порядок проведення громадських слухань з питань об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку".

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

Висновки. Співставлення площі розповсюдження 91 нафтогазового родовища Карпатського регіону з геоecологічним районуванням (рис. 7.24-7.27) показали відсутність істотного техногенного впливу нафтогазовидобування на природні геосистеми, що пояснюється обов'язковим виконанням ОВНС не тільки для родовища, а й для кожної розвідувальної чи видобувної свердловини. Це дає можливість розвивати подальший екологічно безпечний нафтогазовий видобуток у Карпатському регіоні [13, 19, 88].

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

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

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

Спираючись на цей досвід, рекомендуємо при розвідці та видобутку сланцевих газів на Олеській площі дотримуватись аналогічних вимог: 1) виконання екологічного аудиту території, 2) ОВНС у проектах на кожен свердловину, 3) об'єктивних оцінок екологічно безпечного вилучення водних ресурсів з кожного джерела водокористування, 4) організація постійно діючого регіонального, локального та об'єктового екологічного моніторингу, 5) громадські слухання у кожному населеному пункті та постійно роз'яснювальна робота для місцевого населення. Тільки тоді буде забезпечений екологічно безпечний сталий розвиток території та безпека життєдіяльності населення.

7.4 ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАФТОГАЗОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В Україні сьогодні одним із найпоширеніших видів забруднення є нафтохімічне забруднення. Втрати нафти й нафтопродуктів у підземне середовище пов'язані з підприємствами паливно-енергетичного комплексу України. Сьогодні в Україні зафіксовано більше ста локальних плям нафтохімічного забруднення ґрунтів зони аерації та ґрунтових вод, загальна площа яких сягає 30000га.

Висока концентрація об'єктів видобутку, переробки, зберігання та транспортування нафти та газу на території Івано-Франківської області призводить до значного техногенного навантаження на навколишнє природне середовище. Майже всі виробничі об'єкти

нафтогазової промисловості у відповідних умовах забруднюють всі компоненти природного середовища різноманітними шкідливими речовинами. Крім власних природних вуглеводнів та їх супутників, продуктів переробки нафти та газу до складу забруднюючих речовин входять численні реагенти, каталізатори, ПАР, інгібітори, луки, кислоти, які обов'язково використовуються у технологічних процесах і після їх використання переходять в одну із складових відходів. Тому нафтогазові підприємства за рівнем шкідливої дії на природне середовище вважаються об'єктами підвищеного екологічного ризику.

Івано-Франківська область входить до Західноукраїнської нафтогазоносною території (ЗУНГТ), яка містить приблизно 20% початкових нафтогазових ресурсів, а промислове її освоєння становить 22%.

На території Івано-Франківської області основними нафтогазовими підприємства є Долинський газопереробний завод, нафтопереробний завод "Нафтохімік Прикарпаття", Прикарпатське, Долинське, Надвірнянське УБР, НГВУ "Долинанафтогаз", НГВУ "Надвірнанафтогаз", Долинське тампонажне управління, Богородчанське ПСГ. Видобуток нафти і газу проводять на території Долинського, Рожнятівського і Надвірнянського районів. Через територію області проходить магістральний газопровід, продуктопроводи. До того ж, в області знаходиться сім нафтобаз: Долинська, Калуська, Надвірнянська, Городенківська, Рогатинська, Івано-Франківська, Снятинська.

Наявність цих підприємств в області безумовно впливає на її екологічний стан, особливо в районах нафтогазовидобутку та нафтогазопереробки, де висока концентрація об'єктів видобутку, переробки, зберігання та транспортування вуглеводневої сировини. Існуючі технологічні процеси характеризуються високою ймовірністю виникнення аварійних ситуацій. У технологічних процесах кожного з цих підприємств утворюються різноманітні за своїм хімічним складом відходи.

Основні види відходів, що утворюються на виробничих об'єктах управління бурових робіт. Основними забруднюючими речовинами атмосферного повітря є діоксид азоту, оксид азоту, метан, суміш насичених вуглеводнів C_2-C_8 , граничні вуглеводні $C_{12}-C_{19}$, окис вуглецю, сірчистий ангідрид, V_2O_5 , сажа. Одним з основних видів промислових відходів, які утворюються при бурінні свердловин, є стічні води. Бурові стічні води забруднені буровими розчинами, хімічними реагентами диспергованими глинами, вибуреною породою та буровими шламами. Після очистки у БСВ вміст нафтопродуктів повинен знаходитися в межах 50-100 мг/л, мінералізація 4500 мг/л, рН – 5,5-8,2. При високому вмісті мінеральних солей у стічних водах проводиться їх розбавлення чистою прісною водою до допустимих показників.

Основну небезпеку для навколишнього середовища складають речовини, які нагромаджуються в амбарах. До них належать компонент осаду бурових розчинів і залишки механічної очистки стічних вод (третій клас токсичності), осад після технологічного очищення бурових розчинів (четвертий клас токсичності).

Негативний вплив амбарів найбільш сильно впливає на стан ґрунтів та ґрунтових вод території бурових майданчиків. Звичайно, найбільш значну частину вмісту резервних амбарів становлять бурові розчини і здрібнена порода, у амбарах можуть бути присутні практично всі інші відходи (включаючи супутні води, емульсії, нафтові відходи тощо). Скидання сепараційних суспензій, емульсій, які не підлягають переробці, донного відстою з резервуарів і відходів обробки нафти в амбари для супутньої води збільшує перелік компонентів, що можуть мігрувати в ґрунтові води у випадку їх витоку з амбарів.

Відходи, які утворюються на базі виробничого обслуговування, накопичуються у вигрібній ямі і періодично вивозяться на полігон ТБО. До даних відходів належать відпрацьовані акумуляторні батареї, автомобільна гума з металокордом та без металокорду, побутові відходи.

Відходи процесу буріння в багатьох випадках використовують повторно на бурових майданчиках або в інших виробництвах. Відходи I класу токсичності накопичуються на території бурової, а потім вивозяться в місто Івано-Франківськ на утилізацію. Відходи II класу небезпеки (відпрацьовані мастила) здаються на нафтобазу або нейтралізуються методом розбавлення та скиду в каналізацію (відпрацьовані електроліти АКБ). Відпрацьовані мастила використовуються для дозаправки бурових насосів. Відходи ламп розжарювання

вивозяться на полігон ТПВ. Брухт чорних металів, сплавів та залишки електродів передаються до "Вторчормету" м. Івано-Франківська.

Основні види відходів, що утворюються на виробничих об'єктах нафтогазовидобувних підприємств, поділяються на відходи буріння нафтових та газових свердловин, відходи видобування нафти та газу, відходи промислової підготовки нафти та газу, відходи транспортування нафти та газу.

Виробничі відходи допоміжних виробництв поділяють на відходи автотранспортного господарства, хімлабораторій, фотолабораторій тощо, ремонтно-механічного цеху та ремонтно-механічних ділянок, зварювального поста, будівельно-монтажних та будівельно-ремонтних служб, електроцеху, котельної, водо підготовки та очисних споруд.

В допоміжному виробництві найбільш небезпечними відходами є люмінесцентні лампи, відпрацьовані акумулятори, електроплити, відходи скловати та склотканини від теплоізоляції трубопроводів, а також масла індустріальні відпрацьовані, промаслене ганчір'я, масло моторне відпрацьоване від експлуатації автотранспорту, надлишковий активний мул - осад з відстійників після механічної та біологічної очистки.

У процесі транспортування газу, при періодичному очищенні газопроводу в пиловловлювачах відокремлюється шлам продувочний, який складається з твердих і рідких компонентів забруднень. Він накопичується в трубопроводі, збирається у певні ємності і підлягає утилізації. Ці домішки мають багатоконпонентний склад і представлені твердою, водяною і розчиненою органічною фазами. До твердих домішок відносять – залишки будівельного сміття, ґрунт, що потрапив у трубопровід при ремонтних роботах, продукти корозії внутрішньої поверхні труб, домішки піску із газоносного шару. Компонентами рідкої фази домішок є конденсат, що надходить від промислів, і мінеральні олії, що містяться в конденсаті. До відходів технології очищення газу від механічних домішок відносять відпрацьовані масляні фільтри, фільтраційний матеріал, керамічні насадки.

На об'єктах транспортування та зберігання нафти до небезпечних відходів, що впливають на екологічну рівновагу, та утворюються в результаті основних технологічних процесів, відносять ґрунт із нафтою та (або) нафтопродуктами та нафтошламами. Ґрунт може бути забрудненим нафтою внаслідок аварій або несанкціонованого відбору нафти. Нафтошлами утворюються унаслідок очищення резервуарів зберігання моторних масел, світлих нафтопродуктів (відходи масел та бензинових фракцій, що забруднені механічними домішками).

На всіх ступенях підготовки нафти на розділі фаз „вода-нафта" відбувається осідання стійких нафтових емульсій, які існуючою технологією та обладнанням зруйнувати не вдасться. В процесі підготовки товарної нафти джерелами утворення нафтових шламів є прийомні амбари насосних станцій, кульові відстійники I-го ступеня підготовки, де відбувається часткова деемульсація і знесолення нафти, і кульові відстійники II-го ступеня підготовки. Зруйнована емульсія проходить через шар підтоварної води, сировинні та товарні резервуари для відстоювання, ставки до відстоювання, де проходить очищення від стійкої нафтової емульсії та частково від механічних домішок. Нормативно допустимий обсяг утворення стійких нафтових емульсій 1,5-1,6% від об'єму підготовленої нафти.

Відходами виробництва на установці підготовки нафти є стічні води, які утворюються з пластової підтоварної води, відділеної від нафти в процесі підготовки. Скид підтоварної води проводиться з кульових відстійників I і II ступеня, а також з технологічних і товарних резервуарів. На установці підготовки нафти виділяються шкідливі гази під час спалювання паливного газу на котельній установці, це є оксид азоту, діоксид азоту, сірчистий ангідрид. Втрати на установці підготовки нафти (до 0,33 %) за рахунок підвищених температур (до 60°C) в технологічних і товарних резервуарах. Втрати виникають в результаті випаровування легких фракцій вуглеводнів (C₁, C₂, C₃, C₄, C₅, C₆).

На котельній установці димові гази викидаються з котлів. В атмосферу викидається оксид азоту, діоксиду азоту, сірчистого ангідриду.

Основні види відходів, що утворюються у Богородчанському ПСГ. До основних забруднювачів навколишнього середовища відносяться газоподібні викиди, нафтошлами і мазут, побутові і виробничі стічні води. Головними джерелами забруднення атмосфери на

підприємстві є газо-мотокомпресорні установки, паливом яких являється природний газ. Під час роботи газомотокомпресорів в атмосферу викидається ряд шкідливих речовин, основними з яких є оксиди азоту та оксиди вуглецю. Під час зупинок ГМК, як планових так і аварійних, відбувається стравлення природного газу і в атмосферу викидається значна кількість метану.

Найбільша маса викиду спостерігається за період III-го кварталу під час роботи ПСГ в режимі закачки газу, коли на роботу газо-мотокомпресорної установки витрачається велика кількість природного газу. Для виявлення витоків газу в повітря в газ вводять сильно пахнучі речовини.

Для зменшення забруднення атмосфери вуглеводнями та іншими компонентами, які містяться в газі при його витокі з трубопровідної системи, передбачено його спалювання в факелі. В факельній системі можуть накопичуватись значні кількості рідких вуглеводнів внаслідок їх виділення з газу при пониженні температури під час руху газу до факельного стовбура.

Шлами та відходи виробництва зберігаються в амбрах.

До твердих відходів виробництва відносяться наступні:

1 клас небезпечності – лампи відпрацьовані, люмінесцентні (лампи люмінесцентні та інші, які містять ртуть, відпрацьовані);

2 клас небезпечності – ганчір'я промасляне (в процесі роботи газомотокомпресорів та автотранспорту);

3 клас небезпечності – мул від мийки автомашин;

4 клас небезпечності – шини відпрацьовані (шини відпрацьовані, пошкоджені під час експлуатації автотранспорту), нафтошлами від очистки стічних вод, брухт чорних металів (відходи виробничих процесів, лом металічний), брухт кольорових металів (відходи виробничих процесів, лом металічний), побутові відходи (відходи одержані в процесі очищення місць загального використання, прибирання території тощо), відходи карбїду кальцію (зварювальні роботи).

Основні види відходів на Долинському ГПЗ. У результаті виробничого процесу утворюється 7 видів твердих відходів. До них належать: нафтошлами промканалізації, мул госпфекальної каналізації (на очисних спорудах), відпрацьовані лампи люмінесцентні і ДРЛ (при освітленні приміщень); брухт і відходи чорних металів (устаткування та інструменти, неремонтопридатні транспортні засоби списані на брухт), шини відпрацьовані чи пошкоджені під час експлуатації (гараж); тверде побутове сміття (обтирочний матеріал, промаслене ганчір'я), сухі рештки рослин з теплиці.

Нафтошлам промканалізації утворюються при очистці води промстоків підприємства. Щорічно утворюється приблизно 0,2т нафтошламів, які відносять до III класу небезпечності для токсичних відходів. Нафтошлами тимчасово зберігаються і накопичуються на території заводу на намулових площадках.

Мул каналізації утворюється при очистці води господарсько-фекальних стоків підприємства. Його відносять до IV класу небезпечності. Зберігають мул на намулових площадках.

Сухі рештки рослин утворюються у теплиці після викидання рослин після завершення періоду плодоношення. Сухі рештки рослин відносять до IV класу небезпечності для токсичних відходів. Зберігають сухі рештки рослин на відкритій поверхні.

Відпрацьовані лампи люмінесцентні і ДРЛ - відходи, що містять ртуть та її сполуки. Їх відносять до I класу небезпечності токсичних відходів. Зберігають лампи люмінесцентні в спеціальних залізних ящиках.

Шини відпрацьовані чи пошкоджені утворюються при експлуатації транспортних засобів пересування. Дані відходи відносять до IV класу небезпечності токсичних відходів. Відпрацьовані шини тимчасово зберігають на території підприємства.

Брухт і відходи чорних металів представлені устаткуванням та інструментами неремонтопридатними, транспортними засобами, списаними на брухт. Відходи тимчасово накопичуються на території підприємства.

Побутові відходи представлені побутовим сміттям, обтирочним матеріалом,

промасленим ганчір'ям. Вони утворюються при прибиранні робочої території. Дані відходи є вогненебезпечні. Промаслене ганчір'я відносять до II класу небезпечності токсичних відходів. Побутове сміття тимчасово зберігають на території заводу.

Основні види відходів на нафтопереробному заводі "Нафтохімік Прикарпаття". Твердими відходами НПЗ являються наступні: нафтовий шлам, кислий гудрон, активний мул і осад, люмінесцентні лампи, відпрацьовані шини.

Нафтові шлами накопичуються в резервуарах для збереження нафти і темних нафтопродуктів, на очисних спорудах, а також в системі оборотного водопостачання і при очистці резервуарів. Вони представляють собою важкі нафтові залишки, які вміщують в середньому: 10-56% нафтопродуктів, 30-85% води, 1,3-46% твердих домішок. При зберіганні нафтошламів в шламонагромаджувачах і поповненні новими порціями відбувається перемішування та відстій. В результаті в ставках-нагромаджувачах утворюється три шари.

Активний мул і осади від очисних споруд подаються на регенерацію, зневоднюються і подаються на поля фільтрації.

В атмосферу відходи викидаються в газоподібному, пароподібному чи аерозольному стані. Основними забруднюючими атмосферу речовинами є: метан, бутан, сажа, бензол, марганець і його сполуки, Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , NO_2 , NO , аміак, сірководень, інші небезпечні речовини.

У всіх процесах утворюються стічні води різного складу. Вміст забруднюючих речовин в стічних водах НПЗ визначається якістю нафти, яка переробляється, технологією її переробки і якістю кінцевих продуктів виробництва. Найбільша кількість води витрачається на стадії підготовки нафти в процесі її зневоднення і знесолення. Основними забруднювачами стічних вод є нафта і нафтопродукти, мінеральні солі, феноли, синтетичні жирні кислоти.

Люмінесцентні лампи. Кожна люмінесцентна лампа містить біля 150мг ртуті. Всі непридатні люмінесцентні лампи упаковуються на складі в герметичні ящики і зберігаються в закритому приміщенні.

Шини зберігаються на відкритій ділянці насипом.

Отже, проведений аналіз основних видів відходів, що утворюються на нафтогазових підприємствах в Івано-Франківській області, дозволив згрупувати відходи за агрегатних складом і представити у табличному вигляді (табл. 7.14).

Як видно, відходи нафтогазової галузі утворюються в значних об'ємах, вони є досить різноманітними та значно відрізняються один від одного за своїм складом і фізико-хімічними властивостями. Така своєрідна специфіка відходів галузі ускладнює можливість їх утилізації, що приводить до зростання об'ємів нагромаджених відходів. Існуючі технології утилізації відходів є енергоємними і вимагають значних капіталовкладень, що також ускладнює проблему зменшення об'ємів відходів.

Ще однією проблемою, на яку необхідно звернути увагу, є сейсмонебезпечність Карпатського регіону. Дослідження американських геологів останніх років привели до усвідомлення загрози підвищення сейсмоактивності окремих регіонів у зв'язку з закачуванням води в свердловини для підвищення нафтовіддачі, що є характерним для нафтогазовидобувної промисловості області. При експлуатації нафтових родовищ Прикарпаття для підтримання пластового тиску застосовується закачування води, обводненість продукції в окремих випадках сягає 88 і більше відсотків і це може реально погіршити екологічний стан регіону. Причому небезпека загрожує не тільки в плані нафтохімічного забруднення підземних вод, а й у плані зростання сейсмічної активності регіонів нафтовидобутку через можливість виникнення техногенних землетрусів.

Всі зазначені об'єкти: нафтопроводи, нафтопродуктопроводи, переробні заводи, нафтобази, склади паливно-мастильних матеріалів тощо, які є потенційними джерелами надходження забруднень нафтохімічної природи у навколишнє середовище, повинні бути на обліку у державних служб. За умов процесу приватизації в державі цей перелік слід доповнити приватними автозаправками.

Основні види відходів, що утворюються на нафтогазових підприємствах в Івано-Франківській області, згруповані за агрегатних складом

Назва твердих відходів	Назва рідинних відходів	Назва газоподібних відходів
Нафтопродукти відпрацьовані	Відходи нафтових масел	Діоксид азоту
Відходи хімічних речовин, реагентів розчинів	Залишки нафти	Оксид азоту
Залишки парафіну і парафіновосмоляних відкладень	Конденсат газовий некондиційний	Діоксид сірки
Нафтошлами механічного очищення стічних вод	Залишки поверхнево-активних речовин	Оксид вуглецю
Шлам буровий	Залишки хімічних речовин	Діоксид вуглецю
Осад після технічного очищення бурових розчинів	Залишки глинистого розчину	Неметанові легкі органічні сполуки
Осад стічних вод	Бурові стічні води	Метан
Цемент зіпсований, забруднений	Відпрацьовані бурові розчини	Бензапірен
Відходи, які утворюються при монтажу та демонтажу бурового обладнання	Синтетичні жирні кислоти, нафтові кислоти та інші	Меркаптани
Залишки піску бітумінозного	Промивальний розчин	Сірководень
Гудрони кислі	Кислота сірчана відпрацьована	Бензин
Нафтошлам механічного очищення стічних вод	Залишки розчину цементного	Вуглеводні
Осади резервуарів	Нафтошлами	
Каталізатори відпрацьовані	Луги від обробки нафти	
	Рідини з нафтопродуктами	
	Відходи регенерації емульсії та змашувальних рідин	

Як приклад вирішення проблем екологічної безпеки підприємств нафтогазової галузі можна використати досвід Геологічної служби Швеції. Одним із структурних підрозділів цієї установи є Національне агентство з проблем нафтового резерву, яке відповідає за зменшення кількості об'єктів національного нафтового резерву й за відтворення довкілля та гарантоване очищення виведених з експлуатації складів. Нафтопродукти у Швеції були зосереджені приблизно на 40 ділянках у межах всієї країни. Після ліквідаційного періоду - демонтування та продажу обладнання - ділянки складів, які було закрито, відтворили до нормального екологічного стану. У процесі відтворення забруднених територій виконувалися роботи з видалення залишкових продуктів у ґрунтах та перевірявся ризик поширення забруднення. Крім того, у нового власника землі залишається право на подання екологічного позову до суду в разі прояву ознак забруднення. Після судового розгляду екологічний контроль над ділянкою поновлюється.

Таким чином, позитивний досвід вирішення таких завдань, а також ліквідації

осередків нафтохімічного забруднення та відтворення ґрунтів ненасиченої зони і забруднених підземних вод вже існує в розвинутих країнах. А в області стан екологічної безпеки функціонування нафтогазових підприємств сьогодні такий, що потребує негайної всебічної ревізії об'єктів підвищеної екологічної небезпеки – джерел нафтохімічного забруднення.

Проблема утилізації та переробки нафтошламів та кислих гудронів у безпечні та корисні продукти є актуальною, і за визнанням вчених вони можуть бути цінною вуглеводневою сировиною як для подальшої переробки, так і для використання в якості палива.

Всі види нафтошламів (стійкі емульсії, нафтові шлами та донні осади) являють собою високомолекулярні сполуки: парафіни, смоли, асфальтени, конденсована ароматика, які сорбовані на механічних домішках (глина, пісок, сіль, вапняк, оксиди алюмінію, заліза та інше). На особливу увагу заслуговує значний вміст оксиду алюмінію, оскільки він здатний сорбувати на своїй поверхні високомолекулярні ароматичні компоненти нафтошламів, які особливо небезпечні для навколишнього середовища. Основну частину легкої фракції складають токсичні вуглеводні $C_5 - C_{11}$, які легко проникають в клітини організмів і важко засвоюються, тому довго зберігаються в ґрунті. Більш важкі вуглеводні $C_{12} - C_{20}$ не токсичні для живих організмів, але в наслідок невисоких температур застигання в умовах земної поверхні переходять у твердий стан і колюматують всі пори та канали у ґрунті. Смолисто-асфальтові компоненти доповнюють колюматцію у верхньому гумусовому шарі. Розчинність проби нафтошламів у CCl_4 свідчить про наявність парафінових неполярних вуглеводнів, а в ацетоні та толуолі – про наявність смолистих компонентів та ряду метанових вуглеводнів.

У сучасній літературі наводяться різні методи утилізації нафтошламів: метод спалювання, метод грануляції, метод термічної обробки, метод аерозольного каталізу, метод плазмокаталітичної утилізації. Також розроблена безвідходна технологія переробки нафтошламів, яка передбачає розділення нафтошламів на воду, нафтопродукт і механічні домішки. Після біообробки механічні домішки використовують у будівництві. Нафтопродукт переробляють або використовують як добавку при коксуванні важкої вуглеводневої сировини. Використання методу механоактивації для утилізації нафтошламів дозволяє використовувати їх в якості добавок до композиційних сумішей для дорожнього будівництва

Основними недоліками існуючих методів утилізації та переробки нафтошламів можна вважати складне технічне забезпечення технології, значні капіталовкладення на їх впровадження, а також втрати органічної сировини.

Аналіз сучасного стану вирішення проблеми мінімізації відходів нафтогазовими компаніями України показує, що основні питання поводження з відходами направлені на удосконалення існуючих технологічних процесів для мінімізації об'ємів утворення відходів.

Головна увага приділяється викидам в атмосферу та скидам в гідросферу. Проблема відходів нафтогазової галузі зводиться тільки до утилізації окремих їх видів і не розглядається з позиції мінімізації їх об'ємів в єдиній системі нафтогазового виробництва. Відходи є основними чинниками забруднення навколишнього середовища, тому для зменшення об'ємів їх утворення та нагромадження в першу чергу необхідно володіти достовірною інформацією про умови та об'єми їх утворення, фізико-хімічну характеристику, а також про можливі напрямки поводження з ними.

Крім того, на сучасному рівні виробництва розв'язання проблем техногенно-екологічної безпеки функціонування нафтогазових підприємств потребує:

- здійснення технічного переозброєння виробничого комплексу на основі впровадження наукових досягнень, енерго- і ресурсозберігаючих технологій, безвідходних та екологічно безпечних технологічних процесів, розв'язання проблем знешкодження і використання всіх видів відходів;

- розробки методології визначення ступеня екологічного ризику для довкілля;

- проведення досліджень з метою створення системи моделей моніторингового контролю;

- здійснити комплексну сертифікацію нафтогазових об'єктів;

- розробити заходи щодо підвищення екологічної безпеки технологічних процесів на цих об'єктах;
- внести зміни і доповнення до діючих норм технологічного проектування та експлуатації об'єктів з питань, що стосуються вимог екологічної безпеки та охорони довкілля;
- розробити і впровадити у виробництво технологічні програми переробки відходів і відпрацьованих нафтопродуктів;
- розробити екологічно раціональні технології видобутку вуглеводнів;
- впровадити у виробництво технології щодо зменшення викидів у атмосферу летких органічних сполук;
- розробити комплексні технології очищення води та ґрунту від забруднення вуглеводнями;
- розробити та впровадити систему оцінки і прогнозування поширення забруднення підземних вод нафтою та нафтопродуктами.

7.5 ВПЛИВ НАФТОГАЗОПРОВІДІВ НА ДОВКІЛЛЯ

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. 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 виділяємо такі компоненти довкілля: геологічне середовище та геоморфосферу, ґрунтовий покрив, гідросферу та атмосферу, рослинний покрив. До компонентів довкілля відносять також тваринний світ, геофізичні поля, демосфену і техносферу, які не розглядалися у виконаному дослідженні.

Комплексна геоecологічна оцінка компонентів довкілля виконана нами шляхом комп'ютерної інтеграції спочатку поелементних еколого-техногеохімічних карт, а потім покомпонентних карт. Використання сучасних ГІС-технологій дозволяє максимально автоматизувати цей процес і створити комп'ютерні багатоконпонентні постійно діючі системи екологічної безпеки територій.

Управління природними ресурсами, охорона їх та збалансоване природокористування, екологічний 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.

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, в тому числі і магістральні газопроводи.

Важливість впровадження ГІС-технологій у природоохоронну практику підкреслюється в Законі України «Про екологічний аудит», і в Загальнодержавній програмі

розвитку водного господарства (Закон України від 17 січня 2002р. №2988-III) та в багатьох інших державних та галузевих документах. Геоінформаційні комп'ютерні системи екологічної безпеки (КСЕБ), одною із яких є і розроблена нами для зони впливу магістральних газопроводів «Союз» і «Прогрес» на території Чортківського і Борщівського районів. Такі системи для магістральних газопроводів 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. Для забезпечення такої вимоги створюється карта фактичного матеріалу на топографічній багатошаровій 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. Ми використали данні екологів Д.О.Зоріна [56], В.М. Триснюка [114] та ін., які провели одноразове вимірювання параметрів екологічного стану ґрунтів, атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод та рослинного покриву, тобто проведений екологічний аудит досліджуваної території (рис. 7.28, 7.29).

3. Забезпечувати інформаційну підтримку прийняття рішень як за територіально-адміністративним, так і за басейновим або ландшафтним принципами управління станом довкілля. Тобто введення, обробка і виведення інформації здійснюється за критеріями, що відповідають названим принципам. А це забезпечує зручність використання системи для Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Тернопільській області, для Борщівської та Чортківської районних державних адміністрацій, що вивчають забруднення і трансформацію ландшафтів, 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 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.). Ми у своїй роботі використовували MapInfo.

Для виявлення спільних аномальних зон забруднення застосовуємо метод комп'ютерного прозорого накладання фонових і аномальних вмістів забруднювальних речовин у різних компонентах. В результаті на карті сучасної екологічної ситуації виділяються контури розповсюдження різних геоекологічних станів, узгоджені з контурами місцевостей на ландшафтній карті. Із порівняння цих карт видно, що геоекологічні зони і смуги відповідають контурам ландшафтів та ландшафтних місцевостей.

Долина Дністра та його допливів (притоків) в межах заплави та низьких надзаплавних терас знаходиться в сприятливому геоекологічному стані, а долини лівих допливів «несуть» незначне забруднення від місцевих джерел Чортківського і Борщівського районів, відбувається також вплив регіонального, а можливо і транскордонного переносів.

В долинних геосистемах лівих допливів Дністра – Стрипи, Тупої, Серета, Нічлави, Циганської і Збруча, – екологічний стан нормальний, лише біля локальних джерел викидів він напружений. На горбогірних хвилястих рівнинах, що розділяють вказані ріки, склався задовільний геоекологічний стан.

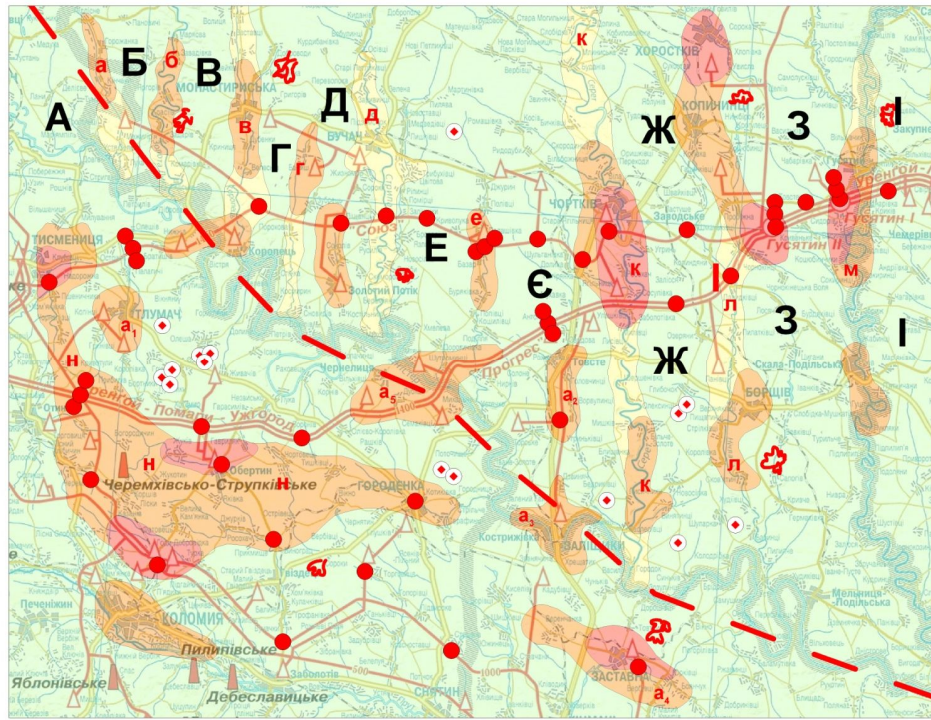


Рис. 7.28. Екологічна ситуація та екологічний стан довкілля для геоекологічного районування зони впливу магістральних газопроводів “Прогрес” та “Союз”

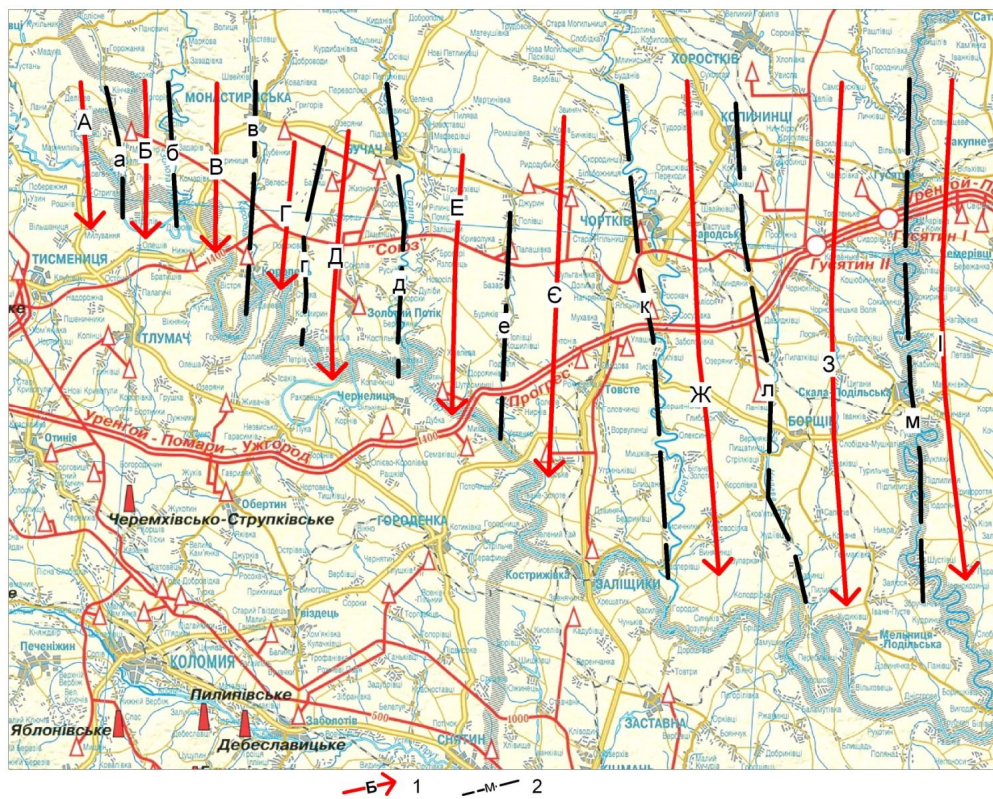





Рис. 7.29. Неотектонічні підняття (1) та опускання (2) і геоекологічне районування: геоекологічні смуги розсіювання (1) та геоекологічні смуги концентрації (2)


ЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ

Геологічне середовище та геофізичні поля

-  Неотектонічні підняття та геоекологічні смуги розсіювання
-  Неотектонічні опускання та геоекологічні смуги і концентрації
-  Зона Дністровського глибинного сейсмогенного розлому, що трасується гравітаційними ступенями і знакозмінними магнітними аномаліями

Геоморфосфера - рельєф

 Зсуви

 Карст і суфозія

Атмосферне повітря

На окремій карті

Гідросфера







Контурні спільних з грунтами вмістів важких металів у ґрунтових водах: 1 - нижче фонових; 2 - від 1 до 2 фонів; 3 - від 2 до 3 фонів; 4 - вище 3 фонів.



Педосфера (ґрунтовий покрив)

Контурні спільних з ґрунтовими водами вмістів важких металів у ґрунтах: 1 - нижче фонових; 2 - від 1 до 2 фонів; 3 - від 2 до 3 фонів; 4 - вище 3 фонів.

ЕКОЛОГІЧНІ СТАНИ


 Нормальний  Задовільний  Напружений  Складний

ГЕОЕКОЛОГІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ

Геоекологічні смуги розсіювання забруднювальних речовин:

А - Маріямпільська; Б - Гончарівська; В - Озерянська; Г - Коропецька; Д - Бучацька; Е - Дорогочинська; Є - Нирківська; Ж - Глибоцька; З - Гермаківська; І - Чемерівська.

Між геоекологічними смугами розсіювання розташовані геоекологічні смуги концентрації забруднювальних речовин: а - Горожанська; б - Золотолипська; в - Монастирська; г - Сновидівська; д - Стрипська; е - Джуринська; к - Серетська; л - Копичинська; м - Гусятинська; н - Тисменицько-Городенківська та окремі геоекологічні ареали концентрації: а1, а2, а3, а4, а5.

-  Проектні геоекологічні полігони, де необхідно відбирати проби ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод та атмосферного повітря для моніторингу довкілля.

Умовні позначення до рис. 7.28, 7.29

На карту сучасної екологічної ситуації винесені порушення геологічного середовища, як природні (сучасні активні геодинамічні зони стискання і розтягнення земної кори, локальні здвиги, брахіантиклиналі в платформовому чохлі, 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, обвалами, селями, осипищами, ерозією, суфозією та ін. При цьому порушення рельєфу в основному є природними, але часто вони підсилені надмірною господарською діяльністю людини.

Згідно ландшафтного та фізико-географічного районування О.М. Маринича та П.Г. Шищенка [80], досліджуваний район є частиною Європейської рівнинної ландшафтно-країни, зони широколистяних лісів, Західно-Українського ландшафтного краю та Західно-Подільської ландшафтно-області. В межах цієї області розвинуті Заліщицькі ландшафти [8, 29] з рядом ландшафтних місцевостей.

Із карти сучасної екологічної ситуації (рис. 7.29) 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, в тому числі і від магістральних газопроводів, утворюють геоекологічні смуги, що відповідають ландшафтним місцевостям. Відповідно на досліджуваній нами території Гусятинського, Борщівського і Чортківського районів ми виділяємо кілька додатних та від'ємних геоекологічних смуг, які відповідають різним типам ландшафтних місцевостей (рис. 7.29).

Отже, карта сучасної екологічної ситуації (рис. 7.29) свідчить про те, що просторовий розподіл геоекологічних смуг з різним екологічним станом дозволяє розробити для них індивідуальні заходи з оптимізації та покращення стану довкілля. В межах зони впливу магістральних газопроводів цей стан нормальний і сприятливий, а на суміжних територіях він задовільний і лише в окремих аномальних контурах – напружений.

Висновки. Проаналізувавши попередні матеріали, ми підійшли до принципів управління природоохоронною діяльністю та раціональним природокористуванням на території впливу газопроводів. Основою такого управління є запропонована Л.В.Міщенко [87] геоекологічна оцінка стану довкілля досліджуваної території, на базі якої розробляються системи екологічного моніторингу, довгострокові екологічні програми, стабілізаційні заходи або оперативні акції, якщо ситуація зайшла в катастрофічний екологічний стан. Користуючись критеріями Л.В. Міщенко [87], ми виконали оцінку екологічного стану геоекологічних смуг та прогноз розвитку і змін окремих компонентів довкілля для управління екологічною ситуацією на території впливу газопроводів «Союз» і «Прогрес».

Тільки маючи повну екологічну інформацію та використавши новітні ГІС-технології, можна бути впевненим, що екологічна ситуація знаходиться під контролем. В зоні впливу магістральних газопроводів «Союз» і «Прогрес» є зміни природного середовища, характерні для всієї досліджуваної території. Тобто газопроводи істотно не вплинули на сучасний екологічний стан.

7.6 ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В РАЙОНАХ РОЗРОБКИ РОДОВИЩ КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ

У сучасних умовах повсюдного забруднення довкілля особливо актуальним є питання екологічної безпеки у процесі розробки родовищ калійних солей. Однією з основних проблем, що зумовлює погіршення екологічної ситуації під час розробки родовищ калійних солей, є скиди у поверхневі річкові русла дренажних вод із суттєво перевищеним вмістом солей із водозбірників і шламосховищ. Велика екологічна небезпека пов'язана з наявністю накопичувальних басейнів, які містять концентровані розсоли. Їх утилізація є одним із найсерйозніших еколого-економічних завдань. Методи, які традиційно використовувались під час знешкодження цих відходів, уже не можуть вважатися екологічно прийнятними, і на сьогодні вже не вирішують повністю питань утилізації високомінералізованих розсолів, що з часом може призвести до значних екологічних катастроф.

Саме у процесі розробки Калуш-Голинського родовища калійних солей розсоли фільтруються через тіло дамби без належного їх збору і подальшого відкачування. Близько 10 млн.м³ рідкої фракції зараз накопичено у кар'єрі та одному хвостосховищі. Крізь тіло дамби іншого хвостосховища уже просочуються високомінералізовані розсоли, забруднюючи прилеглі території та річку Кропивник. Щорічно у Домбровському кар'єрі внаслідок розчинення солевмісних порід атмосферними опадами утворюється 1,2-1,4млн.м³ високомінералізованих розсолів. На сьогодні заповнення відходами хвостосховищ близьке до межі проектного об'єму. У випадку проривання дамб цих гідроспоруд розсоли можуть потрапити у водну систему річки Дністер та спричинити екологічну катастрофу регіонального масштабу, що загрожує екологічній безпеці України і Молдови.

На сьогодні недостатньо висвітлено наукове обґрунтування і результати експериментального вивчення можливості утилізації високомінералізованих розсолів калійних родовищ Передкарпаття у виснажені розробкою поклади вуглеводнів. Низка

питань, що мають проблемний характер, недостатньо вивчені як теоретично, так і експериментально, що визначає актуальність проведених досліджень.

У вирішення проблеми зменшення техногенного впливу калійних родовищ на навколишнє середовище вагомий внесок зробили такі відомі вітчизняні та зарубіжні вчені, як О.М. Адаменко, Н.М. Джиноридзе, Е.Д. Кузьменко, С.С. Козлов, С.С. Корінь, В.А. Мироненко, Я.М. Семчук, І.І. Ризнич, С.М. Ротькін, Г.І. Рудько, L.V. Parker, A.D. Hewitt, T.F. Jenkins, G.D. Miller, M.J. Barcelona, J.A. Helfrich та ін. За результатами досліджень було закладено теоретичні основи, а деякі з них впроваджені на практиці.

Перші методичні розробки щодо покращення екологічної ситуації у гірничовидобувних районах було закладено ще у 1964 році Е.Е. Керкисом. Окремі питання з цієї проблеми розроблялись і були в подальшому висвітлені у працях А.С. Белицького, В.М. Гольдберга, В.М. Мироненка, Е.І. Орлової, Н.І. Плотнікова, В.М. Шестакова та інших.

З метою покращення екологічної ситуації безпосередньо на Калуш-Голинському родовищі калійних солей Я.М. Семчук (1996) вперше запропонував та науково обґрунтував регульоване затоплення гірничих виробок шахти “Калуш” і облаштування в основі солевідвалів хвостосховищ протифільтраційних екранів з метою локалізації ареалів засолення підземних вод за допомогою баражних стінок, ін’єкційних і гідродинамічних завіс.

І.І. Ризнич та С.М. Ротькін (1971) запропонували захоронення розсолів у глибокі водоносні горизонти юрських та верхньокрейдових відкладів Калуш-Голинського родовища калійних солей, однак несумісність пластових розсолів і розсолу із хвостосховища унеможливили здійснення цього процесу. Відтак, подальші пошуки сприятливих об’єктів та дослідження у цьому напрямку були припинені.

У працях О.С. Малишевської (2006) було розроблено замкнуту схему переробки відходів полімінеральних соляних руд та методику оконтурення джерел забруднення місцевими водонепроникними матеріалами.

Однак, незважаючи на значну кількість праць науковців, дисертацій та узагальнюючих монографій, які стосуються важливої проблеми знешкодження та утилізації шкідливих відходів (високомінералізованих розсолів) калійної промисловості, можна стверджувати, що на сьогодні питання, які стосуються захоронення шкідливих відходів (високомінералізованих розсолів) у глибокі водоносні горизонти, мають здебільшого проблемний характер і є недостатньо обґрунтовані. Це обумовлює актуальність проведених досліджень, а відсутність досвіду з утилізації високомінералізованих розсолів у виснажені розробкою поклади вуглеводнів Передкарпаття є основною причиною постановки даної проблеми.

Захоронення промислових стічних вод у продуктивних горизонтах газових родовищ пов’язане з порушенням природного гідродинамічного режиму, тому для здійснення такого процесу необхідне чітке уявлення про геологічну будову і гідрогеологічні умови території та особливості геологічних процесів, які протікають в її межах.

З метою виявлення сприятливих для утилізації високомінералізованого розсолу геологічних об’єктів та окреслення подальшої перспективи їх використання нами було проведено вивчення геологічної будови досліджуваного району і Гринівського газового родовища [75-77]. На основі цього обґрунтовано придатність водоносного горизонту для захоронення високомінералізованих розсолів згідно таких вимог: водоносний горизонт повинен знаходитись за межами тектонічної активності, бути приуроченим до зони застійного гідродинамічного режиму і бути непридатним для водозабезпечення населених пунктів; поглинальна здатність водоносного горизонту повинна забезпечувати можливість захоронення наміченого об’єму розсолів, а умови його залягання, дренажування та водообміну – надійність ізоляції останніх; статичний рівень пластових вод у контурі підземного резервуару повинен бути нижчим поверхні землі. Встановлено, що найбільш придатним для захоронення розсолів є виснажений газовий поклад горизонту НД – 8А Гринівського родовища, який належить до пористих, глинистих пісковиків, що залягають в інтервалі

глибин 850-1000м. Води хлор-кальцієвого типу, висока їх мінералізація, низький вміст сульфатів та гідрокарбонатів, переважання кальцію над магнієм свідчать про те, що ці відклади знаходяться в гідродинамічній зоні квазізастійного режиму водообміну. Про закритість надр у межах досліджуваної території свідчить наявність газосховищ у піщаних горизонтах неогену поблизу розташованих родовищ Опари, Дашава, Кадобно.

Пласти-колектори горизонту НД –8А характеризуються добрими фільтраційно-ємнісними властивостями. Пористість пісковиків становить 15%, проникність – 1,75мкм². Внаслідок розробки родовища пластовий тиск у горизонті НД–8А знизився від 7,0 до 3,2 МПа. Глинисті відклади вищезалігаючих горизонтів стебницьких порід товщиною 850–935м забезпечують надійну гідроізоляцію горизонту. Усереднені параметри поглинального горизонту, що наведені у таблиці 7.15, визначені на основі матеріалів гідродинамічних досліджень свердловин.

Таблиця 7.15

**Усереднені параметри продуктивного пласта горизонту НД-8А
Гринівського газового родовища**

Інтервал залягання поглинального горизонту, м	Загальна товщина поглинального горизонту, м	Ефективна товщина поглинального горизонту, м	Пористість, %	Проникність, мкм ²	П'єзопровідність, см ² /с
850-935	85	52	15	1,75	23×10 ⁵

Виявлено, що ємність горизонту, як полігону захоронення високомінералізованих розсолів, становить – 1,7×10⁹м³ при тому, що на сьогодні кількість надлишкових розсолів у кар'єрах Калуш-Голинського родовища калійних солей сягає 10×10⁶м³.

Однією з важливих проблем при захороненні високомінералізованих розсолів у поглинаючі водоносні горизонти виснажених покладів вуглеводнів є оцінка сумісності розсолів, які нагнітаються у пласт, і пластових вод поглинального горизонту, несумісність яких призводить до швидкого зростання тиску на гирлі свердловин внаслідок кольматації її привибійної зони нерозчинним осадам. Отже наступним етапом наших досліджень було встановити сумісність пластових вод горизонту НД–8А Гринівського газового родовища та високомінералізованих розсолів Калуш-Голинського родовища калійних солей у процесі їх захоронення [77].

З цією метою проведено моделювання, яке дало можливість одержати відповіді на практичні питання: наскільки сумісні дренажні розсоли з пластовими водами, і у яких пропорціях слід змішувати ці розчини у процесі підземного захоронення; чи можливе випадання твердого осаду у випадку взаємодії вод різної солоності і відповідного погіршення фільтраційних властивостей колектора та зменшенні ємності масиву.

На підготовчому етапі як початкові дані використовувалися результати аналізів проб пластових розсолів і високомінералізованих вод хвостосховищ. Методика моделювання сумісності розсолів припускала попередню обробку початкових даних. Вона полягала в перерахунку результатів хімічного аналізу проб води з метою дотримання принципу електронейтральності не тільки за стандартних умов (t=298К і P=101,325кПа), але і для реальних пластових умов, за яких відбуватимуться процеси розчинення-осадження (t=300-310К і P=2533,1кПа). Крім того, після кожного перерахунку хімічного складу всіх розчинів проводилось визначення насиченості розчину мінералами – кальцитом, доломітом, гіпсом – сполуками, що найвірогідніше стають причиною кристалізації розчинів.

На першому етапі моделювалася взаємодія дренажних розсолів з породою-колектором поглинального горизонту. З цією метою були проведені експериментальні дослідження. У мірні колби об'ємом 200мл поміщали по 40г суміші керна, а решту об'єму заповнювали: 1) високомінералізованим розсолем із Домбровського кар'єру; 2) суміш високомінералізованого розсолу та води із річки Чечва у співвідношенні 1:1. Вміст колби

збовтували і залишали в термостатах на добу за температури 75⁰С. Відтак розчини фільтрували і проводили аналіз їх вмісту.

За результатами хімічного аналізу розсолу і суміші розсолу та води із річки Чечва до і після контакту з пісковиками продуктивного горизонту (табл. 7.16) можна зробити висновок, що хімічної взаємодії між розсолом і породою практично не відбувається. Деяке зростання вмісту хлоридів проходить здебільшого за рахунок залишкових солей пластових вод, які знаходяться в керні, що дає підставу стверджувати про відсутність процесів хімічної кольматації.

Другий етап моделювання полягав у дослідженні змішування пластових розсолів і сульфатно-хлоридних кальцієвих вод хвостосховища.

За взірць розсолу була взята проба, відібрана із хвостосховища Домбровського кар'єру, що являла собою високомінералізовану суміш хлоридно-натрієвого-сульфатного типу з мінералізацією 200-370 г/л. Взірцем усередненої пластової води слугувала суміш вод, відібраних із водоносного горизонту НД – 8А зі свердловин Гринівського газового родовища.

Для проведення досліджень було відібрано по 5 проб пластових розсолів із продуктивної товщі та 10 проб високомінералізованих розсолів із Домбровського хвостосховища.

Експериментальні обґрунтування сумісності розсолів та пластових вод проводилось в лабораторних умовах шляхом змішування представницьких взірців розсолів, відібраних із хвостосховища Домбровського кар'єру, і пластових вод водоносного горизонту НД – 8А в об'ємних співвідношеннях 1:1; 1:2; 1:3; 1:4; 1:5.

Таблиця 7.16

Хімічний склад розсолів до і після контакту з породою

Досліджувана речовина	Час контактування	Температура контактування	Густина, кг/м ³	Na ⁺ +K ⁺ , г/л	Ca ²⁺ , г/л	Mg ²⁺ , г/л	Cl ⁻ , г/л	SO ₄ ²⁻ , ×10 ⁻² г/л
Хімічний склад розсолу із Домбровського кар'єру до контакту з породою								
Високомінералізований розсіл		75 ⁰ С	1237	104,50	0,01	22,03	177,12	46,44
Хімічний склад розсолу із Домбровського кар'єру після контакту з породою								
Високомінералізований розсіл	24 год	75 ⁰ С	1237	104,58	0,01	22,03	177,12	46,44
Хімічний склад високомінералізованого розсолу та води із річки Чечва у співвідношенні 1:1 до контакту з породою								
Суміш розсолу і води із річки Чечва у співвідношенні 1:1		75 ⁰ С	1119	52,26	0,01	11,03	88,59	23,27
Хімічний склад високомінералізованого розсолу та води із річки Чечва у співвідношенні 1:1 після контакту з породою								
Суміш розсолу і води із річки Чечва у співвідношенні 1:1	24 год	75 ⁰ С	1119	52,26	0,01	11,03	88,64	23,27

Суміші, поміщені у тефлонові та скляні колби (нейтральні матеріали, що не впливають на кількісні характеристики компонентів розчину) витримували за стандартних умов протягом 30 днів. За результатами щоденних спостережень не виявлено жодних змін: рідина залишалась безбарвною, осад не утворився. Після цього суміші фільтрували і здійснювали кількісний аналіз основних компонентів. Усереднені дані отриманих результатів досліджень наведено у таблиці 7.17.

Таблиця 7.17

Результати експериментального лабораторного моделювання сумісності високомінералізованих розсолів Домбровського кар'єру та пластової води водоносного горизонту НД-8А Гринівського родовища

Досліджувана речовина	pH	Густина, кг/м ³	Na ⁺ +K ⁺ , г/л	Ca ²⁺ , г/л	Mg ²⁺ , г/л	Cl, г/л	SO ₄ ²⁻ , ×10 ⁻² г/л	Загальна мінералізація, г/л
Пластова вода	6,8	1124	53,83	12,04	3,89	19,50	82,34	171,6
Високомінералізований розсіл	6,2	1237	104,50	0,01	22,03	177,12	46,44	350,10
Суміш розсолу і пластової води у співвідношенні 1:1	7,2	1181	79,17	6,03	12,96	98,31	64,39	260,85
Суміш розсолу і пластової води у співвідношенні 2:1	7,2	1199	87,61	4,02	15,98	124,58	58,41	290,60
Суміш розсолу і пластової води у співвідношенні 3:1	7,3	1209	91,83	3,02	17,50	137,72	55,42	305,48
Суміш розсолу і пластової води у співвідношенні 4:1	7,3	1214	94,37	2,42	18,40	145,60	53,62	314,40
Суміш розсолу і пластової води у співвідношенні 5:1	7,4	1218	96,06	2,02	19,01	150,85	52,42	303,68

У високомінералізованих розсолах кількість йонів Ca²⁺ і SO₄²⁻ менша, ніж у пластовій воді, а лужних металів (Na, K, Cl) – більша. Отже, при додаванні розсолу у суміш концентрації Ca²⁺ і SO₄²⁻ повинні понижуватися, а інших компонентів – збільшуватись. Якщо дані компоненти не вступають в хімічну реакцію, то при збільшенні співвідношення розсолів і пластової води від 1:1 до 5:1 концентрація компонентів повинна змінюватись лінійно.

Як видно із рисунку 7.30, зміна концентрації йонів і загальна мінералізація розчину відбувається за лінійним законом, що виключає хімічні взаємодії елементів сумішей. Це пояснюється однотипністю йонно-сольового складу вод і абсолютною сумісністю розчинів.

Експериментально доведено, що запобігти випаданню солей типу мірабіліту можливо шляхом розбавлення розсолу річковою водою у співвідношенні 1:1 – 1:9. Для вивчення впливу розбавлення на стабільність розсолів готували проби з об'ємним співвідношенням розчину розсіл – прісна вода 1:1, 1:2, 1:3, 1:6, 1:9. І розсіл, і прісну воду попередньо фільтрували. Розбавленні проби розсолу і води витримували у спеціальних колбах протягом місяця. За цей час практично у всіх пробах не спостерігалось випадання осаду чи помутніння (табл. 7.18).

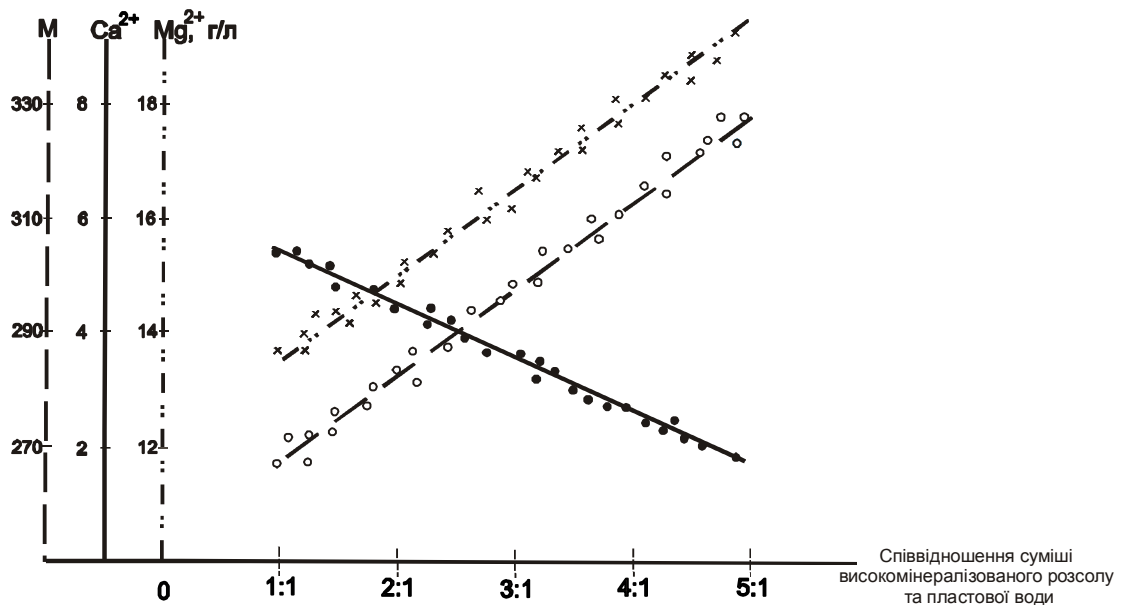


Рис. 7.30. Графік зміни вмісту Ca^{2+} , Mg^{2+} та загальної мінералізації M від співвідношення у суміші високомінералізованого розсолу та пластової води

Таблиця 7.18

Результати експериментального лабораторного моделювання процесу розбавлення на стабільність розсолів з метою їх подальшого нагнітання у нижньодашавський водоносний горизонт НД – 8А

Проби	Густина, кг/м ³	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$, г/л	Ca^{2+} , г/л	Mg^{2+} , г/л	Cl^- , г/л	SO_4^{2-} , $\times 10^{-2}$ г/л	Загальна мінералізація, г/л
Вихідна проба (високо мінералізований розсіл)	1237	104,50	0,01	22,03	177,12	46,44	350,10
Вода із ріки Чечва, рН=7,85	1000	0,019	0,01	0,032	0,056	0,94	0,211
Розсіл розбавлений у співвідношенні 1:9	1024	10,47	0,01	2,23	17,76	4,72	35,20
Розсіл розбавлений у співвідношенні 1:6	1034	14,94	0,01	3,17	25,35	6,71	50,20
Розсіл розбавлений у співвідношенні 1:3	1059	26,14	0,01	5,53	44,32	11,68	87,68
Розсіл розбавлений у співвідношенні 1:2	1079	34,85	0,01	7,36	59,08	15,54	116,84
Розсіл розбавлений у співвідношенні 1:1	1119	52,26	0,01	11,03	88,59	23,27	175,16

Як видно з таблиці 7.18, стабільність розсолів досягається шляхом розчинення їх прісною водою у будь-якому співвідношенні з врахуванням того, що із збільшенням розбавленості розсолу знижується насиченість його гіпсом, і розчиненими солями. Можна говорити про те, що розчини розсолів будь-якої концентрації практично придатні для нагнітання в свердловину. При цьому із зростанням розбавленості розсолів прісною водою ступінь недонасиченості їх за гіпсом зростає. Отже, в результаті проведених досліджень експериментально доведено абсолютну сумісність високомінералізованих розсолів та пластових вод об'єкту захоронення.

Проведено прогнозне моделювання фільтрації та міграції високомінералізованих розсолів у водоносних пластах. Відповідно, здійснено гідродинамічні розрахунки основних параметрів процесу захоронення розсолів: приймальної здатності поглинальних свердловин, радіуса розтікання розсолів та підвищення пластового тиску в горизонті НД-8А за один, п'ять, десять, двадцять, тридцять років. У ході проведення розрахунків застосовано методику В.М. Гольдберга (1983). Розрахунок радіуса розтікання розсолу у водоносному горизонті та оцінка гідродинамічної активності закачуваних розсолів виконані на базі поглинальної свердловини, через яку здійснюватиметься нагнітання високомінералізованого розсолу. Проведено розрахунок швидкості просування розсолу пластом-колектором з віддаленням від стовбура поглинальної свердловини (табл. 7.19).

Таблиця 7.19

Результати розрахунків радіуса розтікання високомінералізованого розсолу у проектному водоносному горизонті та швидкості його руху пластом

Період закачування, роки	Сумарна кількість захоронених розсолів, м ³	Радіус розтікання розсолу у водоносному горизонті, м	Швидкість руху розсолу пластом, м/добу
1	438000	129,49	0,317
5	2190000	289,56	0,262
10	4380000	409,50	0,142
20	8760000	519,12	0,092
30	13140000	709,27	0,086

Висновки. Отримані дані свідчать, що швидкість просування розсолу поглинальним пластом з часом і віддаленням від вибою свердловини різко гальмуються, а радіус розтікання високомінералізованого розсолу по пласті залежать як від ємнісних властивостей пласта, так і від загального об'єму закачаних у свердловину розсолів.

Проведене вивчення літературних джерел, пошук та аналіз доступної інформації з розглянутої тематики спонукало до розроблення відповідної програми моделювання процесу масопереносу в пористих середовищах у процесі захоронення високомінералізованих розсолів у глибокозалегаючі водоносні горизонти для персональних комп'ютерів у програмному середовищі Delhi. В основу математичної моделі процесу масопереносу при фільтрації сольових розчинів у ґрунтових масивах покладено систему диференціальних рівнянь (Ш.К. Гіматудінов, 1983).

Для даної задачі розроблено комплексну програму, яка реалізована в інтегрованому середовищі Delhi. У цій програмі передбачено візуалізацію динаміки поширення фронту забруднень; чисельні розрахунки та графічне представлення поля швидкості фільтрації та поля концентрації мігруючих речовин. Завдяки програмній реалізації задачі проведено значну кількість експериментів, що дало можливість зробити аналіз отриманих результатів для різних вхідних даних задачі та детально дослідити процес масопереносу розчинених у воді солей. За побудованими з використанням створеної програми графічними залежностями можна простежити, що швидкість фільтрації розсолів у підземних водах змінюється залежно від розподілу концентрації сольового розчину по області фільтрації.

У процесі захоронення високомінералізованих розсолів у межах виділених та обґрунтованих нами поясів санітарно-захисної зони передбачено проведення гідрогеологічного, гідрохімічного та технічного контролю.

Народногосподарська та соціальна цінність виконаної роботи полягає у доведенні можливості утилізації високомінералізованих розсолів родовищ калійних солей у виснажені розробкою поклади вуглеводнів, розташованих поблизу газових родовищ, як найефективнішого методу захисту довкілля. Отримані результати можуть бути рекомендовані до використання у процесі розвідування, проектування, будівництва та експлуатації полігонів підземного захоронення промислових відходів гірничої промисловості, як один із ефективних методів підвищення екологічної безпеки держави.

8 ТЕРИТОРІЯ ДНІСТРОВСЬКОГО ПРОТИПАВОДКОВОГО ПОЛІГОНУ

8.1 МОЖЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ЗМЕНШЕННЯ НАСЛІДКІВ КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ В ДОЛИНІ ДНІСТРА

Екологічний стан довкілля у Карпатському регіоні за останні десятиріччя значно погіршився. Це спричинено надмірним рекреаційним навантаженням, забрудненням водних об'єктів побутовими стоками, зростаючими викидами транспортних засобів в атмосферне повітря, невпорядкованими рубками лісу, впливом техногенно небезпечних об'єктів: Бурштинської ТЕС, калуських копалень, Домбровського кар'єру та хвостосховищ, об'єктів нафтогазовидобутку та нафтохімпереробки, несанкціонованого відбору піщано-гравійно-галечникових відкладів із русел рік, активним розвитком зсувних, суфозійних, карстових та ерозійних процесів. Новою суттєвою екологічною загрозою може стати спорудження малих ГЕС, що передбачає будівництво водозаборів, в т. ч. греблі і водосховища, водонапірних трубопроводів довжиною більше 3 км вздовж русел річок. Такі об'єкти необхідно проектувати не всупереч вимогам екологічного законодавства, а згідно норм екологічної безпеки та єдиної для Карпатського регіону Державної програми спорудження малих ГЕС на гірських річках.

Особливу загрозу природним геосистемам, господарству, транспортній інфраструктурі і населенню несуть катастрофічні повені на ріках Дністер, Прут, Сірет і Тиса, які значно почастишали в останні роки, що пов'язано з глобальним потеплінням і зростаючим техногенним навантаженням на геосистеми. Прикарпатський регіон знаходиться в зоні розвинутої зливової діяльності атмосфери і відповідно зоні підвищеного ризику щодо виникнення водних стихій та проявів їх шкідливої дії, що спричиняє різні за масштабами, у тому числі й катастрофічні затоплення, підтоплення і перезволоження територій, ураження інженерних інфраструктур та комунікацій з руйнівними наслідками.

По території Івано-Франківської області протікає 8 294 річки, загальною довжиною 15 756 км, у тому числі: 4 688 річок в басейні р. Дністер довжиною 9 111 км і 3 606 річок в басейні р. Прут довжиною 6 645 км. З яких: 8103 - малі річки з площею водозбору менше 10 км² довжиною – 4496 км; 141 – річки з площею водозбору від 10 до 100 км² довжиною – 3762 км; 42 – річки з площею водозбору від 100 до 1000 км² довжиною – 5554 км; 9 – річки з площею водозбору понад 1000 км² довжиною – 1944 км. Загальна їх густина в середньому по області становить 0,2-0,4 км/км²; в окремих басейнах вона вища, наприклад, в басейнах Лімниці і Бистриці Солотвинської і Надвірнянської дорівнює 1,3 км/км², а в басейнах Білого і Чорного Черемошів досягає 1,7-2,5 км/км². Близько 70% загальної кількості рік протікають у гірській частині області, де в основному й формуються запаси поверхневих водних ресурсів, які в середній по водності рік складають 4,45 км³ води (8,8% стоку України). Природна і штучна зарегульованість стоку незначна. Водосховища і ставки загальною площею 5,4 тис. га і об'ємом 110,6 млн. м³ регулюючого значення не мають.

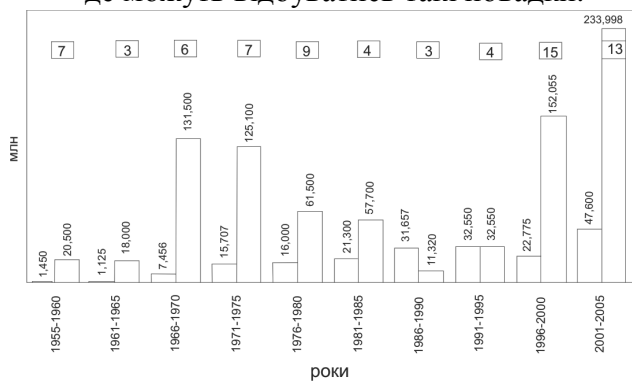
Розглянемо цю проблему на прикладі катастрофічного паводку 2008 року. 23-26 липня 2008 р. внаслідок інтенсивного випадання дощів на річках басейнів Дністра і Прута відбулись підйоми води на 5-10 м з затопленням великих територій, руйнуванням житлових будинків, громадських споруд, мостів, автомобільних і залізничних доріг, ліній електропередач. За даними гідрометеослужби України, тільки за 12 годин 24-25 липня випало 70-85 мм опадів, за 24 години – 90-120 мм, а на високогір'ї Буковинських Карпат – 100-130 мм. Максимальна кількість опадів випала в басейнах рр. Бистриці Солотвинської і Бистриці Надвірнянської в Івано-Франківській області – 140-145 мм.

До зони стихійного лиха віднесені великі території Вінницької, Івано-Франківської, Закарпатської, Львівської, Тернопільської і Чернівецької областей. За даними Держкомводгоспу України, тільки у Івано-Франківській області постраждало 417 населених пунктів, 24 905 житлових будинків, 20 600 га сільськогосподарських угідь, було розмито 602,6 км берегів, пошкоджено 100,84 км та зруйновано 25,445 км берегоукріплень річок, зруйновано 10,645 км захисних дамб, пошкоджено та затоплено 347 автомобільних та 416 пішохідних мостів, 664,94 км автомобільних доріг, 24 водозабори, загинуло 19 осіб, з них 5

дітей. З постраждалих районів вивезено 1 032 чоловік та 280 голів худоби, доставлено 80 т продуктів харчування і питної води. Було підтоплено 18 скотомогильників і 3 склади для використання пестицидів та інших отрутохімікатів. Втрачено 70 % площ посівів зернових, а це 45 млн. грн. збитків для сільськогосподарських виробників. В Богородчанському районі змито і знесено повністю 10 га лісових насаджень віком 45 років.

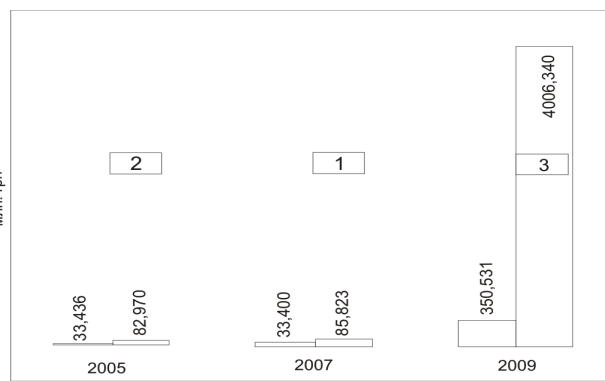
Катастрофічні паводки протягом багатьох років наносили великі збитки, на подолання яких витрачались значні кошти з державного і місцевих бюджетів (рис. 8.1-8.3).

Таких же ударів водної стихії зазнали інші області. Тому з'ясування причин повені, запобігання катастрофічних її наслідків в майбутньому є найважливішою екологічною задачею природоохоронних органів, місцевої влади, науковців та й усього населення районів, де можуть відбуватись такі повадки.



□ Освоєння коштів на протипаводкові заходи □ Збитки від повеней і паводків
1 - кількість повеней та паводків

Рис. 8.1. Освоєння коштів на протипаводкові заходи та збитки від повеней і паводків за 1956-2005 рр.



□ Освоєння коштів на протипаводкові заходи □ Збитки від повеней і паводків
1 - кількість повеней та паводків

Рис. 8.2. Освоєння коштів на протипаводкові заходи та збитки від повеней і паводків за 2006-2008 рр.



Рис. 8.3. Повінь 2008 р. у м. Івано-Франківську;
А – набережна ім. В. Стефаника під Галицьким мостом; Б – вирвані з коріннями дерева перед Галицьким мостом; В – ріка Бистриця Солотвинська.
 Фото Д.О. Зоріна. 26 червня 2008 р.

Паводкова небезпека на території Поділля і Прикарпаття – це періодичне повторення паводків на ріках Дністер і Прут, що викликане природними кліматичними коливаннями, підсиленими техногенними чинниками. Ризик паводків для довкілля і населення визначається ймовірністю виникнення такої події, помноженої на затрати з ліквідації її катастрофічних наслідків. Тому важливою задачею є не тільки боротися з наслідками, а й можливості прогнозування паводків та зниження їх активності і керованості цим процесом, щоби природну складову оптимізувати, а техногенну мінімізувати.

Паводки на ріках Карпатського регіону формуються атмосферними опадами, які тут бувають часто (165-175 днів на рік). Але катастрофічного рівня підйоми води набувають, коли опади перевищують 100 мм на добу [38, 53, 61]. Із літописів та літературних джерел відомо, що паводки на Дністрі фіксувались з 1146 р., на р. Тисі – з 1491 р., а на р. Пруті – з 1780 р. [61]. Але інструментальні спостереження на цих ріках розпочалися у середині ХІХ століття, спочатку епізодично за рівнями підйому води, а потім і витратами. Систематичні дані є з 1895 р. [61].

В Карпатському регіоні та на Поділлі відбуваються як регіональні, так і локальні паводки. Якщо перші охоплюють весь північно-східний макросхил Карпат, то другі – лише басейни окремих річок. За даними Г.І. Швеця, М.І. Кирилюка та інших авторів [9-11, 38, 53, 73, 79, 115, 120], у ХХ столітті катастрофічні регіональні паводки Карпат відбувались у теплу пору року (червень-серпень) у 1911, 1927, 1941, 1955, 1969, 1980, 1998, 2002 і у 2008 р. на північно-східному макросхилі Карпат, а в Закарпатті паводки спостерігались у холодну пору року (листопад-травень) у 1926, 1947, 1957, 1970, 1998, 2002 роках. Локальні катастрофічні паводки відбуваються майже через кожні 2-3 роки. Отже важливо скористатись історичною та інструментально «завіреною» статистикою, щоби спробувати виявити якусь закономірність періодичності, навіть якщо вона буде стохастичною.

В цьому плані важливо підтримати ініціативу Івано-Франківської обласної ради, керівництва ІФНТУНГ, інженерно-екологічного інституту та кафедри екології, які виграли грант Всеукраїнського конкурсу проектів місцевого розвитку і за рахунок коштів Кабінету Міністерств України створили у 2012р. Дністровський науково-навчально-виробничий інженерно-екологічний протипаводковий полігон на березі Дністра у с. Маріямпіль Галицького району Івано-Франківської області. Важливо, в планах розвитку області до 2019 р. передбачені кошти для подальшого функціонування Дністровського протипаводкового полігону, основною задачею якого є прогнозування можливих повеней, заходи щодо зниження їх катастрофічних наслідків та створення автоматизованої інформаційної системи попередження населення.

Кілька слів із історії створення полігону. Після повені 2008 р., вже 2 серпня О.М. Адаменко разом з О.М.Мандриком запропонували ректорові ІФНТУНГ Є.І. Крижанівському включитись до наукового обґрунтування причин і прогнозів катастрофічних повеней, розробки технічних засобів зниження їх впливу на довкілля та безпеку життєдіяльності населення. Пропозиції були схвалені і 6 серпня відбулась поїздка ректорату в долину Дністра, де найбільш постраждали від повені ряд населених пунктів Галицького району. Разом з керівництвом Галицької райдержадміністрації (Г.М. Івасишин) було прийнято рішення створити Дністровський інженерно-екологічний науково-навчально-виробничий протипаводковий полігон (рис. 8.4, 8.5) з центром у с.Маріямпіль. Кафедра екології запропонувала розробити прогноз та заходи з запобігання та зменшення наслідків катастрофічних повеней і програму наукового супроводження протипаводкових заходів у долині Дністра [9-12].

Ці пропозиції були в жовтні 2008 р. конкретизовані, подані від ректорату ІФНТУНГ в Івано-Франківську обласну державну адміністрацію, обговорені на виїзній колегії Міністерства охорони навколишнього природного середовища України у м. Івано-Франківську, на нараді в обласному управлінні водного господарства і меліорації, передані в Державний Комітет України з водного господарства і меліорації і увійшли до Державної цільової Програми захисту басейнів рік Дністра, Прута і Сірета, яка була затверджена Постановою Кабінету Міністрів України 27 грудня 2008 р.

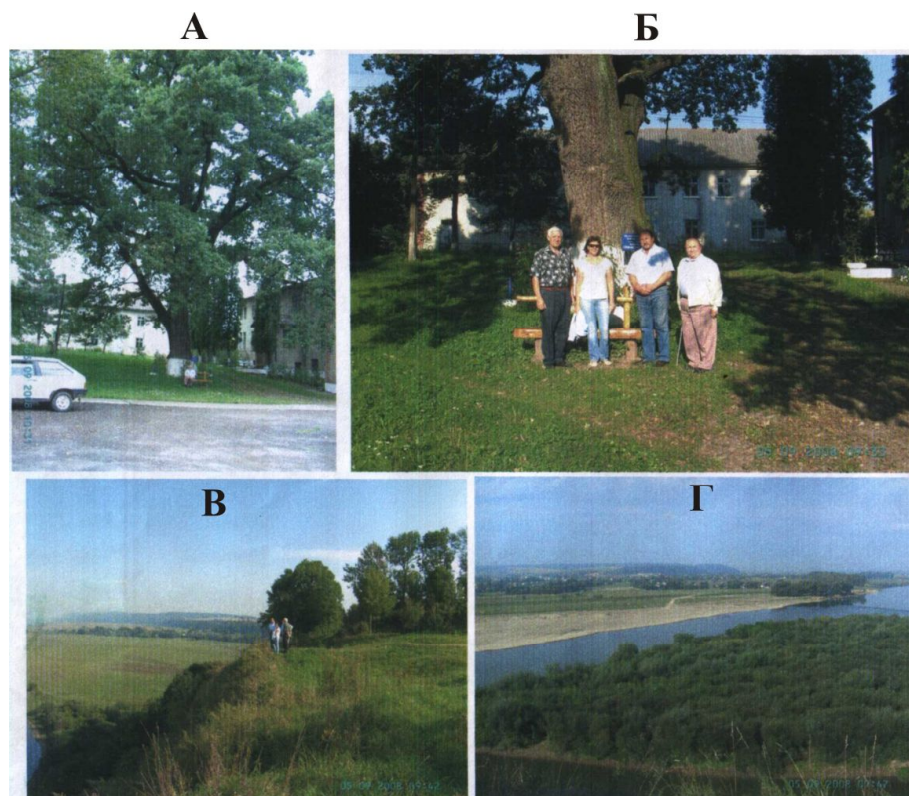


Рис. 8.4. Дністровський протиаводковий полігон:

*А – позаду дуба корпус переданої ІФНТУНГ поліклініки, справа від неї – діюча лікарня; Б – біля 700 літнього дуба, під яким любив відпочивати Симон Петлюра (зліва направо): Я.М. Литвин, Л.В. Міщенко, головний лікар Маріямпільської лікарні, О.М. Адаменко; В,Г – панорама Дністровського протиаводкового полігону.
Фото А.А. Пилипенка (5 вересня 2008 р.)*



**Рис. 8.5. Реставрований корпус Маріямпільської екологічної лабораторії.
24 червня 2012 р. Фото О.М. Мандрика**

На жаль, науково-дослідні роботи цієї програми на території Івано-Франківської області ні у наступних роках не фінансувались. Але не дивлячись на це, ІФНТУНГ розпочав дослідження на полігоні. Протягом 2012-2013 років науковці отримали від ДВНЦ «Природа» космічні знімки, опрацювали опубліковану літературу, виступили з доповідями на науково-практичних конференціях з проблем прогнозу повеней та глобальних змін клімату у мм. Києві, Яремчі, Кам'янець-Подільському, Ужгороді, Луцьку, опублікували ряд статей [9-12, 115].

Ректорат ІФНТУНГ доклав відповідних зусиль, обласна та районна влади передали університетові двохповерховий корпус бувшої поліклініки у с. Маріямполі, де з 2012 р. відбувається ремонт з метою організації лабораторій для науково-виробничих досліджень на полігоні та бази практики для студентів-екологів.

В вересні 2010 р. за пропозицією Інституту гідротехніки і меліорації НААНУ науковці ІФНТУНГ взяли участь у розробці нової Концепції захисту басейнів Дністра, Прута і Сірета від катастрофічних паводків. Маємо надію, що процес пішов і буде зроблено все, щоб знизити негативні наслідки водних стихій шляхом їх прогнозування, завбачення та впровадження технічних засобів захисту від катастрофічних повеней.

З ініціативи ректора ІФНТУНГ Є.І.Крижанівського, декана інженерно-екологічного факультету а нині - інституту О.М.Мандрика та О.М.Адаменка при узгодженні з головою обласної ради та головою обласної державної адміністрації, головами Галицької і Тисменицької районних рад університет виступив з пропозицією прийняти участь у Всеукраїнському конкурсі проектів та програм розвитку місцевого самоврядування в Україні, у 2011 році. На інженерно-екологічному факультеті був підготовлений проект «Створення Дністровського інженерно-екологічного полігону для розробки протипаводкових заходів та підвищення екологічної безпеки території Івано-Франківської області». Пройшовши 3 етапи конкурсного відбору, в якому зв'яли участь 760 проектів з усіх областей України, проект зайняв 3 місце. Конкурсна комісія відзначила не тільки актуальність та соціально-економічну спрямованість, але й наукове обґрунтування проекту. Тому рішення цієї комісії під головуванням першого віце-прем'єра-міністра України від 12 січня 2012р. проект університету оголошено в числі переможців та включений Міністерством фінансів України до фінансування, починаючи з травня 2012р. в сумі 1 млн. грн. за 1 рік.

24 травня 2012 р. був прийнятий Закон України № 4836-VI «Про затвердження загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року», куди увійшов розділ III регіональної цільової програми комплексного протипаводкового захисту у басейнах річок Дністра, Пругу і Сірету. На основі цього Івано-Франківська обласна рада 23 листопада 2012р. прийняла рішення № 723-19/2012 «Про комплексну регіональну цільову програму розвитку водного господарства на період до 2021 року в області». Цим документом передбачено ІФНТУНГу виділити відповідне фінансування на 2013-2019 рр. для «Створення Дністровського інженерно-екологічного протипаводкового полігону».

Дністровський інженерно-екологічний навчально-науково-виробничий протипаводковий полігон – це модельна територія долини Дністра в межах Галицького і Тисменицького районів Івано-Франківської області, на якій будуть відпрацьовуватись заходи захисту території від впливу катастрофічних паводків в долині Дністра та проведення наукових досліджень, впровадження результатів їх у практику гідромеліоративного будівництва, проведення навчальних і виробничих практик студентів-екологів та ін. з центром у с. Маріямпіль Галицького району.

Лабораторний корпус Маріямпільської екологічної лабораторії (рис. 5) – це двоповерхова споруда на ділянці 0,21 га площею 269,3 м², балансовою вартістю 40694 грн. яка знаходиться на високому (41м) лівому березі р.Дністера (південна околиця с. Маріямпіль) і передана університету нафти і газу Маріямпільською сільською радою за рішенням Галицької районної ради згідно наказу МОН України № 383 від 07.05.2009р. Проектом передбачена реконструкція приміщення, в якому будуть створені лабораторно-аналітична база, кімнати для персоналу і студентів, навчальні класи, конференц-зал та ін.

На прикладі полігону будуть розроблені заходи з підвищення екологічної безпеки та захисту від небезпечних природних і техногенних процесів і явищ з використанням аерокосмічної інформації (рис. 8.6). Буде запроваджений екологічний моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля, екологічний менеджмент модельних Галицького та Тисменицького адміністративних районів для забезпечення сталого соціально-економічного розвитку в умовах періодичної загрози паводків та зменшення руйнівних їх наслідків. На основі цього будуть запропоновані рекомендації з розповсюдження набутого на Дністровському полігоні досвіду на інші території.



Рис. 8.6. Космічний знімок території Дністровського протипаводкового полігону

Отже, отримавши кошти, університет у 2012 р. реалізував всі заплановані заходи Проекту, при цьому проведено реконструкцію приміщення, придбано екологічне та комп'ютерне обладнання, створена комп'ютерна база даних та електронні карти і таким чином організована сучасна навчальна база для студентів та дослідно-експериментальна для аспірантів, докторантів та викладачів університету [12]. Звичайно, робота нелегка, але перший важливий крок уже зроблено і в цьому велика заслуга голови обласної ради, а нині віце-прем'єра України О.М.Сича, ректора Є.І.Крижанівського, проректорів О.М.Галушчака, Я.Д.Федоріва, декана О.М.Мандрика, професорів О.М.Адаменка і Я.О.Адаменка, завідувача Науково-навчальної лабораторії М.М. Ногача.

За рахунок коштів Проекту придбано екологічне обладнання:

1. Аналізатор М-ХА 1000-5 – 2 шт.
2. Дослідницький комплекс «Екотест-ВА-НІР» – 1 шт.
3. Компактний лабораторний комплекс «Екотест-ВА-ВДЕ» – 1 шт.
4. Метеостанція «Davis 6162 CEU» – 1 шт.
5. Термостат ХТ-3/70 – 1 шт.
6. Пробовідбірник ґрунту БУР – 3 шт.
7. Піч муфельна – 1 шт.
8. Шафа сушильна – 1 шт.
9. Барометр-анероїд БФММ – 1 шт.

10. Мікроскоп MICROmed XS-5520 – 1 шт.
 11. Відео насадка до мікроскопа – 1 шт.
 12. GPS навігатор Garmin - 2 шт.
 13. Дозиметри-радіометри («Терра», «Прип'ять») – 2 шт.
 14. Комплект спектральних ламп – 15 шт.
 15. Вага електронна аналітична – 3 шт.
 16. Гігрометр-термометр – 1 шт.
 17. Набір стандартних зразків для приладів по визначенню важких металів в ґрунтах і воді – 1 комплект.
 18. Нітратомір Н-401 лабораторний цифровий – 1 шт.
 19. рН-метр лабораторний цифровий – 1 шт.
 20. Іономір універсальний – 1 шт.
 21. Рейка водомірна РВМ-4 – 1 шт.
 22. Паля металева гвинтова типу ПМГ-2.2 – 1 шт.
 23. Комп'ютерне обладнання – 7 комплектів ПК для апаратного забезпечення ГІС.
 24. Мультимедійний проектор Epson – 1 шт.
 25. Екран для проектора – 1 шт.
- 11 липня 2012 р. старший викладач кафедри екології Н.О.Зоріна у присутності О.М. Адаменка О.М., Мандрика, М.М. Ногача відібрала першу пробу ґрунтів (рис. 8.7, 8.8).



Рис. 8.7. Н.О. Зоріна відібрала першу пробу ґрунту на території Дністровського протиаводкового полігону



Рис. 8.8. Проби відбирають О.М. Мандрик та М.М. Ногач

Вже в 2012-2013 навчальному році для досліджень на полігоні була створена Маріямпільська екологічна експедиція із студентів-п'ятикурсників (7 майбутніх магістрів і 2 спеціалістів спеціальності «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансованого природокористування»), які під керівництвом професора О.М.Адаменка у польових експедиційних умовах відібрали проби ґрунтів (рис. 8.9-8.14), самостійно їх проаналізували на отриманих за грантом приладах «ЕКОТЕСТ». Результати аналізів оброблені на комп'ютерах за спеціальними програмами, що дозволило студентам побудувати екологічні карти розповсюдження головних забруднювачів, що принесла на територію полігону повінь 2008 р. Кожний студент мав свій планшет топографічної карти, на основі якої вони склали карти четвертинних відкладів, геоморфології, ландшафтів та екологічної ситуації. Це стало основою для написання магістерських робіт і дипломних проектів на реальному фактичному матеріалі.

Весною 2013 р. студенти-дипломники протягом кількох місяців навчались у Краківській гірничо-металургійній академії (Польща), де вони обробляли свої матеріали у сучасних аналітичних лабораторіях, отримали консультації провідних вчених Польщі, тим паче що багато польських дослідників у різні роки працювали на території Галицького Придністров'я.



Рис. 8.9. Науковий керівник експедиції О.М. Адаменко ставить перед студентами завдання



Рис. 8.10. Відбір проб ґрунтів здійснюється методом «конверта» згідно державного стандарту



Рис. 8.11. Розміщення «конверту» у точці відбору проби



Рис. 8.12. Підготовка ґрунту до відбору проби



Рис. 8.13. Викопні ґрунти у розрізі давніх лесів. Кар'єр Галицького цегельного заводу



Рис. 8.14. Відібрані у чотирьох кутах і у центрі «конверта» проби переміщуються, квартуються і таким шляхом формується одна проба

На полігоні плануємо аналізувати, моделювати, прогнозувати та відпрацьовувати практичні заходи з попередження та зниження катастрофічних наслідків водних стихій.

У червні 2013 р. студенти успішно захистили магістерські роботи і дипломні проекти та отримали дипломи як в Україні так і в Польщі, а їх дипломи є дійсними у всіх країнах Європейського Союзу.

Дністровський протипаводковий полігон створено завдяки плідній співпраці науковців, ректорату ІФНТУНГ з Івано-Франківською обласною радою. Тепер головна задача – не обмежитись грантом Кабінету Міністрів України і дольовою участю обласної ради та Галицької і Тисменицької районних рад, а продовжити фінансування полігону за рахунок усіх можливих джерел, щоби цей науково-навчально-виробничий осередок розвивався на благо нашої держави розповсюдженням набутого досвіду на всю долину Дністра, а також басейни Прута, Сірета та інших. Головними напрямками досліджень на полігоні відповідно до основних причин катастрофічних паводків будуть:

1. Періодичність випадання надмірної кількості опадів (до 150 мм за добу), що охоплюють весь Карпатський регіон та Поділля. До речі, про проходження циклону, що спричинив паводок 23-26 липня 2008 року, гідрометеослужбі України було відомо ще 21 липня (рис. 8.15) і штормове попередження було передано за дві доби. Періодичність (циклічність) цих процесів поки що не може бути прогнозованою, хоча вважається, що їх прискорення пов'язані з глобальними змінами клімату. Ми побудували графіки коливань глобального клімату Землі [11] за весь період її геологічної історії. Це 13 циклів – різнопорядкових синусоїд, починаючи від 250 млн. р. Галактичного року до 33-річних циклів останніх 150 років, коли вже були інструментальні спостереження (рис. 8.16).

3 90-х років минулого століття плавна синусоїда кліматичних коливань перетворилась на ламану (пилоподібну) лінію, що свідчить про часту повторюваність екстремальних ситуацій – повеней, посух, буревіїв і т.д. [11]. Отже є необхідність більш детально вивчити періодичність цих стихій, а відповідні дані є в Пулківській обсерваторії, а також у Інституті географії АН Республіки Молдови.

2. Орографічні фактори паводків. Циклони, що рухаються із заходу на схід, затримуються на кілька діб бар'єром Карпатських гір, що сприяє випаданню в «тіні» гір, на Прикарпатті, основної маси опадів (рис. 8.17). Можливо частину стоку можна затримати гідроспорудами, дамбами, на яких пропонують будувати міні ГЕС, але це потребує окремої еколого-економічної оцінки.

3. Маса води, що скупчується у циркоподібних (лійкоподібних) верхів'ях рік, не маючи перехоплюючих дамб, стрімко «скочується» вниз, руйнуючи береги, поглиблюючи русла, провокуючи селеві і зсувні явища. Необхідно дослідити ці процеси і дати рекомендації про захист від них.

4. Необхідно також оцінити масштаб розробок піщано-гравійної суміші з русел і заплавл річок, що підсилює процеси ерозії і сприяє розвитку катастрофічних наслідків водних стихій. Тому слід визначити масштаб цього і рекомендувати для видобутку гравію алювій надзаплавних терас.

5. Водопоглинаюча роль лісу – це компетенція фахівців – лісогосподарників і лісопромисловиків. Але є багато досліджень, які свідчать, що при надмірній кількості опадів ліс може затримати близько 30% води.

6. Із водозборів маса води попадає в головну долину, створюючи велетенські басейни-накопичувачі (наприклад, Дністер у Миколаївському, а потім у Галицькому районах і т.д.). Для швидкого пропуску води необхідно виконати днопоглиблювальні, берегоукріплювальні роботи, в деяких місцях спрямити русло, змінити його поперечний профіль, розчистити від замулювання та чагарників, забрати острови і коси, які гальмують течію, якщо це не протирічить законам розвитку руслових процесів, відновити деякі староріччя як допоміжні русла-протоки, створити ряд польдерів, захистити населені пункти дамбами, будувати мости з опорами до корінного ложа, спланувати дорожню мережу з врахуванням незатоплюваності відповідних геоморфологічних рівнів і т. ін. Усі ці питання ми плануємо дослідити на Дністровському протипаводковому полігоні.

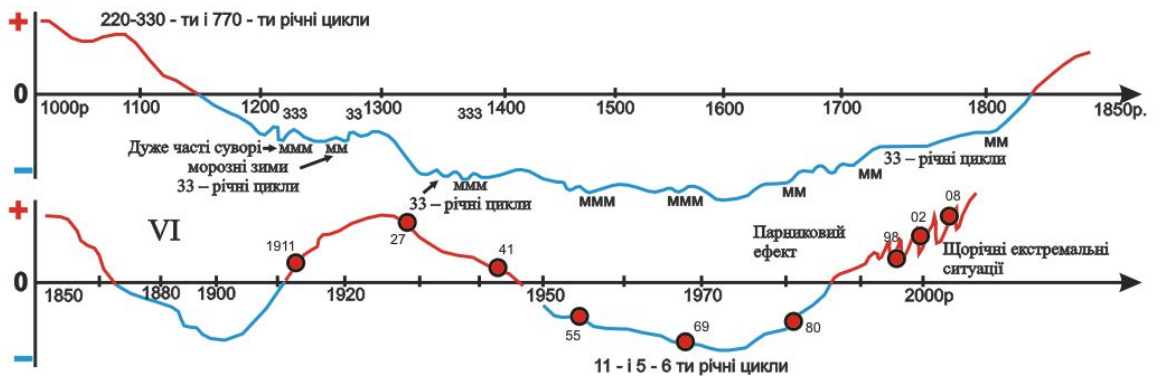
a) 21.07.2008



б) 26.07.2008



Рис. 8.15. Західний циклон, що спричинив повінь, насувається на територію Карпатського регіону (21.07.2008р.), через кілька днів (26.07.2008р.) він вже накрив західну і північну Україну



Показники клімату:

0 – близький до сучасного,

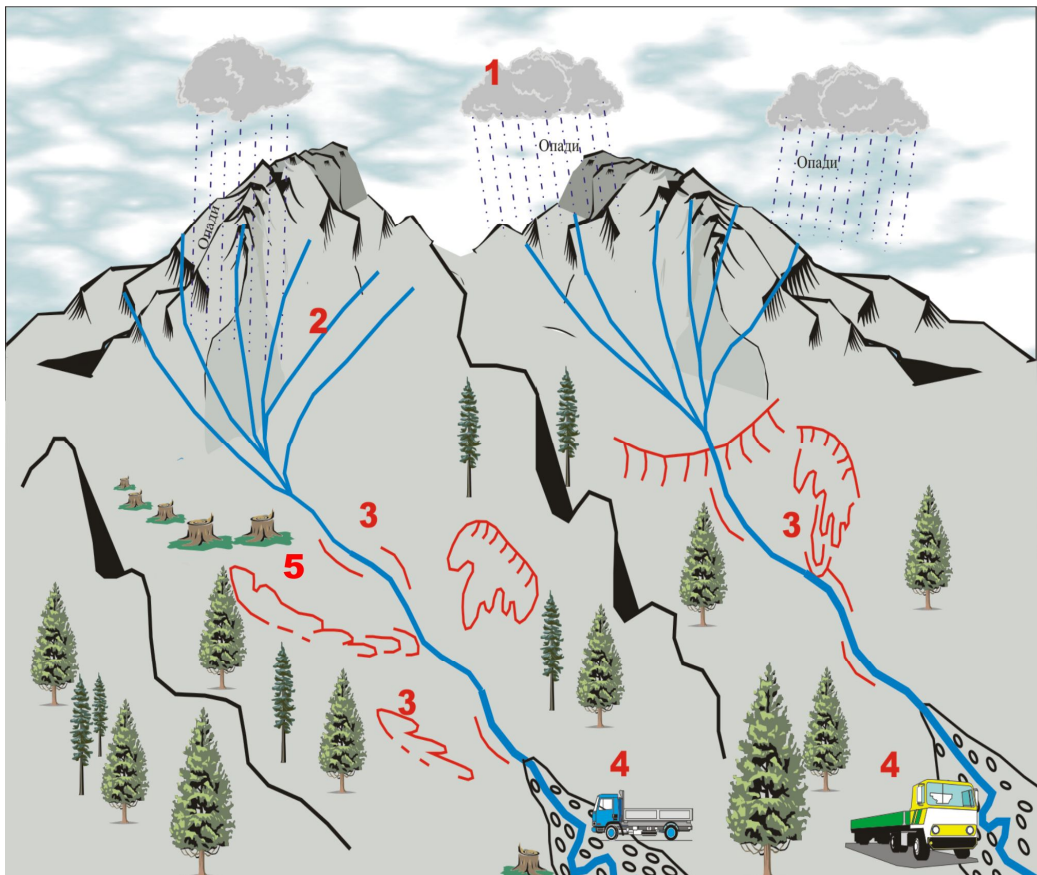
+ – тепліше сучасного клімату,

- – холодніше сучасного клімату,

екстремальні роки: ммм – дуже часта повторюваність суворих морозних зим,

ззз – дуже часта повторюваність літніх посух

Рис. 8.16. Циклічність змін клімату Землі за останні 1000 років. Червоними крапками позначені роки катастрофічних паводків



Основні причини:

1 – надмірні опади, 2 – скупчення води у водозбірних лійках,

3 – стрімке проходження паводка з активізацією небезпечних екогеодинамічних процесів, 4 – несанкціонований відбір гравію, 5 – вирубка лісів

Рис. 8.17. Модель формування паводків на північно – східному макросхилі Карпат

7. Розробити і запровадити «Автоматизовану інформаційно-вимірвальну протипаводкову систему АВПС-Дністер, яка відрізняється від запропонованої угорськими фахівцями системи тим, що ми поділяємо кожне село на сегменти, які можуть бути затоплені при підйомі води на 1, 2, 3...10, 12 м. На опорах мостів будуть установлені п'єзометричні датчики, які через телекомунікаційну систему передадуть показники рівня підйому води у кризовий центр МНС і в кожне село, де геодезисти на місцевості позначають відповідну зону затоплення (рис. 18).

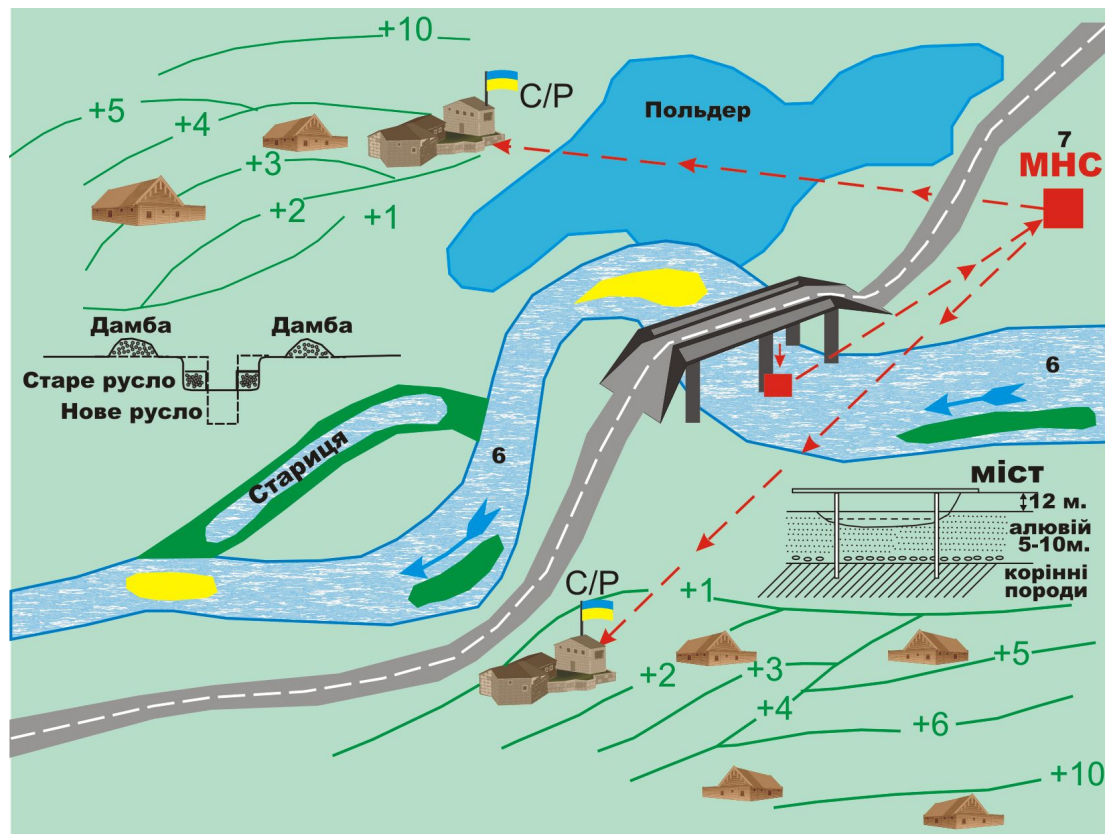
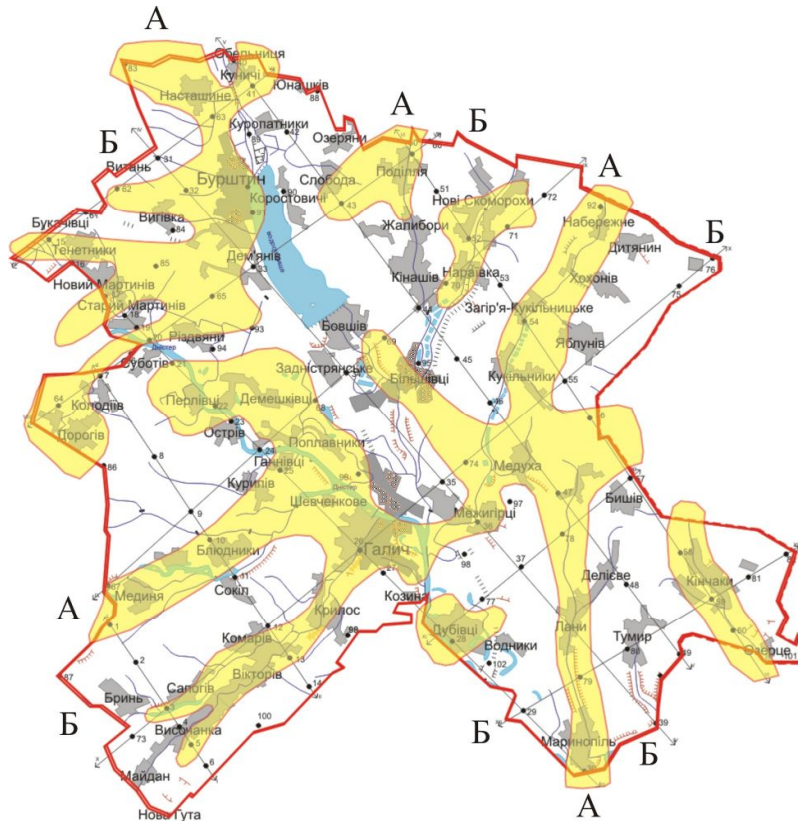


Рис. 8.18. Руслові процеси (6) та автоматизована інформаційно-вимірвальна протипаводкова система оповіщення населення АВПС-Дністер (7)

8 І, нарешті, екологічний аспект цієї проблеми. Повінь принесла на землі кожного населеного пункту, на поля, луки, городи масу забруднень від Стебника, Калуша, Бурштина та ін. Ми вже маємо екологічні карти забруднень ґрунтів, рослинного покриву, ґрунтових і поверхневих вод, які були до повені (рис. 8.19). Тепер необхідно методами екологічного аудиту дослідити, який стан природних компонентів склався після повені, організувати екологічний моніторинг, щоб запобігти порушень родючості ґрунтів і захистити населення від збудників різних хвороб. Для цього нам необхідно модернізувати свою лабораторно-аналітичну базу, створити для області разом з екологічною інспекцією незалежну екологічну лабораторію та придбати пересувну екологічну станцію.

Усі ці питання будуть досліджуватись як на Дністровському полігоні, так і у басейнах тих річок, що впадають у Дністер на полігоні. Буде залучена компетентна команда науковців, викладачів і ціла «армія» студентів, які будуть проходити тут ознайомчу маршрутну та ландшафтно-картографічну практики. Крім того, ми вже маємо згоду провідних вчених із університетів Львова, Чернівців, Ужгорода, Тернополя, Рівного, Києва, інститутів НАНУ, Укргідрометінституту та інших установ взяти участь у науково-дослідних роботах на полігоні. Досвід цих досліджень можна розповсюдити на всі території, які зазнають лиха від водних стихій.



**Рис. 8.19. Забруднення довкілля Галицького району від Бурштинської ТЕС:
А – забруднені зони, Б – чисті зони**

Висновки. Отже, причинами катастрофічних паводків є як природні чинники, так і господарська діяльність.

До природних чинників належать:

- мінлива гідрометеорологічна (синоптична) ситуація та морфологічна будова русел гірських річок (нерівномірність розподілу стоку в часі – за 3-4 місяці весни і літа протікає близько 70% річного річкового стоку);
- висока водність річок перед паводком;
- геолого-орографічні та гідрогеологічні умови, які призводять до формування обвалів та селів у гірських та прилеглих до них районах;
- значна кількість опадів вище норми, велика інтенсивність і тривалість, що спричиняють насичення ґрунту вологою і зменшення його водопоглинальної здатності та водопроникності;
- великі ухили та недостатня пропускна здатність русел річок;
- велика швидкість стікання води внаслідок значної крутизни схилів, близького залягання водонепроникних гірських порід;
- високий енергетичний потенціал гірського рельєфу, який поступово збільшується в зв'язку з сучасним підняттям гір;
- недостатня зарегульованість річкової мережі;
- мала стійкість окремих частин гірських масивів внаслідок сейсмічної активності надр та їх нерівномірної напруженості по окремих тектонічних зонах і вузлах у комплексі з активними ерозійними процесами;
- особливості гідрогеологічних умов, що зменшують зчеплення окремих частин блоків порід в умовах активного впливу гравітаційних сил;
- зниження міцності порід на схилах в зв'язку з їх вивітрюванням;
- різке зменшення здатності рослинного покриву затримувати дощові води, їх випаровування в атмосферу і припинення транспірації при припиненні вегетації, паданні листя з дерев і всиханні трав на луках;

- танення снігу в горах при різкому підвищенні температури повітря та випадання інтенсивних дощів.

До чинників господарської діяльності, що мають значний вплив на формування паводкового стоку, належать:

- розорювання та знеліснення водозборів без застосування протиерозійних заходів, порушення технології виконання культуртехнічних робіт, що прискорює поверхневий стік;

- порушення режиму господарювання у водоохоронних зонах та на прибережних водозахисних смугах річок;

- забудова в зонах можливого затоплення та на заплавах річок;

- влаштування доріг, мостів без врахування вимог будівельних норм в частині водовідводів та захисту від паводків;

- ведення лісогосподарської діяльності за умови недостатньо розробленої раціональної науково-обґрунтованої технології.

На створеному в результаті виконання Проекту полігоні будуть розроблятися оперативні заходи з покращення екологічного стану компонентів довкілля (геологічного середовища, ґрунтів, поверхневих вод та ін.) та визначатись сучасна екологічна ситуація на основі постійно діючої системи екологічного моніторингу, аудиту і менеджменту для збереження довкілля та розробки технічних проектів захисту конкретних населених пунктів від катастрофічних повеней на території Івано-Франківської області.

Для територіальних громад на території Дністровського полігону розроблена брошура [2] з рекомендаціями підвищення екологічної безпеки та захисту території та населення від повеней. Виконання Проекту забезпечить його сталість.

а) фінансова сталість

економічна ефективність, самокупність проекту полягає у тому, що збитки від катастрофічних повеней можна буде значно зменшити завдяки створенню науково обґрунтованих захисних споруд;

подальший розвиток й функціонування започаткованих за Проектом структур на засадах самокупності або незалежності від грантового фінансування - це постійно діюча нова структура - Дністровський протипаводковий полігон, який буде виконувати екологічний моніторинг на території Івано-Франківської області для підтримання екологічно безпечного стану довкілля;

б) інституційна сталість розвитку місцевих органів влади, мережі спеціалізованих закладів, які будуть власниками матеріальних та інтелектуальних продуктів, одержаних за результатами діяльності полігону.

Дністровський протипаводковий полігон повинен стати незалежною госпрозрахунковою структурою, яка функціонуватиме на засадах самофінансування за рахунок замовлень обласних управлінь - охорони навколишнього природного середовища, меліорації і водного господарства та надзвичайних ситуацій.

в) політична сталість формування місцевої політики у природоохоронній сфері (галузі); взаємовідносини органів місцевого самоврядування з громадськими організаціями та громадами.

Дністровський протипаводковий полігон буде сприяти політичній стабільності в регіоні, тому що він буде «екологічним посередником» між державними природоохоронними структурами, органами місцевого самоврядування, громадськими екологічними організаціями та сільськими і міськими громадами.

З метою виконання проекту «Створення Дністровського інженерно-екологічного полігону для розробки протипаводкових заходів та підвищення екологічної безпеки території Івано-Франківської області» ва інженерно-екологічному інституті на базі кафедри екології створено Маріямпільську екологічну експедицію у складі викладачів та студентів.

З 11 вересня 2012 р. експедиція приступила до польових геоекологічних зйомок території Дністровського протипаводкового полігону у масштабі 1 : 10 000 з відбором проб ґрунтів для визначення їх забруднення важкими металами, з прив'язкою точок відбору проб GPS навігатором в межах планшетів топографічної карти:

2012 рік

Гоцанюк Тетяна – планшет Сівка Войнилівська
Грималюк Ольга – планшет Різdv'яни
Дідушецька Ольга – планшет Галич – лівобережний
Караванович Христина – планшет Галич – правобережний
Остафійчук Ольга – планшет Дубівці
Ребега Мар'яна – планшет Побережжя
Репело Мирослава – планшет Маріямпіль
Стадник Оксана – планшет Єзупіль
Хащак Оксана – планшет Тустань.

2013 рік

Березко Оксана Богданівна – планшет Новосілка
Глушак Ірина Романівна – планшет Буківна
Гриб Марія Володимирівна – планшет
Дуб Галина Михайлівна – планшет Нижнів
Ємельянов Володимир Вадимович – планшет Золота Липа
Іваницька Наталія Іванівна – планшет Побережжя
Ленів Ольга Юрійівна – планшет Букачівці
Марчук Іванна Вікторівна – планшет Журавно
Николіук Руслана Василівна – планшет Журавеньки
Пристаї Ольга Олегівна – планшет Козарі 1
Холопик Євгенія Ігорівна – планшет Козарі 2
Християн Марта Михайлівна – планшет Аннівці

Студенти підготували відібрані проби ґрунтів до аналізу, виконали особисто аналізи проб на вміст важких металів в Науково-навчальній лабораторії кафедри екології на приладах ЕКОТЕСТ.

Створення баз даних системи моніторингу навколишнього середовища та їх управління. При екологічних дослідженнях того чи іншого району визначається оптимальна мережа екологічних полігонів, на яких відбираються проби з відповідних природних середовищ. Мережа екологічних полігонів для екологічного аудиту повинна визначитися таким чином, щоб були охоплені усі ландшафти кількома точками відбору проб у залежності від масштабу карти. Для визначення екологічного стану території Дністровського протипаводкового полігону ми використали дані попередніх дослідників, які працювали на території Галицького і Тисменицького районів, а також у сфері діяльності ПАТ «Івано-Франківськцемент» до повені 2008 р. Відповідні бази даних містяться у звітах кафедри екології за 2012 і 2013рр.

Інформаційне забезпечення заходів проекту. Для виконання цього завдання Проекту розроблено зміст і форма стендів для організації виставки у приміщенні Маріямпільської екологічної лабораторії: основні причини та можливості прогнозу та зменшення наслідків від катастрофічних повеней, створення робочих груп з реалізації проекту, організація Дністровського інженерно-екологічного протипаводкового полігону, створення і впровадження інформаційних систем і комплексів, баз даних екологічної інформації, технології екологічних досліджень, а також перших результатів досліджень на полігоні – це карти четвертинних відкладів, геоморфологічна, ландшафтна та екологічна (рис. 8.20-8.27) [15, 70].

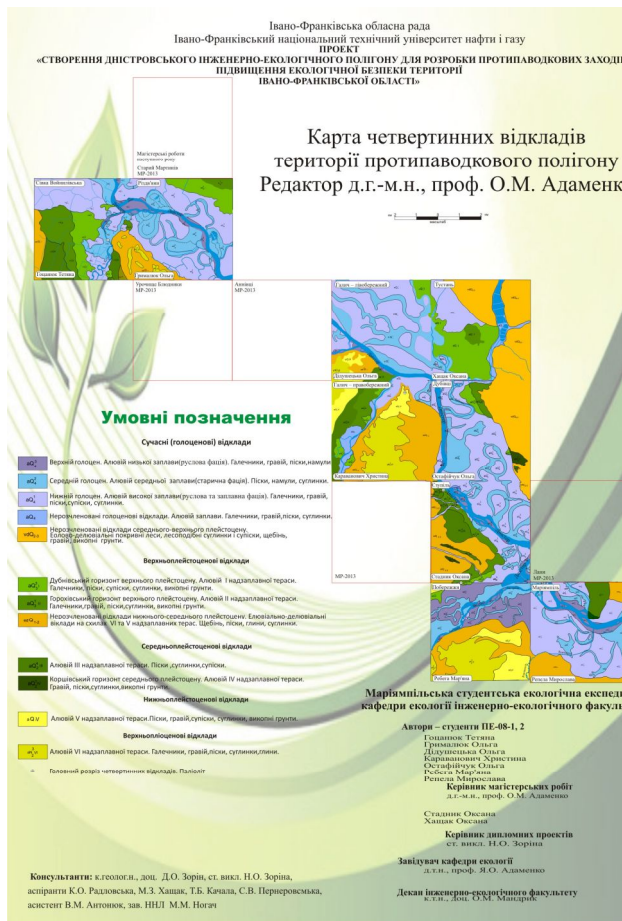


Рис. 8.20. Карта четвертинних відкладів полігону

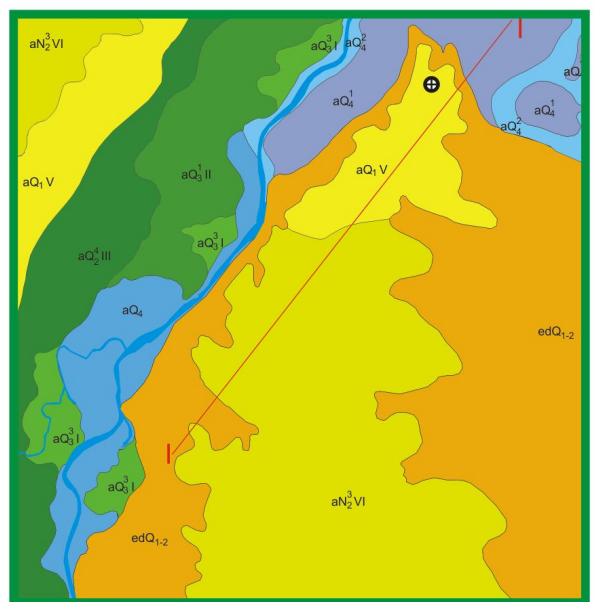


Рис. 8.21. Карта четвертинних відкладів. Планшет Галич-правобережний

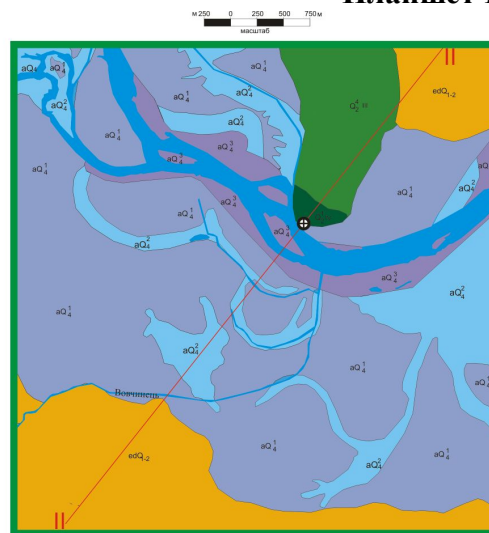


Рис. 8.22. Карта четвертинних відкладів. Планшет Маріямпіль

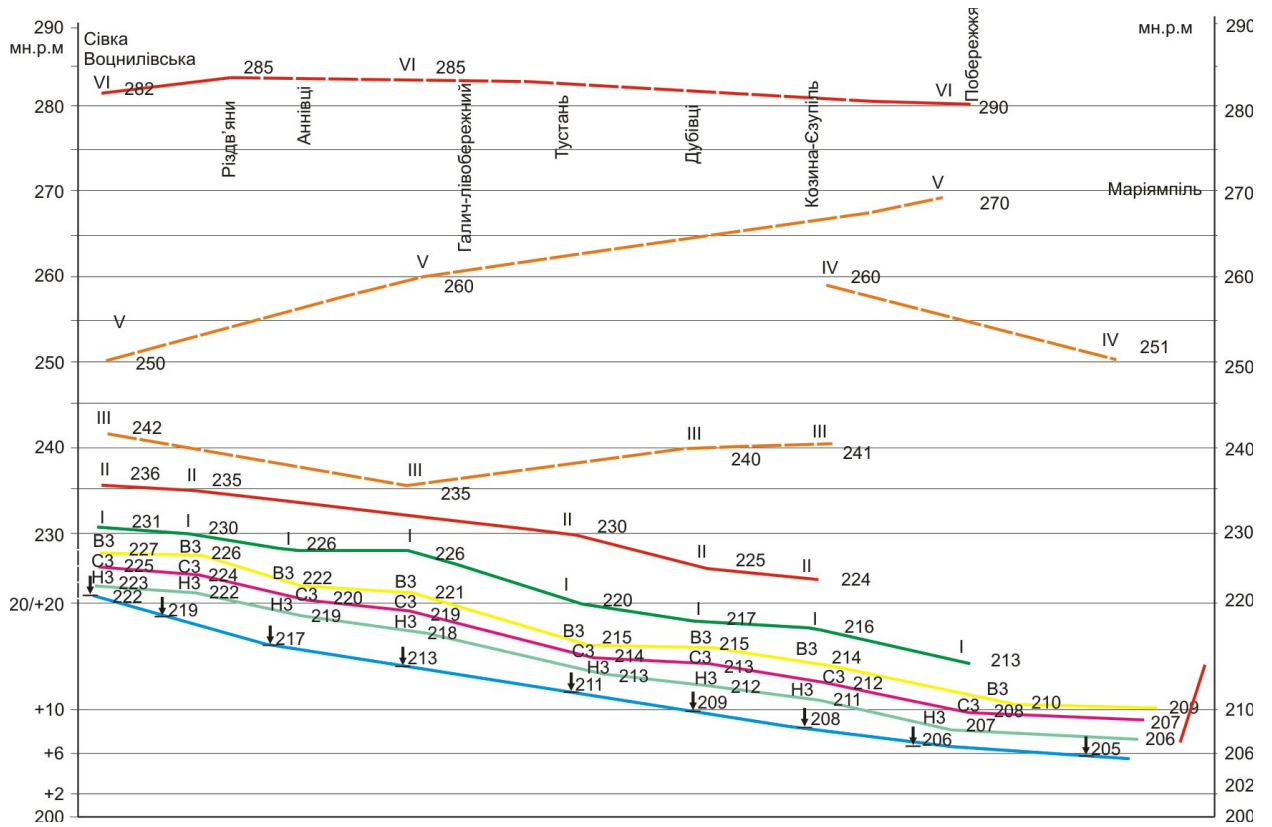
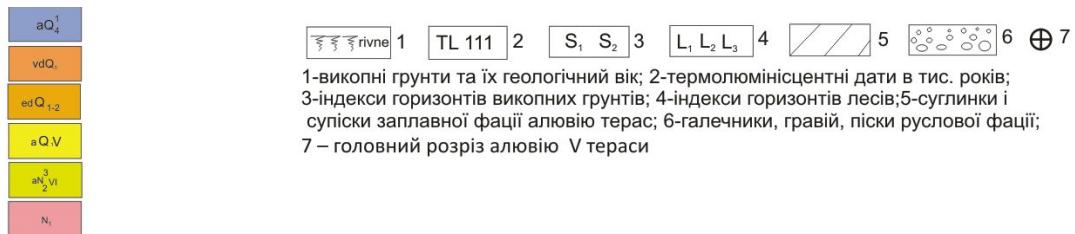


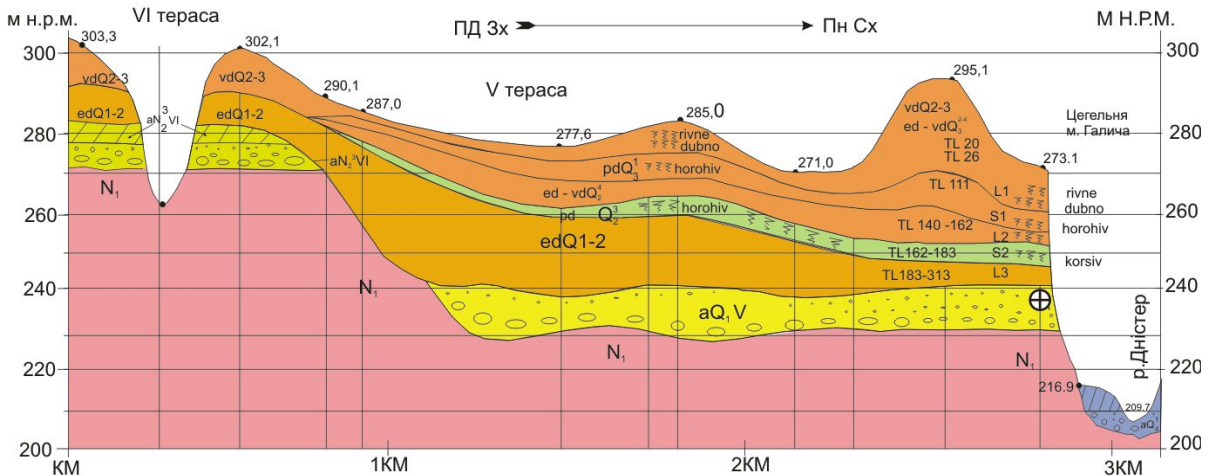
Рис. 8.23. Повздовжній профіль терас р.Дністра від с.Сівка Войнилівська до с.Маріямпіль.

Абсолютні висоти над рівнем моря в метрах:

↓ *русла р.Дністра; НЗ – низької, СЗ – середньої та ВЗ – високої заплави; I, II, III, IV, V і VI надзаплавних терас*



Вік порід – на карті четвертинних відкладів планшету Галич правобережний



© О.М.Адаменко, Д.О.Зорін, 2012

Рис. 8.24. Геолого-геоморфологічний профіль I-I – правого борту долини р. Дністер в районі м.Галича

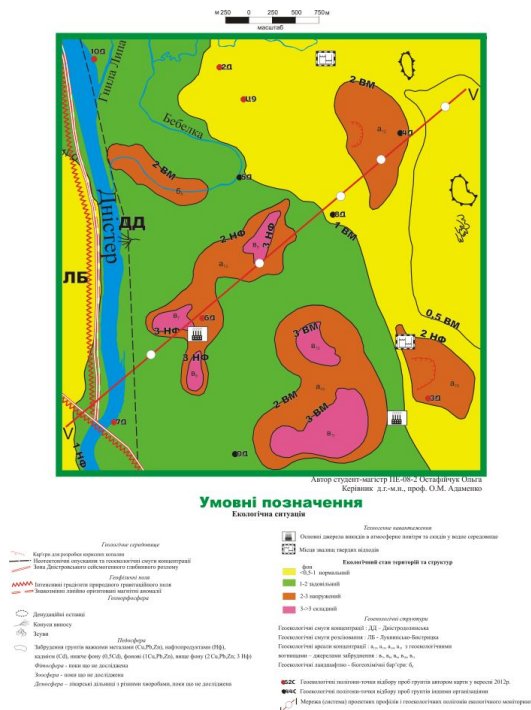


Рис. 8.27. Екологічна карта. Планшет Дубівці

Висновки. Представлені вище карти та геолого-геоморфологічні профілі є першою спробою узагальнень геологічної будови четвертинних відкладів в долині р. Дністер, які не претендують на остаточний варіант. У наступному 2013-2014 навчальному році наші дослідження будуть продовжені з новою бригадою майбутніх магістрів і спеціалістів.

8.2 ЦИКЛІЧНІСТЬ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПЕРІОДИЧНІСТЬ КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ В ДОЛИНІ ДНІСТРА

8.2.1 Геологічні свідки кліматичних змін від початку історії Землі (4560 млн. років – XI століття)

В останні роки людство страждає від численних екстремальних ситуацій – катастрофічних паводків, повернення холодів влітку, спекотні періоди, масові зсувні процеси та ін., що завдають не тільки великої матеріальної шкоди, а й призводять до гибелі людей. Все більше вчених схиляються до точки зору, що ці явища є результатом підсилення глобального кліматичного потепління, що пов'язано як з природними так і техногенними чинниками. А як було раніше? Чи виникали такі екстремальні ситуації в геологічному минулому? Чи є якась періодичність, циклічність прояву цих процесів? Чи можна передбачити наступний катастрофічний паводок на Прикарпатті, якщо тільки за минулі 100 років їх було 11? На ці питання потрібно шукати відповідь, тому що вони є актуальними, як в науково-теоретичному так і в практичному аспектах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що проблема глобальних кліматичних змін хвилює не тільки вчених і пересічних громадян, а й керівників держав та громадських і релігійних діячів. Не маючи змоги викласти хоча би частку тих публікацій, які є на цю тему, пошлемося лише на роботи Римського клубу (1972), матеріали світових самітів у Ріо-де-Жанейро (1992), Йоганесбурзі (2002), Києві (2003), на Монреальській і Кіотській протоколи, фундаментальні дослідження Джеймса Ф. Лера (2005), Альберта Гора (2006), Чарлза Волкотта, Волтера і Луїса Альваресів, Річарда Флінта, Луїса Ліки та багатьох інших.

В роботах вітчизняних дослідників П.А. Тутковського (1927), В.Г. Бондарчука (1948), С.О. Мороза (1992), М.Ф. Веклича [36], І.В. Мельничука [83], Ж.М. Матвіїшиної [78], Н.П.

Герасименко [45], О.М. Адаменка [7], Г.І. Рудька [108], Л.В. Міщенко [85] та багатьох інших є детальні матеріали з проблем глобальних кліматичних змін та спроби періодизувати ці процеси для прогнозів та попередження їх катастрофічних наслідків.

Упродовж останніх 200 років учені докладно вивчали земні надра, видобули з них рештки найдавніших тварин та рослин і таким чином відтворювали історію нашої планети. У нашій Сонячній системі Земля утворилася близько 4560 млн. (4,56 млрд.) років тому і мала вигляд розжареного каменистого тіла. Примітивне життя вперше виникло приблизно 4000 млн. років тому в океанах, а звідти почало поширюватися повсюди, дедалі урізноманітнюючись, проте його еволюційний шлях був зовсім не легкий. Природні умови Землі постійно змінювалися під впливом вулканічних сил, метеоритних ударів та кліматичних коливань, і життя нерідко зазнавало серйозних загроз, іноді з катастрофічними наслідками. Тож за свою історію наша планета пережила багато незвичайних подій, та й попереду їх очікується ще чимало.

Геологи використовують дані з багатьох джерел, що допомагає їм відтворити довгу історію Землі і зрозуміти, яку частину вона становить від набагато тривалішої історії Всесвіту. Важлива інформація про ранню історію Землі надходить з позаземних джерел, таких як метеорити та інші тіла Сонячної системи. Дослідження гірських порід, мінералів та скам'янілостей, що залягають на поверхні, дають змогу судити не тільки про будову верхнього шару земної кори, а й про склад значно глибших пластів. Такі дослідження до того ж дають інформацію про кліматичні й атмосферні коливання, про геологічні події (потужні рухи земної кори та інше) та про еволюцію життя на планеті.

Деякі породи складаються з послідовних шарів (пластів), що утворилися внаслідок природних процесів. Відносно молоді шари залягають над давнішими. Геологи порівнювали (кориливали) пласти по всій Земній кулі, досліджували яскраво виражені скам'янілості й типи порід, і створили так звану стратиграфічну шкалу, яка відтворює всю історію Землі. Робота ускладнювалася тим, що внаслідок руху плит у послідовності відкладів утворилися перерви.

Скам'янілості – це рештки стародавніх біологічних форм, поховані внаслідок геологічних процесів у пластах гірських порід. Це можуть бути і пилок рослин і кістяки велетенських динозаврів чи китів. Біологічні форми зберігаються по-різному, і скам'янілості являють собою численні сліди їхньої минулої життєдіяльності (нори, відбитки кінцівок) або фізіологічної хімії (біомолекули), або ж включення тіл комах в бурштині. Втім, по таких слідах іноді важко судити з точністю про ті чи інші організми. Однак викопні сліди підтверджують, що життя зародилося в морях приблизно 4000 млн. років тому, і за 543 млн. років воно поступово поширилося повсюдно – на суходолі, у прісних водоймах та у повітрі. Найбільше таких слідів залишилося після морських організмів з твердими оболонками, наприклад, у вигляді черепашок. Вивчаючи процеси поховання та скам'яніння, вчені знаходили рідкісних представників викопних тварин, у котрих збереглися і м'які частини тіла. Наприклад, завдяки скам'янілостям кембрійського періоду, виявленим у Берджес-Шейл у Західній Канаді, можна скласти уявлення про розмаїття стародавніх життєвих форм та про їх біологію.

До появи радіодатування (початок ХХст.) не існувало жодного ефективного способу визначення віку мінералів, гірських порід та скам'янілостей. Відкриття радіоізотопів деяких елементів (свинцю, вугілля та циркону) у складі мінералів, гірських порід, метеоритів і скам'янілостей, залежно від ступеня їх розкладання, дало змогу визначати вік мінералів. Можливості радіодатування обмежені, бо залежать від виду елемента. Наприклад, за допомогою радіовуглецевого методу, що застосовується переважно для датування четвертинних відкладів, можна визначити вік тільки тих мінералів, що налічують до 50 000 років.

Докембрійська Земля. Докембрійський еон вважали своєрідною геологічною terra incognita, що невідомо коли виникла і не залишила після себе жодних викопних слідів. Тільки в 1956р. Клер Патерсон визначив вік Землі і метеоритів – 4 550млн. років. Відтоді було виявлено скам'янілості, враховано вік порід, розгадано таємницю виникнення Сонячної системи. Відомо, що в ранній історії Землі відбулося чимало катастрофічних змін.

Близько 4 500 млн. років тому планетне тіло завбільшки з Марс зіткнулося з Землею, відколовши від неї величезну масу породи. Уламки утримувані силою земного тяжіння, спочатку були розплавлені і обертались навколо Землі у вигляді кільця, потім охололи і зрослися шляхом акреції, утворивши супутник – Місяць. Первісне нарощування суходолу і відокремлення мантії від ядра, що супроводжувалося метеоритними бомбардуваннями, завершилось утворенням місячного вигляду Землі. Найдавніші кристалічні породи знайдені у Західній Австралії і мають вік 4 400-3 900млн. років, що визначено по мінералу циркону. Перед тим Земля ще продовжувала перебувати в стадії акреції: із космічної матерії виникло велике тіло, всередині якого утворилась розплавлена рухома речовина. Важкі елементи осідали в ядро, легкі піднімалися у мантію, а найлегші утворили земну кору. Після формування земних пластів утворилися первинна атмосфера та океани, де, ймовірно, і виникло життя. Однак нові метеоритні бомбардування, що залишили глибокі сліди на поверхні Місяця, спустошили і Землю, спричинивши розплавлення земних порід. Атмосфера й океани утворилися 3800 млн. років тому. Збереглися й сліди перших викопних, хоча тодішні біологічні форми потерпали від браку кисню і надмірної кількості інтенсивного ультрафіолетового опромінення, оскільки над ними не було захисного озонового шару. Атмосфера й океани не одразу набули свого нинішнього вигляду. Температури на поверхні поволі знижувалися, поступово накопичувався кисень, оскільки зростала кількість фотосинтезуючих мікроорганізмів, що виділяли кисень; збільшувався і захисний озоновий шар – цьому сприяло випаровування води, внаслідок чого кисень та озон піднімалися у верхні шари атмосфери. Ще задовго до утворення атмосфери в океанах осідали шаруваті поклади залізної руди (майбутні джеспіліти типу Кривого Рогу) внаслідок окислення.

Докембрійський еон ділиться на такі ери: глибокий архей, архей і протерозой (табл. 8.1). Внаслідок процесів у надрах Землі в одних місцях утворювалися нові гірські породи океанського дна, а в інших вони руйнувалися. Також збільшилися континенти й почали рухатися літосферні плити. Тоді ж почали розвиватися різноманітні морські мікроорганізми. Подальші вулканічні виверження, падіння уламків космічних тіл і кліматичні зміни спричинили появу зледенінь. Але, попри негативні наслідки, саме ці події сприяли еволюції.

В еру глибокого архею метеоритним бомбардуванням були знищені первинна атмосфера, первісні океани та життя.

Судячи з віку місячних гірських порід і численних краторів на його поверхні, через 600 млн. років після їх утворення, Місяць і Земля зазнавали неабияких бомбардувань з космосу. На Місяці збереглися метеоритний кратер Айткен діаметром понад 2 500км, однак Земля, що перевершує Місяць і розмірами, і силою тяжіння, пережила бомбардування значно більшої руйнівної сили. В результаті на ній плавивись гірські породи, гинуло життя і руйнувалась первинна атмосфера. Внаслідок вулканічних процесів, що виділяли азот, вуглекислий газ і водяну пару, виникла вторинна атмосфера. Під дією ультрафіолетових променів «сонячного вітру» пара розщеплялась на водень, кисень і озон.

В наступну, архейську еру, накопичувалася водяна пара, що вивергалася з вулканів. Із неї утворилися океани, вміст солі в яких підвищувався. З нагромадженнь менш щільних кремнеземних мінералів сформувалася верхня частина земної кори. А в результаті безперервних подальших вулканічних вивержень виникали нові поверхневі породи. Оскільки внаслідок акреції Земля перестала розширюватися, охололі й щільніші первісні породи осіли й утворили нові гірські породи. Земна кора розкололася на кілька літосферних плит, що сходилися й розходилися. Менш щільні породи стали основою континентів, а щільніші – океанського дна.

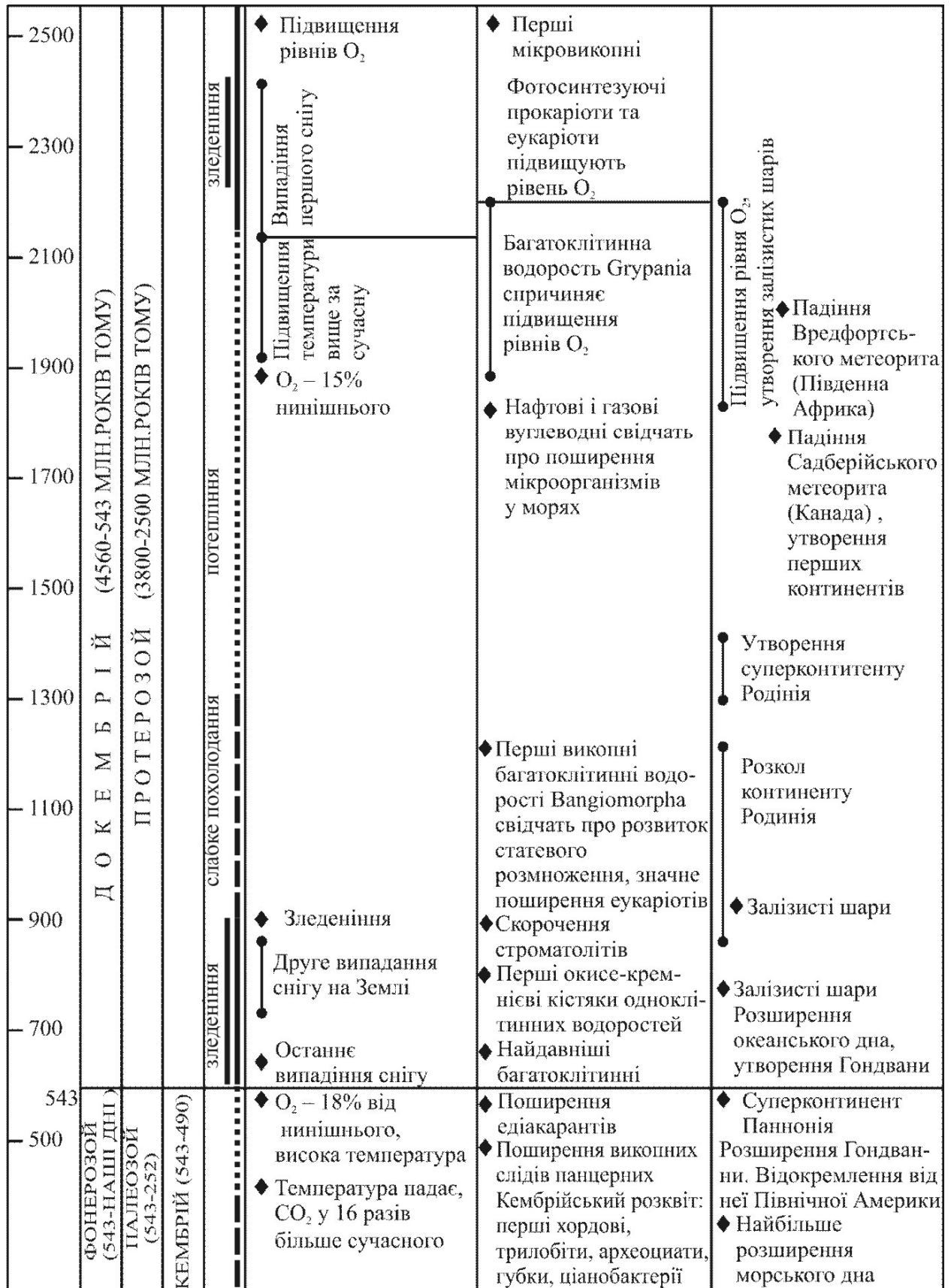
Найдавніші сліди життя на Землі збереглися у вуглецевмістних рештках метаморфічних порід у Гренландії, що утворилися 3800 млн. років тому. Вони виникли понад 4000 млн. років тому з живих організмів – ймовірно, водних прокаріотів (бактерій), що поглинали променевою енергією Сонця. В клітинах цих одноклітинних організмів немає структур (як-от ядро), котрі мають більш розвинені організми. Невідомо, як ці перші життєві форми пережили руйнівні метеоритні бомбардування: не виключено, що життя зароджувалося двічі або ж його було занесено на Землю з космічними тілами.

Таблиця 8.1

Основні геологічні події в історії Землі, що привели до формування її біосфери

Геологічний вік					Історія Землі і біосфери		
Абсолютний, млн. р. тому	Відносний - стратиграфічна шкала				Клімат	Життя	Геологічні події
	Еон	Ера	Період	Епоха			
4560	Д О К Е М Б Р І Й (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Г Л И Б О К И Й А Р Х Е Й (4560-3800)	похолодження	Земля охолоджується, утворюються первісні океани	Перші органічні молекули	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Утворення Землі ◆ Планетезимальне бомбардування, розділення шарів Землі, утворення Місяця (найдавніша місячна порода – 4450 млн. р.), найдавніші мінерали (циркон) ◆ Найдавніша гірська порода (Канада)
4300					Внаслідок метеоритного бомбардування первісні океани випаровуються		
4100					Високі температури поступово знижуються	Перші хімічні скам'янілості: вугілля з морських бактерій	Подушечні лави свідчать про появу води
3900	Д О К Е М Б Р І Й (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Г Л И Б О К И Й А Р Х Е Й (4560-3800)	потепління	Високі температури поступово знижуються	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Найдавніші строматоліти (Австралія) ◆ Мікроскопічні нитки і сфероїди 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Циркон свідчить про континентальну кору ◆ Перше утворення залізного шару
3700							
3500					Д О К Е М Б Р І Й (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Г Л И Б О К И Й А Р Х Е Й (4560-3800)
3300	Д О К Е М Б Р І Й (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Г Л И Б О К И Й А Р Х Е Й (4560-3800)	слабке похолодження			
3100					Д О К Е М Б Р І Й (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Г Л И Б О К И Й А Р Х Е Й (4560-3800)
2900	Д О К Е М Б Р І Й (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Г Л И Б О К И Й А Р Х Е Й (4560-3800)	слабке похолодження			
2700					Д О К Е М Б Р І Й (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Г Л И Б О К И Й А Р Х Е Й (4560-3800)
2500	Д О К Е М Б Р І Й (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	А Р Х Е Й (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Г Л И Б О К И Й А Р Х Е Й (4560-3800)	слабке похолодження			

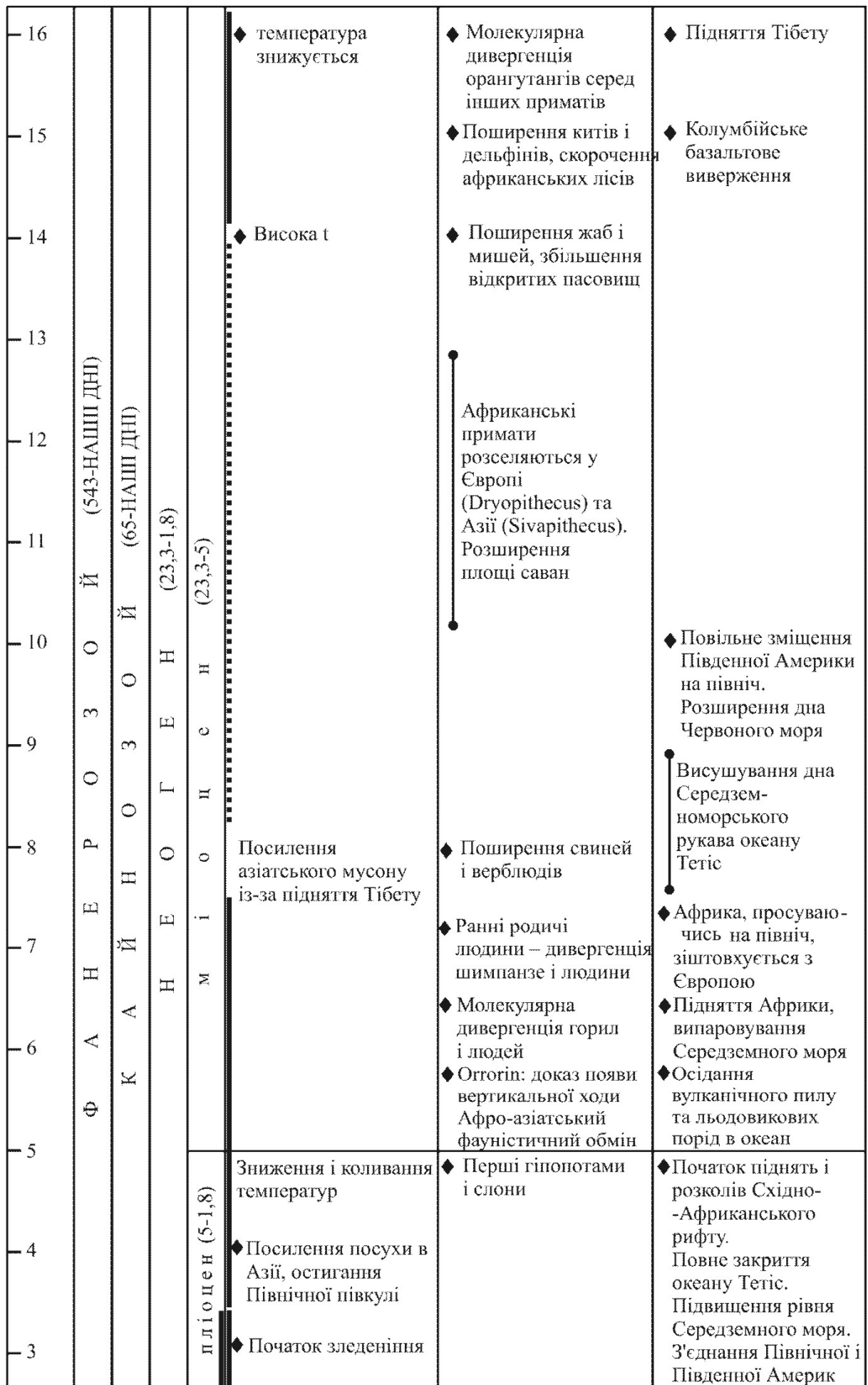
Геологічний вік					Історія Землі і біосфери			
Абсолютний, млн. р. тому	Відносний - стратиграфічна шкала				Клімат	Життя	Геологічні події	
	Еон	Ера	Період	Епоха				
4560	ЕОН ДОКЕМБРИЙ	ЕРА АРХЕЙ (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	Період ГЛИБОКИЙ АРХЕЙ (4560-3800)	Епоха похолодання	Земля охолоджується, утворюються первісні океани	Перші органічні молекули	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Утворення Землі ◆ Планетезимальне бомбардування, розділення шарів Землі, утворення Місяця (найдавніша місячна порода – 4450 млн. р.), найдавніші мінерали (циркон) ◆ Найдавніша гірська порода (Канада) Важке метеоритне бомбардування (у 150 разів більше за нинішнє) 	
4300					Внаслідок метеоритного бомбардування первісні океани випаровуються			Метеоритне бомбардування знищує усе нове життя
4100						Високі температури поступово знижуються		
3900					Епоха потепління			слабке похолодання
3700	Подушечні лави свідчать про появу води							
3500								
3300	Епоха похолодання	слабке похолодання	Температура швидко знижується до рівня в середньому нижче нинішнього	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Перші прокаріоти та еукаріоти (хімічні скам'янілості) 				
3100					Подушечні лави свідчать про появу води			
2900	Епоха похолодання	слабке похолодання	Температура швидко знижується до рівня в середньому нижче нинішнього	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Перші прокаріоти та еукаріоти (хімічні скам'янілості) 				
2700					Подушечні лави свідчать про появу води			
2500	Епоха похолодання	слабке похолодання	Температура швидко знижується до рівня в середньому нижче нинішнього	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Перші прокаріоти та еукаріоти (хімічні скам'янілості) 				
					Подушечні лави свідчать про появу води			

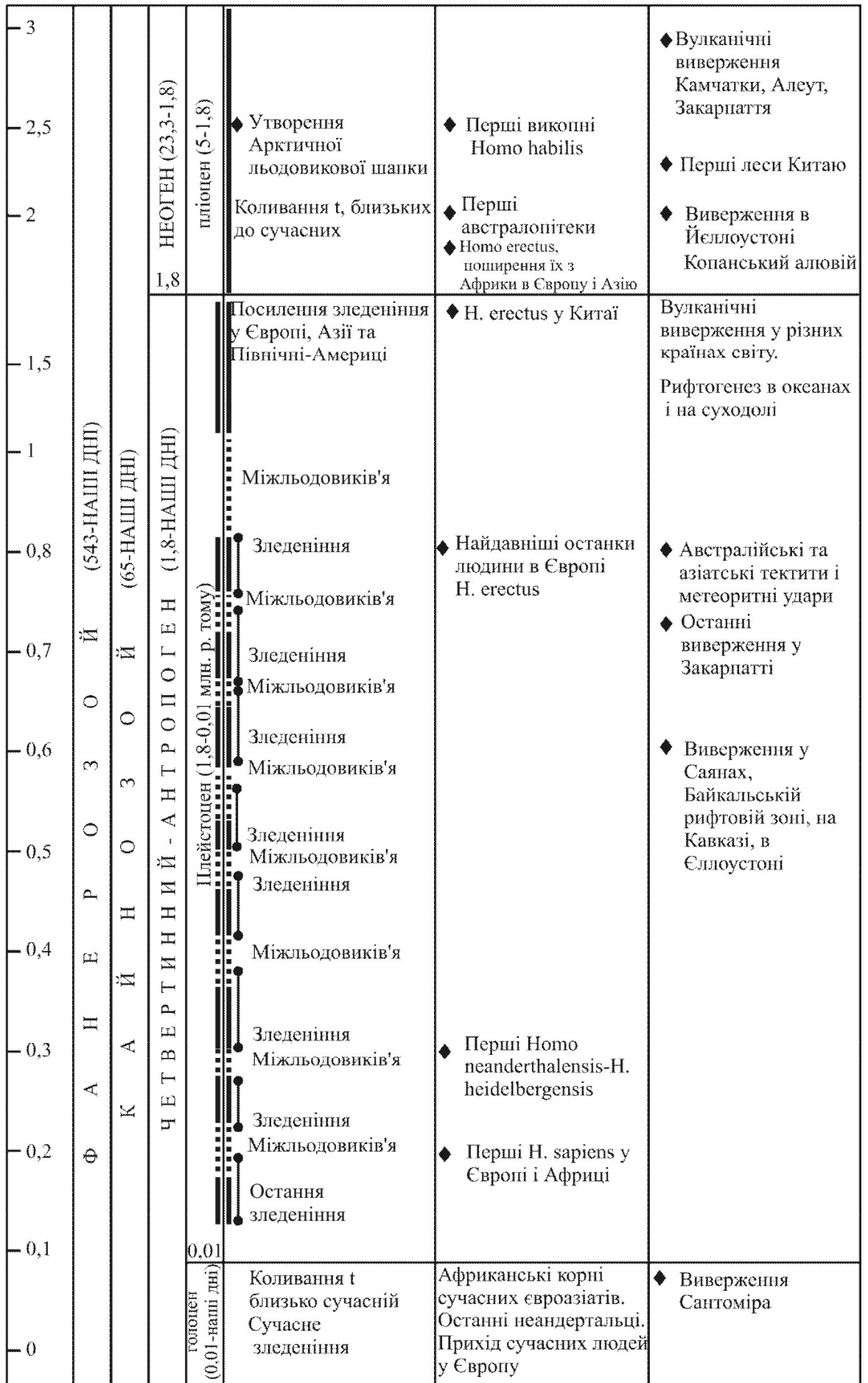


490	Ф А Н Е Р О З О Й (543-НАШІ ДНІ)	П О Л Е О З О Й (543-252)	КЕМБРІЙ (543-490)		◆ Конадонти (морські вугленодібні хордові і безщелепні риби)	Обертання Гондвани до Південного полюса		
480			ОРДОВИК (490-443)	◆ CO ₂ у 16 разів нижче сучасного, температура підвищується	◆ Перші панцирні безщелепні риби			
470							◆ Температура знижується	◆ Перші наземні викапні тріофіти (мохоподібні)
460							◆ CO ₂ у 17 разів перевищує нинішній рівень	◆ Перші прісноводні тварини (двопарноногі)
450			443	СИЛУР (443-418)	◆ Зниження CO ₂ і температури	◆ Масове (до 50%) вимирання морських видів	◆ Зледеніння Гондвани	
440			◆ Підвищення температури					◆ Поширення перших щелепних риб
430			418	ДЕВОН (418-354)	◆ Температура продовжує підвищуватись	◆ Перші власне наземні тварини: трипарноногі (членистоногі)	◆ Злиття Лаврентії, Авалонії та Балтики в Лауруссію	
420			◆ Температура вище нинішньої; CO ₂ у 12 разів більше, O ₂ – 15% від сучасного					◆ Перші безкрилі комахи: кліщі, псевдоскорпіони, павуки
410								◆ Безщелепні риби перебираються у прісну воду
400								◆ Перші деревоподібні рослини заввишки 2-3м
390	◆ Найдавніші четвероногі. Перші ліси	◆ Вимирання						
380								
370								
360								
350								
354								

354	П А Л Е О З О Й (543--252)	КАРБОН (354-290)	рання, міссісіпська (354-323)	Зниження температури до нинішнього рівня	♦ Тулерпетон (найближчий родич амніотів)	♦ Зниження рівня моря (пов'язане із зледенінням)	
350				♦ Висока температура (в середньому 20°)	♦ Перші земноводні, амніоти, таргани ♦ Початок поширення вугленосних лісів	Лаврентія простягається за екватор	
340				ПІЗНЯ, пенсільванська (323-290)	Зниження температури	♦ Перші пелікозаври (савцеподібні плазуни)	Гондвана обертається за годинниковою стрілкою. Морське дно розширюється. Гондвана з'єднується з Лаврентією і Балтикою.
330					Рівень O ₂ високий		Великі відкладення вугленосних глинистих сланців. Зледеніння Південного полюса і зміщення Гондвани на північ
320					♦ Низька температура (10°)		
310	МЕЗОЗОЙ (252-65)	ПЕРМ (290-252)	Пізня, пенсільванська (323-290)				
300				♦ Підвищення CO ₂ Температура вище сучасної	♦ Перші цінодонти (тепнокровні хребетні) ♦ Найбільше вимирання (60%) на морі і на суші	♦ Сибір зіштовхується з Балтикою, утворюються Уральські гори В Лаврентії утворюються великі пустелі	
290				♦ Рівень CO ₂ у 5 разів вище, O ₂ менше 15%		♦ Виверження сибірських трапів Постійне зниження рівня моря	
280				♦ Висока (19°) температура, зниження CO ₂	♦ Перші динозаври, перші мухи ♦ Перші примітивні ссавці. Перші акул ♦ Вимирання	♦ Перший розкол Пангеї ♦ Утворення океану Тетіс між Балтикою і Гондваною	
270							
260	ТРИАС (252-199,5)	ПЕРМ (290-252)	Пізня, пенсільванська (323-290)				
250							
240							
230							
220							
210							
200							

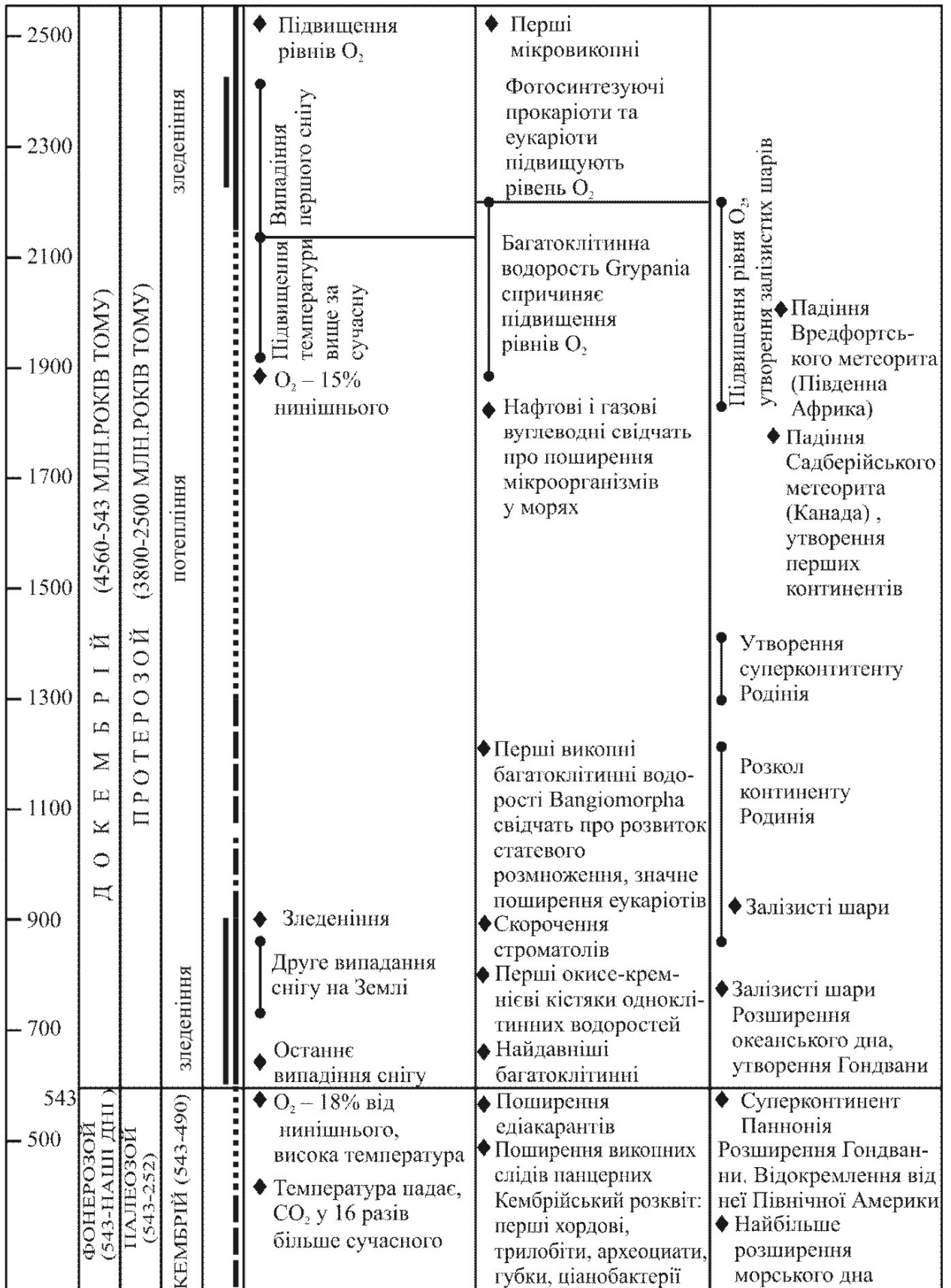
200	Ф А Н Е Р О З О Й (543-НАШІ ДНІ)	М Е З О З О Й (252-65)	199,5					
190			ЮРА (199,5-142)	нижня крейдяна (142-99)	◆ O ₂ -15%. Температура перевищує теперішню		Суперконтинент Пангея продовжує розколюватись.	
180					◆ O ₂ -22%.	◆ Перші примітивні шепели у ссавців	Утворення Атлантики і Південної Америки.	
170					Рівень CO ₂ – у 3-4 рази перевищує нинішній	◆ Перші птахи-археоптерікс	Відокремлення Мадагаскару від Африки.	
160			К Р Е Й Д Я (142-65)	верхня крейдяна (99-65)	◆ CO ₂ – в 2 рази вище, температура (середня) 18 ⁰	◆ Перші змії Зникнення великих морських плазунів	Відокремлення Австралії від Антарктиди. Утворення великих крейдяних відкладів у океані Тетіс. Швидке зміщення Індії на північ. Розкол Лавразії. Утворення Північної Атлантики і Південного океану	
150								◆ Перший пилкок у квіткових рослин, перші пернаті динозаври, перші плацентарні ссавці
140			П А Л Е О Г Е Н (65-23,3)	ПАЛЕОЦЕН (65-23,3)	54,8	Середня t = 17 ⁰ , CO ₂ – в 2 рази вищий O ₂ – 27%	◆ Перші ссавці-примати	◆ Чиксулубський метеорит Деканські трапи (Індія)
130					33,5	Середня t = 16 ⁰ Збільшення Антарктичного льодовикового щита	◆ Перші кити ◆ Найбільш ранні антропоїди (Eosimias)	Зростання вулканічної діяльності у Тетісі
120					33,5	t коливається близько сучасного рівня O ₂ -23%.	Перші пасовища	Початок утворення Альп і Карпат. Розділ Аравії і Африки Червоним морем
110					міоцен (23,3-5)	◆ O ₂ – 23%. t близька сучасній	◆ Перші трав'ядні ссавці, співочі птахи, молекулярна дивергенція приматів серед давніх мавп ● Поширення гіппаріонів у Північній Америці, а потім в Євразії і Африці	Зіткнення Індії з Азією, утворення Гімалаїв. Ефіопське базальтове виверження.
100	К Р Е Й Д Я (99-65)	верхня крейдяна (99-65)	◆ CO ₂ – в 2 рази вище, температура (середня) 18 ⁰	◆ Перші змії Зникнення великих морських плазунів	Відокремлення Австралії від Антарктиди. Утворення великих крейдяних відкладів у океані Тетіс. Швидке зміщення Індії на північ. Розкол Лавразії. Утворення Північної Атлантики і Південного океану			
90						◆ Перший пилкок у квіткових рослин, перші пернаті динозаври, перші плацентарні ссавці	Відокремлення Індії від Австралії та Антарктиди, Південної Америки від Африки, найбільше розширення морського дна	
80	ЮРА (199,5-142)	нижня крейдяна (142-99)	◆ O ₂ – 24%. CO ₂ – в 4 рази вище, температура 17,5 ⁰	◆ Перший пилкок у квіткових рослин, перші пернаті динозаври, перші плацентарні ссавці	Відокремлення Індії від Австралії та Антарктиди, Південної Америки від Африки, найбільше розширення морського дна			
70						◆ Перші птахи-археоптерікс	Відокремлення Мадагаскару від Африки.	
60	Ф А Н Е Р О З О Й (543-НАШІ ДНІ)	М Е З О З О Й (252-65)	199,5					
50			◆ O ₂ -15%. Температура перевищує теперішню		Суперконтинент Пангея продовжує розколюватись.			
40	К Р Е Й Д Я (142-65)	верхня крейдяна (99-65)	◆ CO ₂ – в 2 рази вище, температура (середня) 18 ⁰	◆ Перші змії Зникнення великих морських плазунів	Відокремлення Австралії від Антарктиди. Утворення великих крейдяних відкладів у океані Тетіс. Швидке зміщення Індії на північ. Розкол Лавразії. Утворення Північної Атлантики і Південного океану			
30						◆ Перший пилкок у квіткових рослин, перші пернаті динозаври, перші плацентарні ссавці	Відокремлення Індії від Австралії та Антарктиди, Південної Америки від Африки, найбільше розширення морського дна	
20	П А Л Е О Г Е Н (65-23,3)	ПАЛЕОЦЕН (65-23,3)	54,8	Середня t = 17 ⁰ , CO ₂ – в 2 рази вищий O ₂ – 27%	◆ Перші ссавці-примати	◆ Чиксулубський метеорит Деканські трапи (Індія)		
18			33,5	Середня t = 16 ⁰ Збільшення Антарктичного льодовикового щита	◆ Перші кити ◆ Найбільш ранні антропоїди (Eosimias)	Зростання вулканічної діяльності у Тетісі		
17	Ф А Н Е Р О З О Й (543-НАШІ ДНІ)	М Е З О З О Й (252-65)	199,5					
16			◆ O ₂ – 23%. t близька сучасній	◆ Перші трав'ядні ссавці, співочі птахи, молекулярна дивергенція приматів серед давніх мавп ● Поширення гіппаріонів у Північній Америці, а потім в Євразії і Африці	Зіткнення Індії з Азією, утворення Гімалаїв. Ефіопське базальтове виверження.			





..... потепління - - - - - слабке похолодання ————— похолодання ■■■■■ зледеніння

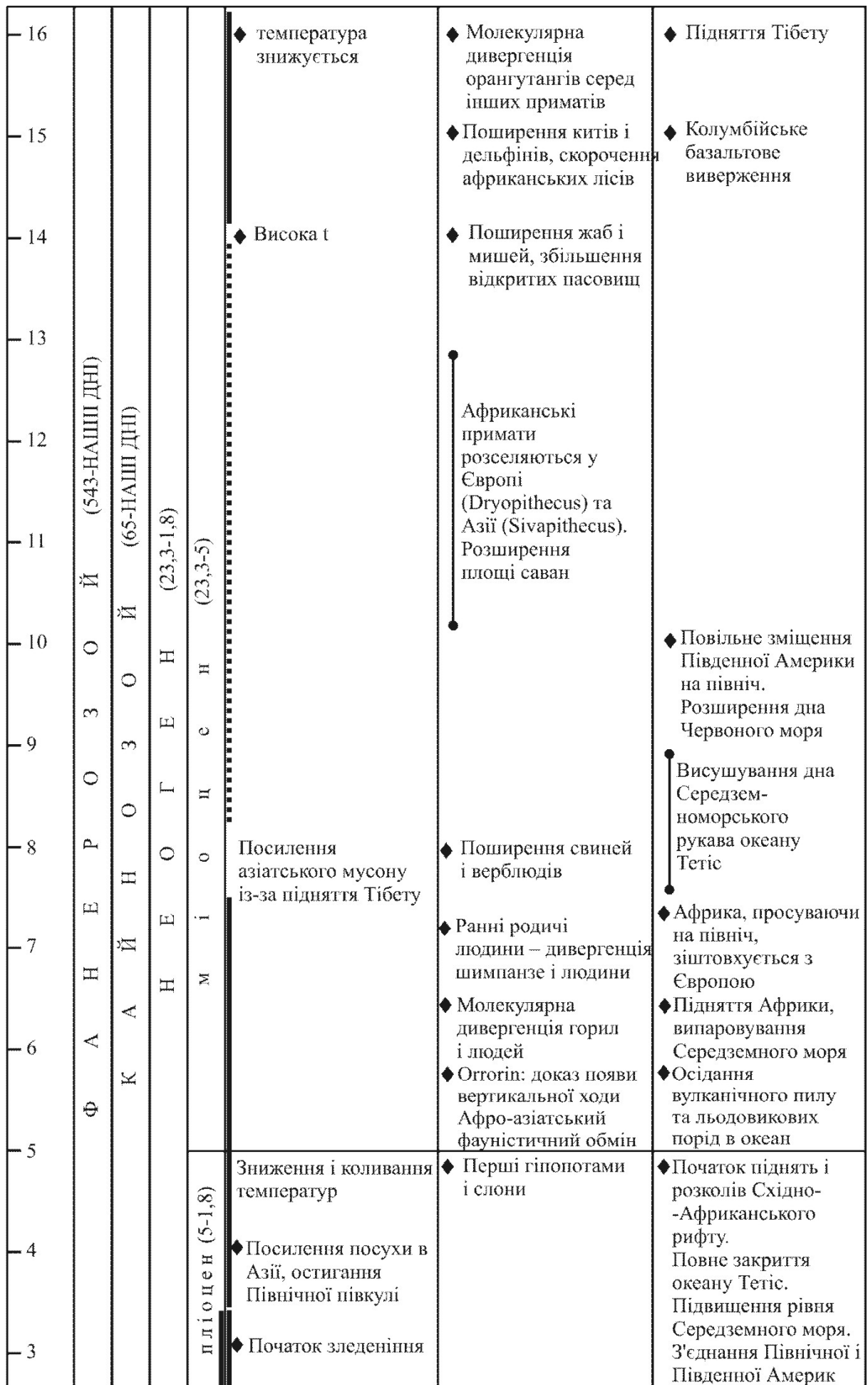
Геологічний вік				Історія Землі і біосфери					
Абсолютний, млн. р. тому	Відносний - стратиграфічна шкала			Клімат	Життя	Геологічні події			
	Еон	Ера	Період				Епоха		
4560	ДОКЕМБРИЙ (4560-543 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	АРХЕЙ (3800-2500 МЛН.РОКІВ ТОМУ)	ГЛИБОКИЙ АРХЕЙ (4560-3800)	потепління	Земля охолоджується, утворюються первісні океани	Перші органічні молекули	◆ Утворення Землі ◆ Планетезимальне бомбардування, розділення шарів Землі, утворення Місяця (найдавніша місячна порода – 4450 млн. р.), найдавніші мінерали (циркон)		
4300					Внаслідок метеоритного бомбардування первісні океани вишаровуються			Метеоритне бомбардування знищує усе нове життя	◆ Найдавніша гірська порода (Канада) Важке метеоритне бомбардування (у 150 разів більше за нинішнє)
4100					похолодання	Високі температури поступово знижуються	Перші хімічні скам'янілості: вугілля з морських бактерій	◆ Найдавніші строматоліти (Австралія) ◆ Мікроскопічні нитки і сфероїди	◆ Циркон свідчить про континентальну кору ◆ Перше утворення залізного шару
3900									
3700						Подушечні лави свідчать про появу води			
3500									
3300									
3100									
2900									
2700									
2500									



490	Ф А Н Е Р О З О Й (543-НАШІ ДНІ)	П О Л Е О З О Й (543-252)	КЕМБРІЙ (543-490)		◆ Конадонти (морські вугленодібні хордові і безщелепні риби)	Обертання Гондвани до Південного полюса		
480			ОРДОВИК (490-443)	◆ CO ₂ у 16 разів нижче сучасного, температура підвищується	◆ Перші панцирні безщелепні риби			
470							◆ Температура знижується	◆ Перші наземні викапні триофіти (мохоподібні)
460							◆ CO ₂ у 17 разів перевищує нинішній рівень	◆ Перші прісноводні тварини (двопарноногі)
450			443	СИЛУР (443-418)	◆ Зниження CO ₂ і температури	◆ Масове (до 50%) вимирання морських видів	◆ Зледеніння Гондвани	
440			◆ Підвищення температури					◆ Поширення перших щелепних риб
430			418	ДЕВОН (418-354)	◆ Температура продовжує підвищуватись	◆ Перші власне наземні тварини: трипарноногі (членистоногі)	◆ Злиття Лаврентії, Авалонії та Балтики в Лауруссію	
420			◆ Температура вище нинішньої; CO ₂ у 12 разів більше, O ₂ – 15% від сучасного					◆ Перші безкрилі комахи: кліщі, псевдоскорпіони, павуки
410								◆ Безщелепні риби перебираються у прісну воду
400								◆ Перші деревоподібні рослини заввишки 2-3м
390	◆ Найдавніші четвероногі. Перші ліси	◆ Вимирання						
380								
370								
360								
354								
350								

354	П А Л Е О З О Й (543--252)	К А Р Б О Н (354-290)	рання, міссісіпська (354-323)	Зниження температури до нинішнього рівня	◆ Тулерпетон (найближчий родич амніотів)	◆ Зниження рівня моря (пов'язане із зледенінням)			
350				Висока температура (в середньому 20 ^o)	◆ Перші земноводні, амніоти, таргани ◆ Початок поширення тропічних вугленосних лісів	Лаврентія простягається за екватор			
340				323	Зниження температури	◆ Перші пелікозаври (ссавцеподібні плазуни)	Гондвана обертається за годинниковою стрілкою. Морське дно розширюється. Гондвана з'єднується з Лаврентією і Балтикою. Вилікі відкладення вугленосних глинистх сланців. Зледеніння Південного полюса і зміщення Гондвани на північ		
330				Рівень O ₂ високий	Низька температура (10 ^o)				
320				290	Пізня, пенсільванська (323-290)	ПЕРМ (290-252)	◆ Підвищення CO ₂ Температура вище сучасної	◆ Перші ціноданти (теплекровні хребетні)	◆ Сибір зіштовхується з Балтикою, утворюються Уральські гори В Лаврентії утворюються великі пустелі
310	252	МЕЗОЗОЙ (252-65)	ТРІАС (252-199,5)	◆ Рівень CO ₂ у 5 разів вище, O ₂ менше 15%	◆ Найбільше вимирання (60%) на морі і на суші	◆ Виверження сибірських трапів			
300	199,5			Висока (19 ^o) температура, зниження CO ₂	◆ Перші динозаври, перші мухи ◆ Перші примітивні ссавці. Перші акули ◆ Вимирання	Постійне зниження рівня моря ◆ Перший розкол Пангеї ◆ Утворення океану Тетіс між Балтикою і Гондваною			
290									
280									
270									
260									
250									
240									
230									
220									
210									
200									

200	Ф А Н Е Р О З О Й (543-НАШІ ДНІ)	М Е З О З О Й (252-65)	199,5					
190			ЮРА (199,5-142)	нижня крейдяна (142-99)	◆ O ₂ -15%. Температура підвищує теперішню		Суперконтинент Пангея продовжує розколюватись.	
180					◆ O ₂ -22%.	◆ Перші примітивні шепели у ссавців	Утворення Атлантики і Південної Америки.	
170					Рівень CO ₂ – у 3-4 рази перевищує нинішній	◆ Перші птахи-археоптерікс	Відокремлення Мадагаскару від Африки.	
160			К Р Е Й Д Я (142-65)	верхня крейдяна (99-65)	◆ CO ₂ – в 2 рази вище, температура (середня) 18 ⁰	◆ Перші змії	Відокремлення Австралії від Антарктиди. Утворення великих крейдяних відкладів у океані Тетіс. Швидке зміщення Індії на північ. Розкол Лавразії. Утворення Північної Атлантики і Південного океану	
150								◆ Перший пилко у квіткових рослин, перші пернаті динозаври, перші плацентарні ссавці
140			П А Л Е О Г Е Н (65-23,3)	ПАЛЕОЦЕН (65-23,3)	54,8 (65-54,8)	Середня t = 17 ⁰ , CO ₂ – в 2 рази вищий O ₂ – 27%	◆ Перші ссавці-примати	◆ Чиксулубський метеорит Деканські трапи (Індія)
130					33,5 (54,8-33,5)	Середня t = 16 ⁰ Збільшення Антарктичного льодовикового щита	◆ Перші кити ◆ Найбільш ранні антропоїди (Eosimias)	Зростання вулканічної діяльності у Тетісі
120					33,5 (33,5-23,3)	t коливається близько сучасного рівня O ₂ -23%.	Перші пасовища	Початок утворення Альп і Карпат. Розділ Аравії і Африки Червоним морем
110					23,3 (23,3-1,8)	◆ O ₂ – 23%. t близька сучасній	◆ Перші трав'ядні ссавці, співочі птахи, молекулярна дивергенція приматів серед давніх мавп ● Поширення гіпаріонів у Північній Америці, а потім в Євразії і Африці	Зіткнення Індії з Азією, утворення Гімалаїв. Ефіопське базальтове виверження.
100	К Р Е Й Д Я (142-65)	верхня крейдяна (99-65)	◆ CO ₂ – в 2 рази вище, температура (середня) 18 ⁰	◆ Перші змії	Відокремлення Австралії від Антарктиди. Утворення великих крейдяних відкладів у океані Тетіс. Швидке зміщення Індії на північ. Розкол Лавразії. Утворення Північної Атлантики і Південного океану			
90						◆ Перший пилко у квіткових рослин, перші пернаті динозаври, перші плацентарні ссавці	Відокремлення Індії від Австралії та Антарктиди, Південної Америки від Африки, найбільше розширення морського дна	
80	Ф А Н Е Р О З О Й (543-НАШІ ДНІ)	М Е З О З О Й (252-65)	ЮРА (199,5-142)	◆ O ₂ -15%. Температура підвищує теперішню	◆ Перші примітивні шепели у ссавців	Суперконтинент Пангея продовжує розколюватись.		
70							◆ O ₂ -22%.	◆ Перші птахи-археоптерікс
60	К Р Е Й Д Я (142-65)	верхня крейдяна (99-65)	◆ CO ₂ – в 2 рази вище, температура (середня) 18 ⁰	◆ Перші змії	Відокремлення Австралії від Антарктиди. Утворення великих крейдяних відкладів у океані Тетіс. Швидке зміщення Індії на північ. Розкол Лавразії. Утворення Північної Атлантики і Південного океану			
50						◆ Перші ссавці-примати	◆ Чиксулубський метеорит Деканські трапи (Індія)	
40	П А Л Е О Г Е Н (65-23,3)	ПАЛЕОЦЕН (65-23,3)	33,5 (54,8-33,5)	Середня t = 16 ⁰ Збільшення Антарктичного льодовикового щита	◆ Перші кити ◆ Найбільш ранні антропоїди (Eosimias)	Зростання вулканічної діяльності у Тетісі		
30							t коливається близько сучасного рівня O ₂ -23%.	Перші пасовища
20	К Р Е Й Д Я (142-65)	верхня крейдяна (99-65)	◆ CO ₂ – в 2 рази вище, температура (середня) 18 ⁰	◆ Перші змії	Відокремлення Австралії від Антарктиди. Утворення великих крейдяних відкладів у океані Тетіс. Швидке зміщення Індії на північ. Розкол Лавразії. Утворення Північної Атлантики і Південного океану			
18						◆ Перші ссавці-примати	◆ Чиксулубський метеорит Деканські трапи (Індія)	
17	Ф А Н Е Р О З О Й (543-НАШІ ДНІ)	М Е З О З О Й (252-65)	ЮРА (199,5-142)	◆ O ₂ -15%. Температура підвищує теперішню	◆ Перші примітивні шепели у ссавців	Суперконтинент Пангея продовжує розколюватись.		
15							◆ O ₂ -22%.	◆ Перші птахи-археоптерікс



Близько 3460 млн. років тому фотосинтезуючі мікроорганізми зросталися на теплих мілководдях у горбки, так звані строматоліти, тим часом як інші мікроорганізми, що поглинали хімічні речовини, виникли з підводних гарячих джерел. Хімічні викопні свідчать, що перші еукаріоти (організми, клітини яких уже мали ядро) утворилися близько 2700 млн. років тому, хоча вік перших викопних слідів їх існування – 2200 млн. років.

Близько 2700 млн. років тому примітивні фотосинтезуючі організми почали виробляти кисень, який спершу окислював залізо в океанах, потрапляючи в атмосферу лише частково. 2200 млн. років тому рівні кисню не перевищували 1 % від нинішніх (сьогодні кисень становить 21% від об'єму атмосфери), а 1900 млн. років тому рівні кисню вже досягли 15% від нинішніх. Мікроорганізми з низьким вмістом кисню пристосовувались до нових умов, зариваючись в осадові породи. Коли рівень кисню досяг 2%, почалося утворення озонового шару, який затримував зовнішнє ультрафіолетове випромінювання, особливо шкідливе для ДНК. Близько 1900 млн. років тому озоновий шар повністю сформувався. У насиченій киснем атмосфері, захищеній озоновим щитом, склались сприятливі умови для бурхливого розвитку нових життєвих форм, і Землю заселили фотосинтезуючі організми.

Після смерті організмів і розкладення їх тканин органічні хімічні речовини (вуглеводні), з яких ті склалися, попадали в осадові породи. Це – хімічні викопні, з яких утворились рухомі нафта і газ. З допомогою мікроскопу і аналізів можна дізнатись, від яких організмів залишилися ці викопні.

Ниткоподібні та змієподібні мікроекопні з Мічигану (США) *Grypania* довжиною до 20см налічують 2200 млн. років. Вони належать до перших викопних решток еукаріотів. Ці організми, ймовірно, мали багатоклітинну структуру, хоча чіткі скам'янілості перших багатоклітинних утворилися 1200 млн. років тому у вигляді червоної водорості *Bangiomorpha* в Північній Канаді. Багатоклітинна будова цих мікроскопічних організмів свідчить про певну спеціалізацію, а структури вказують на те, що вони розмножувалися статевим шляхом. Близько 1000 млн. років тому, наприкінці протерозойської ери, в еволюції еукаріотів стався «великий вибух» – склалися умови, сприятливі для появи більших і різноманітніших організмів. З'явилися багатоклітинні, здатні до статевого розмноження (у Китаї знайдені викопні зародки віком 600 млн. років). Раніше вважалося, що саме розвиток функції статевого розмноження з обміном генетичного матеріалу спричинив таке розмаїття. Однак тепер відомо, що це припущення хибне, оскільки бактерії теж обмінюються генетичним матеріалом. Можливо, причиною є здатність багатоклітинних до зростання, хоча деякі їх клітини вже виконували певні функції. Близько 580 млн. років тому з'явилися перші великі тваринні викопні (так звані едіакарани) і перші панцирні (*Cloudina*), рештки котрих було знайдено в утворених 555 млн. років тому морських відкладах у Намібії.

Сьогодні є чимало доказів на підтвердження теорії про те, що в докембрії Земля зазнавала зледеніння. Льодовикові шапки простягалися від полюсів до тропіків. Щоб переконатися в тому, що в низьких широтах теж було зледеніння, необхідно довести, що в тропічних зонах залишилися льодовикові відклади. Результати досліджень магнітноорієнтованих мінералів у складі докембрійських льодовикових відкладів по всій Земній кулі свідчать, що 730-580 млн. років тому було кілька зледенінь (у періоди між ними льодовики відступали) і що перше з них сталося приблизно 2450-2200 млн. років тому. Цю теорію підтверджує наявність типових для низьких широт карбонатних відкладів, що залягають безпосередньо над льодовиковими. Наявність в океанах осадових залізистих утворень свідчить про те, що в той час переважали характерні для льодовикових епох умови кисневого голодування. Причину такого явища точно не встановлено. Існує думка, що зледеніння були пов'язані з процесом утворення континентів у тропічних областях у результаті збільшення кількості відбитого від планети світла і глобального похолодання.

580-543млн. років тому існували едіакарани – це докембрійські викопні, що належать до групи морських організмів. Вони вважаються першими відомими тваринами. Довжина їх тіла сягала понад 2м, а самі вони нагадували медуз, хоча їх споріднення з сучасними групами тварин не встановлено. Форми едіакаран були різні (плоскі дископодібні й листоподібні), деякі мали дископодібні відростки, інші ж були вкриті химерними візерунками. Відомо більше 100 видів цих м'якотілих організмів. Едіакарани з'явилися після зледеніння і

розвивалися після танення льодовиків. Вони жили в осадових породах, тож їхні покривні тканини були твердими.

Палеозойська ера. Палеозой означає «стародавнє життя». У ті часи з'явилися численні панцирні викопні й почали розвиватися наземні рослини. Але внаслідок величезної катастрофи наприкінці пермського періоду з лиця Землі було стерто 90% життя.

У результаті руху літосферних плит форма континентів змінювалася, утворювалися нові океани, а дно давнього океану зазнавало процесів субдукції. У палеозойську еру більшість континентів з'єдналися, утворивши суперконтинент Гондвана, який з часом змістився з Південної півкулі на північ і перетворився на більший суперконтинент — Пангею, що наприкінці палеозою простягався вже від полюса до полюса.

У середині XIX ст. на підставі викопних знахідок вважалося, що життя зародилося на початку кембрію з появою різноманітних морських організмів – губок і трилобітів з мінералізованими панцирами та кістяками. Але тепер відомо, що життя виникло набагато раніше, оскільки викопні сліди перших панцирних тварин виявлено в породах пізнього докембрію. Однак і досі вважається, що різноманітні панцирні з'явилися на початку кембрію. Основна частка цих викопних – це крихітні молюски і панцирні членистоногі (тварини з парними зчленованими кінцівками). Ймовірно, тоді і справді відбувся бурхливий розквіт життя. Однак деякі вчені це заперечують. Найпевніше тому, що у багатьох організмів з'явилися панцирі й тверді частини тіла, захищені краще, ніж м'які. Викопні знахідки кембрійського періоду в Китаї, в канадському Берджес-Шейлі й на півночі Гренландії свідчать, що вже тоді існувало безліч членистоногих, як і ареалів різних тварин. Можливо, ці організми існували і в пізній докембрій, а кембрійський розквіт лише підтверджує їхню життєстійкість. Втім, до кембрійського періоду належать численні викопні знахідки, які свідчать про появу основних груп морських безхребетних, чимало з яких згодом вимерли (трилобіти, конодонти і граптоліти). Останні знахідки в Китаї підтверджують, що в кембрії з'явилися і перші рибоподібні тварини із зачатками хребта (жорстким хрящем – так званою спинною струною). Але всі життєві форми зустрічалися лише у морях; у прісних водоймах і на суходолі захищених організмів не було, хоча мікроорганізми, найпевніші, встигли вже заселити і ці середовища.

Оскільки в скам'янілостях збереглися мінералізовані тверді частини (панцирі, кістяки й зуби), важко об'єктивно судити про ті чи інші форми життя. У морській фауні кембрію і силуру переважали організми, яких нині немає або їх кількість істотно зменшилась. Найпоширенішими панцирними були брахіоподи, подібні до двостулкових молюсків, але не схожі на них за структурою. Двостулкові молюски і ліпариси існували й тоді, але особливо поширені були їхні плавучі родичі – цефалоподи (кальмароподібні тварини), як і повзучі трилобіти, плавучі конодонти та граптоліти, що нині вимерли. У теплих морях і на мілководдях поширювалися коралові рифи, губки, листовидні тварини – так звані бріозони, вапнякові водорості, членистоногі та черви. Втім, після них збереглися лише нірки.

Знахідки у вигляді відшліфованого льодовиками каміння, винесених льодовиками брил та інших льодовикових відкладів у породах пізнього ордовика в Північній Америці, судячи з усього, пов'язані з суворим кліматом. Однак дослідження залізистих тіл, зорієнтованих магнітним полем Землі в ордовіцький період, свідчать, що ці породи сформувалися ближче до Південного полюса, а потім почали рухатися разом з плитами під дією тектонічних процесів. Африка і Південна Америка, обидві частини суперконтиненту Гондвана, були вкриті льодовиками і полярними льодовими шапками. Різка зміна клімату і зниження рівня моря наприкінці ордовика призвели до масового вимирання тварин і 50% видів морських організмів.

Скам'янілі сліди прісноводних членистоногих та спор примітивних мохоподібних рослин, виявлені в ордовіцьких відкладах, свідчать про зародження життя на суходолі. У силурі з'явилися пряморослі (судинні) рослини, такі, як *Cooksonia*, що, як і раніше, розмножувалася лише у водному середовищі, та дрібні членистоногі, котрі живилися розкладеними рештками собі подібних. У ранньому девоні виникло величезне розмаїття наземних рослин і тварин, а в пізньому девоні перші ліси вкрили низинні припливно-відпливні зони узбереж, що кишіли рибою. У деяких риб вже сформувалося по дві пари

кінцівок (це були перші четвероногі), і в пошуках корму вони вибиралися на суходіл, хоча розмножувалися у воді.

Характерна для кожного континенту послідовність нашарувань гірських порід свідчить про те, що в палеозої відбулася різка зміна клімату — від охолодження морських вод в ордовіку й поширення пустель у девоні до утворення тропічних морів у кам'яновугільний період (в міссісіпську епоху), тропічних дощових лісів (у пенсільванську епоху) та утворення пустель у пермський період. Послідовні зміни клімату пояснюються не кліматичними коливаннями, а рухом континентів, спричиненим зміщенням літосферних плит. Так, між ордовіцьким і пермським періодами Північна Америка (на Лаврентійській плиті) змістилася з Південної півкулі у Північну.

Ранні суходільні четвероногі були саламандроподібними тваринами завдовжки близько 1м. Відомо, що в період розмноження вони повертались у воду. Ближче до середньокам'яновугільного періоду почали розвиватися групи земноводних тварин і тих, що більше нагадували плазунів. Вони були завдовжки 2-3м і нагадували крокодилів та ящірок. Однак вони не відкладали на суходолі вкриті оболонкою (амніоном) яйця. У період від пізнього кам'яновугільного до пермського часу з'явилося чимало різних видів плазунів, які заселили суперконтинент Пангею. Деякі з них, напевно, еволюціонували в динозаврів, інші – в черепах і ссавців.

Наприкінці пермського періоду в результаті найбільшого масового вимирання зникло 90% живих організмів (60% родів). Серед вимерлих груп були палеозойські корали, трилобіти і водяні скорпіони. Значно зменшилася кількість багатьох суходільних тварин і таких організмів, як голкошкірі криноїди (морські лілії), брахіоподи, молюски та ліпариси.

Геологи намагалися знайти якусь тому причину. Було висунуто припущення, що масове вимирання наприкінці пермського періоду спричинене падінням гігантського метеорита. Вимирання збіглося з потужними викидами лави та вулканічних газів у Сибіру (сибірські трапи), що вплинули і на глобальну зміну клімату. Крім того, доведено, що у той період в океанах бракувало кисню, внаслідок чого були розірвані живі ланцюги і вимерло багато груп тварин. Причиною пізньопермського вимирання могли стати раптові потужні викиди вуглекислого газу із замерзлих згромаджень метану – газових гідратів, що залягали пластами криги у відкладах океанського дна.

Мезозойська ера (або «середнє життя») тривала 187 млн. років, включаючи тріасовий, юрський та крейдовий періоди. Мезозой знаходиться між двома епохами вимирання (друга відома як крейдове вимирання). Мезозой ще називають ерою плазунів, оскільки в ті часи їх було найбільше: динозаври панували на суходолі, іхтіозаври – в морях, а птерозаври – у повітрі.

Вимирання і руйнування палеозойських рифів у кінці пермського періоду вплинули на розвиток морського життя: з'явилися нові коралові рифи і морські тварини, були відновлені живильні ланцюги. Брахіоподи еволюціонували в більш життєстійких двостулкових і черевонігих молюсків. Саме тоді з'явилися кісткові й хрящові риби, зокрема акули – головні хижаки.

Правда деякі дані свідчать про більш ранню появу акул. Вчені використовують для цього так звані молекулярний годинник. Визначаючи генетичну подібність між живими групами і враховуючи еволюційний процес, можна визначити час їхньої дивергенції. За такими розрахунками, акули з'явилися 528млн. років тому, а перші викопні знайдені у відкладах віком 385 млн. років. Цю невідповідність пояснюють неповнотою геологічного літопису, тобто браком палеонтологічних знахідок. А можливо, що і в молекулярному годиннику не все працює добре.

Водні простори опанували нові морські плазуни, черепахи й крокодили, що жили поруч з вимерлими згодом плезіозаврами, дельфіноподібними іхтіозаврами та мезозаврами.

Наприкінці пермського і на початку тріасового періоду зникли палеозойські рослини (папороті, плауни і хвощі), натомість з'явилися нові групи, включаючи хвойні, що розмножувалися за допомогою насіння з шишок. Хвойні, а також цикадові та саговникові бенетити переважали в юрський і крейдовий періоди. Більшість цикадових, котрі теж мали насінневі шишки, поширилися навіть у полярних областях, коли ті ще не були вкриті

кригою. В крейдовий період почали розвиватися квіткові (покритонасінні) рослини. Вони мали деякі особливості, властиві іншим мезозойським рослинам, як-от квіткові репродуктивні структури, що їх мали бенетити (незапліднене насіння містилося в них у плодолистику).

Протягом 150 млн. років, з пізнього тріасу до кінця крейдового періоду, на суходолі панувати плазуни. До найпоширеніших груп належали динозаври, об'єднані в 900 родів, від двоногих, завбільшки з ворону, до найбільших чотириногих завроподів завдовжки до 34м.

У 1842р. було встановлено, що динозаври належали до груп вимерлих плазунів, які пересувалися на зігнутих ногах (на відміну від сучасних плазунів, в яких лапи широко розставлені). Чимало великих динозаврів живилися рослинами, оскільки мали довгу шию, що давало їм змогу дотягуватися до верхівок мезозойських дерев. У ті ж часи жили й такі велетенські м'ясоїдні хижаки, як юрські алозаври завдовжки до 12м.

У мезозої динозаври заселили більшу частину доступних місць проживання. Існували два типи динозаврів: перші за будовою таза були подібні до птахів, другі нагадували плазунів. До останнього типу належала група так званих манірапторанських динозаврів (деякі з них були оперені), причому до однієї з крейдових груп цих дрібних хижаків, імовірно, належали й предки птахів.

Ссавці (4250 видів) і птахи (9000 видів) належать до двох груп теплокровних хребетних, поширених в кайнозойську еру. Хоча плазунів тоді теж не бракувало (6000 видів), більшість із них були менші за ссавців. Виявлені знахідки підтверджують, що ссавці і птахи походять від плазунів раннього мезозою, а формувалися вони в пізньому тріасі та юрському періодах. Судячи із скам'янілих слідів, обидві ці групи поширилися лише після крейдового вимирання, коли зникли деякі ранні ссавці і багато представників найрозвиненіших груп пернатих. Однак відразу після мезозойської ери, в палеоценову епоху, з'явилося багато різних груп ссавців і птахів. Виявлені знахідки підтверджують, що представників цих груп було значно більше, ніж їхніх предків пізньокрейдного періоду.

Примітивні мезозойські ссавці були різні – розміром від землерийки до великих шурів, однак більшість їх вимерла. Сумчасті та яйцекладні монотремеси вижили, зокрема, в Австралії та у Північній і Південній Америці.

У мезозої ще не існувало полярних льодовикових шапок, і глобальні температури були високі (у середньому 19°C), однак рівні вуглекислого газу коливалися, дедалі знижуючись у мезозойську і кайнозойську ери. 65млн. років тому, наприкінці пізнього крейдового періоду, під час крейдового вимирання, клімат почав змінюватися. Ця подія досі викликає суперечки, але, зважаючи на скам'янілості деревного вугілля, саме на той час припав короткий період глобальних пожеж, в яких загинуло багато тварин, а потім, імовірно, настало тривале потепління, якому сприяли і викиди парникових газів, що виділялися з лави під час Деканських вивержень, після чого в Індії утворився цілий гірський масив – плато Декан.

Наприкінці крейдового періоду вимерло близько 50% видів. І серед них – динозаври (не враховуючи птахів), морські й літаючі плазуни та амоніти (панцирні й кальмароподібні тварини). Їх зникнення збіглося з падінням велетенського метеорита в Карибському морі, неподалік від півострова Юкатан, у Чиксулубі (Мексика), а також з Деканськими лавовими виверженнями. Ці події значною мірою вплинули на земний клімат, хоча більшість тварин вимерла, ймовірно, все-таки після метеоритного удару.

Кайнозойська ера охоплює 65 млн. років, аж до наших днів (кайнозой означає «нове життя»). У той час з'явилися різноманітні сучасні кісткові риби, квіткові рослини, запилювальні комахи, птахи й ссавці, у т. ч. примати.

Рух літосферних плит у кайнозої вплинув на еволюцію життя. Утворення гір і височин уздовж західної межі обох Америк спричинило зміни клімату, а у Південно-Західній Азії формування Гімалаїв і Тибетського нагір'я сприяло появі мусонів. Внаслідок розколу плит і вулканізму утворилися Північна Атлантика і Східно-Африканська зона розломів, де розвивалось чимало приматів.

Кайнозойський вулканізм призвів до утворення височин і розломів. Так, у ранньому кайнозої між Гренландією і Норвегією виникла Ісландська куполоподібна область

завширшки 2000 км і заввишки 2 км, утворився розлом, через який вивергалася лава. Північну частину розлому затопило водами Атлантичного океану, причому цей процес триває в Ісландії і донині. Таке куполоформування відбувалося і в Африці, там теж утворився розлом (у сучасній Ефіопії), через який вивергалася базальтова лава (31-28 млн. років тому), а в Північній Америці стався викид лави (15 млн. років тому). Після вимирання у крейдовий період життя в морях та океанах поступово набрало нинішніх форм – від рифоутворювальних тварин до вищих хижаків. Однією з еволюційних подій стала поява різноманітних сучасних кісткових риб після того, як вимерли великі морські хижі плазуни. З них збереглися тільки черепахи, деякі види крокодилів, ігуан та змії, переважно невеликих розмірів. Велике значення мала поява морських ссавців, зокрема китів і дельфінів (китоподібних) серед хребетних. Від різноманітних еоценових ссавців походили і деякі види, які згодом вимерли. Від них 35 млн. років тому виникли сучасні кити.

На початку кайнозойської ери ссавці зайняли ареали плазунів, що вимерли наприкінці крейдового періоду. Однак між новими ссавцями існували і значні відмінності. Так, Австралію і Південну Америку заселили сумчасті та яйцекладні ссавці, в решті регіонів переважали плацентарні. Їхні більші і розвинутіші малята досить довго жилися через плаценту, перебуваючи в материнському лоні. Спершу від сумчастих еволюціонували як рослиноїдні, так і м'ясоїдні хижаки різних видів, які з часом розвинулися в плацентарних гризунів, гіпопотамів, коней, собак і великих кішок. А оскільки кількість різноманітних і більш розвинених плацентарних дедалі зростала, вони помалу витіснили сумчастих. Після виникнення суходолу між Північною і Південною Америками плацентарні й сумчасті почали мігрувати з одного континенту на інший.

Серед ранніх кайнозойських плацентарних ссавців були землерийкоподібні комахоїдні, але невдовзі з'явилися і більші рослиноїдні (завбільшки з овець), що живилися гілковим кормом і коренеплодами. А в пізньому пліоцені почали розвиватися носорогоподібні рослиноїдні та хижаки завбільшки з собак. Кількість сімей плацентарних зросла з 21 у пізньому крейдовому періоді до 111 в ранньому еоцені. Невдовзі всі ареали на Землі зайняли плацентарні: моря заселили видри, тюлені й кити, а суходіл — найрізноманітніші ссавці, від землерийок до велетенських рослиноїдних, таких як 8-метровий гігантський носоріг *Indricotherium*, що згодом вимер, і численних хижаків, тоді як у повітрі переважали кажани. Зміни клімату та умов довкілля впливали і на еволюцію ссавців, а також призвели до скорочення лісів та розширення лук, що, в свою чергу, сприяло розвиткові запилювальних комах, співочих птахів і трав'яних ссавців. Окрім того, ці зміни вплинули і на еволюцію гомінідів (вищих приматів і людей).

У кайнозойську еру на Землі утворилися чотири основні гірські пояси: Анди, Скелясті гори, європейські Альпи і Гімалаї. Поява Андів – класичний приклад процесів гороутворення. Анди виникли в результаті сходження Тихоокеанської і Південноамериканської літосферних плит, що супроводжувалося підсуненням першої плити під другу, а також частими землетрусами й вулканічними виверженнями.

Гімалайський пояс сформувався внаслідок сходження Африканської та Індійської плит з Європейською та Азіатською відповідно. Внаслідок зміщення Африки на північ зник океан Тетіс. При цьому гірські породи були стиснені, вони ущільнились і піднялись, утворивши численні складки та розломи, – так з'явилися Альпи. Відокремлення Індії від Африки й Антарктиди в мезозої спричинило субдукцію східного узбережжя Тетісу та його приєднання до Азії. Цей процес розпочався 20 млн. років тому. При цьому знову відбулося стиснення й ущільнення порід, що супроводжувалося підняттями, утворенням складок і розломів, – так виникли Гімалаї. А в результаті подальшого зміщення Індії на північ нижня частина Індійської платформи, імовірно, опустилася під Тибет, внаслідок чого він ущільнився й піднявся, але без утворення складок. Виникнення такого високого й великого нагір'я призвело до помітної зміни клімату в регіоні і формування південно-східних азіатських мусонів.

Льодовиковий період. У недалекому геологічному минулому на Землі настало глобальне похолодання (льодовиковий період). Судячи з усього, це сталося в середині міоцену – близько 16 млн. років тому, коли одночасно з похолоданням посилювалася посуха

в екваторіальних регіонах, територія лісів зменшувалась, а луків – збільшувалася. Близько 10 млн. років тому почалося формування Антарктичного льодовикового щита. В результаті величезні маси води перетворилися на сніг і лід, а це призвело до зниження рівнів Світового океану.

Хімічний склад океанічної води, в якій живе безліч форамініфер – дрібних одноклітинних організмів, впливає на їх черепашки. Тому вивчаючи останні, вчені визначали, як змінювався хімізм води в океанах. Після вимірювання киснево-ізотопних коефіцієнтів у CaCO_3 черепашок отримані дані про коливання температур океану, об'єми льоду та послідовність кліматичних змін. Так було виявлено, що у льодовикові епохи рівень Світового океану знижувався, іноді до – 150м. Таких коливань рівня моря було стільки ж, скільки раз наступали чи відступали льодовики. В останні 10 000 років (голоцен) середні температури на Землі були більш-менш сталими. Тільки в останні десятки років знову спостерігаються їх різкі коливання, що пов'язують з впливом техногенезу.

Є багато свідчень того, що близько 3 млн. років тому настав період різкого похолодання. Зледеніння в Північній півкулі посилювалося приблизно 2,7 млн. років тому.

Справжня причина тодішнього глобального похолодання викликає суперечки, хоча є припущення, що це сталося внаслідок зміни циркуляції океанських течій, спричиненої, ймовірно, рухами літосферних плит. Температури океанських течій впливають на температури і вологість атмосфери. А в четвертинний період, що розпочався понад 2 млн. років тому і триває досі, льодовикові епохи чергувались з міжльодовиковими потепліннями. В наш час – черговий період міжльодовикового потепління.

В Україні льодовикові відклади вивчав видатний дослідник природи П.А. Тутковський.

Обширні льодовикові покриви почали розвиватися в Північній півкулі близько 2,6 млн. років тому, після утворення Арктичної льодовикової шапки, і згодом поширилися далеко на південь – до нинішніх Нью-Йорка в Північній Америці та Бірмінгема, Копенгагена і Дніпропетровська в Європі. Багаторічна мерзлота простягалася до Чорного й Середземного морів, а гірські льодовики сягали навіть тропіків. Водночас мали місце часті коливання клімату, в міжльодовикові періоди відбувалося потепління, яке часом перевищувало нинішнє. Наприклад, 125 000 років тому в Англії, де перед тим і пізніше височіли льодовики, жили такі тварини, як слони і гіпопотами. Періодичність кліматичних коливань спершу становила близько 40 000 років, але близько одного мільйона років тому змінилася на 100-тисячорічний цикл, що було пов'язано зі змінами глобального кліматичного циклу. Це вплинуло на еволюцію фауни, серед якої виживали ті таксони, що розмножувались статеві.

Одна з переваг такого розмноження і пов'язаних з ним змін генофонду через мутацію полягає в тому, що це дозволяє організмам пристосуватися до нових умов, зокрема клімату. Льодовикові періоди супроводжувалися похолоданням, тож у тварин розвинулися адаптивні ознаки, що допомагали їм виживати. Це і теплоізоляція (волосяний та шерстяний покрив, пір'я), і жирові запаси за браком корму, і маскування, особливо в снігах (білі шуби у песців, зайців і білих ведмедів).

У пристосованих до холоду тварин і людей кремезна статура і короткі кінцівки, завдяки чому зменшується площа відкритих ділянок тіла і збільшується об'єм для тривалого збереження тепла. Рослини протистоять низьким температурам, встигають розмножуватися, зав'язувати насіння та розсіювати його впродовж кількох місяців. Мерзлі ґрунти обмежують проростання коріння, тому такі дерева, як карликова береза, верба та ялівець, рятуючись від сильних вітрів, стелилися понад землею. Все живе, в тому числі і людина, навчилися жити в умовах зледеніння.

Походження людини. Люди, мавпи і лемури належать до ссавців, яких у 1758р. шведський натураліст Карл Лінней вперше об'єднав в одну групу. Судячи з викопних знахідок, ранні мавпоподібні ссавці походили від дрібних комахоїдних, таких як землерийкоподібний *Purgatorius*, що жив у ранньому палеоцені. А в ранньому кайнозої в Північній Америці та Європі виникла група білкоподібних деревозазних тварин (плезіадапіформів).

Слідом за ними з'явилися довгоп'ято- і лемуроподібні примати, що поширилися в Африці та Азії разом з двома групами вищих приматів – чіпкохвостих, вузьконосих мавп і великих приматів. З останньої групи в Африці походять гомініди. 18 млн. років тому (в ранньому міоцені) серед них виник безхвостий мавпоподібний *Proconsul*, який умів лазити по деревах і пересуватися на чотирьох лапах. У пізньому міоцені з'явилося безліч різних приматів, що розділилися на африканську, європейську та азіатську гілки, при тому що деякі примати збільшилися і в розмірах. Від африканських вищих приматів походять горили, шимпанзе і люди. Першими від них відділилися горили (6-8 млн. років тому), а в шимпанзе і людей лишився один спільний предок, який згідно з молекулярним годинником жив 5-7 млн. років тому.

Хоча викопних слідів наших далеких родичів (гомінідів) майже не залишилося, за останні півстоліття в результаті пошуків на півдні Африки та уздовж Східноафриканської зони розломів були виявлені деякі свідчення їхньої еволюції. Нещодавня знахідка викопного черепа з характерними людськими ознаками (він належав гомінідові, названому *Sahelanthropus*) підтверджує, що його вік – 7 млн. років. А судячи з кісток ніг *Orrorin*, котрим 6 млн. років, цей гомінід мав уже вертикальну ходу, тобто пересувався на двох ногах, але довести це вдалося лише після того, як було виявлено летолійські сліди. У Леталі (Східна Африка) знайдені сліди прямоходячих родичів людини – двох дорослих і одного молодого. Вік слідів – 3,6 млн. років, а збереглися вони у м'якій глині.

3 млн. років тому ці ранні родичі людини, ймовірно, були схожі на невеликих – майже 1 м на зріст – двоногих мавп (австралопітекових) з маленьким мозком. Згодом вони розділилися на дві гілки: великощелепних гомінідів, які жили рослинами й дрібними тваринами, та дрібнощелепних рослиноїдних і м'ясоїдних з більш розвиненим мозком, які користувалися знаряддями. До останніх належали ранні члени нашого роду – *Homo*.

Судячи з викопних людських кісток і знарядь з каменю, наші предки набували властивих людині ознак поступово – протягом принаймні 4 млн. років. Головною ознакою людини прийнято вважати пряму ходу, однак австралопітеки звелися на ноги 4 млн. років тому. Натомість примітивні знаряддя з'явилися лише 2,6 млн. років тому, найімовірніше за часів *Homo habilis*. Втім, не виключено, що ці знаряддя виготовили австралопітеки, адже шимпанзе, як відомо, теж користуються кам'яними знаряддями. Вперше великий мозок, більший, ніж у мавп, відзначається у *Homo habilis*: його об'єм становив 650 см³. 1,8-1,9 млн. років тому ранній предок людини – *Homo erectus*, вищий і рухливіший, з більшим мозком вперше залишив Африку, а близько 1,6-1,7 млн. років тому перебрався до Східної Азії. Неандертальці (*Homo neanderthalensis*) та їхні попередники належали до перших родичів людини, чий мозок за об'ємом можна порівняти з мозком сучасних людей (670-860 см³). Вони заселили Європу та Азію 230 000 років тому і жили там 100 тис. років. Це були вправні мисливці.

Ймовірно, вони вже вміли розмовляти, хоча мова не була складною. Деякі з них ховали своїх померлих родичів, уміли виготовляти прикраси – своєрідні символічні атрибути культури, що свідчить про розвиток свідомості у ранніх предків сучасної людини. Однак на зміну неандертальцям з інших країн прийшли сучасні люди (*Homo sapiens*). Вони з'явилися в Африці близько 120 000 років тому. Останні знахідки в Південній Африці та Конго свідчать, що вже 70 000 -75 000 років тому *Homo sapiens* послуговувалися складними кістяними знаряддями і робили символічні предмети з дерева.

За археологічними і біомолекулярними даними, сучасні люди почали кочувати по Африці 120 000 років тому. А 100 000 років тому вони рушили на північ і 90 000 років тому досягли західного Середземномор'я, де вперше зустрілися з неандертальцями. За 30 000 років вони дійшли до Китаю, а 50 000 років тому дісталися Австралії. Такі темпи можуть видатися швидкими, але якби навіть люди здолали цю відстань (20 000 км), йдучи узбережжями, швидкість пересування становила б менше, ніж 1 км за рік.

Вкрита льодовиками Європа була головною фізичною і кліматичною перешкодою на шляху людей, тому вони освоїли її лише 40 000 років тому, а перехід у північно-східному напрямку через Сибір на Аляску виявився ще важчим. 18 000-10 200 років тому за низького рівня моря на місці Берингової протоки існував «міст» суходолу, завдяки чому люди мали

змогу перебратися в Америку, а 12 500 років тому вони вже дісталися Чилі. Найостанніше переселення – на острови Тихого океану, включаючи Нову Зеландію, - відбулося лише тисячу років тому.

Наприкінці останнього льодовикового періоду, 12 000 років тому, відбулося глобальне вимирання мегафауни – тварин з великою вагою, у т. ч. мамонтів. З приходом сучасних людей (близько 40 000 років тому) зникли неандертальці, хоча в Європі вони співіснували з прибульцями близько 10 000 років. За результатами аналізів ДНК по при збіг у часі і спільну територію, ці два людських види майже не схрещувалися між собою. Достеменною причиною вимирання мегафауни (зміни клімату або умов довкілля, винищення людьми або все разом) викликає суперечки. Останні дані, здебільшого Австрало-Азіатського регіону, де кліматичні зміни були зовсім незначні, свідчать, що тварини почали вимирати після приходу людей-мисливців. Винятком є Африка, де сучасні люди досить довго співіснували з великими ссавцями, хоча сьогодні, із зростанням народонаселення, вимирання загрожує і великим африканським тваринам.

Людина впливає на стан Землі не тільки полюванням, а й захопленням природних ареалів, що супроводжується глобальним потеплінням. Все це становить серйозну загрозу флорі та фауні Землі й самому людству. Але про цев наступному розділі.

Відновити хід кліматичних змін на території України дуже важливо. Отримавши модель таких змін у вигляді кривих – синусоїд (рис. 8.28, 8.29), можна екстраполювати їх на майбутнє, внести відповідні поправки на антропогенні (техногенні) впливи. Таким чином можна скласти прогноз кліматичних змін на майбутні десятиліття і століття, давши відповідь на одвічне питання: що нас чекає у майбутньому – новий льодовиковий період чи глобальне потепління.

Циклічність змін клімату Землі

Архей-пізній плейстоцен (4560млн.р.-14тис.р.)

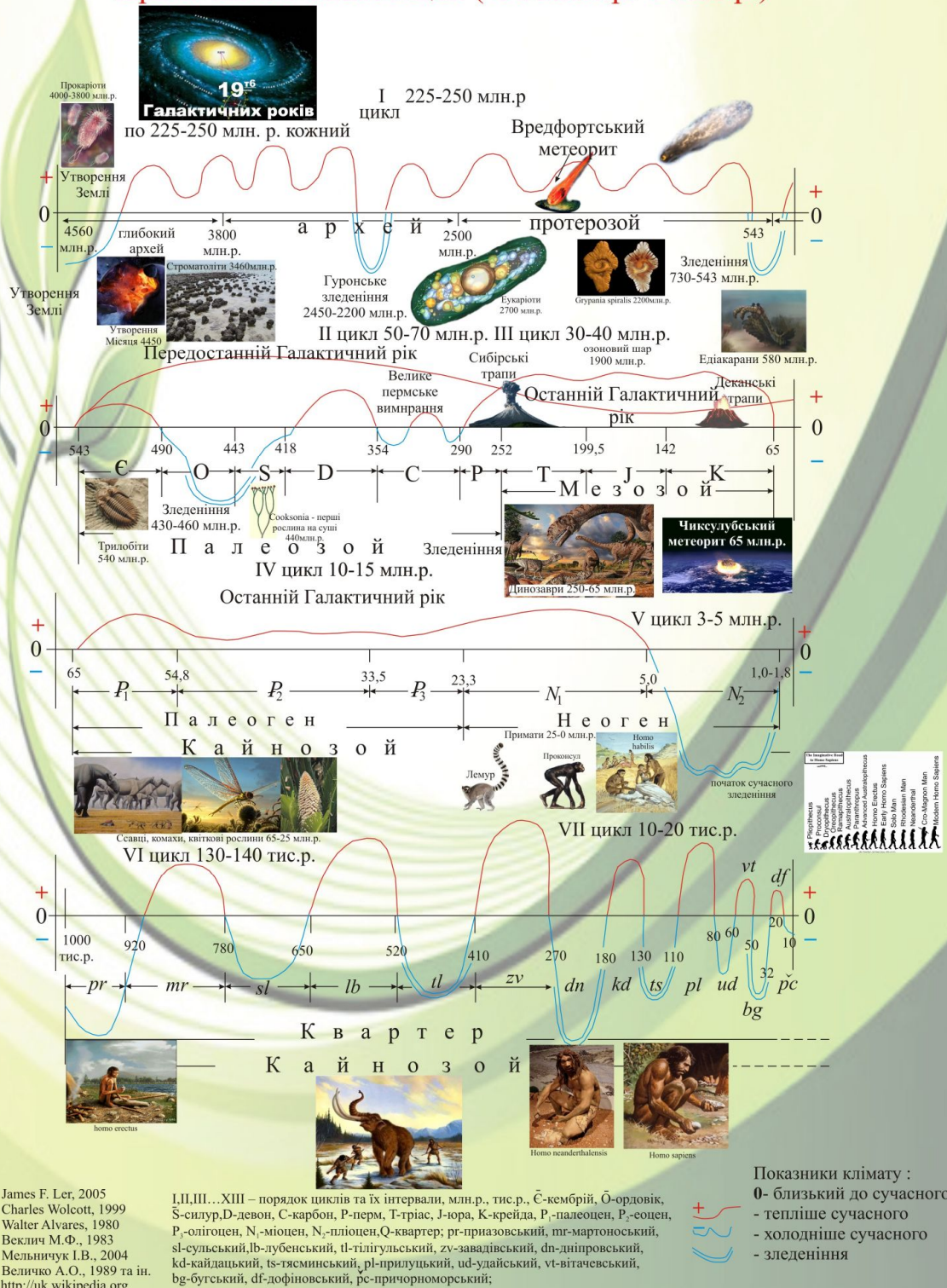


Рис. 8.28. Циклічність змін клімату Землі.
Архей-пізній плейстоцен (4560 млн р. - 14 тис. р.)

Циклічність змін клімату Землі Археї-пізній плейстоцен (4560млн.р.-14тис.р.)

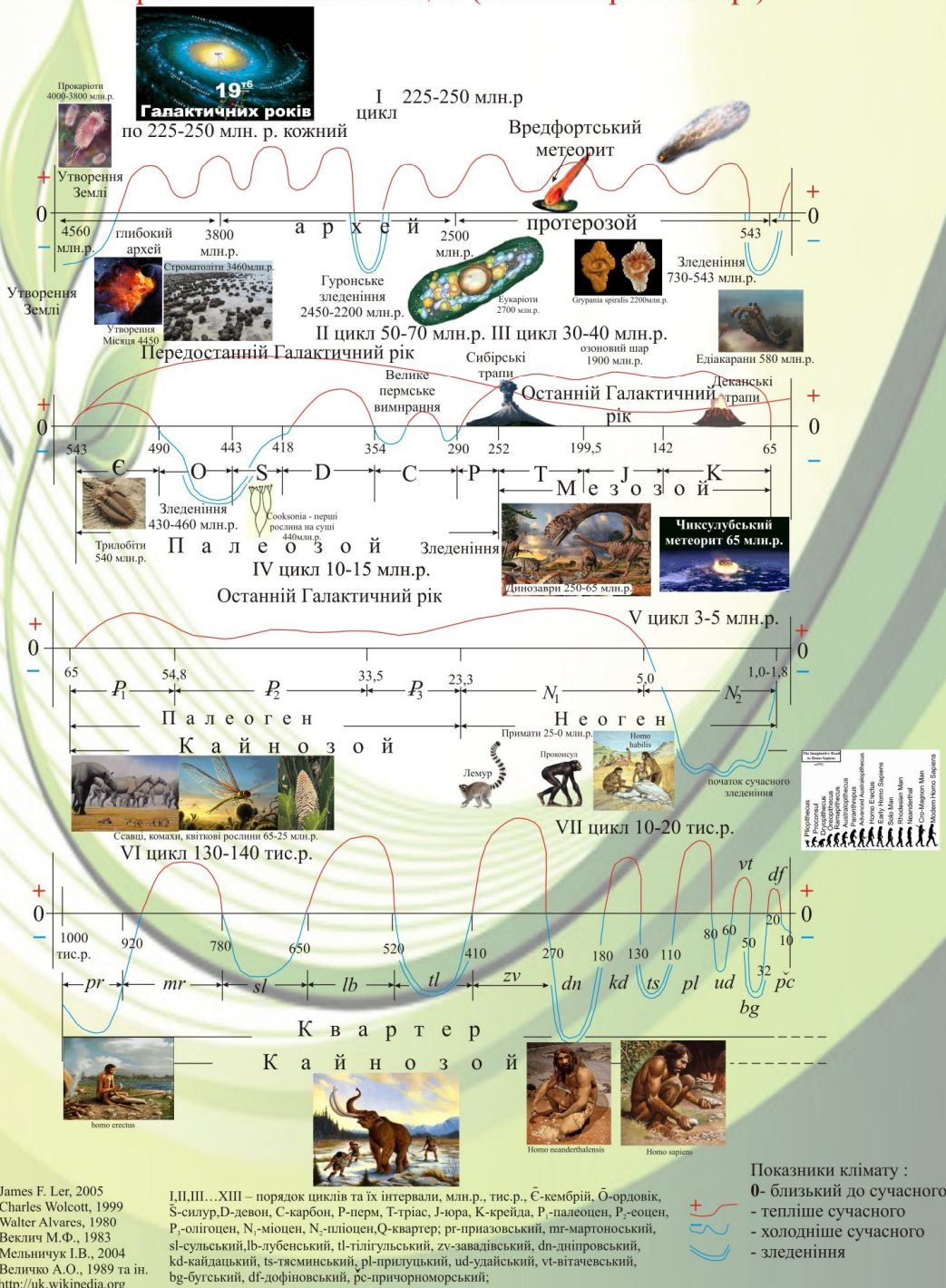


Рис. 8.29. Циклічність змін клімату Землі.
 Пізній плейстоцен-голоцен (14 тис. р.-сучасність)

8.2.2 Історія кліматичних змін останнього тисячоліття за літописними та історичними даними (X-XXI століття)

На сучасному етапі розвитку палеоекології та інших природничих наук проблемам кліматичних змін, як і змін природних умов надається все більшої уваги. Зрозуміло, що реконструкція таких змін на протязі ретроспективи сотень років важливо, хоча і не однозначно через “пробіли” у історичній інформації. Тим не менше нам вдалось долучитись до численних архівних матеріалів Головної геофізичної обсерваторії Російської Федерації у Пулкові (Санкт-Петербург). Там зібрані найбільші за обсягом інформації фонди і бази даних з літописних, історичних та літературних джерел стосовно кліматичних змін на протязі 12 століть (від незвичайно холодної зими у Візантії в 736р. до посухи в Російській імперії, в тому числі і в Україні, у 1914р.

Щоб виконати періодизацію прояву катастрофічних паводків і повеней на р. Дністер та інших річках України, необхідно прослідкувати такі екстремальні надзвичайні ситуації природного походження, а потім врахувати як на них діє антропогенний чинник.

Реєстрація екстремальних (надзвичайних) екологічних ситуацій, починаючи від буревіїв і закінчуючи сонячними і місячними затемненнями, стала носити регулярний характер вже у другій половині X століття, а в наступному столітті фіксація природних катастроф у літописах та історичних джерелах була вже системою. Обов'язковою вона стала у XIX столітті, коли свідоцтва про надзвичайні ситуації повинні були поступати в Санкт-Петербург зі всіх губерній, в тому числі і з України. З другої половини XIX століття ці дані підтверджувались кількісними метеорологічними спостереженнями, а також працями видатних кліматологів К.С. Веселовського [37], М.А. Боголепова, А.Н. Воейкова, А.Я. Купфера [71], В.Н. Адаменка, Л.С. Берга та ін. [18, 28, 30, 40, 95]. Такі ж дані ми знаходимо і в працях зарубіжних дослідників D. Clarc [121], H.Dentin and W. Karlen [122], W. Gates [123], J. Kukla at oth. [124], I. Mitchel [125], H. Theon [127], I. Williams, R. Barrz, W. Washington [128] та багато інших вчених Європи та Північної Америки.

Ще у XVIII ст. академік Г. Крафт досліджував холодні зими більш як за тисячолітній період. У перші десятиліття XIX ст. члени Петербурзької Академії наук, які склали статистичні описи губерній, звертали увагу на історію клімату. Ці описи проаналізовані К. С. Веселовським [37] у капітальній праці “О климате России” (1857), якій виконав детальний аналіз температури повітря і ґрунтів, сонячної радіації, вітру і вологості повітря. Вважаючи вивчення історії клімату важливим, він розглянув його зміни від Геродота до середини XIX ст..

У 80-х роках XIX ст. видатний кліматолог А. Н. Воейков [40] у монографії “Климаты земного шара, в особенности России” підсумував розвиток метеорологічної науки, в тому числі запропонував з 1891р. публікувати обзори погоди та надзвичайних її проявів у “Метеорологічному віснику” Російського географічного товариства.

Значний внесок у проблему палеокліматів внесли В.Н. Татищев, М.А.Боголепов, И.Е. Бучинський, В.И. Вазов, Е.В. Оппоков [30-32, 93]. Останній приводить дані про посуху і мілководдя рік з 912р. до н. е. і до 1930р. У Західній Європі палеокліматичними реконструкціями займались Р. Геннінг, П. Рейс, В. Мюллер та ін. [31]. Особливо слід відмітити дослідження А.В. Шнитникова, який визначив 1830-річні періоди коливання клімату. Г.Н. Швець [118] вивчав надзвичайні гідрологічні явища на південному заході Росії, в тому числі і в Україні. Велике значення мають палеоекологічні дослідження видатного українського вченого П.А. Тутковського про “викопані пустелі” Полісся: розвиток еолових процесів на зандрових (воднольодовикових) рівнинах льодовикових епох.

Слід звернути увагу також на праці А.Л. Чижевського про зв'язки здоров'я населення з сонячними бурями, А.В. Дулова про історію Росії на фоні змін географічного середовища. Починаючи з 1977р., Пулковська обсерваторія нагромаджує базу даних з екстремальних природних явищ на основі літописних та історичних документів. Вийшло з друку 37 томів “Полного собрания русских летописей”, на основі яких Е.П. Борисенков і В.М. Пясецкий [31] у 1988р. видали монографію “Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы”, у якій автори не обмежились аналізом якогось одного метеорологічного явища, а розглянули

цілу їх гамму: посухи, дощові сезони, повернення холодів на початку літа, ранні морози в кінці літа, м'які і холодні зими, водопілля, грози, буревії, полярні сніга, землетруси, нашествия сарани, епідемії, епізоотії, голодні роки. Цікаво підкреслити, що за даними літописів, за останні десять століть у Росії відбулось 350 голодних років.

Ось на такому історичному матеріалі ми робимо спробу проаналізувати проблему: чи є певна періодичність у прояві повеней та інших надзвичайних ситуацій в долині Дністра та інших рік України? Це дуже важливо для прогнозування повеней у майбутньому.

Аналіз періодичності прояву природних явищ ми проводимо на основі літописних, історичних та літературних даних (табл. 8.2).

Таблиця 8.2

Екстремальні природні явища, за даними літописів

Роки	Території	Природні явища	Джерело
VIII-IX століття			
791	Київська Русь	Сильні морози. «Великий мраз, егда померезе сей море»	Полное собрание русских летописей (ПСРЛ), т.22, ч.1, с.388
860	Чорноморське узбережжя	«Въста була зелна, и лодия безбожные Руси к берегу приверже, и вси избиени быша. Паде ж не в кое время и пепел с небесе, подобен крови и намене обретеху на путех и в винограде червлено яко проб»	ПСРЛ, т.1, с.9; т.2, ч.1, с.348
907	Чорне море	Олег прийшов на 2000 короблях до Цареграду и «повелел...своим воинам сделать колеса и поставитъ на них корабли. И с попутным ветром подняли они паруса и пошли со стороны поля к городу»	Радзивилловская летопись, л.15; Повесть временных лет (ПВЛ)
911	Русь	Землетрясение: «паде града некая часть, и много полат разсыпался»	ПВЛ, с.222
919	Русь	Полярне сніго	Бучинський, с.60
979	Руська земля	Влітку спостерігались «великие страшные» грози и сильні вітри з «вихрем»	ПСРЛ, т.9, с.39
981	Руська земля	Засуха. Літо спекотне і сухе	Швец, с.19
991	Руська земля	«Наводнение многое и много зла сотвори»	ПСРЛ, т.9, с.162
994	Руська земля	Засуха: «Сух мень велика и знойно добре». «Жары вельми тяжкие». Загинули посіви («жити») в багатьох місцях	ПСРЛ, т.9, с.65
1000	Вся земна куля	29 березня сильний землетрус. У Кракові зруйновано багато будівель Сильна повінь: «Бысть поводъ велик». Суворя зима. Холоди продовжувались незвичайно довго	Орлов, Мушкетов, с.116 ПСРЛ, т.9, с.111
1002-1003	Київська Русь	Дощове літо: «Дожди мнози». «Умножение плодов всяческих», що свідчить про дуже сприятливі кліматичні умови цього літа	ПСРЛ, т.9, с.68
1008	Київська Русь	Засуха. Нашестя сарани: «...быша пружи мнози». Голодний рік	ПСРЛ, т.9, с.69
1011	Київська Русь	Жорстока зима. Замерз Босфор. Крига на Нілі	Землеведение, 1908, кн.2, с.41
1016	Київська Русь	Висока вода осінню на Дніпрі. Полярні сніга	ПВЛ, с.296, УЛС, с.38
1017	Київ	Літо було сухим. Були пожежі. «И погореша церкви числом 700»	ПВЛ, с.296; ПСРЛ, т.1, с.62
1050-1060	Руська земля	Численні посухи, нашествия сарани, повернення холодів	НПЛ, с.186-188
1060	Київська Русь	Холодне посушливе літо. «Стужа предельная»	ПВЛ, с.309; Татищев, т.2, с.82
1065	Київська земля	«На Западе явилась звезда великая, с лучами как бы кровавыми, с вечера выходившая на	ПВЛ, с.310-311; НПЛ, с.184-185

		небо после захода Солнца, и так продолжалось 7 дней»	
1091	Київська земля	«Умножение плодов всяческих». В.Н. Татищев относит «великое плодородие к 1090г. Комета «...спаде превеликий змей от небес». «Круг на небеси явился велик». Землетрясение: «Стонала земля, все слышала». Епідемія: «Мор язвою». Епізоотія і гибель коней	ПСРЛ, т.1, с.214; ПВЛ, с.342
1092	Київська земля	Сильна посуха: «...ведро б'яше яко изгораше земля». Неврожай. Голодний рік	ПВЛ, с.142, 342
1093	Київська земля	Високе водопілля: «Стуже была тогда переполнена водой». Неврожай. Голодний рік	ПВЛ, с.345
1095	Київська земля	Посуха. Нашестя сарани. Голодний рік	ПСРЛ, т.2, с.220
1096	Дніпро	Вірогідно літо було маловодним, тому що війська Святослава і Володимира у середині червня так «тихо переплавились через Дніпро, що половці не відали про те»	Татищев, т.2, с.105
ХІІ століття			
1101	Київ	Землетрус: «едва церкви устояли, а вреда много «учинилось». Кресты с церковей попадали»	ПСРЛ, т.30, с.190; т.2, с.211
1108	Київська Русь	Велике водопілля влітку: «...вода бысть велика на Днепре и Десне и Припяти...подобной которой давно не бывало и не помнят»	НПЛ, сс.19, 203
1110	Київ	Гроза зимою (11 лютого)	ПВЛ, с.390
1112	Київ	Сухе літо	ПСРЛ, т.9, с.142-143
1117	Київська Русь	Жорстокий землетрус 16 вересня: «...потрясается земля»	ПВЛ, с.404
1122	Київська Русь	М'яка безсніжна зима. 9 вересня: «Земля потрясается мало»	ПСРЛ, т.1, с.292
1124	Київська земля	Посуха: «все ж лето бысть бездорожье». Землетрясение: «Потрясается земля мало». Великий пожег в Києві, на Подолі і на Горі, який продовжувався два дні. Згорів увесь город, 600 церков и «без числа людей и всякой живности». В Києво-Печерському патерику відмічено, що «вигорело Подолье все»	ПЛДР, т.2, с.595
1126	Київ	Землетрус 1 серпня: «...в час 8 ноци потряса земля». Голодний рік	ПСРЛ, т.1, с.130
1128	Київська Русь	«Великие» сніги зимою. Незвично високий підйом води, загибель людей. Влітку, коли яріві цвіли, а озимі наливались, від морозу усі посіви загинули, що стало причиною великого голоду	ПСРЛ, т.1, в.2, с.293
1143	Галич	М'яка зима: «...река не мерзла»	ПСРЛ, т.9, с.167
1146	Галицька земля	Сильні дощі. Безсніжна, сира зима	ПСРЛ, т.2, с.21, 27
1150	Київська земля	Сухе літо, судячи з того, що дружини без труда переправлялись через Дніпро	ПСРЛ, т.2, с.394-418
1151	Київська земля	Сухе літо, тому що Дніпро так обмілів, що подекуди його можна було переходити вбід	ПСРЛ, т.1, в.2, с.330-336
1154	Чернігівська земля	Епізоотії та епідемії: «И бысть мор в конях...Мор был и в воинстве». Голодний рік	ПСРЛ, т.1, в.2, с.341; т.9, с.198
1159	Київ	Сильний буровій і гроза. Протягом 4 днів не видно було сонця. Зруйновано багато будівель і «збило» людей. «Многие впали в страх и трепет»	ПСРЛ, т.9, с.215
1162	Галицька земля	Незвично сильні дощі викликали велике водопілля. Дністер вийшов з берегів. Загинули	ПСРЛ, т.9, с.231

		посіви, хліб став дорогим. В Іпатіївському літописі ця подія віднесена до 1164р.	
1168	Чернігівська земля	Дуже холодна зима. «Люта зима велми». Голодний рік	ПСРЛ, т.2, с.95, 532
1170	Пд Зх Русь	Сувора зима. Спекотне літо. Землетрус: «...потрясеся земля»	ПСРЛ, т.9, с.237
1173	Київська земля	Сильна посуха. Спустошливе водопілля. Голодний рік	Землеведение, 1908, кн.2, с.44
1180	Київ	Сухе літо. Великий пожар: «Погореша дворове по горе, в т.ч. Собор Св. Софії»	ПСРЛ, т.2, с.122
1185	Південна Русь	Велика «розпутиця» за Хоролом	ПЛДР, т.2, сс.350, 351, 676
1187	Чернігівська земля	Жорстокі морози: «На ту осень бысть зима зла вельми, такая же в нашей памяти не бывало николже» (вона продовжувалась до вербної неділі). Великі сніги в районі Дніпра: «Снег велик»	ПСЛП, т.2, с.134
1195	Київська земля	Землетрус (4 березня). Багатосніжна зима: «Сніги були велики»	Татищев, т.3, с.160
XIII століття			
1201-1202	Пд Зх Русь	Холодна зима	ПСРЛ, т.2, с.326
1208	Київська земля	Дуже жорстокі морози зимою. Загинули посіви. Голод. Сухе літо, маловодне. Облога у Чернігові, помирили від «безводія»	Сапунов, с.11 ЛПС, с.108
1230	Київ	Сильний землетрус. У Печерському монастирі були зруйновані будови	НПЛ, с.69
1230	Галич (Дністер)	Під час походу угорців на Галич проливались безперервні дощі, коні тонули в болоті, воїни кидали коней і пробирались пішки до високих місцин. Угорське військо під керівництвом королевича Бела добралось до Галича і обложило його. Але дощ не переставав. Началась епідемія. Сильно розлився Дністер. Угорці зняли облогу. Їх переслідував дощ і багато хто загинув при відступі	Костомаров, т.1, с.133
1247	Київська земля	Великі сніги	Землеведение, 1908, кн.2, с.45
1254	Придунайські країни	Сильний мороз 25 квітня	Землеведение, 1908, кн.2, с.45
1255	Припять	Надзвичайно високе водопілля восени	Швец, с.22
1259	Луцьк	Висока вода на р.Стир зимою: «воды велицы». Сильний буревій	Землеведение, 1908, кн.2, с.46
1269-1270	Перемишль	В Польщі («ляхох») «от умножения дождя 600 людей потопло, а иные в Перемышли граде 200 потопша и глад бысть 4 лета»	ПДІР, т.4, с.450
XIV століття			
1391	Руська земля	Сувора зима: «Была зима студена, яко мнозем человеком измерзати и издыхати, не только человеки, но и скоты»	Землеведение, 1908, кн.2, с.48
XV століття			
1494	Західно-руські землі	Очень многоводна, зима сувора, без відлиг, весна затяжна	ПСРЛ, т.2, с.360-361
1498	Подолія	Сильні морози, глибокий сніг: «Безмерная стужа и снеги»	Опоков, с.20 ПСРЛ, т.2, с.361
XVI століття			
1501	Україна	Стаяли дуже сильні холоди	Швец, с.49

1505	Краков	Сильний дощ: «спаде великий и необычайный дождь в Кракове, со страшными громами и молниями»	ПСРЛ, т.2, с.363
1510	Львів	Землетрус: «быше страшен трус и громове, яко много домов в то время разрушися». Ріки були багатоводні. При переправі татар погигло «болес от воды, чем от меча». Голодний рік	ПСРЛ, т.2, с.366
1556	Крим	Літо сухе. Весна спекотна, особливо у квітні. Епідемія: «тогда же бысть в Крыму мор на татар»	Землеведение, 1911, кн. 2, с. 251
1559	Дніпро	Високе водопілля	Швец, с. 53
1561	Крим	«Глад велик быть в Крыме»	ПСРЛ, т.21, ч.2, с. 675
1575	Україна	«Лето в Запорожских степях было настолько жаркое, что от страшного зноя трава и степи выгорели. И вода в реках повысыхала, осенью во многих местах через Днепр даже овцы переходили вброд, а на Днепровском низу у Микитина перевоза (у Никополя) и реки Чертомлыка высохли все плавни, так что татары сводобно переплавлились с левого берега на правый берег Днепра»	Эварницкий, с. 61
1585	Західно- і Південно-руські землі	«Великая» зима и весна сухая, лето неурожайное. Голодний рік	Сборник летописей, с. 76
1588	Західноруські землі	1 жовтня дуже високий паводок. Вода в Дніпрі прибувала до 25 грудня, і Дніпро виходив з берегів. У Києві був «великий мор». Голодний рік	ПСРЛ, т.32, с.178
1592	Західноруські землі	Восени («на покрову листя з дерев не опало, і дерева були такими ж зеленими, як весною, «а на других деревьях так и зимовали»)	ПСРЛ, т.32, с.182
1593	Україна	Перша половина зими була без снігу і м'ягка. Потім почались сильні морози, земля промерзла на півметра. Розпочались снігові бурани	Швец, с. 57
1597	Західноруські землі	Незвичайно морозна і сніжна зима. До кінця квітня їздили на санях. Високе водопілля. Землю почали орати тільки в середині травня	ПСРЛ, т.32, с. 183
1598	Західноруські землі	Зима розпочалась рано і була малосніжна. Епідемія 1598-1600: «быдло сдыхало»	Сборник летописей, с. 77
XVII століття			
1600-1601	Україна	Багатосніжна холодна довга зима. Дуже глибокий сніг	ПСРЛ, т.3, с. 264
1601	Західноруські землі	Дощ йшов протягом 12 тижнів, а з 10 жовтня – цілий тиждень «валил» сніг. Дніпро замерз від морозів і по ньому їздили як взимку. Потім лід скрес і ріка звільнилась	ПСРЛ, т.32, с. 187, 188
1601-1602	Західноруські землі	Сувора багатосніжна зима, сильні морози, від яких загинуло багато людей	ПСРЛ, т.32, с.188
1604	Україна	Зима «добрая, погодливая» до кінця лютого. З середини березня почались сильні дощі. Сніг розтанув. Дніпро розлився. Водопілля продовжувалось до 29 червня	ПСРЛ, т.32, с.190
1608	Західноруські землі	Водопілля на усіх ріках влітку і восени – сильні дощі	Землеведение, 1911, кн. 2, с. 252
1613	Україна	3 листопада – сильні дощі	Сборник летописей, с.81
1616	Україна	Літо спекотне і сухе	Землеведение, 1911, кн. 2, с. 252

1619	Західноруські землі	5 травня «в самый цвет» випав сніг: «И не могла животи́на ходити на поле для (из-за) мороза, а сено было дорого»	ОЛ, с. 215
1621	Західноруські землі	Високе водопілля	ПСРЛ, т.33, с. 172
1629	Північна Україна	Сильні грози, вітри, дощі. Голодний рік	МАМЮ, кн.12, с. 31
1633	Україна	Грім і блискавки зимою	Сборник летописей, с. 35
1637-1638	Україна	Землетрус 24 січня. Голодний рік. Сувора зима, від морозів загинуло «многие ляхи»	ПСРЛ, т.33, с. 158, 173
1641	Україна	Урожайний рік: «...врожай великий был, и озимина и ярина»	Летопись Самовидца, с. 79
1643-1644	Україна	Зима установилась 16 листопада и продовжувалась до 3 квітня. Снігу «...коню було по грудь»	Петрушевич, с. 113
1648	Україна	Посушливе літо. Зима м'яка, нестійка	Бучинський, с. 91
1649	Галичина	Посуха. Голодний рік	Петрушевич, с. 114
1650	Україна	Землетрус 9 квітня. Голод 3 роки	Летопись Самовидца, с. 31
1652	Україна	Епідемія: «...барзо приморки великие были в Карсуню и по иных городах в тех поветах, также и в Заднепру и Переяславлю и в пригородах его, в Косовце, Прилуце, прочь Нежина – много вымерло людей, же пусты застали дворе». Голодний рік. Засуха	там же, с. 32
1653	Україна	Суорова зима	Землеведение, 1911, т. 2, с. 253
1660	Росія, включаючи Україну	Посуха, неврожай. Холодна зима. Голодний рік	Оппоков, с. 43
1662	Львів	Засушлива, холодна весна. Недружна весна біля Львова: «Мороз был великий, жито попсовал и снег был великий». Голодний рік	Новгородский хронограф, с.311
1663	Україна	Неурожай на Правобережній Україні із-за проливних дощів. Голодний рік	Бучинський, с. 92
1668	Крим	Холодна, пізня весна: «...птахи и скоти мерзли»	Варберг, с. 161
1670	ПдЗх Росія	Двічі відбулось «половодье» - високе водопілля	Летопись Самовидца, с. 165
1674	Львів	«...барзо дорого было во Львове и всюду голод был великий и люди с голоду пухли и умирали». В червні-липні кілька паводків	Швец, с. 68
1675	Україна	Сніжна і морозна зима. Два роки підряд холода продовжувались до кінця квітня	Швец, с. 69
1677	Україна	«Зима барзо велика была, так снегами мела, як тех и морозами, и мало который день был без ветру, и тривала снегами и морозами великими близко до Святого Георгия (кінець квітня за ст.ст.)». «В тоже самое время в ЮЗ России на Рождество «люди босо ходили, уже было тепло»	Летопись Самовидца, с. 184
1680	Пд Росія	М'яка зима: «... зимы не было и лето добре». Літо сухе	Землеведение, 1911, кн. 2, с. 253
1681	Україна	Земля тряслась 9 серпня з понеділка на вівторок	ПСРЛ, т.26, с. 318
1684	Україна	Заморозки у травні і осінню пошкодили виноградники і бахчу в Чугуєві. На Дніпрі коло Києва велике водопілля. Високий рівень тримався ще у червні	МАМЮ, кн.13, с. 990
1685	Україна, Крим	Літо посушливе	МАМЮ, кн.14 с. 144
1686	Україна	Повернення холодів у квітні: «Снег великий	Летопись

		выпал по Святом Георгий и килка день лежал, але збожу ничего не шкодил	Самовидца, с. 164
1687	Україна, Крим	Засушливий початок літа. Велетенська пожежа. В Криму - посуха.	Боголепов, с.158
1689	Україна	Повернення холодів, у середині травня випав сніг. Дощі та водопілля зимою. Велике водопілля: «И такие величие воды не памяует никто».	Бучинский, с. 94
1690	Україна	Нашесть сарани: «...а тая, що ишла на Киев, то пойшла ... поза Днестром и там на Волюню коло Гродня и Берестя Литовского, а иная тут на Украине коло Нежина и Чернигова ... зазимовала». Голодний рік	Летопись Самовидца, с. 178, 179
1691	Україна	«О святой покрове снеги велики напали...»	Там же, с. 180
1693	ПдЗх Росія	«Вода была велика на Св. отца Николая, а коло церкви Благовещения – в городе Стрые»	ЛС, с. 239
1696	ПдЗх Росія	«... снегу не было месяца генваря и февраля... Снег впа в перед Благовещением и целый тижден такие морозы были, же аж птаство по дорогах гинули мусело, а другой на Благовещание лечь до третього дня стопився»	Там же, с. 252, 253
1697	Пд України	Багатосніжна сувора зима. Весною високе водопілля	МАМЮ, кн.17 с. 2038
1699	Україна	Вітряна, холодна зима. «скудость и безхлебье»	МАМЮ, кн.14 с. 1671
XVIII століття			
1701	Україна	Мяка зима. Незвична відлига: «В январе земля вся растворилась, тяжело было лошадям». Ранняя весна. Голодний рік	Сборник Летописей, с. 224
1707	Україна	Безперервні дощі у травні, червні, липні. Вода у Дніпрі та інших ріках почала відбувати тільки 7 серпня	Оппоков, с.22
1708	Україна	Спекотливе, посушливе літо. «Во время нынешней, настоящей суши во многих местах Днепр так повысыхал, что вброд коньми через оный перезжают...»	Бучинский, с. 116
1708	Полтава	У другій половині грудня 1708 р. «зело были великие морозы, таких еще мало помнили в прежние годы, отчего немало шведских солдат пропало: тако же и в наших людях от морозов было не без упадку»	ПЖ, 1708, с. 31
1710	Україна	Великі морози в останній декаді березня	ПЖ, 1710, с. 3
1716	Пд Росія	Незвично дощове літо: «Лето мокрое, непожиточное». Голодний рік	Петрушевич, с. 75
1717	ПдЗх Росія	«На весне пред целее лето барзо был теплый и погодный. Весною вигорів Подол у Києві	
1718	Україна	Повернення холодів весною: «Мая 8 дня был мороз великий и снег прикрыл был землю, по которую порошею ловили зайцев и раз по раз трижды были морозы». Заморозки в кінці літа: «17 августа дня того ж 1718 года был холод великий, от которого ярина поздняя спортилась, а потом четыре другие морозы». Пожежа на Подолі. Голодний рік	Сборник летописей, с. 54
1721	Україна	Повернення холодів у другій половині травня на Україні: «Наглый дождь со снегом. Овцы в поле померли, овощу не было, пасеки погибли»	Сб.ст.св., т.3, с. 469
1730	Поділля	Дощова осінь. Ранній наступ холодів. В кінці вересня – на початку жовтня двічі випадала	Швец, с.79

		велика кількість снігу. Збір врожаю ще був не закінчений. Ранній сніг приніс великі збитки («много перепсовал людям в поле»), засипав на покосах гречку, которая осталась зимовать під снігом. Він лежав кілька тижнів	
1730	Київ	Землетрус	Мушкетов, Орлов, с. 158
1731	Поділля	28 січня о півночі грім і блискавка. Повернення холоди: «Утром 4 июля мороз гречиху и ячмень приморозил по долинам и яровые сосевы повредил». Голодний рік	Бучиеский, с. 96
1735	Пд Росія	Дощое літо. З 28 червня два тижні лив дощ	Бучинский, с. 97
1737	Поділля	Мяка з відлигами зима. Сильна буря 11 січня розносила будівлі. Засушливі весна і літо	Сборник летописей, с. 69
1739	Україна	Дуже холодна зима: «Сильные морозы с 10 октября удерживались до 20 марта». Весна пізня, холодна: «26 апреля выпал снег, не было тепла до мая»	Там же, с. 71
1740	Україна	«Зима жестокая была, от которой везде в Малой России лучших овощей, все без остатка повымерзали, а лесовое дерево поразседалось, иные совсем засохли. Скот рогатый от больших и тяжких морозов пал, так как с 14 октября до Пасхи зимовать должен». «Лето было барзо мокрое и холодное и голодное». Голодний рік	Петрушевич, с.151
1743	Україна	Засушливе літо, нашестя сарани	Швец, с. 81
1744	Україна	Різке похолодання на початку жовтня: «Выпал великий снег и дома по местам и селам засыпал, в лесе деревья поломал». Голодний рік	Петрушевич, с. 95
1747-1750	Україна	Посуха. Сарана. Голодний рік	Леонович, с. 54, 55
1753	Пд Україна	Рання весна. Біля Нікополя крига скресла у лютому. Мяка дощова зима. Дуже спекотне літо	Швец, с. 82
1756	ПдЗх Росія	«Вода была два раза, первая меньшая, а другой раз уж у предместье нижном реки ишли, же не могли переходити (в городе Стрые)	Летопись Самовидца, с. 156
1760	Україна	Холодна і багатосніжна зима	Оппоков, с 24
1767	Україна	Незвично тепла погода у лютому	Войейков, т.1, с.557
1770-1771	Україна	Рання весна. Повернення холодов. «Днепр замерз 1 января, а 1 апреля вскрылся. Апреля 18 цвести деревья начали, но спустя три дня выпал снег»	Бучинский, с. 116
1772	Україна	У Подніпров'ї було спустошливе водопілля	Леонович, с. 51
1776	Україна	Пізня весна. Засушливе літо	Швец, с. 86
1778	Україна	Незвично дуже довга зима	Там же, с. 86
1779	Львів	23 квітня вдарила блискавка у купол Старопігійської церкви	ЛС, с. 126
1780-1781	Україна	«Великая зима началась 8 листопада і продовжувалась до березня 30 числа»	Швец, с. 87
1782	Україна	Відлиги і дощі у січні і лютому. Рання весна. Повернення холодів	Сб. ст. св., т III, с. 496
1784	Пд Росія	У першій декаді червня випав сніг	МВ, 1908, с. 269
1786	ПдЗх землі Росії	Високе водопілля	ЛС, с. 245
1792	Галичина	Високе водопілля	Сб. ст. св., т III, с. 470
1794	Пд України	Сильна засуха. Неурожай. Голод	Швец, с. 92
1795	Україна	Холодна багатосніжна зима, а потім велике	Там же, с. 92

		водопілля	
1796	ПдЗх Росія	Тепла безсніжна зима: «1796 року снігу не было, бо як в зиме святили воду, то дети были ... боси, сніг упав перед Стретенеєм»	ЛС, с. 389
1798	Пд Росія	Засуха. Голод	ЖМВД, 1848, ч.23, с.42
1799	Україна	Незвично сувора зима. Пізня весна. Посушливе літо. В районі Чернігова сарана рухалась величезною хмарою, закриваючи сонце. Неурожай, голод	Швец, с. 93
XIX століття – початок XX			
1801	Україна	Незвично холодна зима. Пізня, дружна весна. Високий, «разорительный» підйом води у Дніпрі	Оппоков, с. 25
1803	Крим	Сувора зима. Морози до -21 ⁰ С	Бучинский, с. 120, 121
1805	Таврійська губернія	Взимку протягом 6 тижнів були сильні морози (до -25 ⁰ С)	ЖМВД, 1857, ч.26, с.141
1808	Україна	Дощова весна. Маловодне літо	Швец, с. 95
1809	Україна	Пізня, дружна весна. Сухе літо	Там же
1812	Україна	Зима морозна і багатосніжна. Дощове літо у Київській губернії. Неурожай	Там же, с. 96
1813	Херсонська і Таврійська губернії	Морозна, багатосніжна зима з частими хуртовинами	Сб. ст. св., т III, с. 471
1813	Таганрог, Азовське море	Землетрус 28 квітня: «около двух часов пополудни при тихой и ясной погоде послышался вдруг в море гром и затем на расстоянии около 400 метров от берега показалось из воды пламя, окруженное облаками дыма и сопровождаемое неумолкающим гулом, похожим на пушечные выстрелы. Огромные массы земли и камней выбрасывались с силой до самого вечера, когда увидели небольшой островок, извегавший через множество отверстий горную смолу»	Мушкетов, Орлов, с. 196
1816	Україна	Нестійка тепла зима	ЖМВД, 1855, ч.11, с.11
1820	Україна	У травні під Батурином замерзло 30 солдат	Веселовський, с. 394
1821	Київ	У січні і листопаді відмічались підземні поштовхи – землетрус, який захопив велику територію від Києва, Ясс до Очакова, Миколаєва, Тифліса	Мушкетов, Орлов, с. 204
1822	Черніговська і Полтавська губернії	Ранні морози (у серпні)	Романович-Словатинский, с. 32-40
1823	Херсонська, Катеринославська і Таврійська губернії	Спочатку була сильна спека, а потім два місяці лили дощі – бездоріжжя	Сб. ст. св., т III, с. 471
1824	Одеса	Незвично тепла погода взимку: «Кто из одесских жителей не запомнит зимы 1824 года ? Тогда перед праздником Р.Х. были видны цветы в садах и мореплаванье не прекращалось ни на один день». Така ж тепла погода була у Херсонській і Харківській губерніях	Веселовський, с.290, 291
1824	Крим	Страшний буревій	Мушкетов, Орлов, с. 207
1827	Молдавія, Одеса, Крим	30 вересня і 2 жовтня землетруси	Там же

1829	Чернігівська губернія	У травні-червні з'являлись цілі хмари сарани	ЖМВД, 1829, ч.2, с.463
1830	Пд Росія	14 листопада сильний землетрус у Пд Росії і Румунії з епіцентром біля Бухареста	Мушкетов, Орлов, с. 222
1830	Волинь	Голодний рік	ЖМВД, 1860, ч.42, с.298
1831	Одеса	У травні – землетрус. Безперервні дощі з самої весни	Там же
1833	Дніпровський уїзд Таврійської губернії	«... в 1832 і 1833 роках протягом 20 місяців не впало жодної краплі дощу і жодної порожинки снігу»	Веселовський, с.326
1834	Одеса, Румунія	9 квітня у 20.30 – сильний землетрус	Мушкетов, Орлов, с. 249
1835-1836	Харківська губернія	Жорстока зима «...произвела большие опустошения в здешних садах, истребив преимущественно самые лучшие породы...»	ЖМВД, 1855, ч.14, с.93
1837	Пд Росії	Дощеве літо. Загинули посіви	Веселовський, с.347
1838-1839	Полтавська губернія	Тепла зима	МВ, 1899, с.381
1841	Харківська губернія	«Особенно сильные холода в феврале, доходившие до -25 ⁰ С. Очень знойное лето. В июле жара достигала +25 ⁰ С»	Веселовський, с.107
1844	Харківська та Київська губернії	«Снег среди лета. И где же ? В губернии Киевской, в одном из южных ее уездов, граничащих с губернией Подольской, именно в Липовецком. Здесь 8 серпня выпал снег глубиною в пол-аршина»	ЖМВД, 1844, ч.7, с.465
1845	Подільська губернія	9 серпня – буревій з градом розміром з куринє яйце	ЖМВД, 1845, ч.12, с.137
1847	Галичина	Сильний голод	Там же, 1847, ч.19, с.334
1847-1848	Харківська губернія	Малосніжна зима. Осінь дощова	Лапшин, с. 8
1851	Севастополь	Смерч на морі	ЖМВД, 1851, ч.36, с.316
1853	Чернігівська губернія	«В течении всего декабря свирепствовали метели и ежедневно шел снег в таком изобилии, какого из тамошних старожилов никто не запомнит»	Там же, 1853, ч.4, с.48
1853-1854	Харківська губернія	«Продолжительная, постоянная и многоснежная зима...»	Лапшин, с. 33
1854	Крим	2(16) листопада знаменита Балаклавська буря обрушилась на англо-французський флот и нанесла йому велики збитки	МВ, 1891, с. 129
1857	Крим	У січні – сильні морози в районі Феодосії при постійному північному вітрі. Бухта вкрилась кригою на відстані до 150 м від берегу	ЖМВД, 1858, ч.29, с.52
1859	Крим	Землетрус у Лівадії 21 травня	Мушкетов, Орлов, с. 332
1861	Керч	13-14 березня – сильний буревій	ЖМВД, 1861, ч.46, с.23
1861	Бесарабія	«Наводнение на Днестре 14-16 февраля, разрушено более 100 домов и снесены хлебные склады. 3 мая – сильная буря с градом и дождем. 19 июня – наводнение»	Там же, ч.49, с.49
1862	Пд Росії	Засуха у Пд губерніях	ЖМГИ, 1862, с.42-47

1863	Пд Росії	«Зима ... безснежная, холодная и сухая. Весна сухая...»	Там же, 1864, с.154
1864	Сімферополь	«Необыкновенно поздний утренник 15 мая повредил виноградники близ Симферополя и окончательно уничтожил на Алме, Каче и частью на Бельбеке цвет на фруктовых деревьях, уже и без того пострадавших от апрельских морозов ... Во второй половине мая начались дожди, которые продолжались в июне и часью в июле»	СХи Л, 1865, ч. 88, с.23
1865	Пд Росія	Засуха	Николаевский весник, 1865, № 26, с. 102
1867	Одеса	Сильні холоди у травні. 40 денна посуха (з 7 серпня до 25 вересня). Зниження рівня Куяльницького лиману	Клосовский, с.19
1869-1870	Одеса	«Один из самых суровых зим за период с 1866 по 1892 г.»	МВ, 1864, с.65
1872	Україна	Холодна, багатосніжна зима	ПВ, 1872, № 221
1873-1875	Верхній Дніпро	«Необычайно сухое лето наблюдалось три лета подряд ... Летом 1874 г. Днепр сильно обмелел, другие реки также»	МВ, 1900, с.471
1874	Одеса	«В Одессе стоят большие жары ... 8 августа +32 ⁰ С. 46 дневная засуха от 9 сентября по 24 октября...»	ПВ, 1874, № 191
1874	Київська губернія	«... отмечалась сильная засуха, которая в августе сменилась дождями, бурями и градобиттями. Засуха отмечалась на значительной территории Украины... Голодный год»	Там же
1875	Севастополь	В 6.30 – землетрус 13 липня	Мушкетов, Орлов, с. 460
1877	Одеса	«Ноябрь был самый теплый почти за столетие, а температура равна средней...»	Воейков, т.1, с.557
1881	Одеса	«Засуха в Новороссийском крае и в Крыму. Необычайно рано, 29 сентября, выпал первый снег. Голодный год»	ПВ, 1881, № 111
1883	Вся Земна куля	«1883 год представляет выдающуюся эпоху в истории нашей планеты по отношению к сейсмическим и вулканическим явлениям... Всего на земном шаре было зарегистрировано 353 землетрясений»	Мушкетов, Орлов, с. 497-498
1886	Одеса	34 денна посуха (з 24 березня до 24 квітня)	Клосовский, с. 19
1896	Херсонська губернія	Сильна жара. Неурожайний рік. Голод	МВ, 1897, с.163
1911-1912	Пд Росії	«Если зима пришлого (1910-1911 гг.) отмечалась крепкими и упорно державшимися прдолжительными морозами, то нынешняя зима, напротив, замечательна частыми и довольно значительными оттепелями». Часто відбувались катастрофічні паводки на ріках	МВ, 1912, с. 81

Список скорочень літописних та історичних джерел

ЖМВД – Журнал Министерства внутренних дел России

ЖМГИ – Журнал Министерства государственных имуществ

ИЛ – Иосафовская летопись

ЛС – Литературный сборник

ЛПС – Летописец Переяславля Суздальского

ЛХ – Летописи и хроники

МАМЮ – Описание бумаг Московского архива Министерства юстиции России

МВ – Метеорологический весник

НПЛ – Новгородская первая летопись старшего и младшего изводов
 ОЛ – Острожский летописец
 ПВ – Правительственный весник России
 ПВЛ – Повесть временных лет
 ПЛ – Псковский летописец
 ПЛДР – Памятники литературы Древней Руси
 ПСРЛ – Полное собрание российских летописей
 ПСЗРИ – Полное собрание законов Российской империи
 РЛ – Радзивилловская летопись
 СЛ – Соликамский летописец
 СХи Л – Сельское хозяйство и лесоводство
 ТЛ – Троицкая летопись
 УЛС – Устюжский летописный свод

Усього у таблиці 8.2 – 204 свідочтв екстремальних природних явищ.

Аналіз періодичності екстремальних природних явищ (табл. 8.2) показав, що в окремі періоди історії зміни клімату були яскраво вираженими, різкими, довготривалими, інтенсивними. Вони наносили великі збитки економіці і населенню, спричиняли голод, епідемії та епізоотії. Європейська Росія, у складі якої перебувала і Україна, пережила три кліматичні епохи:

- малий кліматичний оптимум (VIII-XII століття);
- малий льодовиковий період, який продовжувався майже 600 років (XIII-XVIII ст.);
- сучасне потепління, яке розпочалося ще у першій половині XIX ст. і продовжується до тепер.

На фоні цих трьох епох проявлялись екстремальні кліматичні умови (морози в кінці літа – на початку осені, холодні зими, надзвичайні катастрофічні водопілля, посухи, м'які зими, повернення холодів на початку літа та ін.) (табл. 8.3). Важливо відмітити, що, за даними Е.П. Борисенкова і В.М. Пясецкого [31], за останнє тисячоліття відбулось біля 350 голодних років на території Російської імперії і 80 голодовок в інших європейських країнах. Отже не один клімат впливав на голодні роки, були також інші причини (соціальні, політичні та ін.).

Таблиця 8.3

Екстремальні природні явища, що зареєстровані у руських літописах та історичних джерелах X-XIX століть

Природні явища	Століття										Всього за тисячоліття
	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XV I	XVI I	XVI II	XIX	
Посухи	18	25	34	35	38	26	27	46	42	70	360
М'які зими	-	2	15	14	8	9	20	7	27	28	130
Катастрофічні водопілля	4	2	4	8	9	7	11	13	43	36	137
Морози в кінці літа	-	-	4	4	5	8	7	13	7	32	80
Холодні зими	16	17	18	25	30	31	32	32	41	51	293
Повернення холодів на початку літа	-	1	3	4	4	6	14	18	10	45	105
Епідемії та епізоотії	-	4	7	11	24	26	23	19	18	63	185
Голодні роки	13	11	24	34	37	41	48	65	75	85	433

Судячи з літописного матеріалу, клімат малого кліматичного оптимуму був відносно теплим. Сільське господарство у IX-XI ст. страждало головним чином від посух. Цим явищем був присвячений перший, що дійшов до нас трактат, створений у Києві у середині XI ст. Максимум потепління у Європі припадає на X-XI століття. Купці-новгородці тоді відкрили о. Нову Землю, а нормани (варяги) у 80-х роках X ст. заселили Гренландію, на півдні якої не було льодовикового щита і тому Ерік Рижий назвав цю країну Greenland (“зелена земля”). Тут були засновані поселення і близько 30 монастирів. Тільки в кінці XV ст., з настанням малого льодовикового періоду, нормани вимушені були покинути Гренландію, яка покривалась кригою. І тільки у сучасну епоху потепління (XIX-XX ст.) з-під льодовиків «витають» древні будівлі X-XI століть [92, 111].

Вчені [32] відмічають своєрідний “дрейф” максимуму потепління: у Гренландії – VIII-X ст., в Ісландії – XI-XII ст., на території Великої Британії – у XII-XIII ст. Але не потрібно уявляти, що малий кліматичний оптимум був цілісним. Починаючи з XII ст., збільшується внутрішньо сезонна кліматична мінливість, що стало передвісником наступаючого малого льодовикового періоду. Зростає кількість довготривалих холодних зим, повернення холодів на початку літа, ранні морози на початку осені. Це викликало втрату врожаю і голод.

На початку XII століття активізувалась циклонічна діяльність, зростання кількості катастрофічних паводків та зниження температури. Говорячи про малий льодовиковий період, слід звернути увагу, що похолодання клімату відбулось не поступово рік від року, а виражалось у збільшенні кількості незвичних природних явищ, у зростанні внутрішньо сезонних змін, збільшенні небезпечних метеорологічних явищ. Особливо яскраво малий льодовиковий період проявився в Європі на початку XIV ст., коли в результаті холодних зим замерзали не тільки Балтійське, а й Адріатичне моря. На фоні похолодання малого льодовикового періоду у 60-ті – 70-ті роки XV ст. спостерігались посушливі роки і м’які зими. А з кінця цього століття знову повернулись протяжні холодні зими з жорсткими морозами. З найбільш тривалими екстремальними коливаннями клімату (1400-1450pp.) пов’язані самі голодні роки на Русі (1420-1422pp.). Оскільки холодні періоди протягом кількох років спостерігались в останній чверті XVI ст. Максимум зледеніння у горах Європи припадає на 1600 рік. 1601-1603 pp. спостерігався так званий “великий годуновський голод” (у період правління Бориса Годунова): “В необычайно дождливое лето 1601 г., - пишут Е.П. Борисенков і В.М. Пясецкий [32], - в июле и августе ударили морозы, а в сентябре выпал снег, в 1602 г. мороз отмечен в самом начале лета: он погубил яровые и всходы овощей. Бедствие повторилось в 1603 г., когда в начале лета снова был мороз...”.

На території Росії і України особливо жорсткі морози відмічались у XVIII ст., коли відбулась 41 дуже холодна зима, синхронно з такими ж 11 зимами у Західній Європі. У Росії самі голодні роки цього століття припадають на 1721-1724, 1732-1736, 1747-1750, 1757-1759, 1766-1767, 1780-1781 і 1785-1789 pp. [71, 119].

На вивчення кліматичних змін з кінця XVIII і до початку XX ст. велике значення мало введення у 1786 р. Служби естафетних повідомлень про погоду, видах на урожай і цінах на хліб. В Пулковській обсерваторії та архівних установах збереглися ці документи, які і зараз мають природознавче значення. З часів М.В. Ломоносова з’явилась система кореспондентів, які повідомляли в Академію наук про незвичайні кліматичні явища.

Слід також застерегти дослідників про територіальну нерівноцінність даних про незвичайні природні явища. Так, якщо у X-XI ст. природознавчі записи відносяться в основному до Київської Русі, то після татаро-монгольських нашествь дані з Києва залишаються поза увагою літописців, аж до XIV ст. В цей інтервал історії основні джерела припадають на територію між Карпатами, Віслою і Неманом. У XVIII-XIX ст. потік природознавчої інформації розширяється на всю Україну і Росію.

Нас же цікавить, в першу чергу, періодичність повторення теплих (посушливих), холодних епох та прояву катастрофічних водопіль. У 20,60 і 70-ті роки кожного століття повторюються посухи. Особливо ця закономірність проявляється через кожні 300 років. Отже, якщо у наші дні масового розвитку засобів масової інформації можна чути, про те, що у 1987 р. пронеслась страшна буря над Молдовою, випав град з голубине яйце у Підмосков’ї

іУзбекистані, швидке танення і масові селеві потоки в Азербайджані, страшна спека в 1987 р. у Греції, небували снігопади на початку літа 2013 р. у США, катастрофічні водопілля в Судані, Ірані та Європі у 2001 р. із загибеллю тисяч людей. Майже кожне таке повідомлення супроводжується епітетами “небувале”, “нечуване”, “невидане”, “старожили такого не пам’ятають”. Старожили може й не пам’ятають, а літописи та історичні документи минулих століть говорять про те, що таке і раніше бувало: “Нет ничего нового под Луной”, - наголошує давнє прислів’я. При цьому людина була значно менше ніж ми захищена від стихійних лих, тому вони обертались масовою загибеллю людей і голодовками. Те, що відбувається в природі сьогодні, - всього лише відлуння забутих віків, яке нагадує про необхідність вивчення історії природи не тільки за короткочасні періоди, а й за тисячоліття (табл. 8.4, рис. 8.30).

Таблиця 8.4

Повторюваність катастрофічних паводків за останнє тисячоліття, за літописними та історичними даними

Рік прояву попереднього паводку	Рік прояву наступного паводку	Інтервал в роках між паводками	Рік прояву попереднього паводку	Рік прояву наступного паводку	Інтервал в роках між паводками	Рік прояву попереднього паводку	Рік прояву наступного паводку	Інтервал в роках між паводками
1	2	3	1	2	3	1	2	3
987	989	2	1681	1686	5	1814	1815	1
989	991	2	1686	1688	2	1815	1820	5
991	1012	21	1688	1689	1	1820	1822	2
1012	1148	36	1689	1700	11	1822	1832	10
1148	1161	13	1700	1702	2	1832	1834	2
1161	1162	1	1702	1703	1	1834	1835	1
1162	1173	11	1703	1705	2	1835	1836	1
1173	1221	48	1705	1706	1	1836	1837	1
1221	1230	9	1706	1707	1	1837	1838	1
1230	1236	6	1707	1708	1	1838	1839	1
1236	1251	15	1708	1709	1	1839	1840	1
1251	1269	18	1709	1716	7	1840	1841	1
1269	1285	16	1716	1717	1	1841	1842	1
1285	1290	5	1717	1718	1	1842	1843	1
1290	1291	1	1718	1719	1	1843	1844	1
1291	1314	23	1719	1721	2	1844	1845	1
1314	1322	8	1721	1723	2	1845	1846	1
1322	1336	14	1723	1728	5	1846	1847	1
1336	1338	2	1728	1730	2	1847	1848	1
1338	1344	6	1730	1733	3	1848	1849	1
1344	1347	3	1733	1736	3	1849	1850	1
1347	1370	23	1736	1739	3	1850	1852	2
1370	1388	18	1739	1744	5	1852	1853	1
1388	1394	6	1744	1760	16	1853	1854	1
1394	1435	41	1760	1761	1	1854	1855	1
1435	1445	10	1761	1763	2	1855	1857	2
1445	1470	25	1763	1765	2	1857	1864	7

1470	1496	26	1765	1766	1	1864	1865	1
1496	1516	20	1766	1768	2	1865	1867	2
1516	1528	12	1768	1770	2	1867	1874	7
1528	1540	12	1770	1771	1	1874	1876	2
1540	1543	3	1771	1772	1	1876	1879	3
1543	1555	12	1772	1774	2	1879	1881	2
1555	1559	4	1774	1777	3	1881	1882	1
1559	1562	3	1777	1779	2	1882	1883	2
1562	1583	21	1779	1783	4	1883	1884	1
1583	1587	4	1783	1784	1	1884	1885	1
1587	1597	10	1784	1785	1	1885	1886	1
1597	1599	2	1785	1786	1	1886	1887	1
1599	1621	78	1786	1787	1	1887	1888	1
1621	1625	4	1787	1788	1	1888	1889	1
1625	1626	1	1788	1789	1	1889	1890	1
1626	1641	15	1789	1792	3	1890	1892	2
1641	1649	4	1792	1795	3	1892	1893	1
1649	1650	1	1795	1796	1	1893	1896	3
1650	1655	5	1796	1797	1	1896	1897	1
1655	1678	23	1797	1800	3	1897	1898	1
1678	1681	3	1800	1814	14	1898	1899	1
						1899	1900	1

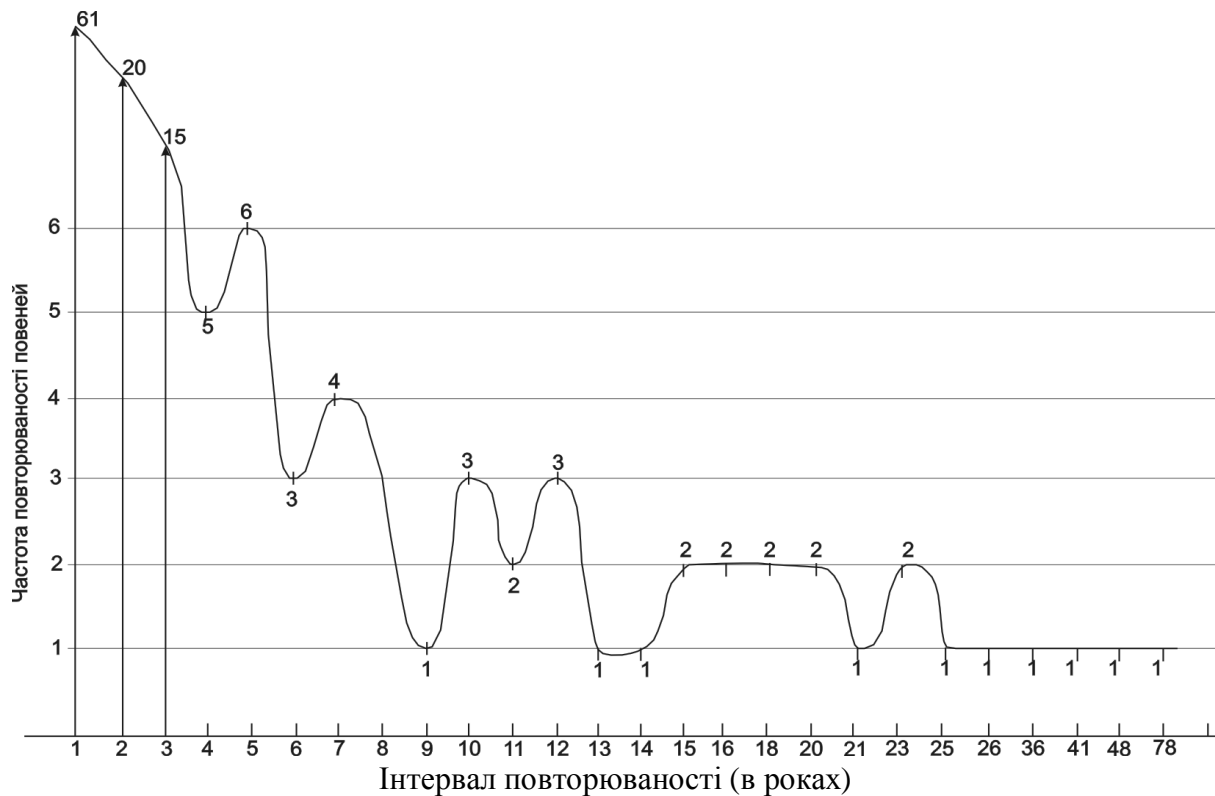


Рис. 8.30. Частота повторюваності катастрофічних повеней через інтервали в 1,2,3,...16,18,21,23,25,26,36,41,48,78 років

8.2.3 Зміни клімату України і Прикарпаття за період інструментальних метеорологічних спостережень (1881 р. – сучасність)

За даними І.М. Коваля [62], В.Г. Коліщука [67], О.М. Адаменка, В.В. Куліша, Я.Д. Гладуна [16, 46], А.И. Ванина [35] та багатьох інших дослідників, важливе значення для палеокліматичних рекомендацій має дендрохронологія, яка враховує зміни товщини річних кілець на спилах стовбурів дерев у залежності від коливань температури і вологості [16]. Серед багатьох дендрологій найдовшою є «Стежка Муфусаїла», яка характеризує зміни клімату в Каліфорнії (США) за період з 6 000 року до нашої ери до 1980-х років нашої ери (середній-пізній голоцен). Побудована ця дендрологічна шкала відомим американським вченим Д. Грейбілом за зрізами остистих сосен. Теплому і сухому клімату відповідають кільця зменшеною товщини, а холодному і вологому – збільшеної. До дендрохронології «Стежка Муфусаїла» подібна інша дуже довга (7 400-річна) дендрохронологія «Горне-Траск», побудована за зразками дерев, що зростали на півночі Швеції.

Такі ж кліматичні коливання відображені у 10 500-річному ряду донних відкладів озера Тінгстеда на острові Готланд у Швеції (Mocner, 1980) та ін. усе це послужило основою для реконструкції тисячолітнього ходу середньої температури повітря Північної півкулі (Esper, 2002). Вдалося виділити кліматичні коливання з періодами 70, 179, 370 і 800 років. Особливо чітким є цикл (період) близько 1 600 років. Добре відображені в дендрохрологічних шкалах кліматичний оптимум (VII-XII ст.), малий льодовиковий період (VIII-XII ст.), малий льодовиковий період (XIII- XVIII ст.) та початок сучасного глобального потепління (з XIX ст.). Характерними також для дендрохронології «Стежка Муфусаїла» є цикли кліматичних оптимумів з 4 000 до 2 400 років до н.е. та теплий Романський і Середньовічний періоди (приблизно 2 500 і 1 100-700 років назад).

За період інструментальних спостережень (з 1881 р і дотепер) спостерігається досить складна, але однонаправлена картина кліматичних змін (табл. 8.5, рис. 8.31) [94] в Україні, яка підтверджується і матеріалами з Великої Британії, США та інших країн (рис. 8.32).

Таблиця 8.5

Відхилення від кліматичної норми температури повітря (середнє по Україні за даними метеостанції Луганськ, Київ, Чернівці, Миколаїв, Кіровоград) з 1881 по 2007 рр.

Літній період			Зимовий період			11-літній фільтр (середнє по Україні)
початок і кінець етапів	потепління (+), похолодання (-)	кількість років	кількість років	потепління (+), похолодання (-)	початок і кінець етапів	
1881-1910	+	29	19	-	1881-1900	1881-1910 потепління
1910-1935	-	25	29	+	1900-1929	1910-1935 похолодання
1935-1971	+	36	34	-	1929-1955	1935-1971 потепління*
1971-1995	-	24	25	+	1955-1970	1971-1995 похолодання
			3	-	1970-1973	
			11	+	1973-1984	
			5	-	1984-1989	

1995- дотепер	+			+	1989- дотепер	1995- дотепер *короткочасне похолодання у 1950-1952рр.
------------------	---	--	--	---	------------------	---

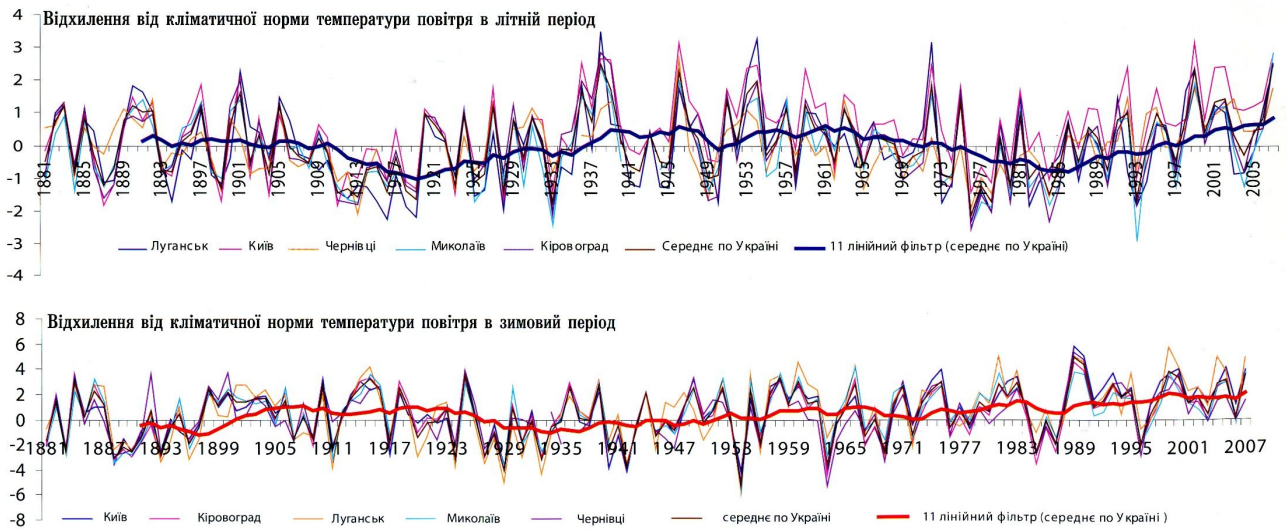
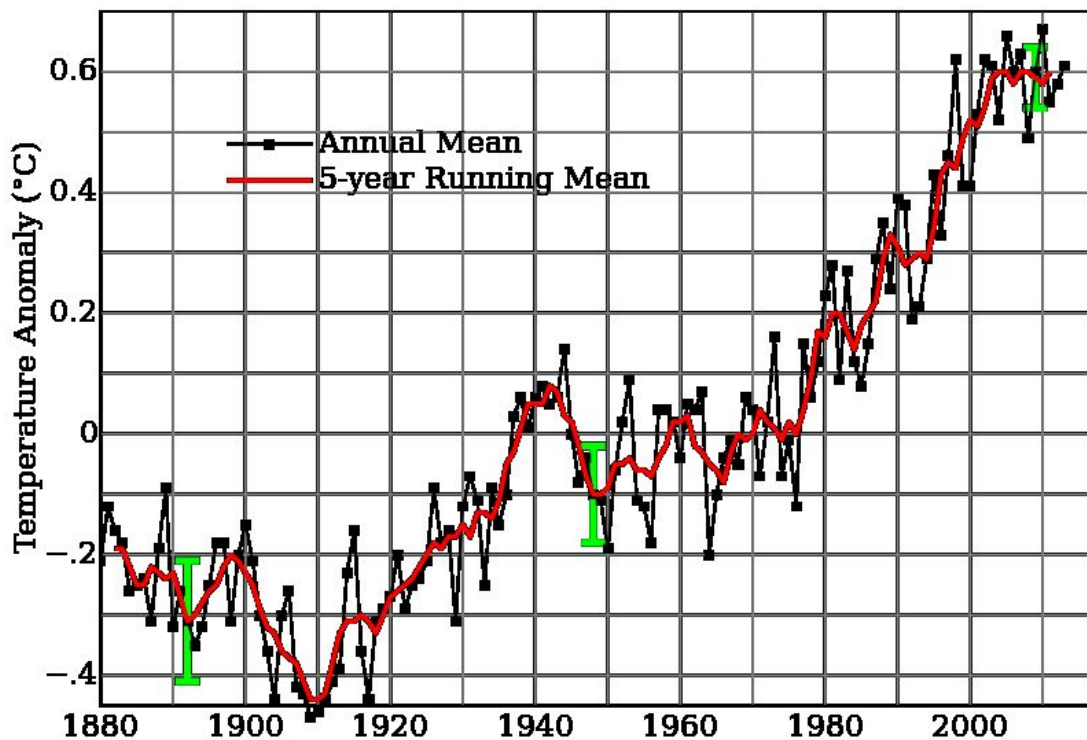


Рисунок 8.31 – Зміни клімату України за період інструментальних спостережень (1881-дотепер) [101]

Global Land–Ocean Temperature Index



Зміни глобальної середньої температури над сушею та океаном за період 1880-2013 рр., відносно середньої температури за 1951-1980 рр. Чорною лінією позначено середня річна та червоною – ковзаюча середня за 5 років. Зелені стовпчики показують оцінки невизначеності. Джерело: Інститут Космічних Досліджень Годдарда НАСА.

Рисунок 8.32 – Динаміка глобального потепління з 1880 до 2013 р.

Висновки. Які ж висновки ми можемо зробити про періодичність того явища, яке нас найбільше цікавить при вивченні долини Дністра, тобто про повторюваність катастрофічних паводків?

Із аналізу таблиці 8.4 і графіка (рис. 8.31) можна зробити наступні висновки:

- повторюваність повеней через 1 рік – це звичайні весняні повені;
- через 3-4 роки відбуваються помітно вищі ніж звичайні щорічні весняні повені, це перший періодичний інтервал – катастрофічна повінь за багато років;
- через 5-6 років – другий періодичний інтервал катастрофічних повеней;
- через 15-20 років – третій періодичний інтервал катастрофічних повеней.

Отже перший інтервал (3-4 роки) підпорядкований другому (5-6 років) і повторюється двічі протягом другого інтервалу, а другий інтервал (5-6 років), в свою чергу, підпорядкований третьому інтервалу (15-20 іноді до 33 років) і повторюється три-чотири рази протягом третього інтервалу. Ці три різно-порядкові хвилі повторюваності катастрофічних повеней підтверджуються даними за інструментальний період (1881-дотепер) метеорологічних спостережень.

8.3 АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА ПРОТИПАВОДКОВА СИСТЕМА ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД КАТАСТРОФІЧНИХ ПАВОДКІВ В ДОЛИНІ ДНІСТРА

При загрозах паводків з підтопленням населених пунктів, для зниження екологічного ризику необхідно завчасно попереджати мешканців того чи іншого села або міста про можливість підтоплення відповідних частин населеного пункту при підйомі води на 1, 2, 3... 10, 11, 12 м на головній річці, тобто на Дністрі. Тому пропонується розробити і впровадити у прибережних селах автоматизовану інформаційно-вимірну протипаводкову систему – Дністер (АВПС-Дністер) для оповіщення населення про загрозу паводка і управління його розвитком.

АВПС-Дністер складається із трьох моделей – картографічної, математичної та геоінформаційної, які повинні включатись послідовно протягом 2013-2019 рр. (рис.1-10). Паралельно будуть розроблятися блоки: 1) автоматизований гідрологічний пост; 2) метеостанція; 3) телеметрична система передачі інформації від гідропостів і метеостанцій до кризового центру МНС і від нього до населених пунктів; 4) розмітка на місцевості у населених пунктах сегментів, які будуть затоплені при підйомі рівня води на головній річці на 1, 2, 3... 10, 11, 12 м.

Автоматизований гідрологічний пост АГП – це нова конструкторська розробка, яка в автоматизованому режимі цілодобово вимірює підйом рівня води на опорі мосту, наприклад, у м. Галичі, через 1, 2, 3... 100... 1020 см, а також вимірює швидкість течії з точністю 0,1м/с для визначення розходів води при постійному значенні перерізу річища річки під мостом. АГП по суті є новою конструкцією гідрологічного поста, якою потім можна замінити існуючі гідропости, а їх на ріках Івано-Франківщини є 15.

Автоматизовані метеорологічні станції (АМС) – це дощоміри, які будуть установлені у верхів'ях басейнів доплив Дністра – рр. Свічи, Лімниці, Лукви, Бистриць Солотвинської і Надвірнянської, Свіржа, Гнилої Липи та ін. (рис. 1) для вимірювання кількості зливових дощів, про що автоматично буде повідомлятися у систему АВПС-Дністер і у кризовий центр МНС.

Телеметрична система передачі гідрологічної інформації (ТСПГІ) від АГП та АМС до АВПС-Дністер та кризового центру МНС (на вул. Дністровській у м. Івано-Франківську) і далі – до населених пунктів. ТСПГІ розробляється з використанням сучасної радіо, теле-лазерної техніки, яка зможе перетворити гідрологічні показники (підйом рівня води через 1, 2, 3 ... 100 ... 1200 см, швидкість течії з точністю 0,1 м/с і розхід води в м³/с) у радіосигнали. Останні по відповідних радіо-, теле- або лазерних каналах повинні передаватись у АВПС-Дністер та в кризовий центр МНС, там аналізуватись і з допомогою тої ж ТСПГІ та

дублюванням по телефону передаватись далі до сільських (міських) рад населених пунктів, яким загрожує повінь.

Розмітка на місцевості сегментів (РМС) у населених пунктах, які будуть затоплені при підйомі води у Дністер на 1, 2, 3, ... 10, 11, 12 м. Для виконання цієї досить трудомісткої операції необхідно мати топографічні карти населених пунктів масштабу 1 : 10 000 (цифрових і на паперових носіях), на яких будуть розмічені кольором сегменти населеного пункту, що можуть бути затопленими при підйомі рівня води на 1, 2, 3, ... 10, 11, 12 м. На комп'ютерних (електронних, цифрових) картах необхідно побудувати анімаційні моделі процесу затоплення і передати ці матеріали (паперові карти і комп'ютерні моделі) відповідним органам місцевого самоврядування (сільради, міськради).

Далі – з допомогою топографічної служби сегменти затоплення повинні бути розмічені (накреслені) на території кожного населеного пункту. Тоді АВПС-Дністер та кризовий центр МНС буде повідомляти сільського голову чи керівництво міста, які саме сегменти будуть затоплені, щоб люди завчасно змогли приготуватись до евакуації, а які сегменти залишаються «сухими» і загрози населенню не буде.

Таким чином, АВПС-Дністер зможе значно підвищити рівень захисту населення від катастрофічних паводків і знизити екологічний ризик тої небезпеки, що постійно виникає у басейнах рік Дністра і Прута, тобто на всій території Івано-Франківської області.

Чи є подібні систем в інших областях України, - або в зарубіжних країнах ? Так, є, але принцип дії, їх точність та оперативність попередження значно нижчі ніж у запропонованій нами АВПС-Дністер.

Закарпаття (обласне управління Держкомводгоспу України) за валюту закупило у м. Дебрецені (Угорщина) систему попередження населення про підтоплення у басейні р. Тиси. Суть її – у вимірювання висоти хвилі підтоплення і швидкості її проходження вздовж русла ріки. Попередження про це передають телефоном у населенні пункти.

Інформаційну систему оповіщення населення про рівень води під час повеней створюють у Чернівецькій області, - повідомляє київська «Газета по-українськи» (№ 150 за 5 жовтня 2010 р.). На це із фондів Європейського Союзу потратять 5,2 млн. євро. Проект реалізують у рамках міжнародної програми «Україна-Румунія-Молдова».

Наш проект АВПС-Дністер більш ефективний і може бути реалізований за кошти у 10 разів менші.

Притік паводкової води з доплав розраховується, наприклад, для р. Лімниці, за формулою:

$$Q_{Li} = N_{Li} \cdot \sigma_{Li} - v_{Li} - f_{Li}, \text{ де} \quad (8.1)$$

Q_{Li} – об'єм паводкової води, що надходить з р. Лімниці у Дністер після зливових дощів у басейні Лімниці, m^3 ;

N_{Li} – кількість опадів від одноразового зливого дощу у басейні Лімниці, за даними метеостанції, яку необхідно установити у с. Осмолода;

σ_{Li} – площа басейну р. Лімниці, m^2 ;

v_{Li} – випаровування з поверхні води у р. Лімниці (в % від Q_{Li}), m^3 ;

f_{Li} – інфільтрація води у підземні горизонти (в % від Q_{Li}).

Для розрахунку висоти підйому паводкової води, наприклад, біля мосту у м. Галич, використовуємо формулу:

$$h = \frac{Q-v-f}{s}, \text{ де}$$

$s \cdot l$

$$Q = Q_{Lu} + Q_{Li} + Q_{Ci} + Q_{D \text{ вих.}} + Q_{Cv}, \text{ де} \quad (8.2)$$

s – площа, що покрита зливовим дощем, m^2 ;

l – довжина допливу, що затоплена паводком;

v – випаровування з поверхні паводкової води в долині Дністра вище гирла р. Лукви;

f – інфільтрація паводкової воли у підземні горизонти (в % від $s \cdot l$);
 h – висота підйому паводкової води біля мосту у м. Галичі.

Для визначення часу приходу паводкової хвилі, наприклад, до мосту у м. Галич використовуємо дані автоматичних гідрологічних постів, які необхідно установити на опорах мостів через рр. Лукву (с. Залуква), Лімницю, Сівку (с.Сівка Войнилівська), Дністер (с. Журавно, Сівка Войнилівська), Свірж.

На наступних рисунках (рис. 8.33-8.42) представлена концепція роботи АВПС-Дністер.

АВТОМАТИЗОВАНА ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНА ПРОТИПАВОДКОВА СИСТЕМА – ДНІСТЕР (АВПС-ДНІСТЕР)

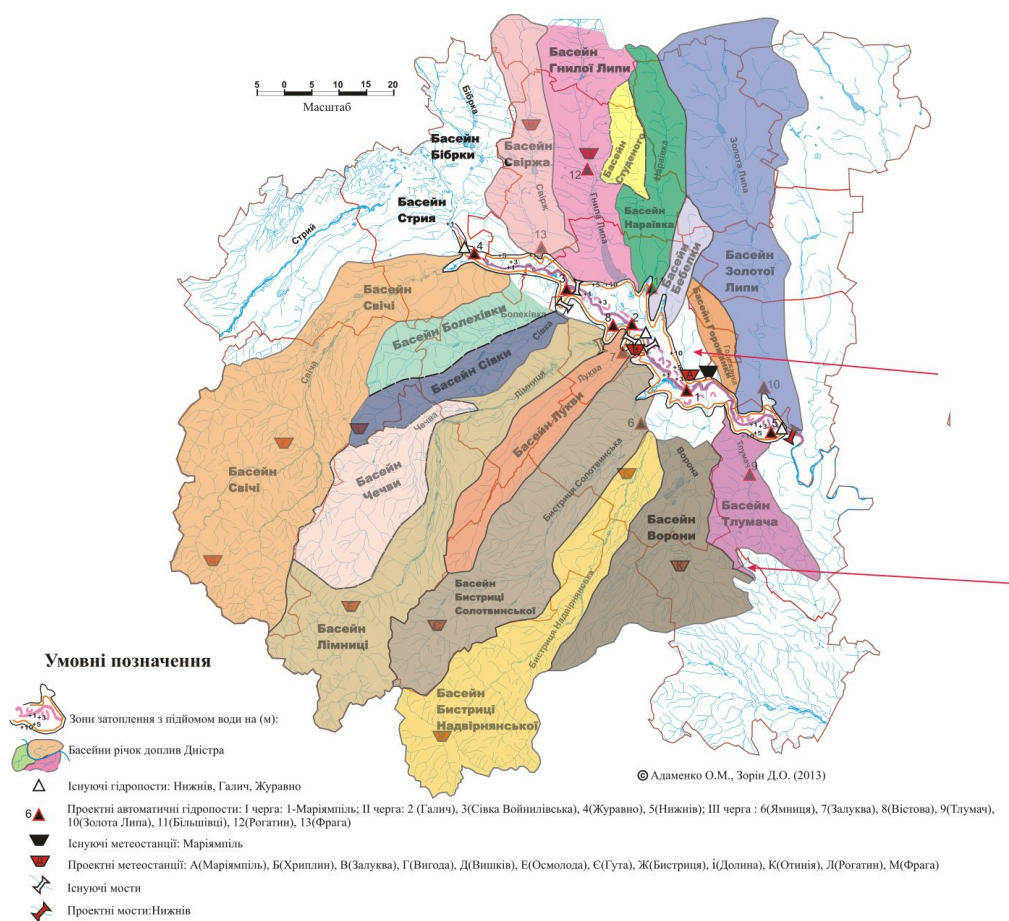


Рис. 8.33. Картографічна модель АВПС-ДНІСТЕР

ЕТАПИ РОЗВИТКУ ПАВОДКІВ

1. Затоплення низької (1 м) заплави (прируслові вали, пляжі, острови) з підйомом води на 1 м над меженним середньомісячним літнім (червень-серпень) рівнем русла р.Дністер (0 м)

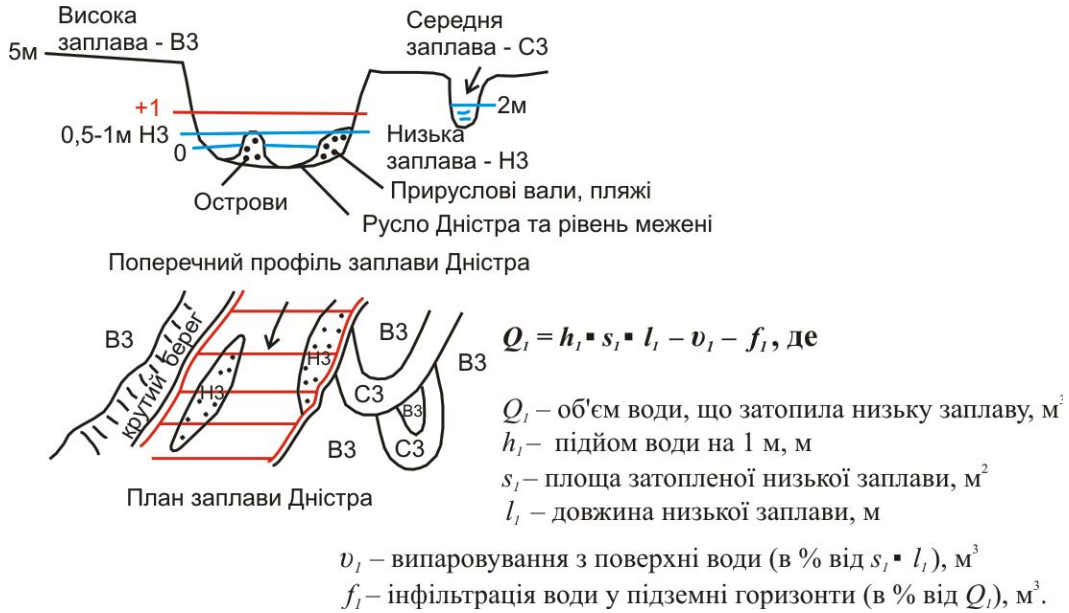


Рис. 8.34.

2. Затоплення середньої (3 м) заплави (стариці) з підйомом води на 3 м над меженним середньомісячним літнім (червень-серпень) рівнем (0 м)

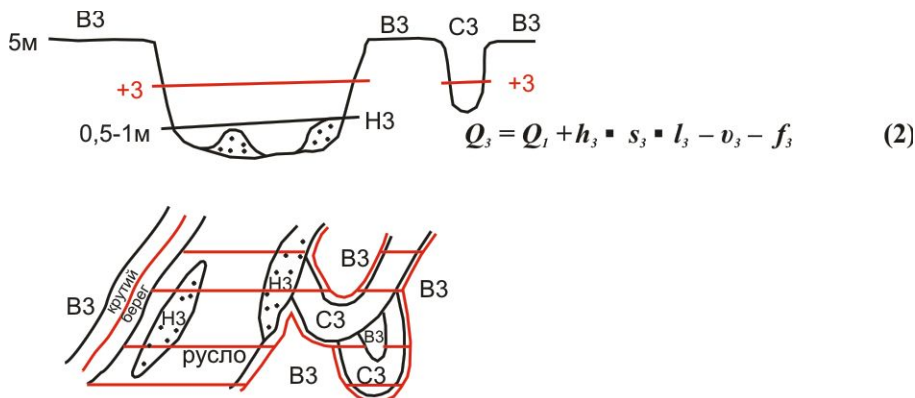


Рис. 8.35

3. Затоплення високої (5 м) заплави з підйомом води на 5 м над межею середньомісячним літнім (червень-серпень) рівнем (0 м)

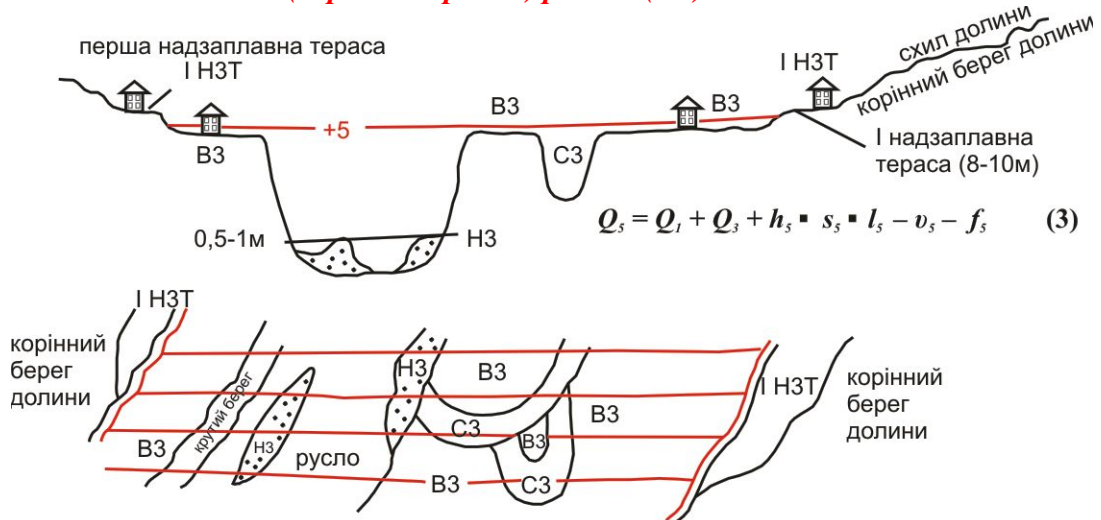
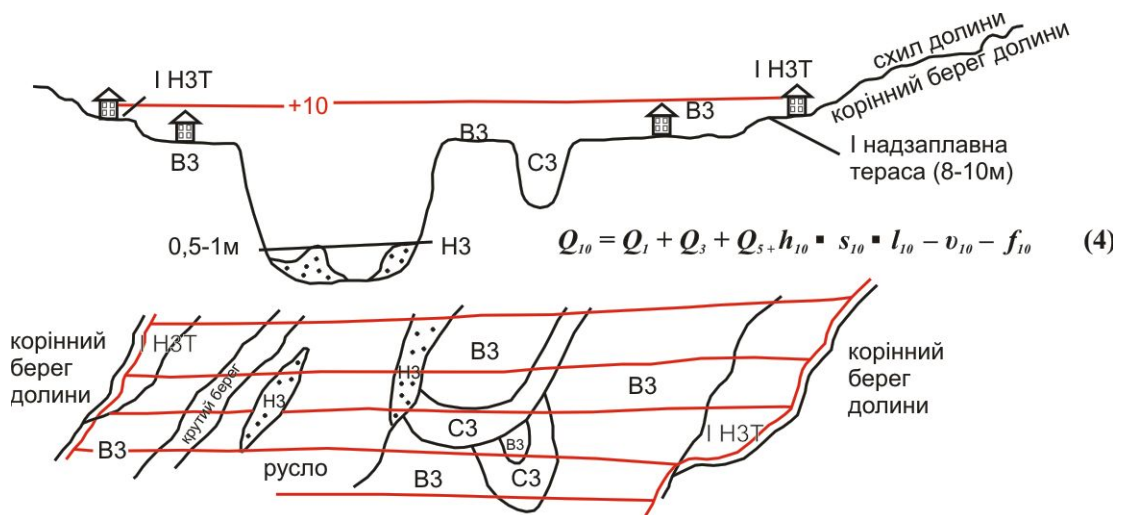


Рис. 8.36

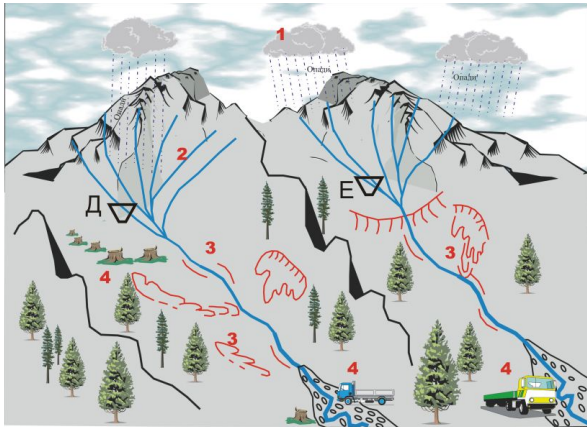
4. Затоплення I надзаплавної тераси (8-10 м) з підйомом води на 10 м над межею середньомісячним літнім (червень-серпень) рівнем (0 м)



Об'єм води у долині Дністра Q_d повинен бути при кожному рівні підйому (h_1, h_3, h_5, h_{10}) збалансованим з поступленням і витоком паводкової води з допливів (притоків) Дністра: рр. Глумача (Q_T), Бистриці (Q_{Bi}), Лукви (Q_{Lu}), Лімниці (Q_{Li}), Сівки (Q_{Si}), Дністра на вході в затоплену озероподібну долину у с. Журавно (Q_{Dvx}), Свіржа (Q_{Sv}), Гнилої Липи (Q_{GL}), Бебелки (Q_{Be}), Горожанки (Q_G), Золотої Липи (Q_{ZL}) і Дністра на виході під мостом у с. Нижнів ($Q_{D \text{ вих.}}$):

$$Q_d = Q_T + Q_{Bi} + Q_{Lu} + Q_{Li} + Q_{Si} + Q_{Dvx} + Q_{Sv} + Q_{GL} + Q_{Be} + Q_G + Q_{ZL} - Q_{D \text{ вих.}}$$

Рис. 8.37



Злива в басейні р. Лімниця
(опади > 100 мм за добу)

р. Лімниця
р. Свічя

Рис. 8.38. Модель формування паводків на північно – східному макросхилі Карпат

Основні причини:

- 1 – надмірні опади,
 - 2 – скупчення води у водозбірних лійках,
 - 3 – стрімке проходження паводка з активізацією небезпечних екзогеодинамічних процесів,
 - 4 – несанкціонований відбір гравію,
 - 5 – вирубка лісів.
- Водозбірна лійка з великою масою води (10 000 м³ і більше), яка зібралась за 1-2 години у верхів'ях ріки. Установка метеостанцій Д (Вишків), Е (Осмолода) -
- Хвиля паводку на правих притоках досягає Дністра за 1 добу
- На бортах долини утворюються зсуви (3), особливо на вирубках лісу (5), а вздовж русла – бокова і донна ерозія, особливо при несанкціонованому відборі руслового гравію (4).

Підйом паводкової води в долині Дністра та 1,2,3 і 4 етапи його затоплення

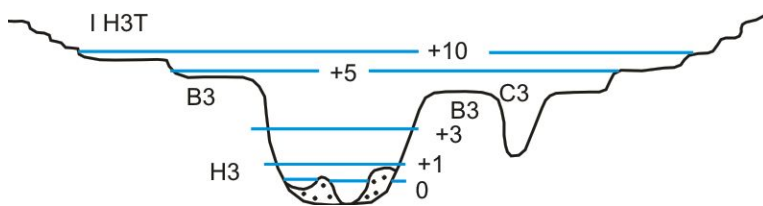


Рис. 8.39

Поступове затоплення низької заплави НЗ (острова, пляжі), середньої заплави СЗ (стариці), високої заплави ВЗ, І надзаплавної тераси І НЗТ та схилів долини при підйомі води відповідно на 1, 3, 5 і 10 м.

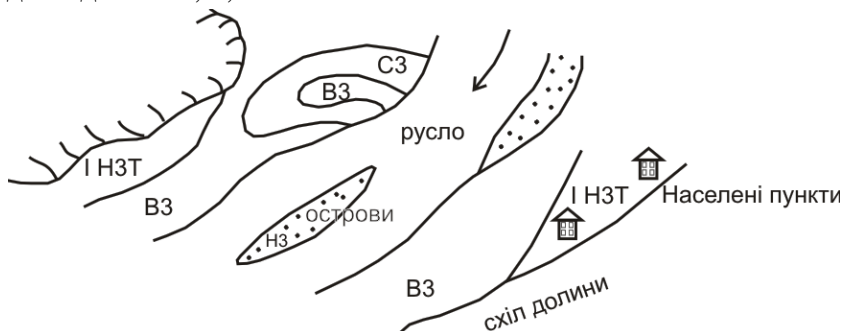


Рис. 8.40

Створення паводкового водоймища в результаті затоплення у долині Дністра низької, середньої та високої заплави, І надзаплавної тераси, схилів долини та підтоплення населених пунктів, де на місцевості на основі топографічної карти та геодезичних робіт необхідно розмітити сегменти населеного пункту, які будуть затоплені при підйомі води на 1, 2, 3, 4 ... 10 м (рис. 8.39).

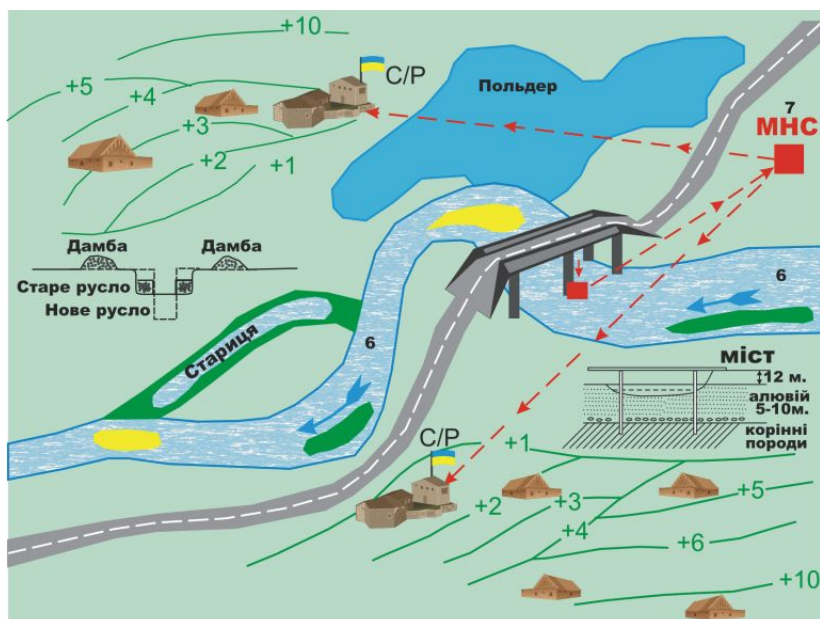


Рис. 8.41. Руслові процеси (6) та автоматизована інформаційно – вимірювана проти паводкова система – Дністер (АВПС – Дністер з оповіщенням населення

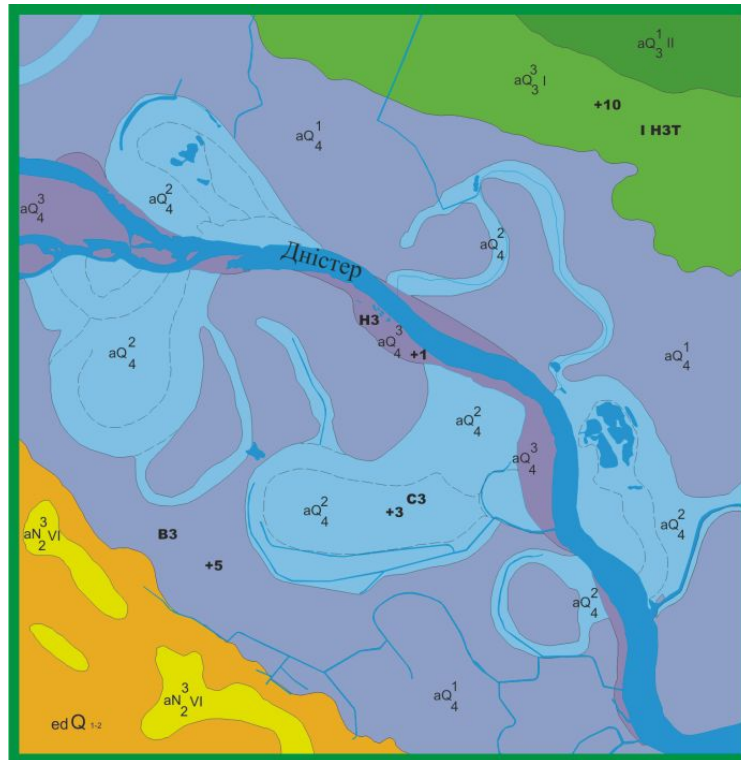


Рис. 8.42. 1,2,3 і 4 етапи затоплення долини Дністра

Усі 3 запроєктовані авторами моделі можуть бути реалізовані в рамках міжнародного проекту за рахунок гранту Європейського Союзу протягом 3-х років. Найбільші затрати будуть пов'язані з закупкою автоматизованих гідрологічних постів та метеостанцій. Але, вважаючи на величезні збитки від катастрофічних повеней, іноді з людськими жертвами, на такі затрати варто піти.

9 ЕКОЛОГІЧНА ОСВІТА ТА ПІДГОТОВКА КАДРІВ

9.1 ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ПІДГОТОВКИ КАДРІВ ВИЩОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНИХ НАУК

9.1.1 Тенденції розвитку екологічної освіти у вищій школі

Історія сучасного етапу розвитку екологічної освіти налічує 25 років. Вперше проблема екологічної освіти була розглянута ЮНЕСКО та Програмою ООН з охорони навколишнього середовища.

У 1972 році Стокгольмська конференція з охорони навколишнього середовища прийняла рекомендацію про створення міжнародної програми з освіти в галузі навколишнього середовища.

Важливими подіями в історії становлення екологічної освіти стали Міжнародна конференція з екологічної освіти в 1975 році в Белграді та Міжурядова конференція з екологічної освіти 1977 року в Тбілісі. Саме Тбіліська конференція прийняла в своїх заключних резолюціях рішення про впровадження у всіх вищих навчальних закладах курсів з охорони навколишнього середовища обсягом 20 годин.

В 70-х роках освіта в галузі навколишнього середовища почалась з натуралістичного руху, через пропаганду охорони природи.

У другій половині 80-х років завдання екологічної освіти набули іншого смислу. Це, насамперед: формування екологічної культури особистості; йде дослідницький пошук й обґрунтування понять "екологічна культура", "екологічна свідомість" та ін.; конкретизуються цілі, принципи екологічної освіти; з'являються нові методи і форми екологічної освіти.

У 90-х роках почався новий етап розвитку освіти в галузі навколишнього середовища.

Значну роль відіграла Конференція ООН в Ріо-де-Жанейро (1992 р.). Ця конференція розширила рамки Тбіліської конференції. Вона задекларувала принцип стабільного розвитку та було прийнято рішення про впровадження екопросвіти серед всього населення. Також були переглянуті світоглядні позиції, визначила загальні принципи, дотримання яких є обов'язковою умовою переходу кожного суспільства до стабільного розвитку.

В Україні були розроблені основи екологічної освіти, які ґрунтуються на основних положеннях Міжнародної стратегії дій в галузі освіти й підготовки кадрів з питань навколишнього середовища. Були розроблені ідеї стабільного розвитку.

9.1.2 Основні напрямки сучасного розвитку екологічної освіти у вищій школі

Проаналізуємо три основних напрямки сучасного розвитку екологічної освіти у вищій школі.

Перший напрямок – це продовження шкільної екологічної освіти. Майбутній спеціаліст будь-якої галузі знань повинний:

- мати світоглядний фундамент, за яким людина є активним учасником процесу розвитку біосфери;

- розуміти, що сучасна світова цивілізація – міцно зв'язаний організм, де локальні процеси впливають на глобальну ситуацію та на локальні процеси в інших регіонах.

Екологічна освіта у вищих навчальних закладах за першим напрямком набула обов'язкового характеру. Незалежно від майбутньої спеціальності студента в навчальних закладах вищої освіти вивчаються багаточисленні курси екологічного напрямку. Це: «Основи екології», «Соціоекологія», «Основи безпеки життєдіяльності» та ін.

Екологічна освіта в Україні має загальнообов'язковий характер. Однак, існує маса невирішених проблем. Система екологічної освіти в державі продовжує бути несистематизованою, слабкою концептуально, неефективною. Часто зміст дисципліни «Соціоекологія» наближається до певного різновиду економічної географії.

Зміст дисципліни «Основи екології» часто залучений до біологічного контексту і продовжує лінію загальної біології.

Останнім часом у вищих навчальних закладах України активно вивчається обов'язкова дисципліна «Безпека життєдіяльності», часто зміст якої повторює курс цивільної оборони з деякими поправками на сучасну екологічну ситуацію.

Перший напрямок екологічної освіти в системі вищої школи має універсальний характер.

Другий напрямок пов'язаний з видом майбутньої діяльності студента. Цей напрямок можна назвати еколого-професійним. В навчальних закладах:

- впроваджуються в практику навчального процесу різноманітні екологічні курси,
- удосконалюються форми екологічної освіти,
- розробляються авторські екологічні програми,
- проводиться значна робота з екологізації гуманітарних, природничих, прикладних, інженерних та інших дисциплін.

У наш час екологічна освіта у ВНЗ узагальнюється і поширюється вкрай недостатньо. Вона часто малоефективна і невідома за межами міста, а то й ВУЗ.

Для сучасного стану освіти в галузі навколишнього середовища характерні ряд суперечностей.

Перша суперечність – це суперечність між рівнем економічного розвитку та темпами деградації природного середовища. Друга суперечність – між фрагментарністю екологічної освіти (існування численних екологічних курсів, екологізації освіти) і відсутністю єдиної цілісної системи освіти в галузі навколишнього середовища для ВНЗ. Третя суперечність – між загальним визнанням значущості освіти в галузі навколишнього середовища та слабким комплексним навчально-методичним забезпеченням екологічної освіти. Третій напрямок розвитку освіти в галузі навколишнього середовища у ВНЗ пов'язаний з підготовкою спеціалістів-екологів. Спеціалісти третього напрямку екологічної освіти мають володіти широким спектром екологічних знань, вмінь, навичок не тільки технічного профілю, але й гуманітарного в таких галузях знань, як економіка, право, політика та ін.

Цей напрямок екологічної освіти у ВНЗ з'явився і почав розвиватися недавно, з появою окремих спеціальностей: «Екологія», «Природокористування», «Біоекологія», «Геоєкологія», «Агроєкологія», «Інженерний захист навколишнього середовища» та ін.

Шляхи та перспективи розвитку екологічної освіти в системі ВНЗ:

1. Загально теоретичний (світоглядний) напрям, за яким майбутній спеціаліст отримує філософський фундамент своєї професійної діяльності. Цей напрямок сприяє формуванню у студентів університетів екологічного світорозуміння.

2. Професійний (інженерно-технічний) напрям, за яким майбутній спеціаліст народного господарства набуває екологічного професіоналізму. Цей напрямок знайомить студентів з арсеналом методів прикладної екології. Екологічна освіта у ВНЗ має здійснюватись в тісному зв'язку з фізичною, хімічною, інженерно-технічною, економічною, юридичною та гуманітарною освітою в процесі вивчення всіх природничих та спеціальних дисциплін.

Екологічна освіта в системі вищої школи впроваджується та розвивається за такою схемою:

1. Базова екологічна освіта студентів на основі вивчення загальних гуманітарних та природничих дисциплін.

2. Самостійний курс з основ екології об'ємом до 32 годин в залежності від профілю факультету.

3. Подальше формування екологічних знань при вивченні спеціальних та прикладних дисциплін, а також прикладних екологічних практикумів.

4. Узагальнення і закріплення екологічних знань в практиці, залучення студентів до науково-дослідної роботи з екологічної тематики.

5. Використання усвідомлених екологічних знань при дипломному проектуванні.

Протягом останніх років екологічна освіта розширює свої межі з появою нових перспективних напрямків діяльності – екологічний менеджмент, екологічне право, соціоекологія, інженерний захист навколишнього середовища та ін.

Аналіз напрямків розвитку екологічної освіти свідчить, що досі йде пошук її концептуальних основ.

9.2 КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ІФНТУНГ У ВИРІШЕННІ ОСВІТЯНСЬКИХ ТА НАУКОВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

В умовах реформування вищої освіти в Україні пріоритетна увага має надаватися підготовці нової генерації кадрів – національної еліти, яка здатна оволодіти новою освітньо-світоглядною парадигмою національно-державного творення, гуманного піднесення самодостатньої особистості фахівця. Однією з передумов вирішення цього надзвичайно важливого і складного завдання є підвищення рівня культури, зокрема через опанування майбутніми фахівцями екологами ґрунтовними психолого-педагогічними знаннями, уміннями і навичками вирішення науково-технічних питань захисту довкілля.

Сучасний етап розвитку людської цивілізації посилює вимоги до наукової компетентності фахівця з вищою освітою. Він повинен уміти творчо мислити, самостійно поповнювати свої знання, орієнтуватися у бурхливому потоці наукової інформації. Необхідність підвищення рівня наукової підготовки є характерною ознакою сьогодення і в галузі професійної діяльності.

Процес підготовки нової генерації фахівців, здатних позитивно впливати на суспільний розвиток, потребує зростання якості знань, збереження національної культури, озброєння основами професійної майстерності. У зв'язку з цим відбувається суттєве оновлення професійно-педагогічної підготовки майбутніх фахівців. Це оновлення стосується питань філософсько-методологічного, наукового і методичного забезпечення, підґрунтям яких є демократизація та гуманізація національної освіти. Стандартизація та комп'ютеризація сфер життя вимагає істотних змін щодо усталених позицій, які склалися в різних галузях.

Екологічна освіта в Івано-Франківському інституті нафти і газу (ІФІНГ) з 1988 р. (рис. 9.1), а в Україні з 1985 р. (рис. 9.2) – розвивалась у три етапи: перший – пробні курси «Основ екології» для деяких спеціальностей, другий – це поширення дисципліни «Основи екології» на усі спеціальності вищих навчальних закладів і третій – підготовка фахівців (бакалаврів-спеціалістів-магістрів) з екології та охорони навколишнього середовища. Відповідно до цих етапів у нас, в ІФІНГ, а потім в державному, і нарешті в національному технічному університеті нафти і газу (ІФНТУНГ), відбувалась зміна кафедр: перший етап екологічної освіти ми проходили на кафедрі теоретичних основ геології, другий – на кафедрі інженерної екології та загальної геології і третій – на кафедрі екології (рис. 9.1, 9.2).

Кафедра теоретичних основ геології (ТОГ). Вона була створена в ІФІНГ у 1988р. з ініціативи доктора геолого-мінералогічних наук, професора Веніаміна Михайловича Клярівського на базі кафедри загальної геології і проіснувала до 1992 р. Назву запропонував перший проректор кандидат геолого-мінералогічних наук, професор Василь Петрович Степанюк. В 1992р. ця кафедра була перетворена в кафедру інженерної екології та загальної геології. В березні 1988р. завідувачем кафедри ТОГ обрали доктора геолого-мінералогічних наук, професора О.М.Адаменка.

Колектив був не маленький, а не вирішених проблем було багато. Перш за все з'ясувалось, що з ряду дисциплін не має методичних розробок, інші не забезпечені підручниками у достатній кількості. До весни 1989р. були ліквідовані усі недоліки. Але найбільша проблема була з польовими навчальними практиками – ознайомчою після першого курсу і зйомочною – після другого. На кафедрі йшли безкінечні дискусії і спори, де і як проводити ці практики: у Криму чи в Карпатах? Врешті-решт ректору Б.Г. Тарасову набридли ці спори і їздити в Крим нам заборонили, бо не має коштів.

Повернемось до екології, як обов'язкової дисципліни для всіх спеціальностей, про що згадувалось вище. Ректор схвально поставився до пропозиції О.М.Адаменка. Він запропонував, щоб у травні 1989р., коли вносять зміни до робочих навчальних планів (РНП), О.М. Адаменко загітував кількох завідувачів випускних кафедр додати дисципліну «Основи екології» у варіативну частину РНПів, якщо хтось згодиться. Щоб була згода, допоміг

перший проректор з навчально-методичної роботи В.П.Степанюк. І на кількох спеціальностях з 1989-1990 навчального року кафедра почала читати цей новий курс. Більше того, В.П.Степанюк запропонував активно зайнятись науково-дослідними роботами в природоохоронній галузі. І тоді, на базі наукових розробок, виростуть кадри, ІФІНГ набуде певного досвіду і можна буде навіть відкрити нову спеціальність з екології.

З осіннього семестру О.М. Адаменко почав читати курс «Основи екології» для чотирьох спеціальностей факультету автоматизації та економіки (ФАЕ). Решта випускних кафедр поки що утримались. Студенти проявили неабиякий інтерес до екологічних проблем, задавали масу питань, приносили різні книги і журнали. Приблизно половину семестру О.М. Адаменко читав лекції для потоку у 150 чоловік. Всього було заплановано 18 лекцій – 36 годин. А потім він вирішив піти на експеримент: запропонував кожному із студентів написати реферат на тему: «Екологічна ситуація того місця (міста, села, району), де я живу, або звідки я приїхав до Івано-Франківська». Через тиждень, на наступній лекції, викладача «завалили» матеріалами. Прийшлося з кожним розбиратись окремо, проводити консультації не тільки у відведений на це час, а й на кафедрі, у коридорах і навіть на лавочках вздовж скверу перед корпусом геологорозвідувального факультету. В результаті отримано цілу гору рефератів з дуже цікавим фактичним матеріалом, який потім використовувався на лекціях і в науковій роботі.

Так продовжувалось до весни 1992р., а з осіннього семестру 1992-1993 навчального року кафедра ТОГ перетворилась в її наступницю.

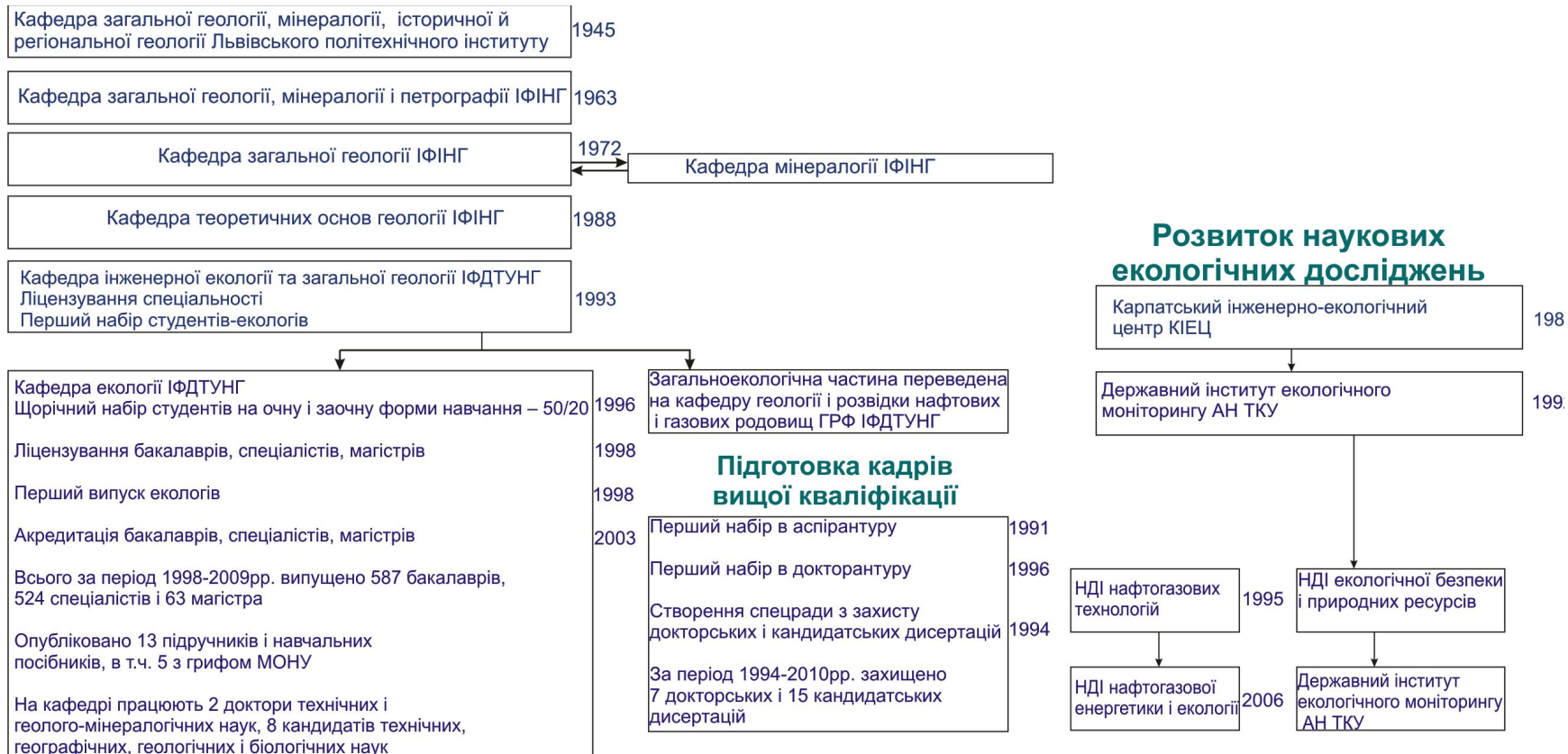


Рис. 9.1. Розвиток екологічної освіти в ІФНТУНГ

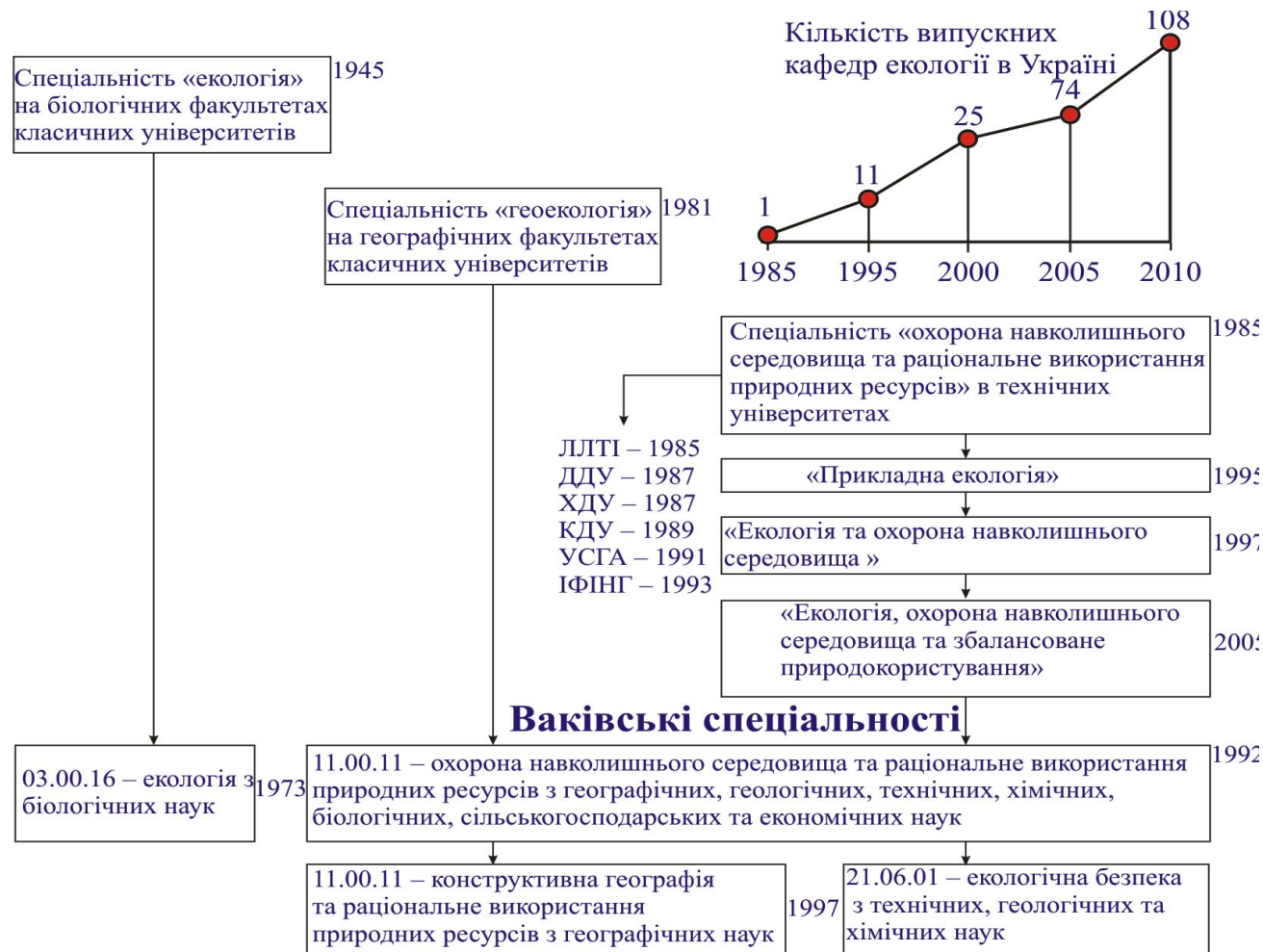


Рис. 9.2. Розвиток екологічної освіти в Україні

Кафедра інженерної екології та загальної геології (ІЕЗГ). Курс «Основи екології» став настільки популярним, що був введений у робочі навчальні програми усіх 18 спеціальностей ІФІНГ. Це дало приріст годин і збільшило штат кафедри на кілька одиниць. Ректор перетворив кафедру теоретичних основ геології в нову кафедру інженерної екології та загальної геології, яка проіснувала недовго і з 1995-1996 навчального року піднялась на нову ступінь – кафедру екології. В.П.Степанюк привіз з Краківської гірничо-металургійної академії навчальні плани екологічних спеціальностей. Там вони були не самостійними, а додатковими до існуючих традиційних спеціальностей. Наприклад, студент отримував фах інженера-буровика, а з четвертого курсу йому додатково читали курси екологічного циклу. І він набував знань з буріння та охорони середовища. Те ж саме було і на інших спеціальностях: інженер з геології (чи геофізики) та охорони середовища. Тобто, на кожній випускній кафедрі чи факультеті до назви спеціалісті додавалось: «та охорони середовища». Для чого? Чому не було окремої спеціальності з екології?

Польські колеги вважали, що це потрібно, щоб не було проблем з працевлаштуванням, бо екологія як навчальна дисципліна і виробнича діяльність ще не була сформована. Крім того, при такому варіанті майбутній фахівець буде знати конкретну спеціальність і проблеми охорони навколишнього середовища у цій галузі. В інших зарубіжних країнах, навчальні плани яких вдалось отримати (тоді ще не було INTERNETу), наприклад, у ФРН, Канаді, Італії, США та інших, були різні варіанти: такі ж як у Польщі, а також і самостійні спеціальності – інженерія середовища або щось подібне до цього. Термін «екологія» там уникали використовувати, бо він був вочиною біологів, а більше схилились до «інвайронментологія» (від англійської environment – навколишнє середовище, довкілля).

В Україні вже були перші кафедри цього напрямку (рис. 9.2). Дніпропетровський державний університет перетворив кафедру фізичної географії на кафедру геоекології та фізичної географії. Її очолив доктор географічних наук, професор Григорій Васильович Пасічний. В Харківському державному університеті таку ж випускню кафедру створив доктор географічних наук, професор Володимир Юхимович Некос. Але безсумнівним лідером в екологічній освіті був ректор Львівського лісотехнічного інституту доктор сільськогосподарських наук, професор Володимир Опанасович Кучерявий. Він читав особисто «Загальну екологію» вже кілька років, випустив конспект лекцій і очолив Науково-методичну комісію Мінвузу України з охорони природи. Від ІФІНГ до цієї комісії входив завідувач кафедри охорони праці та безпеки життєдіяльності кандидат технічних наук, доцент Георгій Миколайович Лисяний. Разом з В.І. Петряшиним і Б.Г.Тарасовим вони написали підручник з охорони довкілля у нафтогазовидобувній галузі.

Зі згоди Г.М.Лисяного усе, що стосувалось навчального процесу з екологічного напрямку, було передано на кафедру ІЕЗГ. На жаль не всі викладачі – кандидати наук, доценти кафедри ІЕЗГ захотіли міняти свій геологічний профіль на екологію. Тому читання курсів «Основи екології» довелось доручати молодому поколінню – більш активному і рухомому. Це були А.А.Пилипенко, О.Р.Стельмах, Л.В.Горбунова, Я.О.Адаменко. О.М. Адаменко разом з ними пройшов стажування на кафедрі В.О.Кучерявого, були підготовлені відповідні конспекти лекцій і ... екологізація усіх спеціальностей ІФІНГ почалась.

Потужний осередок з екологічної освіти утворився на географічному факультеті Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка, де тоді працювали кандидат географічних наук, доцент Микола Миколайович Падун, доктор геолого-мінералогічних наук, професор Георгій Олексійович Білявський та ін. У 1993р. Г.О.Білявський, М.М.Падун і Р.С.Фурдуй випустили перший в нашій державі підручник «Основи загальної екології» українською мовою. Це було істотне досягнення у розвитку екологічної освіти.

«Основи екології» як самостійну, але поки що не обов'язкову дисципліну, почали впроваджувати і в технічних вузах: крім ІФІНГ і Львівського лісотехнічного інституту, вона з'явилась в Рівненському – водного господарства (М.О.Клименко), Національному університеті «Львівська політехніка» – (Я.М.Гумницький, М.С.Мальований), Київському авіаційному (Г.М.Франчук), Донецькому політехнічному (А.І.Панасенко, Б.С.Панов), Запорізькому індустріальному (М.О.Павленко), Сумському державному та аграрному університетах (А.Г. Мельник, Л.Д.Пляцук) та багато-багато інших. Технічні вузи привнесли

трохи інше забарвлення в екологічну освіту. Вони приземлили «високі» теоретичні положення екології до конкретних галузей народного господарства. Так з'явилися не зовсім благозвучні для біологів терміни: екологія енергетики, екологія машинобудівної галузі, екологія гірництва і т.д. Зрозуміло, що це – інженерія середовища, вплив тої чи іншої галузі на стан довкілля та методи його стабілізації і зменшення. Але біологи активно заперечували проти такого використання терміну «екологія».

Кафедра ІЕЗГ стала кафедрою загальноінститутського користування після акредитації інституту у 1993р. і зміною ректорів. Цей дуже важливий крок вніс новий поштовх у розвиток ІФІНГУ. Замість Б.Г. Тарасова ректором став Є.І. Крижанівський.

На нового ректора відразу ж навалилися складні проблеми. Це був період, коли бюджетне фінансування освіти різко зменшилось, викладачі не отримували зарплати, інфляція купоно-карбованців швидко зростала і досягла 15 000 %. Все продавалось і купувалось за мільйони, справжня ціна яких була мізерною. Цукор, олія, борошно, інші продукти, труси, колготки, шкарпетки та інший ширпотреб відпускали в магазинах лише по талонах. Люди масово виїжджали до Польщі, Китаю, Туреччини, скуповували там товар і перепродавали на наших тротуарних ринках. Це був так званий човниковий бізнес.

І так рятувалось багато людей, в тому числі і викладачі ІФІНГ. Ось за таких умов почав діяти новий ректор. Восени 1993р. до інституту приїхала комісія міністерства проводити атестацію на IV рівень акредитації. Але це була не просто перевірка відповідності наших кафедр певному рівню. Комісія повинна була вирішити і подальшу долю інституту. А проблема була в тому, що керівництво іншого Івано-Франківського ВНЗ мало бажання «підм'яти» наш інститут, створивши в місті єдиний класичний університет, в якому поєднати класичний, технічний і медичний інститути. Тому у нас відбувалась не тільки атестація, а ще й вирішувалось це трагічне для нашого колективу питання. Комісія розійшлась на кілька днів по кафедрах і врешті-решт переконалась, що ми відповідаємо IV рівню акредитації. Ректор приклав не мало зусиль, щоб підключити керівників крупних нафтогазових організацій України – «Укргазпром», «Укргазпроект», «Укрнафтогазбуд», «Укртрансгаз», Держкомітет з геології України та інші, щоб відстояти самостійність єдиного в Україні нафтогазового вузу. А це було важко, бо навіть місцева влада іноді схилилась до об'єднання. Але справедливість перемогла і ми відбилися від неоправданих претензій наших сусідів на гегемонію.

Більше того, ректор зумів добитись у міністерстві і уряді більш високого статусу для нашого вузу і у 1994р. він став Івано-Франківським державним технічним університетом нафти і газу (ІФДТУНГ). Кафедра ІЕЗГ теж достойно пройшла всі перевірки і навіть було виказане побажання відкрити підготовку інженерів – екологів з прикладної екології для нафтогазової галузі.

Кафедра екології. У березні 1995р. кафедра інженерної екології та загальної геології разом з Інститутом екологічного моніторингу вже набули певного досвіду, стали відомими не тільки на Прикарпатті і в Україні, а й за кордоном. З 1993 р. почався прийом студентів на спеціальність «охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів» (скорочено ОС), потім вона стала називатись «прикладна екологія» – (ПЕ), а зараз «екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (скорочення залишили попереднє – ПЕ). Велику роль у ліцензуванні спеціальності ОС у 1993р. відіграв кандидат хімічних наук, доцент І.М. Смоленський. Він ініціював відкриття підготовки інженерів-екологів, збирав заяви від підприємств – майбутніх замовників на молодих спеціалістів, кілька разів «матався» у міністерство екології та природних ресурсів, де тоді міністром був Юрій Іванович Костенко. Була підтримка на різних рівнях і нову спеціальність відкрили.

Важливу роль у цьому зіграв голова Науково-методичної комісії з екологічної освіти Мінвузу України Г.О. Білявський, в той час професор Київського університету ім. Т.Г.Шевченка, що змінив на цьому посту професора В.О.Кучерявого. О.М. Адаменко і Г.І.Рудько у 1997-1998рр. написали перший в Україні підручник «Екологічна геологія». Г.О.Білявський постійно консультував їх і посприяв отримати міністерський гриф на

підручник. До 2012 р. було створено 18 інших підручників (рис. 9.3). Ось як писала газета «Галичина», про нову спеціальність і екологічну освіту взагалі.



Рис. 9.3. Підручники кафедри екології ІФНТУНГ

Нова спеціальність – еколог

В Івано-Франківському інституті нафти і газу відкривається набір на спеціальність «охорона навколишнього середовища і раціональне використання природних ресурсів».

Майбутні інженери-екологи зможуть працювати в обласних державних управліннях та районних і міських інспекціях Мінприроди, в Радах народних депутатів та державних адміністраціях різного рівня — від села до столиці, заступниками головних інженерів з екології на нафтогазових підприємствах, в енергетиці, лісовій, хімічній, машинобудівній, приладобудівній та сільськогосподарській галузях, у науково-дослідних інститутах, акціонерних товариствах, приватних фірмах.

Підготовка інженерів-екологів організована на базі кафедри теоретичних основ геології і екології та Інституту екологічного моніторингу Академії наук технологічної кібернетики України під керівництвом академіка Міжнародної Академії наук, технологій та інжинірингу, доктора наук, професора Олега Адаменка. Серед майбутніх викладачів — відомі вчені-екологи і виробничники доктор наук Георгій Рудько та академік Юрій Туниця зі Львова, професор Пітер Йордан з Австрії, член-кореспондент АН України Леонід Руденко з Києва, академік Мартон Печі з Будапешта та інші. Передбачено стажування студентів-екологів у Міжнародному центрі екологічних досліджень (Брно, Чехія) та інших зарубіжних країнах.

Планується відкриття підготовки екологів за заочною формою навчання, а також міжвузівської для Західного регіону України спеціалізованої вченої ради для захисту докторських і кандидатських дисертацій з екологічних спеціальностей.

«Галичина», 15 червня 1997р.

У березні 1995р. О.М. Адаменко запропонував ректорові Є.І.Крижанівському: 1) перетворити Державний інститут екологічного моніторингу Академії наук технологічної кібернетики України в Науково-дослідний інститут екологічної безпеки та природних ресурсів (НДІ ЕБПР) і підпорядкувати його університетові як структурний підрозділ; 2)

розділити кафедру інженерної екології та загальної геології на дві частини: одну із них перетворити на нову випускную кафедру інженерної екології (пізніше Р.М.Рудий запропонував називати її кафедра екології), а другу – загальногеологічну частину приєднати до кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ, а пізніше відновити кафедру загальної геології або теоретичних основ геології; 3) створити на базі кафедри екології і геодезії новий факультет, який назвати інженерно-екологічним.

Усі три пропозиції знайшли підтримку у ректора. Він запропонував НДІ ЕБПР створювати вже, а кафедру екології і новий факультет – з нового навчального року. На посаду майбутнього декана ректор запропонував кандидата технічних наук, доцента Романа Михайловича Рудого, який в той час завідував кафедрою геодезії і завершував докторську дисертацію з аерофотограмметрії. З 2006 р. факультет очолює кандидат технічних наук, доцент Олег Миколайович Мандрик, а кафедру екології з 2007 р. – доктор технічних наук, професор Ярослав Олегович Адаменко.

Ніяка екологічна освіта без екологічної науки неможлива, «безплідна». Який же внесок зробила кафедра екології в екологічну науку та захист довкілля?

Починаючи з 1976 р., ІФНТУНГ (тоді – ІФІНГ) проводить екологічні дослідження:

1976-1989 рр. – еколого-геохімічні роботи для забезпечення герметичності підземних сховищ газу з метою запобігання проникнення його в навколишнє середовище за рахунок фінансування Мінгазпрому СРСР (Богородчанське в Івано-Франківській, Червоні Партизани у Чернігівській областях, Сухиничі в Білорусі, Шауляй у Литві);

1978-1984 рр. – інженерно-екологічні дослідження зсувів у Карпатах для забезпечення експлуатаційної надійності магістральних нафтогазопроводів;

1984-1988 рр. – О.М.Адаменко, працюючи в АН Молдавської РСР, за завданням Кабміну Міністрів цієї республіки, розробив «Довгострокову програму охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів Республіки Молдови на період до 2005 р.», яка була прийнята Верховною Радою республіки. Це дало певний досвід для розгортання екологічних робіт на Прикарпатті.

1989-1992 рр. – О.М.Адаменко створив перший в Україні Карпатський інженерно-екологічний центр (КІЕЦ) у складі Головного планово-економічного управління Івано-Франківського облвиконкому, який фінансувався за рахунок дольової участі підприємств-забруднювачів довкілля. Була виконана екологічна паспортизація 60 підприємств Івано-Франківщини;

1992-1995 рр. – О.М.Адаменко на базі КІЕЦ створив незалежний Державний інститут екологічного моніторингу (ДІЕМ) АН технологічної кібернетики України, який за замовленням Міністерства охорони навколишнього природного середовища України, разом з іншими організаціями брав участь у розробці СЕМ «Україна» - системи екологічного моніторингу нашої держави.

1993 рр. – створена випускна кафедра екології під керівником О.М.Адаменка, яка за період до 2011 р. підготувала 500 інженерів-екологів, із них 12 уже стали кандидатами наук. В спеціалізованій вченій раді ІФНТУНГ та радах Києва, Харкова, Чернівців, Львова і Сімферополя аспірантами і докторантами кафедри екології захищені дисертації: 5 докторських – під керівництвом О.М.Адаменка, 2 – під керівництвом Г.І.Рудька, 18 кандидатських – під керівництвом О.М.Адаменка, 5 – під керівництвом Я.М.Семчука і 3 – під керівництвом Г.І.Рудька. Наші випускники М.М. Приходько, Д.О. Зорін і О.Р. Манюк працюють доцентами на кафедрі екології. О.М.Адаменко кілька років працює в Державній Акредитаційній Комісії України та Науково-методичній і Науково-технічній радах з екології Міносвіти і науки, молоді та спорту України;

1995 р. – на базі ДІЕМ в структурі ІФНТУНГ створено НДІ екологічної безпеки і природних ресурсів (НДІ ЕБПР) та інженерно-екологічний факультет. Розроблено КСЕБ – комп'ютеризовану систему екологічної безпеки, методика якої прийнята Мінприроди України;

1995-2011 рр. – за рахунок грантів виконано 9 міжнародних проектів (а всього було подано 49 проектів-запитів у різні організації):

- Демонстраційний проект ОВНС – оцінки впливів на навколишнє середовище – розробки Пасічнянського нафтогазоконденсатного родовища у Карпатах – виконаний під керівництвом Я.О.Адаменка за рахунок федерального бюджету США, в рамках програми Кучма-Гор, разом з Агенцією охорони середовища США та іншими організаціями. Матеріали цього проекту використані для нових Державних будівельних норм ДБН-А.2.2.-1.2003, а також для доповнень і змін до 30 статей 5 законів України («Про інформацію», «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про екологічну експертизу», «Про інвестиційну діяльність», «Про місцеве самоврядування») і тексту Постанови КМ України «Порядок проведення громадських слухань з питань об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку»;

- Проект «Залежність здоров'я населення м. Івано-Франківська від екологічних чинників» - проект фінансовано Світовим банком, виконаний під керівництвом О.М.Адаменка. В результаті на території міста виявлено 12 мікрорайонів з різним екологічним станом, що потрібно враховувати у Генплані міста і при оцінці вартості землі під забудову. На жаль, міська влада до цього часу не скористалась нашими рекомендаціями;

- Трансформаційні процеси в долині Дністра – проект виконано під керівництвом О.М.Адаменка за рахунок фінансування Міністерства освіти, науки, досліджень і технологій ФРН. Розроблені пропозиції з природо-заощадливого земле-, водо- і лісокористування;

- Наукове обґрунтування міждержавного біосферного резервату «Гуцульські Альпи» разом з Румунією – за рахунок фінансування програми FARE CREDO Європейського Союзу;

- Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії – разом з Радомською політехнікою (Польща) за їх рахунок;

- Проект TACIS «Вдосконалення транскордонної системи збереження природи Верховини» за рахунок фінансування Європейського Союзу. Обґрунтовано створення Верховинського національного природного парку.

- Старуня – майбутній еколого-туристичний центр «Парк льодовикового періоду» - спільний проект ІФНТУНГ, Краківської гірничо-металургійної академії за рахунок фінансування товариства «Геосфера» (Польща) та інші міжнародні проекти, в т.ч. зі Швецією і Францією.

2001-2010 рр. – розроблені КСЕБ – комп'ютеризовані системи екологічної безпеки на кількох ієрархічних рівнях з використанням сучасних ПС-технологій:

- Карпатського регіону – на замовлення Управління заповідної справи Мінприроди України;

- Івано-Франківської, Закарпатської, Львівської, Тернопільської та Чернівецької областей – за рахунок держбюджетного фінансування Міносвіти та науки України;

- Території діяльності ВАТ «Івано-Франківсьцемент» - за рахунок фінансів цього підприємства;

- Долинського, Снятинського, Галицького, Богородчанського і Тисменицького районів – за рахунок Івано-Франківського обласного фонду охорони навколишнього середовища;

- Гусятинського, Кременецького, Шумського, Чортківського, Борщівського і Заліщицького районів Тернопільської області – замовлення ОДА;

1999-2006 рр. – виконані ОВНС – оцінки впливів на навколишнє середовище для проектів розробки Гвіздецького, Луквинського, Пнівського, Космацького, Рудавецького, Пасічнянського, Микуличинського, Мельничанського, Південно-Монастирецького, Іваниківського, Орів-Уличнянського, Старосамбірського, Східницького, Стрільбичського, Новосхідницького, Бориславського нафтогазових родовищ для Надвірнянського і Бориславського НГВУ за замовленнями ВО «Укрнафта»;

- ОВНС гірськолижного туристично-рекреаційного комплексу «Буковель»;

- ОВНС рекреаційно-туристичного використання гори Говерли;

- ОВНС траси і трампліну для фрістайлу біля спортбази «Заросляк»;

- ОВНС малої ГЕС на р. Прут вище смт. Ворохти;

- ОВНС повітряної лінії електропередач 110кВ для зовнішнього електропостачання курорту «Буковель».

Усі 5 проектів виконані Я.О.Адаменко на замовлення ПП «Скарзенера»;
 – ОВНС нового золошлаковідвалу для Бурштинської ТЕС (Я.О.Адаменко) – на замовлення ДЕГК «Західенерго».

В 2006 р. О.М.Адаменко, М.О.Данилюк і В.П. Петренко у складі робочої групи Івано-Франківської обласної ради розробили маркетингову стратегію розвитку туристичної індустрії в області, зокрема виконано екологічне районування території з різним ступенем екологічної безпеки. У 2011 р. кафедра екології розробила «Програму охорони навколишнього природного середовища, раціонального природокористування та забезпечення екологічної безпеки Івано-Франківської області на період до 2015 року», яку затвердила сесія Івано-Франківської ради.

Наукові та виробничі розробки кафедри екології стали основою для написання наукових монографій (рис. 9.4-9.7), а з 2010 р. виходить фаховий журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування». Вже вийшло п'ять чисел.

А якою є кафедра екології тепер?

Перш за все на кафедрі успішно діє Наукова школа професора О.М. Адаменка

Основними розробками якої є:



Рис. 9.4. Монографії кафедри екології ІФНТУНГ



Польсько-український проект «Старуна – майбутній парк льодовикового періоду» (2004р.)

Фінансування польським науковим товариством «Сесифор»

Старуна, це національний пам'ятник природи, який у 1997р. була оголошена найбільш цінною пам'яткою природи України. У 1997р. у рамках цього проекту було створено Національний парк льодовикового періоду. У 1997р. у рамках цього проекту було створено Національний парк льодовикового періоду. У 1997р. у рамках цього проекту було створено Національний парк льодовикового періоду.

Українсько-польський проект «Відновлення високотривалої обсерваторії на горі Піп Іван» (1996р.)

Фінансування – Варшавська політехніка

У червні 1996р. ініціативу професора Варшавського університету Яна Сисельського з метою відновлення обсерваторії на горі Піп Іван прийняв уряд України. У червні 1996р. ініціативу професора Варшавського університету Яна Сисельського з метою відновлення обсерваторії на горі Піп Іван прийняв уряд України.

ПРОЕКТ ЮНЕСКО «Трансформаційні процеси в басейні Верхнього Дністра» (1997-2001рр.)

Фінансування за рахунок Міністерства освіти, науки, досліджень і технологій ФРН

Для Європи великою була проблема екологічної рівноваги басейну річки Дністер, що розробила міжнародна команда дослідників. Для Європи великою була проблема екологічної рівноваги басейну річки Дністер, що розробила міжнародна команда дослідників.

Румунсько-український проект FARE CREDO «Обґрунтування міждержавного (білатерального) біосферного резервату «Гуцульський Альпи» (1999-2003рр.)

Фінансування – грант Європейського Союзу

У рамках дослідження проекту було обґрунтовано величезну площу природоохоронних територій у південній частині Румунії і України. У рамках дослідження проекту було обґрунтовано величезну площу природоохоронних територій у південній частині Румунії і України.

ПРОЕКТ TACIS, ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ «Вдосконалення транскордонної системи збереження природи Верховини» (2001-2003рр.)

Фінансування – ЄС

Проект складався із блоків: інвентаризації біологічного і геологічного надбання, створення системи екологічного управління, створення зони інформаційно-екотурнізму в Румунії та Івано-Франківській області України. Проект складався із блоків: інвентаризації біологічного і геологічного надбання, створення системи екологічного управління, створення зони інформаційно-екотурнізму в Румунії та Івано-Франківській області України.

Українсько-польський проект «Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії» (1999-2001рр.)

Фінансування: Разомська політехніка (Польща)

Ще на етапі розробки в 1999 р. між Польським агентством економічного розвитку (PARP) Івано-Франківським інститутом енергетики ІНТЕГ-ІНТ і польським інженерним бюро енергії, щою спеціалізується на екологічній енергетиці. Ще на етапі розробки в 1999 р. між Польським агентством економічного розвитку (PARP) Івано-Франківським інститутом енергетики ІНТЕГ-ІНТ і польським інженерним бюро енергії, щою спеціалізується на екологічній енергетиці.

Рис. 9.5.



НАУКОВІ ТА НАВЧАЛЬНІ ПУБЛІКАЦІЇ

ГЕОЕКОЛОГІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ КАРПАТ І ПОДІЛЛЯ НА ОСНОВІ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНОГО АНАЛІЗУ



Мищенко Л.В. Геоєкологічне районування: наукова монографія за редакцією О.М. Адамченка / Л.В. Мищенко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 408 с., кольорова карта та іл.

Розв'язуючи ідеї П.Г. Шпенцера і Л.Л. Маллишевої про необхідність геоекологічного районування не тільки території України на національному рівні, ає вони запропонували у арбітумі масштабів, а в її регіоні, області, районі, населених пунктах та природно-заповідних об'єктах на регіональному, локальному і об'єктовому рівнях, Л.В. Мищенко виконала що, досить складну, задачу.

Але для цього їй довелося вивчити велику територію Карпатського регіону, Західного Поділля і, частково, Полісся на 1441 геоекологічному полігоні – відібрати проби ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря і рослинності; проаналізувати ці проби на вміст різних забруднювачів – важких металів, радіоактивних, пестицидів, нафтопродуктів, калієвих мінеральних добрив, фенолів та ін.; побудувати з допомогою геоінформаційних технологій та програмного забезпечення – електронні (комп'ютерні) бази даних, а на їх основі – еколого-техногенні карти та карти сучасної екологічної ситуації на підвоєнних ієрархічних рівнях.

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА ГІДРОЕКОСИСТЕМ



Архипова Л.М. Природно-техногенна безпека гідроєкологічних систем. Монографія. Івано-Франківськ: Видавництво ФІНТУНГ, 2011. – 366 с.

Автором оброблено новий науковий напрям «конструктивна гідроєкологія», що досліджує гідроєкологію з позицій природно-техногенної безпеки, базуючись на геоекологічному підході. Розроблено класифікацію антропогенних впливів на гідроєкологію. Запропоновано ієрархічну класифікацію природно-техногенних гідроєкологічних систем за їх розміром, за типами.

Детально подано розвиток оброблення теоретичних основ природно-техногенної безпеки гідроєкологічних систем, що засновані на формуванні і управлінні нових систем «лічнина-привода», коли технічний об'єкт є елементом природно-техногенної гідроєкологічної системи (ПТГКС). Автор вказав, що оцінює екологічну безпеку є вірогідність ПТГКС – береться стійкість під впливом антропогенних факторів (залежить позитивності гідроєкологічної потенції).

Монографія містить отримані нові науково оброблені результати розрахунків параметрів екологічної складової гідроєкологічного потенціалу ріки Карпатського регіону, результати картографічного і математичного моделювання. Автором запропоновано гідроєкологічне районування території, для кожного району розрахований гідроєкологічний потенціал; окрім фактичних розрахунків за реальними спостереженнями, аналітичні рішення дозволяють визначити вірогідні параметри неминучих ризиків. Одержано нові відомості про екологічну складову водних ресурсів регіону, так званий «гідроєкологічний потенціал».

БІОТИЧНЕ ТА ЛАНДШАФТНЕ РІЗНОМАНІТТЯ БАСЕЙНУ р. ГНИЛА ЛІПА (СТАН І ПЛАНУВАННЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ, НЕВИСНАЖЛИВОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА ВІДТВОРЕННЯ)



Біотичне та ландшафтне різноманіття басейну р. Гнила Ліпа (стан і планування збереження, невиснажливого використання та відтворення). Монографія. За редакцією М.М. Прихадька. – Івано-Франківськ, 2009. – 220 с.

Проведені дослідження природних умов формування біотичного і ландшафтного різноманіття у басейні річки Гнила Ліпа, екологічної оцінки флористичних фауністичних комплексів. Проаналізовано загрози існуючому популяційній складовій рослин і тварин та біогеоценотичних комплексів.

За результатами досліджень, оброблено шляхи інтегрування аспекти біорізноманіття в умов управління басейном р. Гнила Ліпа, оздоровити та відтворити флору і фауну із застосуванням активних і пасивних заходів з урахуванням основних принципів роботи екомережі.

Для ботаніків, географів, екологів, лісників, працівників сільського господарства, спеціалістів органів виконавчої влади і місцевого самоврядування, членів громадських екологічних організацій, викладачів вузів, студентів, вчителів.

НАУКОВІ ОСНОВИ БАСЕЙНОВОГО УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНИМИ РЕСУРСАМИ (НА ПРИКЛАДІ РІЧКИ ГНИЛА ЛІПА)



Наукові основи басейнового управління природними ресурсами (на прикладі річки Гнила Ліпа). Монографія за редакцією М.М. Прихадька. – Івано-Франківськ, 2006. – 270 с.

У монографії детально оброблено питання управління природними ресурсами у системі «привода – суспільство» / управління природними ресурсами.

Переді світовим господарством на функціональну систему управління обумовлено необхідність перебудови сформованих галузевих принципів організації економіки та управління природними ресурсами. Проблема ефективного управління ресурсами за умов необхідності збереження природного середовища є нагальною складовою і опіює мнотку рішучих аспектів і окремих завдань. Басейнова концепція дає можливість, враховуючи природні закономірності річкового басейну як геоекологічної системи, обробити екологічно безпечний розвиток у басейні певних галузей економіки, доступні методи використання ресурсів і форми взаємодії між суб'єктами природоохоронного зв'язку.

Монографія надана в рамках проекту «Створення комісії басейнового управління (пilotного центру водних ресурсів) відповідно до регулювання Європейського Союзу» за фінансової підтримки Британського фонду «Довілля для Європи» та сприяння Міністерства у справах охорони довкілля, заручок продуктів та сільського господарства Великої Британії та Британської Ради. Діяльність, викладачам вузів і студентам.

ОТРУСНІ РОСЛИНИ, ГРИБИ І ТВАРИНИ



Гладиш Я.Д. Отрусні рослини, гриби і тварини. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2010. – 88 с.

У книзі у науково-популярній формі автор розповідає про отрусні рослини, гриби і тварини. Мова йде про різноманітні випадки отруєння рослинами (безлічно зайничком, маком ситримим, стрихніном Коффе, кокаїновим кущем та ін.) та грибами не тільки на Україні а в інших територіях нашої планети. Незвичайна історія і повчальна с історія вивчення лікарських рослин. Читач довідається про нервовозакривачів рослинних отрут, дізнається, що таке отрута чи отруйна речовина. У книзі ви знайдете відомості на найважливіше запитання – як уникнути нещастя від отруєння рослинами, грибами та тваринами.

ЛІКАРСЬКІ РОСЛИНИ НА ПРИШКІЛЬНИЙ ДІЛЯНКІ

Гладиш Я.Д. Лікарські рослини на пришкольній ділянці. – Івано-Франківськ, Симфонія форте, 2009. – 136 с.

У книзі описано лікарські рослини, які можна вирощувати на пришкольній ділянках, городах та садах, розповідається про цілющі властивості цих рослин. Окремі рекомендації щодо їх вирощування, техніку збирання, сушіння, зберігання та використання.



ЗЕМЛЕЛОГІЯ. ЕКОЛОГО-РЕСУРСНА БЕЗПЕКА ЗЕМЛІ



Рудько Г.І., Адамченко О.М. Землелогія. Еколого-ресурсна безпека землі. – Київ: Академпрес, 2009. – 512 с.

В 2009р. у видавництві «Академпрес» (Київ) вийшла з друку наукова монографія Г.І. Рудька і О.М. Адамченка «Землелогія. Еколого-ресурсна безпека землі». Автори на 512 сторінках тексту, ілюстрованого кількома десятками прекрасних кольорових фото, рисунків, таблиць, пишуть, що «Землелогія – це не геологія і не землеробство».

Вони пропонують нове трактування науки про Землю як планетарної єдиності Соціальної системи, основоположним членом Галактики і Бескінцяту. Земля з її біосферою має складну історію, на яку впливали як космічні, так і внутрішньоземні процеси, що мали різну періодичність, протягом 4,5 млрд. років, тобто від народження нашої планети і до сьогоднішнього. Проточні космічні, галактичні і сонячні впливи в останні десятиліття посилилися антропогенними чинниками, що внесло істотні корективи у законотвірний хід історії Землі. Для благополуччя людства, екологічної безпеки нашої планети необхідно враховувати всі ці впливи, об'єктивно їх оцінювати, розробляти методи оброблення заходів щодо виважування нашої цивілізації на планеті Землі.

Землелогія (від «Земля» як планета з її біосферою і «логія» – логос (з грецької) – наука, мислення) – це синтез наук про Землю. Її покликання та розвиток під впливом космічних і внутрішньоземних чинників, про біосферу (адром, мантию), земною корою, геодинамічними полями, рельєфом поверхні, ґрунтовим і рослинним покривом, гідроєкологією і атмосферою, шаром опіює, дельтоєкологією і техноєкологією, що активно змінює природний стан, створює безліч екологічних проблем, які треба вирішувати, щоб Земля й надалі залишалася осередком розумного життя у Всесвіті.

КОНСТРУКТИВНА ГЕОЕКОЛОГІЯ



Рудько Г.І. і Адамченко О.М. Конструктивна геоекологія: основи та практичне втілення. – Чернівці: Мислат, 2008. – 320с.

Сьогодні людський розум і керування ним праця за потужностями і потенціалами можливостями перевищили всі інші біотичні та абиотичні у чинники. Людство стало організатором планетарної системи Привода-Людство-Господарства, яка прирідна на зміну Біосфері. Роль людстві і регулятор розвитку у цій новій системі належить інтелектуальному інтелекту, який повинен стати людством.

Через несолов'яність, регуляторних механізмів, їх функціонування на засадах застарілих концепцій структурної підпорядкованості людського суспільства біосфері між екологією і людством виникає конфлікт з можливістю розвитку управління соціосферними процесами виникли істотні порушення, в тому числі і розлітати в монографії.

Вони також проявляються численними соціально-економічними, демографічними, політичними, екологічними та іншими кризами. Подальше їх посилення може завершитися великими катастрофами, руйнівними не тільки по відношенню до здоров'я, а до існування Homo sapiens як біологічного виду – частини Привода.

Тому перш за все необхідно нові традиційні завдання: виробити способи подолання згаданих вище істотних порушень і забезпечити собі нормальні, здорові умови існування і прогресивний розвиток на найближчій і далеку перспективу. В історії цього необхідно створити глобальну електронну інформаційно-аналітичну та прогнозно-керувальну систему подальшого розвитку Привода-Людство-Господарства.

ЕКОМЕРЕЖА ТА ЕКОБЕЗПЕКА (НА ПРИКЛАДІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)



Прихадько М.М. Екомережа та екобезпека (на прикладі Івано-Франківської області). Монографія. – Івано-Франківськ: Фоліант, 2009. – 200 с.

У монографії розглянуто концепції, принципи і порядок формування регіональної екомережі як комплексної багатодисциплінарної системи, основними завданнями якої є формування екологічного каркасу з антропогенно модифікованих територіальних систем, збереження і відтворення біотичного та ландшафтного різноманіття, створення умов для розвитку виробничо-господарської діяльності на засадах сталого розвитку, невиснажливого природокористування та екологічної безпеки.

Запропонована схема екомережі, яка створюється у рамках національної екомережі України і, зокрема, Карпатського регіону. Дана характеристика структурних елементів екомережі (лічнина, відновлювані та сполучні території), оброблено шляхи регуляції антропогенно модифікованих територіальних систем та їх складових компонентів при формуванні екомережі.

СПІЛЬНИЙ РУМУНСЬКО-УКРАЇНСЬКИЙ ПІДРУЧНИК З ЕКОЛОГІЧНОГО АУДИТУ І МЕНЕДЖМЕНТУ



Vasile Tisan, Vasile Oros, Anamaria Dascalulescu, Yaroslav Adamenko, Lesia Shkutsa, Oleg Mandric, Larisa Maschenko, Mariela de Istraitze in Protectia, Managementul si Monitorizarea Mediului (Підручник для навчання із захисту, менеджменту і моніторингу середовища). Cluj-Napoca: Kisprius, 2008. – 212 с. (румунською / українською мовою).

Протягом 2008 року науковці ФІНТУНГ (Я.І. Адамченко, О.М. Адамченко, Л.С. Шкучка, Л.В. Мищенко, Р.Т. Карпів, О.М. Мандрик) під науковим керівництвом Адамченка О.М.) разом з колегами із Університету Норд (м. База Маре, Румунія) виконавали міжнародний румунсько-український екологічний проект, фінансований Європейським Союзом за програмою Phare CBC 2005/017-539, результатом якого став спільний підручник, назва якого вказана у заголовку цієї інформації. У ньому висвітлені особливості європейського, румунського і українського природоохоронного законодавства, концепції екологічного аудиту, оцінки впливу техногенних об'єктів на навколишнє середовище (ОННС), поводження з промисловими та муніципальними відходами, менеджмент питної води та методи оцінювання питливих та міських стічних вод, моніторингу якості навколишнього середовища, екологічних інтегрованих систем біорізноманіття та охорони територій, методики та приклади вимірювання якості води, атмосферного повітря, ґрунтів і рослинності.

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ



Починаючи з 2010 року кафедра екології видає науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування».

Журнал виходить двічі на рік. Постановою Президії ВАК України № 1452/2011 р. та № 1465/2011 від 31.05.2011 р. журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування» внесено до Переліку наукових фахових видань України в галузі технічних наук (екологічна безпека).

У журналі публікуються статті за такими напрямками: екологічні проблеми інтегрованих комплексів, регіональні та глобальні екологічні проблеми, екологія геологічного середовища та геосферобиосфери, екологія геофізики, екологія гідрофери і атмосфери, екологія ноєсфери, фітосфери і ноєсфери, екологія льодосфери та медицина екологів, екологія населення глобальних кліматичних змін, палеоекологія, природоохоронні та рекреаційні території, екологічна геоінформатика, екологічні проблеми пригородно-селючих комплексів, інженерія середовища та безпека життєдіяльності, екологічний аудит і менеджмент, оцінка впливів на навколишнє середовище, моніторинг, моделювання та прогнозування стану довкілля, екологічний ризик, управління станом довкілля.

Рис. 9.7.

Почала працювати 1 вересня 1996 року як випускна кафедра для підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів зі спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища» на базі кафедри інженерної екології та загальної геології, яка існувала як випускна з 1 липня 1993 року.

До того була загальногеологічною й у різний час мала різні назви: кафедра теоретичних основ геології; загальної геології; загальної геології, мінералогії й петрографії. В Інституті нафти і газу функціонувала від початку його заснування, тобто з вересня 1963 року, коли її перевели до Івано-Франківська з Львівського політехнічного інституту, де була організована ще 1945 року як кафедра загальної геології, мінералогії, історичної й регіональної геології.

Сертифікат бакалавра, спеціаліста й магістра з екології й охорони навколишнього середовища: Екологи визначають сучасну екологічну ситуацію на нафтогазопромисловому, геологорозвідувальному, енергетичному, будівельному, транспортному, хімічному, машино- й приладобудівному, лісо- й сільськогосподарському або іншому виробничому підприємстві, промисловому вузлі, в місті, районі, області, регіоні, державі шляхом аналізу всіх природних компонентів (геологічного середовища, мінерально-сировинних ресурсів, геофізичних полів та їх впливу на навколишнє середовище і здоров'я населення, рельєфу і його порушень несприятливими геодинамічними процесами, ґрунтового покриву і земельних ресурсів, підземних, ґрунтових і поверхневих вод, атмосферного повітря й кліматичних ресурсів, лісо- й агророслинного покриву і тваринного світу) й антропогенного навантаження на них; установлюють причинний зв'язок між поширенням основних захворювань й екологічними умовами; розраховують гранично допустимі викиди і скиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря і водне середовище; оцінюють вплив народногосподарських об'єктів на

навколишнє середовище (ОВНС); ведуть пошуки джерел забруднення ґрунту, води, повітря й інших компонентів природного середовища та пропонують засоби їх знешкодження; визначають розміри плати підприємств за забруднення довкілля і використання природних ресурсів; організують системи екологічного моніторингу й екологічної безпеки на підприємствах і територіях; здійснюють екологічний митний контроль; проводять екологічну сертифікацію промислових та продовольчих товарів; керують екологічною поліцією; беруть участь в екологічних обґрунтуваннях й експертизах проектів будівництва об'єктів у різних галузях народного господарства й експертизах нових техніки, технології й матеріалів; здійснюють екологічний контроль транспорту, оцінюють екологічний ефект діяльності підприємств, а також контроль екологічної ситуації в населених пунктах і територіально-адміністративних підрозділах.

Бакалаври, спеціалісти й магістри-екологи з охорони навколишнього середовища можуть обіймати посади управлінського персоналу в різних галузях народного господарства, в контрольних органах й управліннях системи Міністерства екології і природних ресурсів України, в державних адміністраціях різних рівнів, у наукових і навчальних закладах:

- інженера-еколога, провідного спеціаліста або заступника головного інженера з екології виробничого підприємства, об'єднання, концерну;
- інспектора з охорони природи й інші посади в державних управліннях Мінприроди в областях, районах і містах;
- завідувача відділів (секторів) екології в обласних, районних і міських державних адміністраціях;
- інженера й наукового співробітника в науково-дослідницьких і виробничих лабораторіях чи галузевих науково-дослідних проектних інститутах;
- викладача екології, охорони навколишнього природного середовища і раціонального природокористування в загальноосвітніх школах, технічних училищах, ліцєях, гімназіях, коледжах, технікумах, вищих навчальних закладах;
- референта, консультанта з екології в різних установах і фірмах, що продають і купують нові техніку, технології, матеріали.

Кафедра екології укомплектована висококваліфікованими фахівцями-екологами, гідрологами, кліматологами, географами, біологами, геологами. Всього – 21 особа. Із них 2

професори - доктори наук (Я.О. Адаменко і О.М. Адаменко), 9 доцентів - кандидатів наук (Л.М. Архипова, Я.Д. Гладун, Д.О. Зорін, О.Р. Манюк, Л.В. Міщенко, М.Мик. Орфанова, М.Мих. Орфанова, М.М. Приходько), старший викладач Н.О. Зоріна, асистенти В.М.Антонюк, Т.В. Кундельська, Г.Д. Стельмахович, Л.В. Плаксіє, І.Р. Федак, аспіранти-асистенти К.О. Радловська, М.З. Хащак, завідувачі лабораторіями Я.М. Литвин, М.М. Ногач, інженер Н.М. Шевчук.

При кафедрі є аспірантура й докторантура зі спеціальності «Екологічна безпека», функціонує докторська спеціалізована вчена рада. За три останні роки тут захищено три докторські і шість кандидатських дисертацій.

Кафедра має нові навчально-наукові лабораторії: комп'ютерних інформаційних технологій в екології; фізико-хімічних досліджень техносфери; кабінети: геологічного середовища, геоморфосфери та геофісфери; картографічного моделювання екосистем; екологічного моніторингу та екологічного картування; комп'ютерні класи.

Кафедра екології створила навчально-науково-виробничий комплекс, куди, крім кафедри входить також Науково-дослідний інститут екологічної безпеки та природних ресурсів (нині він – у складі НДІ нафтогазової енергетики і екології). Це результат органічного поєднання наукових і виробничих екологічних досліджень з підготовкою інженерів, спеціалістів, магістрів, кандидатів і докторів наук з екології, охорони навколишнього середовища, збалансованого природокористування та екологічної безпеки.

Наші пропозиції:

- Продовжити екологічний моніторинг території області та її адміністративних районів;

- Продовжити створення Дністровського протипаводкового полігону з центром у с. Маріямпівль (кафедра екології у 2012 р. виграла відповідний конкурс проектів Кабміну України);

- Доукомплектувати лабораторії екологічного моніторингу та екологічного аудиту ІФНТУНГ сучасним обладнанням;

- Організувати в ЗМІ цикли екологічних передач та публікацій для інформування населення;

- Створити в структурі ОДА – департамент природних ресурсів та екологічної безпеки, а в структурах РДА – виділити по 1 штатній одиниці еколога для виконання прийнятих рішень з екологічної безпеки та раціонального природокористування;

- Просити Міністерство освіти і науки України доповнити перелік спеціальностей для захисту кандидатських і докторських дисертацій наступним додатком: галузь – екологічні науки, спеціальність – екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування.

9.3 ПІДГОТОВКА КАДРІВ ВИЩОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНИХ НАУК

В Україні здійснюється підготовка бакалаврів і магістрів зі спеціальності "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" на 108 кафедрах класичних і технічних університетів, а також у приватних навчальних закладах III-IV рівнів акредитації. Подальше підвищення наукового рівня екологів до ступенів кандидата і доктора наук стримується відсутністю указаної вузівської спеціальності у переліку галузей та спеціальностей, за якими здійснюється підготовка наукових кадрів вищої кваліфікації. Екологи, що вчаться в аспірантурі і докторантурі, після завершення своїх дисертацій звертаються до спеціалізованих вчених рад з правом захисту дисертацій зі спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека з технічних, геологічних або хімічних наук.

В зв'язку з цим, фахівці, що мають диплом з "Екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування", вимушені пристосовувати ("підганяти") свої дисертації під технічні, геологічні або хімічні науки, перетворюючи їх не стільки в екологічні, скільки у технологічні наукові розробки. Так, більшість відхилених бувшим ВАКом дисертацій зі спеціальності 21.06.01 – екологічна безпека з технічних наук

були присвячені розробці екологічно безпечних технологій і техніки у тій чи іншій галузях промисловості. Зрозуміло, що сучасні технології і техніка і без того повинні бути екологічно безпечними, тому що це передбачено їх проектами.

Такі ж приклади можна навести і з галузей геологічних або хімічних наук. Тому настав час визнати екологічний напрям самостійною галуззю – екологічними науками, що підніме важливість вирішення екологічних проблем, дозволить позбутися неоднозначності при оцінці дисертацій зі спеціальності 21.06.01 і дасть можливість талановитим випускникам спеціальності "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" захищати кандидатські і докторські дисертації за своєю прямою, отриманою у ВНЗ спеціальністю. На користь цього "говорить" і проект нового Закону про вищу освіту, де пропонується безперервний цикл підготовки від бакалавра – магістра до доктора філософії і доктора наук. Було б нелогічно цей ланцюжок переривати посередині, змінюючи "Екологію, охорону навколишнього середовища та збалансоване природокористування" на "Екологічну безпеку".

Висновки. Наші пропозиції - доповнити перелік спеціальностей, за якими захищаються кандидатські і докторські дисертації, наступним:

Екологічні науки

Спеціальність: Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування.

Через деякий час "Екологічні науки" можна доповнити, в першу чергу, й іншими спеціальностями:

Екологічний аудит і менеджмент,

Моніторинг довкілля,

Оцінка впливів на навколишнє середовище,

Нормування антропогенного навантаження на природні екосистеми,

Заповідна справа та ін.

А взагалі до галузі "Екологічні науки" слід віднести наступні наукові напрями і відповідно дисципліни:

1. Глобальна екологія – зміни клімату, глобальні екологічні кризи в силурі, девоні, пермі, крейдяному періоді, в кінці палеоліту та ін.

2. Екологічна геологія та мінерально-сировинні ресурси: 2.1 Небезпечні ендеогединамічні процеси (вулкани, землетруси, повільні тектонічні рухи); 2.2 Небезпечні екзогединамічні процеси (зсуви, селі, карст, суфозія та ін.).

3. Екологія геоморфосфери і територіальні ресурси.

4. Екологічна геофізика: 4.1 Вплив фізичних полів Землі і Космосу на екосистеми і здоров'я людей; 4.2 Космічна небезпека (від астероїдів, метеоритів, комет і т. ін.); 4.3 Використання енергетичних ресурсів Космосу (сонячна енергія, припливи і відпливи та ін.).

5. Екологія гідросфери та водні ресурси.

6. Екологія моря.

7. Екологія атмосфери, кліматичні та енергетичні ресурси.

8. Екологія педосфери та земельні ресурси.

9. Екологія фіто- і зоосфери та біологічні ресурси.

10. Екологія людини,

11. Урбоекологія.

12. Радіоекологія.

13. Нетрадиційні енергоресурси та їх вплив на геосистеми.

14. Екологічний аудит.

15. Екологічний моніторинг.

16. Оцінка впливів техногенних об'єктів на навколишнє середовище (ОВНС).

17. Моделювання та прогнозування стану довкілля.

18. Екологічний менеджмент.

19. Екологічний бізнес.

20. Аналітичні методи лабораторного і польового визначення вмісту забруднювальних речовин у компонентах довкілля.

21. Комп'ютерні ГІС обробки екологічної інформації.
22. Екологічна безпека (екологічний ризик, картографічні та геоінформаційні системи і т. д.).
23. Прикладна екологія: 23.1 Екологія гірництва; 23.2 Екологія енергетики; 23.3 Екологія хімічних виробництв; 23.4 Екологія металургії; 23.5 Екологія машинобудування; 23.6 Екологія будівництва; 23.7 Екологія транспорту; 23.8 Екологія водного господарства; 23.9 Екологія агропромислового комплексу; 23.10 Військова екологія та ін.
24. Палеоекологія (еволюція довкілля протягом минулих геологічних епох).
25. Екологічне право.
26. Екологічна освіта та виховання.

Ми переконані, що є необхідність перетворити екологічний напрям в окрему нову галузь – екологічні науки. Це підніме престиж екологічних досліджень, дозволить позбутися неоднозначності при оцінці дисертацій зі спеціальності "Екологічна безпека", дасть можливість талановитим випускникам спеціальності "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" захищати кандидатські і докторські дисертації за своєю прямою, отриманою у ВНЗ спеціальністю.

ВИСНОВКИ

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

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

Тому завданнями подальшого підвищення рівня екологічної безпеки є:

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

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

Основні висновки монографічного дослідження полягають у наступному.

1. Концептуальною основою екологічно безпечного ресурсокористування є концепція системи інтегрованого управління природними ресурсами. Вона базується на системному аналізі даних про природно-ресурсний потенціал, кількісний і якісний стан природних ресурсів, наявність загроз їх вичерпання, співвідношення природних і техногенних факторів екологічної безпеки, які визначають стійкість і відновлювальну здатність природних геосистем при існуючому антропогенному навантаженні з урахуванням прогнозних його змін у майбутньому.

2. У виконаному авторами дослідженні екологічної безпеки територій запропонована нова методологія та методика складання карт сучасної екологічної ситуації, яка дає можливість отримувати необхідну інвентаризаційну, оцінювальну, прогнозну і рекомендаційну інформацію, тобто запропоновані екологічні карти є комплексними, синтетичними. Отже, екологічна карта - це модель сучасної екологічної ситуації. На ній необхідно виділяти не тільки техногенні об'єкти, що спричиняють забруднення, а й екологічні стани ландшафтних таксонів.

Екологічний стан – це ступінь перетвореності (трансформації) первинного природного ландшафту (нульового екологічного фону) під впливом як природних так і антропогенних (техногенних) чинників (змін у часі). Послідовність змін та їх інтенсивність створює поступальний ряд станів, яких може бути від 4 до 6-8: нормальний, задовільний, напружений, складний, незадовільний, передкризовий, критичний, катастрофічний.

Екологічна ситуація – це просторова "мозаїка" із ландшафтних таксонів (геосистем або їх частин) різного екологічного стану (зміни у просторі), які створюють на тій чи іншій території одночасне існування різних за ступенем перетвореності ділянок, зображених на

екологічний карті. Звідси зрозуміло, що екологічна карта повинна характеризувати як екологічну ситуацію так і екологічні стани на тій чи іншій території.

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

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

4. В монографії обґрунтовано новий науковий напрям «конструктивна гідроекологія» – напрям, що досліджує гідросферу з позицій природно-техногенної безпеки, базуючись на геосистемному підході. Запропоновано структурний поділ конструктивної гідроекології за об'єктами, предметними, а також прикладними ознаками.

Основним об'єктом вивчення нового наукового напрямку є гідроекологічне середовище, під яким слід розуміти частину гідросфери як багатокомпонентну динамічну систему, що знаходиться під впливом інженерно-господарської діяльності людини і, в свою чергу, певною мірою визначає цю діяльність. Обґрунтовані властивості гідроекологічного середовища. Складовими частинами гідроекологічного середовища є гідроекосистеми. Досліджені їх властивості, типізація. Розроблена класифікація антропогенних впливів на гідроекосистеми. Гідроекосистема прагне до екстремуму своєї буферної здатності – до максимуму свого гідроекологічного потенціалу, який є зональною характеристикою.

Екологічну стійкість гідроекосистем запропоновано оцінювати гідроекологічним потенціалом – тобто тією частиною гідроресурсів, яка може бути використана народногосподарським комплексом за умов збереження екологічної безпеки і збалансованого водокористування в природно-техногенній гідроекосистемі (тобто техногенна діяльність забезпечує сталий розвиток при мінімізації порушень гідроекосистем до меж гомеостазу). Запропоновано введення поняття кількісної і якісної складової гідроекологічного потенціалу.

5. Земельні ресурси як складова природно-ресурсного потенціалу території, яка з урахуванням рельєфних, ґрунтових, гідрологічних, кліматичних та інших характеристик використовується або може використовуватись у тих чи інших галузях економіки. Земля, по-перше, є просторовою базою, яка необхідна для функціонування будь-якого виробництва. Другою особливістю землі є її обмеженість у просторі. На відміну від усіх інших засобів виробництва, земля – продукт самої природи. Замінити її іншим засобом виробництва неможливо. Незамінність землі обумовлює необхідність бережного ставлення до неї, постійного підвищення її якості.

У зв'язку із вилученням земель для потреб будівництва населених пунктів, доріг та інших елементів інфраструктури площа сільськогосподарських угідь (в т.ч. і ріллі) постійно зменшуються, що істотно впливає на рівень землезабезпечення. Враховуючи це автори запропонували ряд екологічно безпечних заходів зі збереження земельних ресурсів.

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

майбутніх поколінь.

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

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

9. Тільки за останні два (2012-2013) роки автори монографії взяли участь у 5 міжнародних науково-практичних конференціях у м. Київ, Чернівці, Мукачево, Івано-Франківськ та Краків (Польща). Кафедрою екології ІФНТУНГ 20-22 вересня 2012р. була проведена 1-ша Міжнародна науково-практична конференція «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування». Опубліковано 4 монографії та 1 підручник («Моніторинг довкілля») з грифом МОН України.

Виграно міжнародний конкурс та одержано грант на виконання досліджень: «Румунсько-Українська транскордонна система співробітництва – управління забрудненими нафтопродуктами ділянками землі».

За матеріалами досліджень захищено 4 докторські і 1 кандидатська дисертації. Продовжують аспірантську підготовку 5 аспірантів

Результати досліджень впроваджені у Держкомводгоспі України, а також у Держуправлінні охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області, а також у навчальному процесі:

- при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальністю «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» та ін.;

- впроваджено нові цикли лабораторних робіт та нових лекційних курсів у навчальному процесі з дисциплін «Організація управління в екологічній діяльності», «Екологічна геологія та екологічне картування», «Екологічна безпека», «Моніторинг довкілля»;

- обґрунтуванні екологічно безпечні види господарської діяльності та розроблені плани соціально-економічного розвитку для Івано-Франківської обласної державної адміністрації.

10. Виграно конкурс Кабінету Міністрів України для органів місцевого самоврядування за завданням Івано-Франківської обласної ради – проект «Створення Дністровського інженерно-екологічного полігону для розробки протипаводкових заходів та підвищення екологічної безпеки території Івано-Франківської області». Цей проект вже успішно реалізується:

- реставровано корпус екологічної лабораторії у с.Маріямпіль Галицького району на р. Дністер, де розміщені 4 аналітичні прилади ECOTEST і 8 комп'ютерів. На цій базі проводяться практики студентів-екологів та геодезистів;

- організована і активно працює польова Маріямпільська студентська екологічна експедиція, яка виконує картування території Дністровського протипаводкового полігону. За 2 польових сезони студентами-магістрами побудовані карти – геоморфологічна, четвертинних відкладів, ландшафтна, екологічна та карта ризиків затоплення долини Дністра катастрофічними паводками. Із 31 планшету масштабу 1:10 000 вже виконано картування на 21 планшеті, а це 336 із 496 км² площі Дністровського протипаводкового полігону, де заплановані дослідження на 10 років наперед. Це також практичне втілення наукових

результатів авторів монографії в екологічну безпеку народногосподарського комплексу України.

11. В процесі виконання досліджень на Дністровському протипаводковому полігоні отримані нові наукові знання з закономірностей прояву глобальних кліматичних змін на Землі. Аналіз геологічних, палеонтологічних, археологічних та літописно-історичних даних за період від 4560 млн.р. тому, тобто від утворення нашої планети і до сучасності, кліматичні зміни відбувались періодично у вигляді циклів – синусоїд від циклу 1 порядку – Галактичного року (225-250 млн.р.) і таких циклів було 19, до циклів 13 порядку протяжністю від 33 до 4-6 років, якими контролюються екстремальні зміни природного середовища, в тому числі і катастрофічні паводки на р. Дністрі. Така циклічність глобальних кліматичних змін дає можливість прогнозувати надзвичайні ситуації природного походження.

12. На кафедрі екології ІФНТУНГ успішно продовжувала розвиватись Наукова школа професора О. М. Адаменка «Раціональне використання та захист природи». Під його науковим керівництвом захищено 7 докторських і 18 кандидатських дисертацій з геологічних, географічних та технічних наук. В особистому доробку керівника школи – 50 книг: монографій, підручників, навчальних посібників. Основні розробки наукової школи:

Фундаментальна наука

1. Розроблені теоретичні основи Екологічної геології - монографія (1995) і підручник (1998), Екологічної геофізики – підручник (2000), Екологічної геоморфології – монографія (2000), Конструктивної геоєкології – монографія (2008), Медичної геології – монографія в 2 х томах (2010), Екологічної геoarхеології – цикл публікацій (1989-2005), Екологічної дендрохронології – брошура (2014) – отримані нові знання з розвитку природи від екологізації класичних наук

2. Обґрунтований новий науковий напрямок в галузі природничих наук ЗЕМЛЕЛОГІЯ (2009) як основа еколого-ресурсної безпеки Землі та її майбутнього

3. Виявлена нова закономірність – синусоїдальна циклічність планетарних кліматичних змін Землі від Галактичного року до сучасних циклів прояву катастрофічних паводків та інших екстремальних явищ в наслідок глобального потепління (2013).

Прикладна наука та практичне використання розробок

1. Створення Карпатського інженерно-екологічного центру(1989) → Інституту екологічного моніторингу (1992) → Інституту екологічної безпеки і природних ресурсів (1995) і на їх основі кафедр екології ІФНТУНГ(1993) і Галицької академії (1998) → інженерно-екологічного факультету (1995) → інженерно-екологічного інституту (2013)

2. Комп'ютеризовані ГІС, ДЗЗ, ІТ системи моніторингу довкілля та екологічної (природно-техногенної) безпеки на різних ієрархічних рівнях :

- міждержавному –Центральної та Східної Європи

- регіональному – Західного регіону України, Івано-Франківської області, Дністровського каньйону

- локальному-Богородчанського,Борщівського,Верховинського,Галицького, Надвірнянського, Рогатинського районів

- об'єктовому-ПАТ «Івано-Франківськцемент»

3. Оцінка впливів техногенних об'єктів на навколишнє середовище (ОВНС): розробки родовищ нафти і газу, АЕС, ТЕС, малих ГЕС, будівельної, туристично-рекреаційної та інших галузей

4. Екологічний аудит, моніторинг довкілля, геоєкологічне районування та типологічна класифікація геоєкологічних структур для менеджменту територій:

- Закарпатської, Львівської і Тернопільської областей

- Гусятинського,Кременецького,Снятинського,Тисменицького, Чортківського, Шумського районів

- Впливу на довкілля 91 родовища нафти і газу Карпатського регіону та Олеської площі сланцевого газу з програмними продуктами ECOPHONE, ECOSTAT, INTERCONCSAFETYLIFE, SAFETYGEOSYSTEMS

- Міста Івано-Франківська

5. Збалансоване використання природно-ресурсного потенціалу Прикарпаття: мінерально-сировинних, вітроенергетичних, земельних, рекреаційних та ін.ресурсів, альтернативних палив та нетрадиційних джерел енергії (2001)

6. Утворення, нагромадження та утилізація відходів

7. Створення Дністровського протипаводкового полігону. Перші результати: 1. Автоматизована інформаційно-вимірювальна протипаводкова система АВПС – Дністер – для Держслужби України з водних ресурсів; 2. Карти екологічного ризику затоплення територій – для МНС України; 3. Рекомендації територіальним громадам про захист від катастрофічних паводків – для місцевого самоврядування та населення

8. Проект створення Старунського геодинамічного полігону та міжнародного еколого-туристичного центру «Парк Льодовикового періоду»

9. Програма охорони навколишнього природного середовища Івано-Франківської області на період до 2015 р.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Адаменко О. М., Природничі основи екологічного моніторингу Карпатського регіону / О. Адаменко, Я. Адаменко, В. Булмасов та ін. – К. : Манускрипт, 1996. – 208 с.
2. Адаменко Я. О. Структура будови баз даних екологічної інформації / Я. О. Адаменко. У кн.: Нетрадиційні енергоресурси та екологія України. – К.: Манускрипт, 1996, - С. 111 – 123.
3. Адаменко О. М. Екологічна геологія / О. М. Адаменко, Г. І. Рудько. – К.: Манускрипт, 1998. -38 с.
4. Адаменко О. М. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. В. Міщенко та ін. // Український географічний журнал. – 2004. - №2. – С. 22 – 32.
5. Адаменко О. М. Наш майбутній дім - Екоєвропа / О. М. Адаменко – Івано-Франківськ; Симфонія форте, 2004. – 428 с.
6. Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. доктора технічних наук . – Івано-Франківськ 2006. – 39 с.
7. Адаменко О.М. Розв'язок Землі та історія біосфери / О.М. Адаменко // Мій дім – Україна. Роман життя, науки і кохання, том 2. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2006. – С. 125-177.
8. Адаменко О.М. Конструктивна екологія: Наш майбутній дім – Екоєвропа. Роман життя, науки і кохання в 4-х томах / О.М. Адаменко – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2007. – Том 4. – 2007. – С. 189-282.
9. Адаменко О.М. Про можливості передбачення та запобігання катастрофічних наслідків паводків на річках Карпатського регіону / О.М. Адаменко, Є.І. Крижанівський // В кн.: Матеріали 5 наук.-прак. конф. - Київ: НППЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2009. – С. 17-20.
10. Адаменко О.М. Програма комплексного протипаводкового захисту долини р. Дністра в межах Прикарпаття / О.М. Адаменко, Я.О. Адаменко, Е.Е. Абдурагімова та ін.// В кн.: Матеріали 5 наук.-прак. конф. - Київ: НППЦ «Екологія. Наука. Техніка», 2009. – С.20-23.
11. Адаменко О.М. Причини катастрофічних повеней та захист від них у Прикарпатському регіоні / О.М. Адаменко, М.В. Палійчук // Мат-ли міжнар. конференції «Сталий розвиток Карпат та інших гірських регіонів України», Ужгород, 2010. – С. 151-157
12. Адаменко Я.О. Галицький протипаводковий полігон / Я.О. Адаменко, О.М. Мандрик, Л.М. Архипова, Н.О. Зоріна // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2011. - № 1(3). – С. 76-80.
13. Адаменко О.М. Комп'ютерні програми оцінки екологічного стану екосистем та безпеки життєдіяльності населення у зоні впливу нафтогазових родовищ / О.М. Адаменко, Д.О. Зорін, Л.В. Міщенко, М.В. Крихівський // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012, № 2(6). – С.32-53.
14. Адаменко О.М. Початок реставраційних робіт на полігоні / О.М. Адаменко, О.М. Мандрик, І.М. Гаврилович // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, 2012. - № 2 (6). – С. 122-126.
15. Адаменко О.М. / Територіальним громадам – про захист від катастрофічних паводків. Брошура / О.М. Адаменко, О.М. Мандрик. – Івано-Франківськ; Галіней, 2014. – с.
16. Адаменко О.М. Вступ до екологічної дендрохронології / О.М. Адаменко, Я.Д. Гладун, В.В. Куліш. – Івано-Франківськ: Голіней, 2014. – 24 с.
17. Адаменко О.М. Комп'ютеризована система екологічної безпеки Центральної та Східної Європи // Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»: ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. – № 2(4). – С. 25-29.
18. Адаменко В.Н.Индикация изменений климата /В.Н.Адаменко, М.Д.Маслова, А.Ф. Четвериков. – Л., 1982.
19. Адаменко Я.О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація / Я.О.Адаменко. – Автореф. дис. на здоб. наук. ступ. доктора техн. наук. – Івано-Франківськ, 2006. – 39 с.
20. Алоян Арташ Еремович. Динамика и кинетика газовых и аэрозольных примесей в атмосфере. Курс лекций. Москва, ИВМ РАН, 2002, 200 с.
21. Архипова Л.М. Методичні основи оцінки гідроекологічної небезпеки та управління

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

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

23. Архипова Л.М. Застосування теорії і методів оцінки гідроєкологічної безпеки на передпроектних стадіях будівництва/ Л.М.Архипова // Науково-технічний журнал «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»: ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. – №1(5). – С. 25-29.

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

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

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

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

28. Берг Л.С. Климат и жизнь/ Л.С. Берг. - М.,1947.

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

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

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

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

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

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

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

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

37. Веселовський К.С. О климате России/К.С. Веселовський. - СПб,1857.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

47. Голояд Б. Я. Екологічні основи захисту гірсько-лісових басейнових екосистем від шкідливих екзогенних процесів в Українських Карпатах / Б. Я. Голояд, І. І. Бойчук. – Івано-Франківськ, 2001. – 389 с.
48. Голубець М. А. Антропогенні зміни біогеоцентричного покриву в Карпатському регіоні / М. А. Голубець, І. І. Козак, М. П. Козловський та ін. – К.: Наукова думка 1994. – 166 с.
49. Голубець М. А. Екосистемологія / М. А. Голубець. – Львів: Поллі, 2005. – 199 с.
50. Гродзинський М. Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень / М. Д. Гродзинський. – К., 1995. – 233 с.
51. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія / В. М. Гуцуляк.- Чернівці: Наші книги. 2010. – 312с.
52. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект / В.М. Гуцуляк. – Чернівці: Рута, 2001. – 272с.
53. Дячук В.А. Паводки в Закарпатті та причини їх виникнення / В.А. Дячук, М.М. Сусідко // Український географічний журнал, 1999. – № 1. – С. 33-42.
54. Екологічний потенціал наземних екосистем / М.А. Голубець, О.Г. Марискевич, О.Б. Крок [та ін.] – Львів: Поллі, 2003. – 180 с.
55. Законі України «Про екологічну експертизу» N 46/95-ВР від 09.02.95// Відомості Верховної Ради України від 21.02.1995. – К: 1995. – № 8. – С. 54.
56. Зорін Д.О. Дністровський каньйон - один із головних коридорів екологічної мережі природоохоронних територій України / Зорін Д.О. // Науковий вісник Волинського держ. ун-ту ім. Л.Українки, 2007, частина 2. I міжнар. наук.-практич. конф. «Шацький національний природний парк: регіональні аспекти, шляхи та напрямки розвитку», 3-6 жовтня 2007 р. Луцьк, 2007. – С. 307-312.
57. Зорін Д.О. Еколого-геохімічна оцінка Дністровського каньйону як регіонального коридору національної мережі України / Д.О. Зорін. - автореф. дис. на здоб. наук. ступ. кандидата геологічних наук. – Івано-Франківськ, 2008. – 19 с.
58. Зорін Д. О. Екологічна безпека Дністровського каньйону як регіонального коридора національної екологічної мережі України / Д. О. Зорін // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – Івано-Франківськ, 2011. – №2 (4). – с. 44-55.
59. Карта природокористування та проблем навколишнього середовища Центральної та Східної Європи. – Відень, 1992.
60. Киндюк Б. В. Коливання водності малих річок Українських Карпат / Б. В. Киндюк // Український географічний журнал. – 2004. - №2 . – с. 33 – 37.
61. Кирилюк М.І. Водний баланс і якісний стан водних ресурсів Українських Карпат / М.І. Кирилюк. – Чернівці : Рута, 2001. – 246 с.
62. Коваль І.М. Динаміка радіального приросту і санітарного стану соснових деревостанів в умовах агротехногенного забруднення в поліссі та Степу / Г.М. Коваль. – Автореф. дис. на здоб. наук. ступ. канд. с.-г. наук: 06.03.03, УкрНДПГА: Харків, 2002. – 18 с.
63. Ковальчук І. П. Тенденции и причины изменения речных систем западной Украины в XIX – XX вв. / И. П. Ковальчук, С. Н. Волос, Л. П. Холодцько // География и природные ресурсы. – 1992. – № 2. – с. 102 – 110.
64. Ковальчук І. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз / І. П. Ковальчук. – Львів : Інститут Українознавства, 1997. – 440 с.
65. Ковальчук І. П. Багаторічна динаміка стану річок Верхньої частини басейну Дністра / І. Ковальчук, А. Михнович // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – Вип. 29. ч. I. – 2003. – с. 136 – 147.
66. Ковальчук І. Геоекологія Розточчя/ І. Ковальчук, М. Петровська. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2003.-192с.
67. Колищук В.Г. Динаміка прироста горної смосны в связи с солнечной активностью / В.Г. Колищук // Доклады АН СССР, 3. – 1967, - С.236-242.
68. Консевич Л.М. Прогноз екологічних наслідків побудови МГЕС на р. Прут / Л.М. Консевич, Я.О. Адаменко // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: географія. – Тернопіль, 2004. – № 2. – Ч.2. – С. 104-110.
69. Кравчук Я. С. Геоморфологія Передкарпаття / Я. С. Кравчук.-Львів: Меркатор, 1994.- 347 с.

70. Крижанівський Є.І., Мандрик О.М., Адаменко Я.О., Зорін Д.О., Зоріна Н.О., Міщенко Л.В., Ногач М.М., Антонюк В.М. Організаційні, навчальні та науково-дослідницька роботи на Дністровському протипаводковому полігоні у 2012-2013 рр. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – Івано-Франківськ: Голіней, 2014, № 1 (9). – 53-70.
71. Купфер А.Я. Выводы из метеорологических наблюдений, деланных в Российском государстве и хранящиеся в метеорологическом архиве Академии наук/А.Я. Купфер.-СПБ,1846.
72. Курскеев А.К. Проблемы прогнозирования землетрясений / А.К. Курскеев. — Алма-Ата: Наука, 1990. — 264 с.
73. Лахов В.П. Учет осадков, задержанных лесом, методом дождевания / В.П. Лахов // Метеорология и гидрология, 1938. - № 6. – С. 13-17.
74. Мазур И.И. Инженерная экология. Общий курс: В 2 т. Теоретические основы инженерной экологии / И.И. Мазур, О.И. Молдованов, В.Н. Шишов; [под ред. И.И. Мазура]. – М.: Высш.шк., 1996. – Т.1. – 637 с.
75. Манюк О.Р. Дослідження особливостей геологічної будови та гідрогеологічних умов Калуш-Голинського родовища калійних солей з метою проектування полігону захоронення високомінералізованих розсолів / О.Р. Манюк, Я.М. Семчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – №1. – С. 52-55.
76. Манюк О.Р. Оцінка гідрогеологічних параметрів крейдового водоносного комплексу – горизонту захоронення високомінералізованих розсолів Калуш-Голинського родовища калійних солей / Манюк О.Р. // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2007. – №2(16). – С. 155-158.
77. Манюк О.Р. Підземне захоронення високомінералізованих розсолів Калуш-Голинського родовища калійних солей у виснажені розробкою поклади вуглеводнів як ефективний захід захисту довкілля / О.Р. Манюк, О.Д. Мельник, Я.М. Семчук // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2008. – №1. – С. 49-57
78. Матвіїшина Ж.М. Просторово-часова кореляція палеогеографічних умов четвертинного періоду на території України / Ж.М. Матвіїшина, Н.П.Герасименко, В.І.Передерій та ін.. – К.: Наукова думка, 2010. – 192 с.
79. Майергакова О. Значение перехвата осадков при решении осадкостокowych отношений и отношений баланса / О. Майергакова. – В кн.: Конференция по гидрологии Карпат. – Братислава, 1981. – С. 38-41.
80. Маринич О.М. Фізична географія України / О.М. Маринич, П.Г. Шищенко. – К.: Знання, 2003. – 479 с.
81. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. — М.: Наука, 1982. — 319 с.
82. Мельник А. В. Українські Карпати. Еколого-ландшафтознавче дослідження / А. В. Мельник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 1999. – 286 с.
83. Мельничук І.В. Палеоландшафти України в антропогені / І.В.Мельничук. – К.: Обрій, 2004. – 2008 с.
84. Міллер Г. П. Ландшафтознавство. Теорія і практика: Навч. посібник/ Г. П. Міллер, В. М. Пеглін, А. В. Мельник. – Львів; Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2002. – 172 с.
85. Міщенко Л.В. Зміни клімату в зв'язку з проблемою охорони навколишнього середовища / Л.В.Міщенко // Геоекологічні проблеми Івано-Франківщини та Карпатського регіону. – Івано-Франківськ: Екор, 1998. – С.97-109.
86. Міщенко Л. В. Геоекологічний аудит впливу техногенного забруднення на довкілля і здоров'я населення: автореф. дис. на здоб. наук. ступ. кандидата географ. наук / Л. В. Міщенко – Чернівці, 2003. – 19 с.
87. Міщенко Л.В. Екологічний аудит території / Л.В. Міщенко, М.Г. Грицюк. – Івано-Франківськ: Полум'я. – 2008. - 212с.
88. Міщенко Л. В. Геоекологічне районування / Л. В. Міщенко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 408 с.
89. Муха Б. Зміни кліматичних параметрів верхів'я басейну ріки Дністер за останні 40 років / Б. Муха, Р. Гулянич // Вісник Львівського університету. – Вип. 29. ч I, 2003 – с. 66 – 70.
90. Національний атлас України. – Київ: ДНВЦ. Картографія; 2007. – 440 с., 875 іл.
91. Одум Ю. Экология: В 2 т / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т.1. – 328 с.
92. Окладников А.П. Открытие Сибири/А.П. Окладников. - М.,1981.

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

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

95. Пасецкий В.М. Адольф Яковлевич Купфер/В.М. Пасецкий.- М., 1984.

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

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

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

99. Потравич Л.Д. Проблема відновлення біосфери на територіях з техногенним впливом (на прикладі Богородчанського газотранспортного вузла)/Л.Д.Потравич. - Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування, №1, Івано-Франківськ:Симфонія форте, 2010.С.14.

100. Приходько М.М., Гладун Я.Д., Приходько М. М. (молод.) та ін. лікарські рослини Івано-Франківської області. – Івано-Франківськ, 2002. – 216 с.

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

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

103. Приходько – монографія

104. Рейснер Г.И. Геологические методы оценки сейсмической опасности / Г.И. Рейснер. — М.: Недра, 1980. — 176 с.

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

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

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

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

109. Рудько Г. І. Вступ до медичної геології / Г. І. Рудько, О.М. Адаменко. – К.: Акадампрес, 2010. – Том І – 736 с., Том ІІ – 448 с.

110. Рундквист И.К. Геодинамическое картирование Ивано-Франковской области для выделения сейсмоопасных участков / И.К.Рундквист, Ф.И. Захаров, Ф.А. Питкенин // Геология Украины. – Киев: Манускрипт, 1993. – С. 50-55.

111. Рыбаков Б.А. Древняя Русь: Сказания. Былины Летописи /Б.А.Рыбаков.- М., 1963.

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

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

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

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

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

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

118. Швец Г.И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР / Г.И. Швец. – Л. – 1971.
119. Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажненности материков северного полушария/А.В. Шнитников// Зап. Географ.о-ва СССР. Т.16
120. Шпак И.С. Влияние леса на водный баланс водосборов / И.С. Шпак. – К.: Наукова думка, 1968. – 142 с.
121. Clark D. Thearctic ocean and Past-Jurassic Paleoclimatology// Climate in Earth History. Nat. Acad. Press. Washington DC, 1982 Chap.14.
122. Dentin H.H., Karlen W. Holocene climate chan get their patten and possible cause//Quart. Res. 1973. Vol.3.P.155-205.
123. Gates W.I. Palaeclimatmedelin: A review with reference to problems for pre-Pleistocene // Climate in Ears History/Chap.2. Nat. Acad.Press.US Washington DC, 1982.
124. Kukla G.I., Angel I.K., Namins S.L. at al. New data on climatic trends// Nature, 1972. Vol.270.
125. Mitchel I.M. Receipt secular changes of global temperature// Science. 95(1). 1961.
126. Sandra S. Shulz, Robert E. Wallace. The San Andreas Fault. — U.S. Department of Interior / Geological Survev, 1990, p. 17.
- 127.Theon H. History and intransivity of climate and intransivity of climate: The physical lasis of climate and climate modeling. Yarp. Publication. Ser. 1975/ №16.
128. Wiliams I., Barrz R.G., Washington W.M. Simylation of the atmospheric circulation model with ice – age boundary conditions//I. Appl. meteorol. 1973. №13.
129. [http: dt. ua / ECONOMICS / nadra_kredit vid pravnukiv – 94 847.html](http://dt.ua/ECONOMICS/nadra_kredit_vid_pravnukiv-94847.html).