

УДК 551:574(075.8); 624.121:551.3

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГО-ГЕОЛОГІЧНИХ НАПРЯМІВ У ГЕОЛОГІЇ

О. Чепіжко

*Одеський національний університет імені І.І. Мечнікова
65058 м. Одеса, Шампанський пров., 2
E-mail: chepodes@ukr.net
<http://www.odnu.edu.ua>*

Предметом екологічної геології є еколого-геологічна система – літосфера, гідро-сфера й атмосфера, на яких позначається прямий або посередній вплив техногенної діяльності людини, причому літосфера є одним із головних компонентів довкілля. Це новий науковий напрям у науках про Землю, який поєднує знання про екологічні проблеми геологічного і навколишнього середовища. Еколого-геологічне картування – новий актуальний комплекс геолого-розшукових робіт. Його виконують з метою виділення й типізації рельєфу і ландшафтів, оцінювання фонових літолого-геохімічних характеристик, визначення проявів техногенної седиментації, еколого-геологічного районування. Моніторинг – це багатоцільова інформаційна система, яка охоплює збір даних методом спостереження, аналіз зібраних результатів, оцінювання стану середовища, прогнозування його розвитку та розробку рекомендацій щодо превентивних заходів з підтримки метастабільного стану довкілля в регіоні.

Ключові слова: екологічна геологія, моніторинг, навколишнє природне середовище, еколого-геологічне картування.

Екологічна геологія ґрунтується на фундаментальних положеннях геологічної науки з урахуванням досягнень екології, розробок технічних і економічних наук, правових положень. Предметом екологічної геології є еколого-геологічна система – літо-, гідро- й атмосфера, на яких суттєво позначається прямий і посередній вплив господарської діяльності людини, причому літосферу треба розглядати як один з головних компонентів довкілля. Формується новий науковий напрям у науках про Землю, що поєднує всі знання про екологічні проблеми геологічного і навколишнього середовища. Його розвиток багато в чому визначатиме шляхи виходу з екологічної кризи на Землі. Від розвитку еколого-геологічних знань залежатиме можливість поновлення й підтримки стійкої рівноваги в системі людина–довкілля.

Екологічна геологія – наукова дисципліна, об'єктом дослідження якої є геологічне середовище в діалектичному взаємозв'язку з живою природою, людиною і техногенною діяльністю людини [1, 5, 9]. Геологічне середовище – унікальне природне утворення, частина літосфери, залучена до технічного перетворення. До об'єктів екологічної геології належать також геолого-техногенні системи. Це комплекс природних і техногенних об'єктів, що впливають один на одного і в остаточному підсумку діють як одна система.

З огляду на це в розвитку екологічної геології є дві стратегічні установки:

- необхідність спостерігати, фіксувати, аналізувати геологічні факти на підставі їхньої територіальної спільності та закону загального взаємозв'язку;
- необхідність усебічно моделювати природні об'єкти і явища, спираючись на їхні дослідження і досвід вишукувань, проектування й експлуатації різних споруд.

Головним у наукових поняттях екологічної геології є модельне відображення еколого-геологічних умов. Під моделюванням тут потрібно розуміти схематизоване відтворення будови, стану і властивостей геологічного середовища (геологічного об'єкта) у графічному, табличному, словесному чи іншому вигляді, тобто формалізовано. Еколого-геологічне моделювання повинне відображати спеціалізований геологічний простір, його дискретність і безперервність у вигляді специфічних еколого-геологічних і загальних геологічних характеристик та оцінок різних просторових об'єктів.

Сьогодні очевидним є щораз більший вплив діяльності людини на навколишнє середовище, у тому числі й на геологічне. Техногенні порушення, будівельні роботи на суші й морському шельфі, перетворення геологічного середовища, виникнення нових природних ландшафтів, техногенних складів хвостів і промислових продуктів, штучних родовищ корисних копалин, пунктів поховання шкідливих і радіоактивних речовин порушують баланс у метастабільній геодинамічній системі, ускладнюють екологічну ситуацію. Ретельного вирішення потребує питання про допустимість реалізації будь-якого технічного проекту з погляду рівня екологічного ризику для людини й довкілля.

Дослідження особливостей динаміки геолого-техногенних систем необхідне для прогнозування процесів їхнього розвитку, розробки рекомендацій з керування і запобігання негативним наслідкам стану еколого-геологічної системи.

Головні завдання екологічної геології такі:

- аналіз зміни геологічного середовища під впливом природних і техногенних чинників, спостереження в реальному масштабі часу за станом геологічного середовища;
- раціональне використання земельних, водних, мінеральних та енергетичних ресурсів Землі;
- зменшення шкоди навколишньому середовищу від природних і природно-техногенних катастроф, гарантування безпечного проживання людей, оперативне і довготермінове прогнозування небезпечних і катастрофічних природних явищ;
- забезпечення еколого-геологічного картування і моніторингу геологічного середовища.

Еколого-геологічна концепція розвитку геологічної науки, передусім, ґрунтується на визначенні антиекологічного підходу гірничодобувної промисловості і переробних підприємств до використання геологічного середовища – залучення в обробку і переробку, головню, багатих руд (що містять також високі кількості шкідливих домішок), часткове добування корисних компонентів, відсутність природоохоронних заходів. Це зумовлене некомплексним підходом у наукових дослідженнях з охорони довкілля, відсутністю моніторингу, еколого-геологічного картування, еколого-геологічного чи екологічного контролю в інфраструктурах. Концептуальною основою оцінки чинників формування еколого-геологічних систем є уявлення про геологічне середовище як про фундамент екологічної ніші народонаселення. Визначальні її чинники можна розділяти на власне геологічні (довготермінові) і техногенні (короткочасні); вони досить тісно пов'язані, впливають один на одного

в процесі формування і становлення геолого-техногенних систем. До довготермінових геологічних чинників належать структурно-геологічні, геофізичні, літогеохімічні, геодинамічні, неотектонічні, інженерно-геологічні, гідрохімічні й інші, до короткочасних техногенних – господарська діяльність людини, розвиток промисловості, енергетики, сільського господарства тощо. Усі вони зумовлюють низку процесів, що у природних умовах відбуватися в геологічному середовищі не можуть. Водночас вплив деяких техногенних чинників може спричинювати процеси, що за масштабами і наслідками сумісні з геологічними.

Методологія еколого-геологічних досліджень. Сучасна спрямованість еколого-геологічних досліджень на формування системи раціонального природокористування зумовлює виникнення нових завдань, пов'язаних з розробкою теорії і методології екологічної геології та моніторингу [4, 6, 8].

Теоретичною базою еколого-геологічних досліджень є системність, комплексність, ретроспективність, модельність.

Методологія еколого-геологічних досліджень передбачає системний аналіз, комплексність вивчення, математичне забезпечення й опрацювання інформації, моделювання. Методологічна база формується під час розроблення методів усіх видів аналізів складових геологічного середовища – петрографічних, мінералогічних, геохімічних, структурно-тектонічних, геофізичних, геохімічних, літологічних, гідрологічних, ландшафтних тощо.

Специфіку методології для різних регіонів можна визначити такими чинниками:

- положення в планетарній структурі (суша, шельф, внутрішнє море);
- кліматичні умови;
- господарський комплекс;
- мінерально-сировинні ресурси;
- енергетична база.

Розроблено низку нових важливих напрямів наукових досліджень (екологічний, геологічний, медичний, юридично-правовий та інформаційний) (див. таблицю), що зумовлює потребу виконання певного обсягу польових еколого-геологічних досліджень і відповідних аналітичних робіт, комп'ютерного опрацювання інформації, для чого треба додатково науково обґрунтувати і розробити методичні прийоми проведення цих досліджень.

Розробка методології, методики і технології еколого-геологічних досліджень потребує подальшого вирішення. Необхідно враховувати, що одним з головних відправних напрямів еколого-геологічних досліджень є їхня регіональність. Ефективний і універсальний метод оцінки стану геологічного середовища як єдиної системи – геологічне знімання території. Під час дослідження екологічного стану регіону виникає необхідність проведення додаткових видів робіт, зокрема, збирання спеціалізованого матеріалу, що характеризує власне техногенний чи антропогенний вплив на навколишнє середовище.

Загальні принципи еколого-геологічних досліджень. Об'єктивна оцінка стану довкілля, точне прогнозування змін його стану внаслідок геологічних і техногенних процесів, розробка системи керування несприятливими процесами (геологічними й техногенними) зумовлює потребу розгортання системи моніторингу, проведення еколого-геологічного картування, розробки комплексних соціально-екологічних моделей регіону (території) [2, 7].

Головні напрями досліджень та їхній зміст

Напрямок	Мета
Еколого-геологічний	Вивчення екологічного стану регіональних зон, розробка прогнозів і рекомендацій
Медико-геологічний	Вивчення медико-геологічних особливостей окреслених зон регіону
Інформаційний	Вивчення результатів хімічних аналізів, їхнє статистичне опрацювання, формування моделей і прогнозування розвитку природних процесів у зонах регіону
Юридично-правовий	Розгляд і вивчення вітчизняних та міжнародних правових документів щодо статусу регіону та його захисту

У цьому разі виконують аналіз біогеохімічних, гідрогеохімічних, геофізичних, геоекономічних та інших наслідків, пов'язаних з діяльністю гірничо-збагачувальних, гірничо-металургійних та інших підприємств легкої і важкої промисловості, сільського господарства. Загальні принципи еколого-геологічних досліджень передбачають таке.

1. Вивчення забруднення довкілля, що впливає на процеси седиментогенезу. Це визначає одним з об'єктів еколого-геологічного дослідження басейн седиментогенезу, що охоплює єдину систему літосфера–ріка–море. Територія такого басейну має визначені геологічні, геоморфологічні, геоструктурні властивості, а також несе на собі навантаження міських агломерацій та інших поселень, зумовлене індустріальними, гірничопромисловими, аграрними й іншими комплексами виробництва.

2. У загальній структурі екологічних проблем важливу роль відіграє еколого-геологічна складова, що повинна бути спрямована на вивчення сучасного стану геологічного середовища, ступеня впливу техногенезу на перебіг природних процесів еволюції літосфери і, у загальному випадку, біосфери. Виділення геолого-техногенних систем (на визначених принципах) дасть змогу виконати районування територій і регіонів різного рівня. Головним його принципом може бути ступінь допустимого техногенного впливу на геолого-техногенні системи, що не веде до незворотних змін навколишнього середовища. Саме таке районування, засноване на комплексному підході, дасть змогу спрогнозувати можливі наслідки антропогенної діяльності, визначити максимально допустимі техногенні навантаження на довкілля, з огляду на ступінь екологічної напруженості того чи іншого регіону.

3. Еколого-геологічне картування – новий актуальний напрямок комплексних геолого-знімальних робіт. Його виконують з метою виділення й типізації рельєфу та ландшафтів, оцінки фонових літолого-геохімічних характеристик, виділення й оцінювання проявів техногенної седиментації, еколого-геологічного районування. Головне завдання – розробка рекомендацій з раціонального використання природних ресурсів, ведення геологічних і техногенних видів діяльності. Еколого-геологічне картування може бути першою стадією природоохоронного моніторингу. Воно є складовою частиною геологічного знімання або самостійним видом картовальних геологічних робіт.

4. Кінцева мета еколого-геологічних досліджень така: складання еколого-геологічних карт різного масштабу, що відображають еволюцію і динаміку геологічного середовища, ступінь техногенного впливу на нього; формування баз даних

еколого-геологічного моніторингу; соціально-екологічне моделювання. Вивчення еколого-геологічних систем дає змогу виконувати районування території на локальному, регіональному і глобальному рівнях за ступенем допустимого впливу на геологічне середовище (який не веде до незворотних впливів на довкілля і змін умов існування). Таке районування, засноване на комплексному підході, допоможе спрогнозовано оцінювати всі види антропогенної діяльності, розробляти й виконувати науково обгрунтовані програми освоєння навколишнього середовища.

Системна концепція моніторингу. Еколого-геологічний моніторинг – це система (заздалегідь спланована в часі і просторі) спостережень, оцінки і прогнозування стану геологічного середовища, що із заданою закономірністю повторюється. Система еколого-геологічного моніторингу охоплює дві головні підсистеми: спостереження за станом середовища і чинниками, що його визначають; моделювання і прогнозування еколого-геологічних наслідків.

Під моніторингом прийнято розуміти систему повторних спостережень навколишнього середовища з визначеними цілями відповідно до заздалегідь підготовленої програми. Моніторинг – багатоцільова інформаційна система, що охоплює збирання даних шляхом спостереження, аналіз зібраних результатів, оцінювання стану довкілля, складання прогнозу його розвитку. Моніторинг передбачає прями і зворотні зв'язки. Збирання первинної інформації значно зумовлене кінцевою метою чи характером прогнозу, який потрібно отримати. Щоб організувати збирання первинної інформації, необхідно, передусім, розробити науково обгрунтовану системну концепцію моніторингу конкретної території [2, 3, 6, 8, 9].

Моніторинг еколого-геологічної ситуації у межах визначеного регіону потребує збирання різноманітної інформації про умови накопичення сучасних відкладів, динаміку рельєфу і гравітаційних процесів, гідрогеологічний режим і стан водних ресурсів, геохімічне поле регіону. Ефективним універсальним засобом оцінки стану геологічного середовища як єдиної системи є еколого-геологічне знімання території. Під час дослідження екологічного стану регіону виникає необхідність у проведенні додаткових видів робіт, таких як збирання спеціалізованого матеріалу, що характеризує власне техногенний або антропогенний вплив на довкілля. Це, зокрема, визначення рН і Eh донних осадів, вод; вміст мікроелементів у геологічних відкладах, воді й бентосі; дослідження аутигенного мінерогенезу; вивчення стану гірської породи і геологічного об'єкта тощо [1, 2, 5].

В основі обміну речовини Землі, її зміни й перетворення є геохімічні та біогеохімічні процеси. Головні забруднювачі еколого-геологічного середовища – це елементи-токсиканти, радіоактивні елементи, вуглеводні й пестициди. Щораз важливішими стають біологічні компоненти. Специфіку геохімічної провінції визначає наявність і поширення тих або інших мікроелементів у геологічному середовищі та воді [1, 3–6]. Нині в геологічне середовище вносять хімічні елементи і сполуки у таких кількостях, які не можуть бути залучені у повному обсязі в біохімічний цикл. Як наслідок, вони накопичуються в ґрунтах, донних відкладах, ґрунтових водах. І в результаті геологічне середовище не тільки забруднюється, а й набуває нової властивості – токсикогенності, що екологічно загрожує біосфері в цілому.

Для того, щоб мати змогу прогнозувати поведінку екологічної системи, необхідно забезпечити збирання даних за всіма головними параметрами, що характеризують стан довкілля. Попередньо ж треба виконати еколого-геологічне районування регіону за характером геологічної будови, видами рельєфу, ландшафту, характе-

ром водоносних горизонтів і поверхневого водостоку, антропогенним впливом, що охоплює і розробку корисних копалин (можна і за природо-економічними чинниками).

З огляду на всю сукупність перелічених чинників доцільно спланувати потребу у видах знімання, масштаб і періодичність їхнього проведення з метою одержання всієї сукупності даних, що характеризують навколишнє середовище. На підставі всіх отриманих даних після відповідного опрацювання й аналізу можна простежити хід розвитку стану довкілля і дати рекомендації з уживання превентивних заходів щодо підтримки метастабільного стану середовища в регіоні.

Отже, екологічна геологія – це новий напрям у геологічній науці, наукова дисципліна, об'єктом дослідження якої є геологічне середовище в діалектичному взаємозв'язку з живою природою, людиною і техногенною діяльністю людини. Головне місце в наукових поняттях екологічної геології посідає модельне відображення еколого-геологічних умов. Еколого-геологічне картування виконують з метою виділення й типізації рельєфу, оцінки фонових літолого-геохімічних характеристик, виділення і прояву техногенної седиментації. Воно може бути першою стадією природоохоронного моніторингу. Моніторинг – це багатоцільова інформаційна система, що передбачає збирання даних шляхом спостереження, аналіз зібраних результатів, оцінювання стану середовища, складання прогнозу його розвитку і формування рекомендацій з уживання превентивних заходів щодо підтримки метастабільного стану довкілля середовища в регіоні.

1. *Бродский А.К.* Краткий курс общей экологии. СПб., 1999.
2. *Ларченков Е.П., Чепижко А.В.* Геохимические и биогеохимические факторы формирования эколого-геологической системы Черного моря // Экология, экономика, рынок: Тр. Междунар. науч.-практ. конф. Одесса, 1999. С. 47–53.
3. *Мейсон Б.* Основы геохимии. М., 1971.
4. *Пунько В.П., Кадурич В.Н., Кравчук О.П.* Особенности геоэкологических исследований городской среды // Геоэкология рекреационных зон Украины. Одесса, 1996. С. 125–144.
5. *Саев Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П.* и др. Геохимия окружающей среды. М., 1990.
6. *Чепижко А.В.* Мониторинг геологического объекта как инструмент решения экологических проблем Украинского побережья Черного моря // Экология довкілля та безпека життєдіяльності. 2001. № 2. С. 3–8.
7. *Чепижко О.В., Кадурич С.В., Какаранза С.Г.* Еколого-статистична модель розподілу елементів-токсикантів в донних відкладах північно-західної частини Чорного моря // Геол.-мінерал. вісн. 2004. № 1 (11). С. 33–39.
8. *Чепижко О.В., Кадурич В.М., Шатохіна Л.М.* та ін. Моніторинг екологічних систем рекреаційних зон Чорноморського регіону України // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2002. № 4. С. 10–14.
9. Экологическая геология: Справочное пособие / Шнюков Е.Ф., Демчишин М.Г., Дроздовская А.А. и др. К., 1993.

**METHODOLOGICAL BASES OF ECOLOGICAL-GEOLOGICAL
RESEARCHES DEVELOPMENT IN GEOLOGY****O. Chepizhko**

*Illya Mechnikov National University of Odesa
Shampans'kyi St. 2, UA – 65058 Odesa, Ukraine
E-mail: chepodes@ukr.net
<http://www.odnu.edu.ua>*

The ecological-geological system is the subject of ecological geology, especially lithosphere, hydrosphere and atmosphere, which are under direct and indirect pressure of the human technogenic activity. Lithosphere should be considered as one of the basic components of the environment. This is a new scientific direction in the Earth's sciences, which combines all knowledge about ecological problems of environment and geological environment. Ecological-geological mapping is the new actual complex of geologic-prospecting works. It is carried out for allocation and typifying of relief and landscapes, for estimation of background lithologic and geochemical characteristics, allocation and estimation of technogenic sedimentation, ecological-geological zoning. Monitoring is the multipurpose informational system, which includes data gathering by supervision, analysis of the results, valuation of the environmental conditions, forecasting of its development and elaboration of recommendations about preventive measures to support meta-stable state of the environment in the region.

Key words: ecological geology, monitoring, environment, ecological-geological mapping.

Стаття надійшла до редколегії 05.09.2005
Прийнята до друку 24.10.2005