

<sup>1</sup>О. В. Чепіжко, проф., доктор геол. наук,  
<sup>1</sup>В. М. Кадурін, доцент, канд. геол.-мін. наук,  
<sup>2</sup>Л. М. Шатохіна, доцент, канд. геол.-мін. наук,  
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,  
<sup>1</sup>кафедра загальної та морської геології,  
<sup>2</sup>кафедра фізичної географії та природокористування,  
вул. Дворянська, 2, Одеса-82, 65082, Україна

## СТАНОВЛЕННЯ ТЕХНО-ГЕОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ В УПРАВЛІННІ РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Розглядаються принципи положення техно-геологічної системи як системи організації техногенного впливу людини на навколишнє середовище і визначення перспективи розвитку та способи керування процесами в сфері життєдіяльності людини. Розробка методів управління станом і властивостями геологічного середовища направлена на рішення задачі управління, що успішно розв'язується методами технічного впливу на геосфери, на властивості водного середовища і атмосферу.

**Ключові слова:** техно-геологічна система, геологічне середовище, технічна система, управління, організація, моніторинг

### Вступ

Проблеми захисту навколишнього середовища від негативних наслідків дії антропогенних факторів набувають рівновеликого значення так само, як і проблеми захисту людину від кризових і катастрофічних явищ. Відповідно, пошуки вирішення цих проблем можливі через збереження стану динамічної рівноваги середовища життєдіяльності людини і раціонального розвитку суспільства. Розробка системи управління природними процесами стає все більш актуальною, то її вдосконалення можливе шляхом вирішення задач керування процесами, що змінюють навколишнє середовище. Становлення і розвиток нового наукового напрямку в геології — екологічної геології — дозволило розглядати проблему впливу людини на довкілля і зокрема на літосферу, спираючись на положення теорії систем. Так виникла необхідність розвитку розуміння техно-геологічних систем (ТГС), які представляють собою нову систему, що складається з природної самовпорядкованої системи — літосфери та техносистеми, як керованої системи, створеної людиною. Техноекосистеми віднесені до класу складних систем, і керування ними необхідно проводити, використовуючи їх математичні моделі. Такі моделі повинні надавати можливість прогнозувати найближчі й віддалені наслідки різних геологічних і техногенних дій на геологічне середовище (НС) і звичайно давати можливість оцінювати наслідки тих або інших впливів на геологічні системи (ГС) при реалізації проектів перетворення НС.

*Мета досліджень* полягає в обґрунтуванні основних положень розуміння ТГС як системи організації техногенного впливу людини на НС і визначення перспективи розвитку та способи керування процесами в ТГС.

Теоретичні моделі геосистем будуються на підставі узагальнення уявлень про окремі складові їхніх процесів і явищ, ґрунтуючись на фундаментальних законах, які описують поведінку речовини й енергії. Теоретична модель описує абстрактну геосистему; відповідно, для первинного висновку її співвідношень не потрібно даних по параметрах конкретної геосистеми. Модель будується на основі узагальнених уявлень про структуру геосистеми та механізми зв'язків між складовими її елементами.

### **Викладення основного матеріалу досліджень**

Системна організація геологічного середовища виходить із того, що планета Земля складається з концентричних оболонок, які матеріально відносяться до земного геоїда, стійких у часі, але разом з тим вони перебувають у безперервній більш-менш закономірній зміні й становленні в геологічному часі. Ці концентричні оболонки перебувають у стійкій динамічній рівновазі в геологічному та історичному часі, що можна назвати організованістю планети. Безпосередньому спостереженню доступна атмосфера, гідросфера, біосфера і верхня зона літосфери, які об'єднані в геологічне середовище. Ці фізичні агрегатні сфери мають специфічну організацію на хімічних і мінералогічних рівнях, де вони формуються як комплексні геосистеми першого порядку. На вищих геологічних рівнях визначені гірські породи і геологічні формації. Літосфера як георечовинна система у верхній своїй зоні виступає комплексною геосферою розвитку надречовинної геосистемної організації.

Як динамічна система може розглядатися будь-який геологічний об'єкт і процес. Для цього йому повинні бути властиві ряд елементів, що характеризують його як цілісну одиницю, обумовлених певними зв'язками і відносинами, утворюючими її структуру. Під геологічними процесами (ГП) прийнято розуміти такі процеси, в результаті яких змінюються розміри, форма, склад, структура або розташування геологічних тіл і/або руйнуються старі і формуються нові геологічні тіла. Геодинамічна функція літосфери в екологічному аспекті виявляється в ході різних ГП:

1) екзогенних геоморфологічних — вивітрювання, зсувів, обвалів, селів, ерозії, берегової абразії, підтоплення і т.д.;

2) ендегенних геологічних — магматизма, як процесів виплавлення магми, її подальшого розвитку, переміщення, взаємодії з твердими породами і кристалізації, вулканічних вивержень; тектонічних рухів як механічних рухів земної кори, що призводять до деформації порід; метаморфізму гірських порід — істотних змін текстури, структури, мінерального складу гірських порід в земній корі та мантії під впливом температури і тиску; землетрусів так чи інакше впливаючих на літосферу.

По аналогії із статичним простором можливо використання понять невизначеного і повновизначеного динамічного геологічного простору. Перше поняття відповідає рівню спостереження, друге — рівню моде-

лей. Може бути побудована також складна динамічна система як система взаємозв'язаних (взаємозалежних) процесів. У такому разі елементарна динамічна система (простий ГП) виступає як елемент складного ГП [1].

Технічна система (ТС) складається з елементів (складових частин, що різняться властивостями, які проявляються при взаємодії) об'єднаних зв'язками (лініями передачі одиниць або потоків будь-чого), що й вступають у певні відносини (умови і способи реалізації властивостей елементів) між собою та з навколишнім середовищем, щоб здійснити процес (послідовність дій для зміни або підтримки стану) і виконати функцію ТС (ціль, призначення, задачі)<sup>1</sup>. ТС має структуру (будова, системний устрій, взаєморозташування елементів і зв'язків, що задає сталість і відтворюваність функції ТС) [3].

У кожної ТС існує функціональна частина, а саме об'єкт керування (ОК). Функції ОК ТС полягають у сприйнятті керуючих впливів (КВ) і зміні відповідно до них свого технічного стану (далі — стану). ОК ТС не виконує функцій прийняття розв'язків, тобто не формує й не вибирає альтернативи своєї поведінки, а тільки реагує на зовнішні (керуючі) впливи, змінюючи свій стан визначеним його конструкцією видом. Об'єкти керування ТС складаються із двох функціональних частин — сенсорної і виконавчої. Сенсорна частина утворена сукупністю технічних устрій, безпосередньою причиною зміни станів кожного з яких є відповідні йому й призначені для цього керуючі впливи [4, 5]. Подібні до них пристрої по функціональному призначенню є пристроями керування ТС.

Виконавча частина утворена сукупністю матеріальних об'єктів, усі або окремі комбінації станів яких розглядаються як цільові стани ТС, у яких вона здатна самостійно виконувати передбачені їй конструкцією дієві практичні функції. Безпосередньою причиною зміни станів виконавчої частини ТС (ОК ТС) є зміни станів її сенсорної частини.

Ознаки об'єктів таксона «технічні системи» є наступними:

- являють собою цілісну сукупність кінцевої множини суміснодіючих матеріальних об'єктів;
- мають здатність, перебуваючи в цільових станах, самостійно виконувати споживчі функції, передбачені їхньою конструкцією;
- мають моделі визначеної поведінки в просторі досяжних рівноважних стійких станів, відповідних до станів виконавчої частини ОК ТС.

Технічна система — це цілісна сукупність кінцевого числа взаємозалежних штучних матеріальних об'єктів, що має послідовно взаємодіючі сенсорну і виконавчу функціональні частини, модель їх визначеної поведінки в просторі рівноважних сталих станів і здатність, при знаходженні хоча б в одному з них (цільовому стані), самостійно виконувати в штатних умовах передбачені їй конструкцією дієві функції<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Технічна система включає в себе технічні засоби, технології, методи, елементи, пристрої, конструкторські бюро, ремонту базу і т. і. Кінцевою ланкою системи є машини, механізми, технічні установки, що можуть впливати на географічну оболонку та її складові (Ред.).

<sup>2</sup> У визначенні використано поняття "система", запропоноване академіком Анохіним А. П. і доповнене в [4].

Технічна підсистема — це частина системи, що має всі ознаки об'єктів таксона «технічні системи». Технічна підсистема може бути частиною деякої системи, яка сама може не відноситися до класу ТС, що суттєво важливо в плані вивчення саме техногеосистем.

Вплив людини на довкілля слід розглядати як технічний процес, у якому людина виступає як зовнішній фактор через ТС. При цьому треба мати на увазі, що нові елементи, впроваджувані людиною в НС (спорудження, техногенні об'єкти і навіть техногенні викиди), не впливають зі структури природної системи, не обумовлені нею і тому виявляються чужорідними елементами, не властивими конкретній ГС. Тому ГС прагне відторнути їх або «перетворити», модифікувати. У зв'язку з цим елементи ТС або сама ТС, впроваджувані в геологічне середовище, стають нестійкими, не здатними самостійно існувати без постійної підтримки людини через керівні фактори. Завдячуючи раціональному керуванню техносистема і геосистема можуть створити техногеоосистему, що знаходиться у стані динамічної рівноваги.

Наслідком цього є:

1. Необхідність постійної витрати людством праці та ресурсів на підтримку таких елементів ТГС, необхідність упорядкування, ремонту, їх реконструкції.

2. Для підвищення стійкості впроваджуваних елементів людина повинна постійно їх вдосконалювати, максимально зменшувати їх «чужорідність» для геологічного середовища.

Таким чином, для оцінки видів і глибини техногенного впливу, визначення припустимої межі впливу або припустимого антропогенного навантаження на ГС, за якими наступають незворотні й небажані її зміни, необхідно в кожному конкретному випадку визначати стійкість ГС до техногенних навантажень.

Будь-яка ГС пристосована до певних умов, у межах яких вона стійка й нормально функціонує навіть при збурюваннях зовнішніх природних факторів (динамічність ГС). Техногенні збурювання часто перевершують природні, вони більш різноманітні, деякі взагалі відсутні в природі, наприклад, забруднення штучними речовинами. Усе це викликає необхідність у спеціальних дослідженнях реагування ГС на конкретні впливи, які повинні бути покладені в основу проектів по природокористуванню і природооблаштуванню. Важливими є довгочасні кількісні прогнози поведінки ГС при різних варіантах техногенних впливів.

Формування методологічних основ екологічної геології визначило те, що основним завданням цього нового наукового напрямку є вивчення і геологічне обґрунтування формування, збереження і відтворення систем, які забезпечують спільне функціонування суспільства і природи. Систем, в яких основою екологічно-безпечного розвитку є геологічні чинники. Розвиток цієї системи відбувається згідно з загальноприйнятим в екології принципом еколого-системної спрямованості еволюції, який припускає, що будь-які еволюційні зміни зрештою обумовлені діючими чинниками і системними особливостями розвитку еволюціонуючої сукупності.

Дослідження такої системи, що включає досить різномірні об'єкти, припускає використання як базового методологічного прийому системний підхід. У цьому випадку аналізований об'єкт розглядається як певна множина, взаємний зв'язок і взаємодію яких обумовлюють властивості і загальний характер цієї множини. Використання методологічних принципів теорії систем дозволяє сформулювати з реальних складних різномірних об'єктів систему у відповідності з екологічними цілями дослідження, визначити її основні елементи, частини або підсистеми, встановити системоформуючі відносини і зв'язки між елементами, які характеризують її структуру.

Критерієм оцінки еколого-геологічної ситуації може служити екологічна стійкість системи, що забезпечує комфортний стан всім учасникам цієї системи, включаючи і людину як соціальний елемент. Для оцінки і прогнозу еколого-геологічних змін, їх запобігання і ухвалення рішень по управлінню процесами необхідна розробка науково-обґрунтованої методики еколого-геологічних досліджень, створення принципової схеми і реалізація її на основі аналізу інформації про будову системи, ТН на неї, зміни, проблемні еколого-геологічні ситуації. Потрібне систематичне відстежування динаміки параметрів ТГС у ході її розвитку, тобто систематичний моніторинг. Програма моніторингу може бути ефективною у тому разі, якщо чітко визначені параметри системи, що підлягають контролю [7, 12].

Модель управління об'єктом відтворює причинні зв'язки між елементами ТГС, які утворюють декілька ієрархічних рівнів. Відбираються керовані чинники і серед них ті, регуляція яких може дати найбільший ефект на виході. Функціонування моделі управління такою системою може базуватися на методології аналізу ризику. Створення моделі оптимальної ТГС (для забезпечення основи моделі управління об'єктом) є стратегічним завданням екологічної геології. Під оптимальною при цьому розуміється система, що зберігає або поліпшує свої, принаймні геодинамічну, геофізичну та геохімічну функції при мінімально необхідних витратах енергії і засобах.

Розробка методів управління станом і властивостями масивів гірських порід верхніх горизонтів літосфери з метою збереження і забезпечення їх екологічних функцій — практичний напрям екологічної геології<sup>1</sup>, який інтенсивно розвивається в даний час. Задача управління успішно розв'язується методами технічного впливу на літосферу та безпосередньо на гірські породи, гідросферу, верхній шар ґрунтів, і в розпорядженні якого є всілякі засоби цілеспрямованого активного впливу людини на склад, будову, стан і властивості гірських порід та їх масивів, а також на властивості водного середовища — наземних і підземних вод. Застосування цих методів дозволяє міняти стан і властивості масивів гірських порід в потрібному напрямі, одержувати масиви із заданими властивостями, здійснювати реабілітацію територій, ґрунтів, гірських порід від всіляких техногенних забруднень і т.д.

Еколого-геологічні процеси діляться на природні геологічні і техногенні процеси. Важливо, що останні можуть по своїй інтенсивності, потужності

---

<sup>1</sup> Це практичний напрям інженерної геології (Ред.).

і масштабам прояву відповідати їх природним аналогам. Саме тому їх прогнозу, оцінці і інженерно-технічному захисту територій з розвиненими на них ТГС від негативного впливу техногенних процесів в екологічній геології має надаватися першочергова увага. Але не зайве зауваження: більш ефективним та оптимальним є поняття про фізико-географічні природні механізми, процеси, поняття та принципи.

Рівень впливу людини на НС залежить у першу чергу від технічного розвитку суспільства. Його прогрес очевидний, що спричиняє збільшення масштабів впливу суспільства на природу.

У геологічній науці визначається поняття «сукупність техніки і технічних систем». Мова йде про «техноречовину» як сукупності всіх існуючих технічних пристроїв і систем. До її складу, зокрема, включають технічні пристрої, що добувають корисні копалини, і ті, що виробляють енергію. Виділяється також технічний блок по переробці отриманої сировини і виробництву засобів виробництва. Далі йде техніка, що виробляє засоби споживання. Потім — технічні системи по передачі, використанню та зберіганню засобів інформації. В особливий блок виділяють автономні багатофункціональні системи (роботи, автоматичні міжпланетні станції й ін.). Інший підхід до розуміння структури і ролі «техноречовини» пропонує Г. Беш [2]. Він виділяє у світовім господарстві три найбільші галузі: первинна (видобуток природних ресурсів), вторинна (обробка добутої продукції) і третинна (обслуговування виробництва: наука і управління).

Поки невіршених проблем в цій області дуже багато і серед них одна з центральних — виявлення гранично допустимих рівнів техногенних дій на природне середовище та на його окремі компоненти — ґрунти, гірські породи, наземні і підземні води, рельєф території і розвинені на ній ГП, зміна яких впливає на різні ТГС. Основна задача полягає у тому, щоб навчитися правильно прогнозувати антропогенні наслідки тих або інших техногенних дій на геологічне середовище, а отже, навчитися запобігати негативним процесам і тим самим впливати на глобальну екологічну кризу. Чималу роль в рішенні цієї проблеми повинен зіграти геологічний моніторинг ТГС — система постійних спостережень, контролю, оцінки, прогнозу і управління станом ТГС з метою забезпечення її екологічних функцій [11, 12]. Управління системами виходить з того, що поняття «організація» — це сукупність форм, явищ і процесів, що визначають утвір і вдосконалювання єдності різноманітних внутрішніх і зовнішніх властивостей і відносин об'єктів матеріального світу, їх стабільне функціонування й еволюцію.

Таке визначення поняття організації охоплює весь спектр систем матеріального світу, від елементарних часток, полів, атомів, молекул, машин і механізмів (створених працею людини) до геологічних систем, планет, зірок, галактик, а також особливих типів матеріальних систем — живих матерій і соціально-організованих матерій (суспільств) [9].

Ідею щодо визначення поняття «організація» як така, що охоплює і матеріальні, і абстрактні системи, вперше сформулював А. А. Богданов у роботі «Общая организационная наука». Він заклав основи «тектології» — загальної організаційної науки, яка згодом була розвинена М. І. Сетровим

як функціональна теорія організації [6, 9, 10]. Організація — процес створення, розвитку, удосконалювання (еволюції) систем матеріального світу, способу їх стабільного функціонування протягом тривалого періоду часу. Процес створення організації будь-якої матеріальної системи, здійснюваної в результаті хаотичного, нерегульованого руху, й взаємодії різних елементів, об'єктів, факторів, матеріального середовища називається процесом самоорганізації [5, 9, 10].

Процес руху і взаємодії елементів та об'єктів ТГС протікає постійно. Отже, безупинно здійснюється і процес організації таких систем. Міняться умови — мінються принципи, мета та напрямки формування організації систем. У результаті з'являються нові системи, з новими якісними і кількісними параметрами та властивостями. Відповідність цілей організації матеріальної системи факторам НС є обов'язковою умовою створення стабільної організаційної структури системи [8, 10].

Мета організації ТГС визначається умовами геологічного середовища і цілями людської діяльності, а сама організація являє собою процес створення, розвитку та удосконалення системи. Разом з тим, кожна з систем має свої, індивідуальні якісні та кількісні характеристики — отже, поряд із глобальною метою її організація повинна мати й індивідуальну ціль. Організація виражає динаміку системи, визначає спрямованість, характер і ціль цієї динаміки. Усе перераховане вище є специфічною особливістю організації ТГС.

Особливе місце в системі організації займає управлінський процес. Керування — зовнішній вплив на функціонування будь-якої системи, спрямованої на досягнення мети. Воно передбачає визначення мети, визначення шляху досягнення мети, встановлення зворотніх зв'язків і системи обробки даних («камералка») і засобів корекції шляхів досягнення мети. Керування властиве тільки ТГС, де функціонує людина, діяльність якої цілеспрямована на процес їх організації. Організація в соціальних, виробничих та інших системах, залежно від характеру змін умов навколишнього середовища, може бути структурною, адаптивною, еволюційною і революційною [8, 9, 10].

## **Висновки**

1. Техно-геологічна система (ТГС) представляє собою сукупність складових частин природної самовпорядкованої системи — літосфери та техно-системи як керованої системи, створеною людиною.

2. Для оцінки і прогнозу еколого-геологічних змін, їх запобігання і ухвалення рішень по управлінню процесами необхідна розробка науково-обґрунтованої методики еколого-геологічних досліджень, створення принципової схеми і реалізація її на основі аналізу інформації про будову системи, техногенні тиски на неї, зміни, проблемні еколого-геологічні ситуації.

3. Одноразові остаточні рішення по управлінню неможливі, оскільки геологічні і техногенні процеси знаходяться у розвитку, тому потрібне сис-

тематичне відстежування динаміки параметрів ТГС під час її розвитку, тобто моніторинг системи.

4. Модель управління об'єктом відтворює причинні зв'язки між елементами ТГС, які утворюють декілька ієрархічних рівнів. Встановлюються керовані чинники і серед них ті, регуляція яких може дати найбільший ефект на виході (найбільш вагомні чинники). Функціонування моделі управління такою системою може базуватися на методології аналізу ризику.

5. Створення моделі оптимальної ТГС (для забезпечення основи моделі управління об'єктом) є стратегічним завданням екологічної геології. Під оптимальною при цьому розуміється система, що зберігає або поліпшує свої, принаймні геодинамічну, геофізичну і геохімічну функції при мінімально необхідних витратах енергії і засобів.

## Література

1. Волкова В. Н. Из истории теории систем и системного анализа. — СПб.: Изд-во СПб-ГПУ. — 2001. — 81 с.
2. Горелов А. А. Концепции современного естествознания. — М.: Центр, 2003. — 98 с.
3. Кириллов Н. П. Признаки класса и определение понятия «технические системы» // *Авиакосмическое приборостроение*, 2009, № 8. — С. 32–38.
4. Карташев В. А. Система систем. Очерки общей теории и методологии. — М.: Прогресс-Академия. — 1995. — 416 с.
5. Мильнер Б. З. Теория организации: Учебник. — М.: ИНФРА-М. — 1999. — 480 с.
6. Прангишвили И. В. Системный подход и общесистемные закономерности // *Системы и проблемы управления* — М.: СИНТЕГ. — 2000. — 528 с.
7. Рудько Г. И., Молодых И. И. Теоретические и методические основы мониторинга геологической среды Украины. — К.: Знание, 1990. — 32 с.
8. Сафаров Г. Ш. Философия и наука. Философские аспекты и концепции теории организации // *Вопросы философии*. — 2004, № 4. — С. 92–101.
9. Сафаров Г. Ш. Организация, управление, менеджмент // *Альманах Центра общественных наук и экономического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова*. — 2001. — № 2. — С. 33–39.
10. Смирнов Э. А. Теория организации: Учебное пособие. — М.: ИНФРА-М. — 2002. — 248 с.
11. Чепіжко О. В., Кадурін В. М., Шатохіна Л. М. Комплексність контролю геодинамічної і еколого-геологічної обстановки на шельфі Чорного моря // *Вісник ОНУ*. — 2006. — Т. 11. — Вип. 3. — С. 232–240.
12. Чепіжко А. В. Мониторинг геологического объекта как инструмент решения экологических проблем Украинского побережья Черного моря // *Екологія довкілля та безпека життєдіяльності*. — 2001. — № 2–3. — С. 3–8.



**А. В. Чепижко<sup>1</sup>, В. М. Кадурин<sup>1</sup>, Л. Н. Шатохина<sup>2</sup>**

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,

<sup>1</sup>кафедра общей и морской геологии,

<sup>2</sup>кафедра физической географии и природопользования,

ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

## **СТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

### **Резюме**

Рассматриваются принципиальные положения техно-геологической системы как системы организации техногенного влияния человека на окружающую среду и определение перспективы развития и способов управления процессами в сфере жизнедеятельности человека. Разработка методов управления по состоянию и свойствам геологической среды направлена на решение задачи управления методами технического влияния на геосферы, на свойства водной среды и атмосферу.

**Ключевые слова:** техно-геологическая система, геологическая среда, техническая система, управление, организация, мониторинг.

**O. V. Chepizhko<sup>1</sup>, V. N. Kadurin<sup>1</sup>, L. M. Shatokhina<sup>2</sup>**

National University Mechnikovs of Odessa,

<sup>1</sup>General & Marine Geology Dept.,

<sup>2</sup>Physical Geography Department,

Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

## **FORMATION OF TECHNO-GEOLOGICAL SYSTEMS IN ORGANIZATION ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**

### **Abstract**

We consider the fundamental provisions tehno- geological system as a system of organization of technical human impact on the environment and determine the prospects for development and image management processes in the field of human activity. Development of management practices on state and properties of the geological environment is aimed at addressing the challenge of the methods of technical effects on the geosphere, the properties of the water environment and atmosphere.

**Key words:** techno-geological system, geological environment, technical system, management, organization, monitoring