

УДК:556.555.4

М.М.Хворов, докт.хім.наук (Європейський університет, Київ)

Формування системи кількісних характеристик геотермальних вод при комплексному використанні

Розроблено структуру, а також систему показників і параметрів бази прелімінарних даних для техніко-економічного обґрунтування комплексного використання геотермальних вод.

Ключові слова: геотермальна вода, комплексне використання, кількісні параметри, бази даних.

Разработана структура, а также система показателей и параметров базы прелиминарных данных для технико-экономического обоснования комплексного использования геотермальных вод.

Ключевые слова: геотермальная вода, комплексное использование, количественные параметры, базы данных.

Геотермальні води розглядаються в першу чергу як один із перспективних варіантів альтернативного енергопостачання. Комплексне вивчення фізико-хімічних властивостей геотермальної води свідчить про наявність у її складі значної кількості розчинених газів (переважно метан CH_4 у кількості $1\text{--}3 \text{ м}^3/\text{м}^3$) та цінних хімічних компонентів (I, B, Br, Cs, Li, Sr), екстракція яких сприяє більш раціональному використанню геотермальних ресурсів. Однак кожне із джерел, що експлуатується чи планується до використання, є відмінним від іншого за своїм хімічним складом і фізичними властивостями, що необхідно врахувати для визначення як можливості, так і доцільності здійснення видобутку того чи іншого хімічного елемента або їх сукупності. Налагодження такого процесу здійснюється лише після ретельного попереднього вивчення хімічного складу та інших показників власне геотермальної води як такої, а також системи експлуатації конкретного джерела геотермального енергопостачання для отримання даних про можливі масштаби добового, сезонного та річного обсягу видобутку тих чи інших хімічних складових.

Систематичне накопичення такої інформації у вигляді спеціально створеної комп'ютеризованої бази здійснюється як важливий етап визначення вихідного статусу і природних можливостей геотермального джерела і тих змін, які відбуваються у ньому в ході його експлуатації, для врахування цих фактів при конструюванні різних

систем з використання геотермальних ресурсів. Переважна більшість подібних досліджень спрямована на вивчення особливостей фізико-хімічної взаємодії флюїда з оточуючим середовищем та характеру його впливу на природні екосистеми (грунт, водні джерела, навколишню рослинність) і відноситься до термальних об'єктів з природним виходом води на поверхню в районах активної вулканічної діяльності (термальні джерела, гейзери, точки або райони інтенсивного виділення пари). Для штучно створених свердловин вивчення хімічного складу також здійснюється в досить широких масштабах, але переважно з позицій геохімії для визначення глибинних термічних процесів за даними хімічного аналізу (геотермометр) [1–3].

Один із нових та перспективних з практичної точки зору напрямків наукових досліджень – вивчення хімічного складу геотермальної води, пов'язане з розробкою та практичною реалізацією технологічних процесів з видобування її цінних хімічних складових. За повідомленням департаменту енергетики США такі роботи розгорнуті за спеціальною програмою Каліфорнійської енергетичної комісії з суспільно значимих досліджень з енергетики [4, 5]. Мета цієї програми – пошук нових можливостей отримання доходів з геотермальних джерел за рахунок використання мінеральної складової води та розробка відповідних більш екологічно чистих, ніж традиційні, технологій видобування ряду рідкоземельних

металів у технологічних процесах, які будуть здійснені паралельно з використанням геотермальних ресурсів для енергетичних потреб. Одним із перших успішних рішень у рамках названої програми стала розробка технології очищення геотермальної води від кремнію з його одночасним видобуванням у комерційно придатному вигляді (колоїди та агломерати кремнію у вигляді його полігідроксиду). Початкові етапи цієї технології полягають у реверсно-осмосній сепарації геотермального флюїду на дві фракції: концентрований розчин мінералів і добре очищену воду (менше 100 ppm загальної мінералізації), яку при розробці геотермальних ресурсів у районах з дефіцитом води можна використати не лише для енергетичних, але, частково, і для побутових потреб.

Дослідження такого плану перспективні і для України, і першим обов'язковим завданням на шляху розв'язання цієї проблеми стоїть створення системи вихідних даних та аналітичної інформації, які необхідні для техніко-економічного обґрунтування, вибору оптимальної технологічної схеми, розробки параметрів для дослідницьких, дослідно-конструкторських робіт і організації дослідного виробництва з орієнтацією на налагодження промислового видобутку. За своєю структурою розроблена база вихідних даних щодо вивчення та використання мінеральних хімічних компонентів геотермальної води складається з п'яти інформаційних блоків, перші чотири з яких наповнені даними загального змісту, а п'ятий – спеціальна аналітична інформація для безпосереднього практичного використання (рис. 1).

Загальна схема та система показників і

параметрів блоку №1 названої бази представлена на рис. 2. Для організації цього блоку відібраний масив необхідних даних розподілено у вигляді трьох модулів, у яких передбачено здійснення ідентифікації, а також надання геологічної та технічної (доексплуатаційної і різних фаз періоду експлуатації) характеристики самої геотермальної свердловини та системи її експлуатації. Включення в сукупність ідентифікаційних показників питання про форму власності має важливе значення при розробці економічної частини техніко-економічного обґрунтування, де цей фактор може відігравати певну роль при плануванні затратної частини роботи. Що ж стосується геологічних показників, то їх констатація в базі даних не має прямого прикладного значення на початковій стадії цих робіт, але є важливою для наступного наукового аналізу даних і може бути потенційно високозначимим елементом при подальшому розширенні цієї діяльності у випадку виявлення певних зв'язків, закономірностей між окремими геологічними особливостями і технічним потенціалом джерела. Параметри обох секторів третього модуля даних, розраховані на основі результатів прямих вимірювань – необхідний матеріал для наступних обчислень та аналізу.

Доексплуатаційне дослідження геотермальної води здійснюється лише при роботі з законсервованими або новопробуреними свердловинами чи природними геотермальними джерелами, ще не задіяними для енергопостачання або інших варіантів використання геотермальних ресурсів. Як правило, для таких об'єктів є дані попереднього аналізу фізико-хімічного стану флюїда.



Рис. 1. Загальна схема бази вихідних даних щодо вивчення та використання хімічного складу геотермальної води.

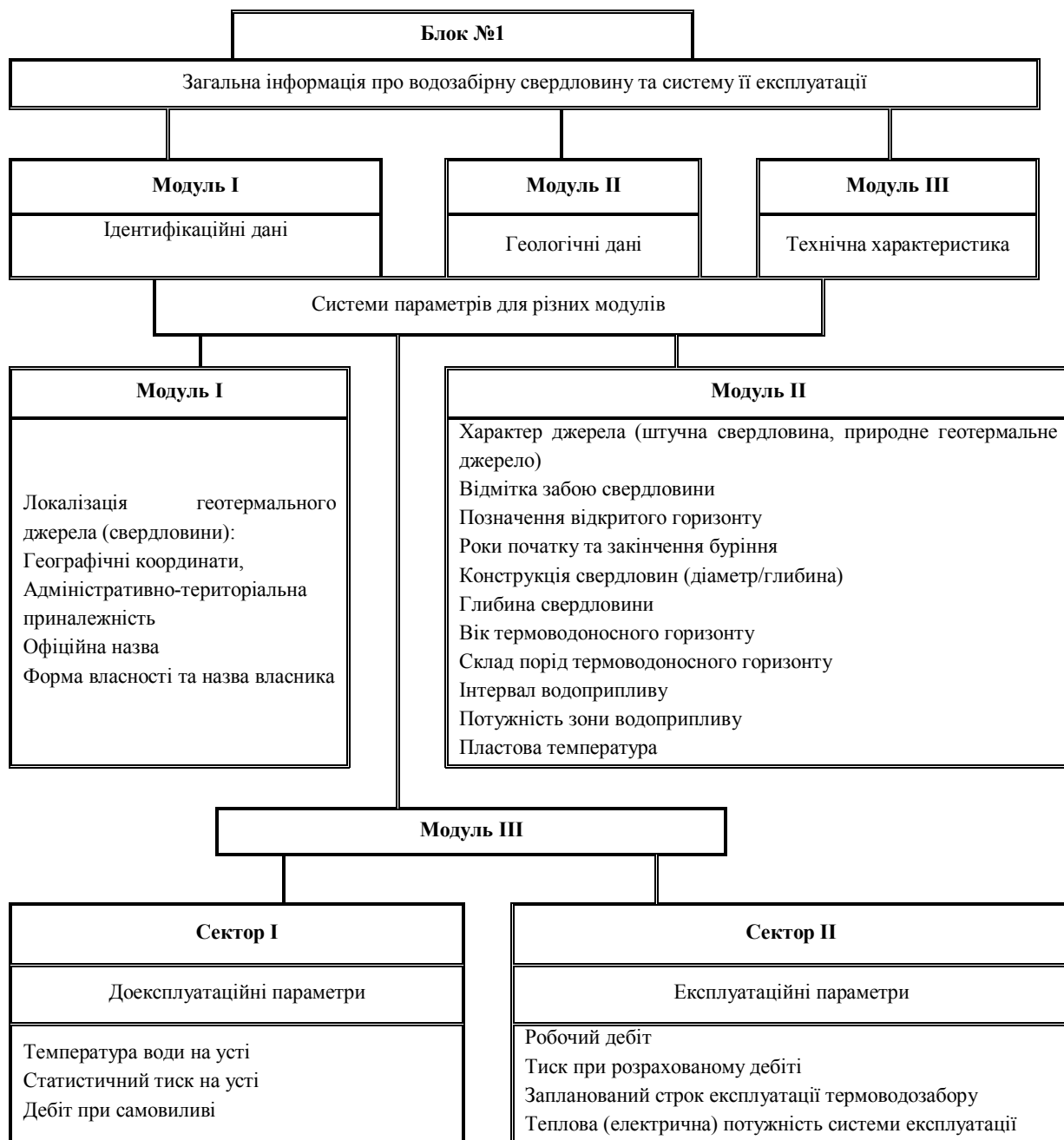


Рис. 2. Загальна схема та система показників і параметрів блоку №1 бази вихідних даних щодо вивчення та використання хімічного складу геотермальної води.

У багатьох випадках ці дослідження здійснювалися чимало років тому, і мінеральна компонента часто не проаналізована з достатньою деталізацією. З цієї причини існує необхідність повторних аналізів, перший з яких забезпечить загальними даними щодо хімічного складу геотермальної води, а наступні один чи кілька – це

спеціальні аналізи, що виконуватимуться в міру потреби для отримання серії показників, необхідних для обґрунтування та налагодження певного технологічного процесу. Відповідно до цього побудована структура блоку №2, що містить результати доексплуатаційного вивчення хімічного складу геотермальної води (рис. 3).

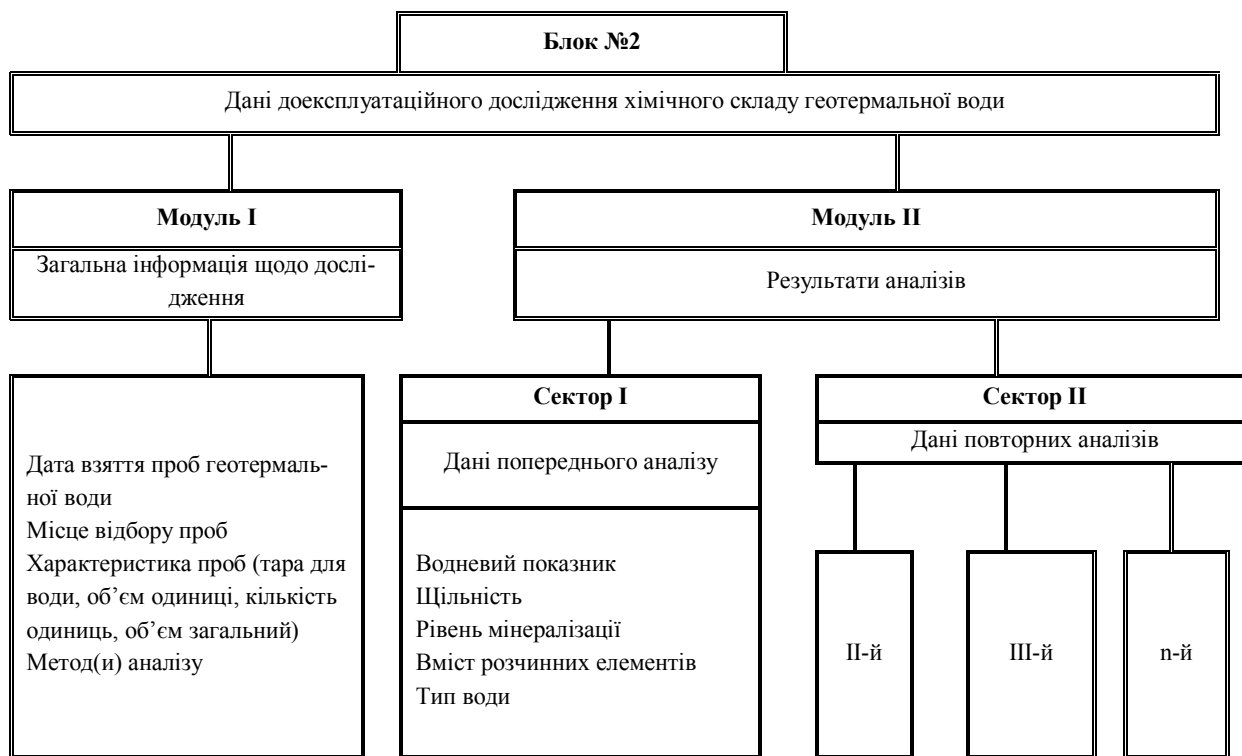


Рис. 3. Загальна схема та система показників і параметрів блоку №2 бази вихідних даних щодо вивчення та використання хімічного складу геотермальної води.

Під терміном "дані поточного дослідження" позначено інформаційний блок, що містить результати лабораторних аналізів геотермальної води, які здійснені в різні фази експлуатації джерела для виявлення рівня стабільності чи наявності певної динаміки її хімічного складу (рис. 4).

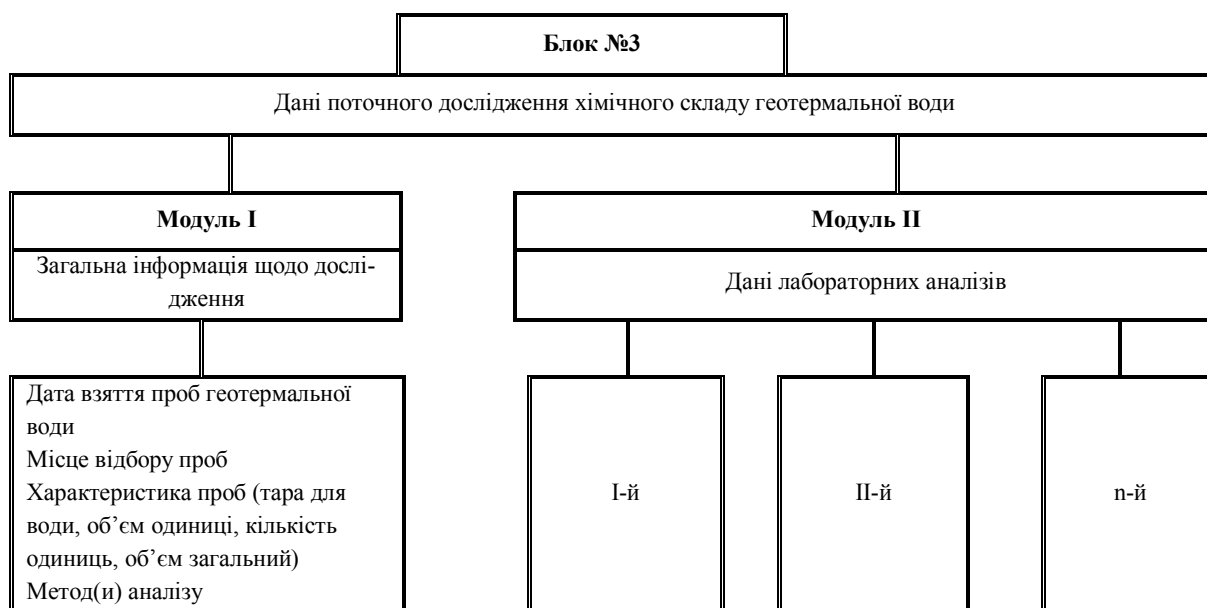


Рис. 4. Загальна схема та система параметрів блоку №3 бази вихідних даних щодо вивчення та використання хімічного складу геотермальної води.

Інформація про систему зворотного закачування відпрацьованої води (рис. 5) має значення для потенційних розробок цього плану в більш віддаленій перспективі. Адже після вичерпування попередньо розрахованого енергетичного ресурсу геотермального джерела цілком можливо, що наявна інфраструктура, навіть за умови, що вона не буде модифікована під енергооб'єкт для флюїду з нижчими температурними характеристиками, деякий період ще буде придатна для функціонування для продовження процесу видобутку цінних хімічних складових із геотермальної води. На даний час ми маємо дані щодо динаміки змін температурного показника води, що відбуваються чи відбудуться в ході експлуатації тих або інших геотермальних родовищ чи окремих їх секторів при використанні систем "видобування – зворотне закачування", а також і спеціальні програми для їх обчислення. Що ж стосується можливих паралельних змін хімічного складу води, яка буде подаватись на поверхню, ці питання залишаються невисвітленими. Тому цей блок включений в опрацьовану систему, і фіксація його показників та параметрів розглядається як важливий фактор насамперед науково-пізнавального плану, а також як потенційно необхідна інформація для

точного техніко-економічного обґрунтування довгоперспективних проектів.

Інформація аналітичного плану, включаючи результати розрахунків, загальне та поетапне обґрунтування технічного процесу екстракції необхідних мінералів з урахуванням його підпорядкованості змінному чи сталому режиму функціонування відповідної системи енергопостачання, розміщується у дев'ятимодульному окремому блоці в послідовності, що відповідає порядку отримання та використання цих даних (рис. 6). Відповідно опрацьована система визначає не лише склад і зміст окремих інформаційних модулів, але й черговість виконання різнотипних (технічних, технологічних, економічних, екологічних), але взаємозалежних і взаємопов'язаних циклів розрахунків та наукового аналізу. Комплекс аналітичної інформації включає дані попереднього планування процесу і постановку завдань для його реалізації, визначення його місця в існуючій структурі об'єкта геотермального енергопостачання, результати розробки та оцінки технічних, технологічних і екологічних аспектів відповідної технології та визначення можливих додаткових (окрім двох зазначених) варіантів використання геотермальної води.

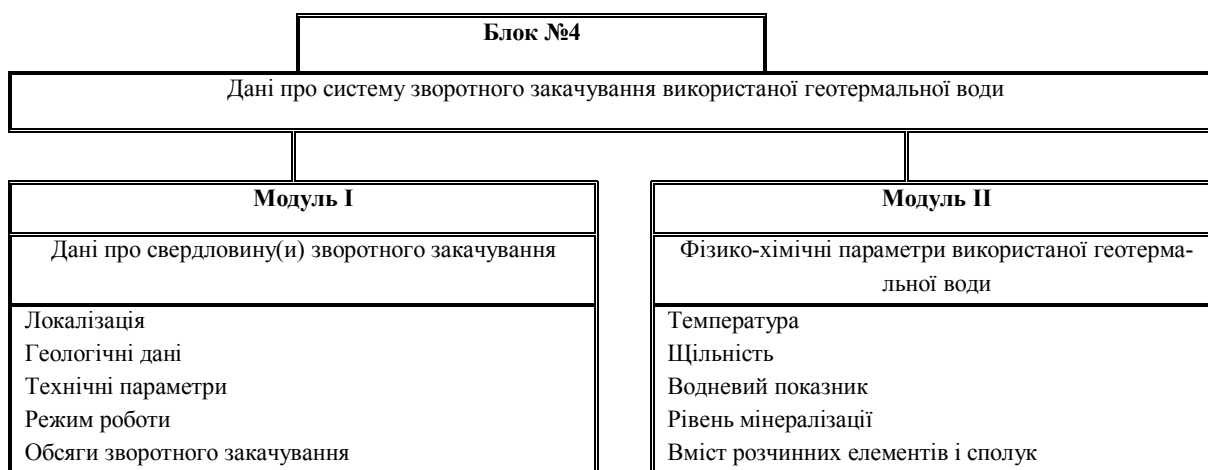


Рис. 5. Загальна схема та система параметрів блоку №4 бази вихідних даних щодо вивчення та використання хімічного складу геотермальної води.

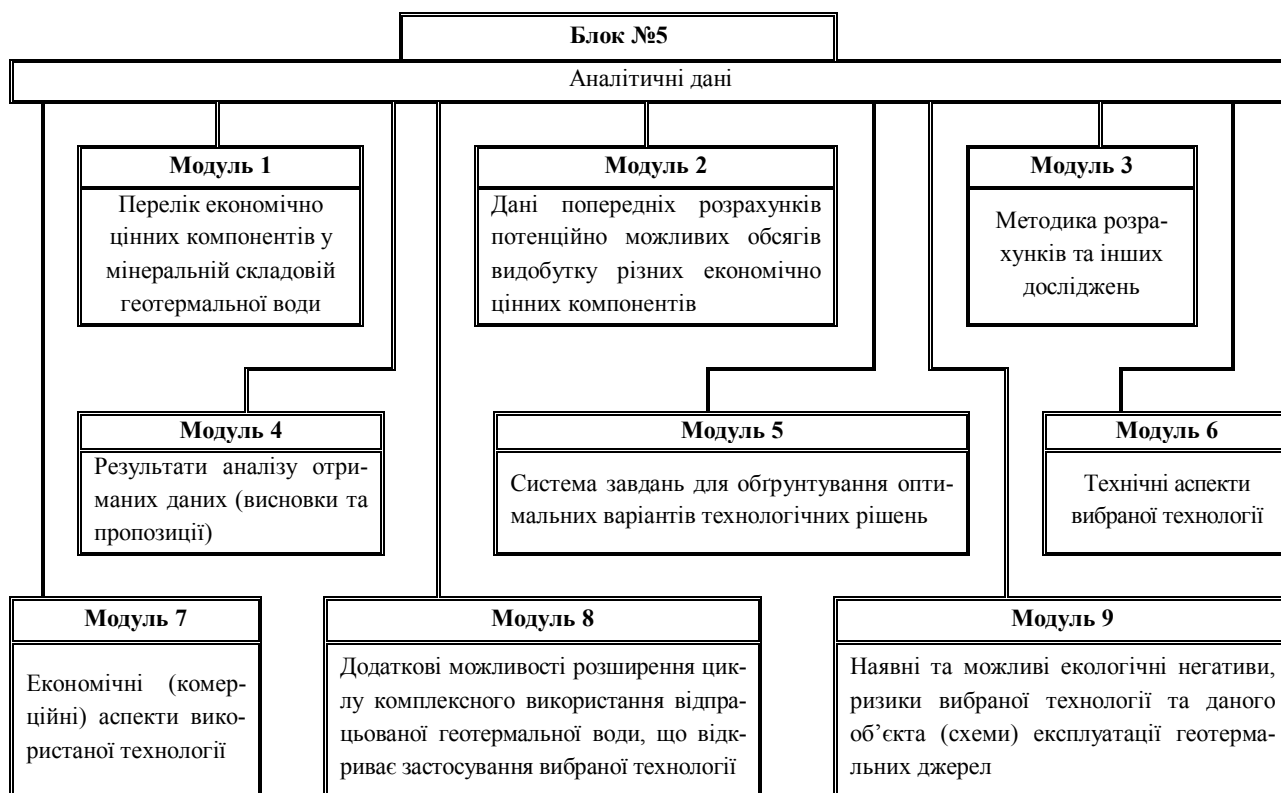


Рис. 6. Загальна схема блоку №5 бази вихідних даних щодо вивчення та використання хімічного складу геотермальної води.

Незважаючи на широкий фронт пошукових та інших науково-дослідних робіт з цієї тематики, у світі реалізовано лише кілька проектів щодо видобутку цінних хімічних компонентів з геотермальної води. Основна причина цього – досить великий обсяг коштів, необхідних для їх втілення, а також високий ступінь економічного ризику через малу вивченість процесу. У наведеному вище прикладі розмір фінансування проекту становив 200,0 млн доларів США. Це досить висока вартість не лише для країн із перехідною економікою, до яких належить Україна, але й для високорозвинених. Але і з стратегічної, і з тактичної точки зору (враховуючи світові тенденції) ведення підготовчих робіт потрібно здійснювати уже зараз. Чим більший буде масив накопичених даних і більша кількість пропозицій, у тому числі попередніх проектних пропозицій для різних об'єктів, тим ширше коло можливостей відкриватиметься для вибору найбільш оптимальних варіантів, які можна буде втілити з більшою точністю і гарантією. Названа система містить усі необхідні матеріали, які потрібні для опрацювання бізнес-планів чи бізнес-пропозицій. Враховуючи значну відмінність економічних, соціальних, тех-

нічних умов і можливостей України в порівнянні з США, де вже впроваджено перші промислові проекти з видобування цінних мінеральних складових з геотермальної води, просте копіювання їх досвіду для нас унеможливується. Виходячи з існуючих реалій, найбільш доцільним варіантом таких робіт на сучасному етапі буде підготовка і поступове впровадження дослідних або спробних маломасштабних проектів для оцінки потенційних можливостей відповідних виробництв.

1. California Energy Commission's (CEC's) Public Interest Energy Research (PIER) Program) www.energy.ca.gov/research/
2. Arnórsson S., Gunnlaugsson E., Svavarsson H. The chemistry of geothermal waters in Iceland III. Chemical geothermometry in geothermal investigations // *Geochim. Cosmochim. Acta.* – 1983, - V.47. – P. 567-577.
3. Arnórsson S., Gunnlaugsson E., Svavarsson H. The chemistry of geothermal waters in Iceland II. Mineral equilibria and independent variables controlling water compositions // *Geochim. Cosmochim. Acta.* – 1983. – V. 47. – P. 547-566.
4. Parker A. Mining geothermal resources [electron resources]. http://www.eurekaalert.org/features/doe/2005-02/dl_mgr021405.php
5. Lund J.W. Examples of industrial uses of geothermal energy in the United States // *International Geothermal Conference, Reykjavik, Sept.2003.* – P. 21–26.

