

ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ В НАФТОГАЗОВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ.

Юрчишин В.М., Шекета В.І.

Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна

Складність топології інформаційних потоків в нафтогазовій галузі, багатомірність об'єктів як по числу складових елементів, так і по числу функцій, що вони виконують як джерела інформації, висока степінь взаємозв'язаності і параметричний взаємовплив елементів, що описують нафтогазовидобувні об'єкти, обумовлюють при аналізі і синтезі інформаційних потоків виникнення ряду принципових труднощів методологічного характеру [1].

Проблема представлення інформації вважається однією з основних в нафто-газовій галузі, так як на початкових етапах впровадження ЕОМ в практику інженерних і наукових розрахунків в центрі уваги спеціалістів були питання розробки програм, що реалізують ту чи іншу процедуру обчислень, алгоритм моделювання і т.і., а організація представлення інформації була, по суті, справою вторинною.

В пам'яті ЕОМ формувалися прості масиви даних, що використовувалися лише для рішення конкретної задачі. Об'єми таких масивів були, як правило, невеликі, розміщення їх як в зовнішній, так і в оперативній пам'яті не викликало особливих труднощів. Створення і використання комп'ютеризованих баз даних і гнучких систем керування ними, автоматизованих робочих місць дали можливість накопичити великі об'єми геологічної, геофізичної, геохімічної та іншої інформації. Оскільки нафтогазова галузь характеризується широкою розгалуженістю, складною структурою, то інформаційні потоки повинні постійно нарощуватися в банках даних, зокрема такі складові інформаційних потоків, як тектоніка, стратиграфія, літологія, гідрогеологія, геохімія нафти і газу. Локальні бази даних, що створювалися у детально вивчених районах при пошуково-розвідувальних роботах повинні бути систематизовані за результатами буріння конкретних свердловин і використані для формування необхідних знань. Ці знання потрібні для переведення робіт пошуку та розробки нафтогазових родовищ на якісно новий рівень.

З впровадженням нових інформаційних технологій стало зрозуміло, що в нафтогазовій справі приходить мати справу з суттєво більш складними інформаційними структурами, для представлення яких в пам'яті ЕОМ необхідно принципово нові методи.

Адже, такі проблеми, як наприклад, оцінка ресурсів вуглеводнів на значних глибинах з прогнозом їх поширення, фазового і хімічного складу; вивчення фільтраційно-ємкісних екрануючих глибокозалягаючих горизонтів у різних геологічних умовах; геологоекономічне обґрунтування нижньої межі дебіту нафтових і газових свердловин в різних геологічних

умовах; розробка наукових і фізичних основ методів підвищення нафтогазоконденсатовіддачі пластів і створення на цій основі нових технологій експлуатації родовищ і інші вимагають використання інформаційних систем нагромадження, збереження інформації і можливої її експертизи у вигляді знань. Під терміном “знання” будемо вважати сукупність інформації, необхідної для рішення задачі: про систему понять формальних моделей, на основі яких вирішуються задачі; про систему понять предметної області, в якій вирішаються задачі; про відповідність вказаних систем понять; про поточний етап предметної області; про методи рішення задач.

Відомо, що інформаційними системами, які використовують бази знань є експертні системи (ЕС). Ми використали прийнятий в літературі термін “бази знань” (БЗ). Але під знаннями вважають факти, інформацію, чітко і об’єктивно встановлені відомості. В слабоструктурованих проблемах, для яких і призначені слабодіагностичні системи, вірніше говорити про базу умінь, що відображає досвід, інтуїцію експерта, придбані ним в результаті життєвої практики. В БЗ можна вносити уточнення, накопичувати досвід, неперервно перевіряти базу знань, змінювати її, там де вона не відповідає фактам.

Проблема полягає в тому, що система, яка імітує людське вміння, використовує наперед заданий набір ознак. Цей набір може задовільняти потреби багатьох експертів, але він завжди обмежений. В практичній діяльності експерт може майже завжди користуватися тільки цими ознаками. Але зустрічаються випадки, коли незначні ознаки раптом стають важливими. Досвідчена людина може звернути на них увагу, а комп’ютер ні, так як ці ознаки важко передбачити наперед, коли вони можуть знадобитися.

Друга проблема зв’язана з використанням систем, що імітують вміння, носить більш загальний характер. Вона вже з’явилася в США, де є досвід широкого застосування експертних систем [2]. Виникає питання, хто відповідає за рішення; людина, що використала експертну систему, чи сама ця система? Очевидно, що при використанні експертних систем відповідальність повинна залишатися за людиною. Система може дати людині пораду, але вирішувати їй, використовуючі усі конкретні обставини. Для того, щоб експертна система не пригнічувала користувача, потрібно передбачити властивість системи пояснювати свої рішення.

Відомо, що всі ЕС включають такі основні елементи: БЗ, механізм логічного висновку і інтерфейс користувача. БЗ містить інформацію про те, що відомо про предметну область в даний момент. Механізм логічного висновку забезпечує застосування відомих знань в БЗ за правилами раціональної логіки для одержання необхідних рішень. Інтерфейс користувача сприяє організації обміну інформацією між користувачем ЕС і механізмом логічного висновку.

При формуванні баз знань для інформаційного моделювання нафтогазовидобувних об’єктів принципові труднощі полягають в наступному: набір факторів досить значний, що вимагає аналізу тисячі можливих ситуацій, причому в кінці експертизи може з’явитися логіка суджень експерта, яка використовувалася на її початку; будь-який фахівець предметної області знає більше, ніж він може сказати, тобто в звичній області діяльності люди виробляють вміння, які їм важко (а інколи неможливо) описати словами; якраз

ці вміння лежать в основі всіх їх дій; будь-яка передача знань експертом не можлива без помилок; помилки в людських судженнях можливі з різних причин, і їх не можна не враховувати.

Об'єкти нафтогазової галузі є слабоструктурованими, тобто вони описуються в основному якісними трудноформалізованими і невизначеними параметрами. Робота експерта по утворенню нових знань основана на його минулому досвіді, на неявних знаннях, на інтуїції, які дозволяють йому рішати проблеми на певному рівні. В залежності від прийнятого рішення експертом по наявності нафтогазового родовища проводяться роботи по пошуку, розвідці і розробці цих родовищ, а все це зв'язано з значними капітальними витратами. Тому виникає приваблива мета передати це вміння спеціаліста нафтогазової справи комп'ютеру, записати це вміння в базу знань. Ясно наскільки це складна задача.

Відомо, що в надрах нафта чи газ проникає в пористі шари земної породи в пласти, які називаються колекторами. Вони можуть бути наповнені не тільки нафтою чи газом, а і водою, і, як правило, чергуються з неколекторними пластами. Рідина чи газ знаходяться в колекторі під значним тиском, тому при бурінні в свердловину нагнітають глинистий буровий розчин. Кожну пройдену ділянку осаджують трубами, які цементують. В результаті багатокілометрова свердловина надійно ізольована. Експлуатаційникам необхідно вирішувати: по-перше, які з пластів колекторні і, по-друге, які з колекторних пластів продуктивні. Число колекторних пластів в свердловині може досягати декілька десятків і серед них можливі найрізноманітніші співвідношення нафтогазоносних і водоносних.

При експертизі колекторних пластів на продуктивні і непродуктивні виникає ряд проблем, зв'язаних з слабкою структурованістю геологічних об'єктів. По-перше, самі колекторні пласти бувають різної товщини (від 1 до 10 м) і, чим менша товщина пласта, тим важче його класифікувати - сильніше проявляються випадкові впливи на геологічні і геофізичні показники, вкраплення інших порід і т.і. По-друге, пористість породи може бути інша, тому ступінь заповнення породи може бути різна і, отже, різні геологічні і геофізичні параметри, що визначають колекторні властивості, а також чи вони продуктивні.

Отже, в даному випадку, по-перше, об'єм знань експерта про предметну область досить значний. По-друге, виникають труднощі, що зв'язані зі способом одержання знань. Експерт знає багато, але це знання конкретне, воно ґрунтується на минулому досвіді, на сукупності практичних випадків. В той же час в базі знань повинні бути закладені правила висновків, які далеко не однозначно витікають з практичних випадків. По-третє, для побудови баз знань необхідно мати певну структуру знань. Наприклад, в нафтогазовій геології бажано мати повну сукупність діагностичних ознак про певний об'єкт, що прямо чи посередньо зв'язаний з тією чи іншою класифікацією [3]. Так представлення про типи порід, покладів, пасток, родовищ базуються на певних класифікаціях, які є результатом логічних операцій. Але на жаль, при класифікації об'єктів в нафтогазовій справі не завжди виконується їх поділ на одній і тій же основі, не завжди цей поділ співрозмірний, не всі члени поділу взаємно вилучають один

одного, не завжди поділ є неперервним. Порушення цих логічних правил і вимог при класифікації нафтогазовидобувних об'єктів створює проблеми для формування правил вибору, на основі яких формуються бази знань.

По-четверте, поведінка експерта значно визначається особливостями людської системи переробки інформації. Спеціаліст певної предметної області, в тому числі і досвідчений, здійснює помилки в своїх діях. Крім того, в складних ситуаціях людина прагне внести спрощення при розв'язуванні певної проблеми. Одже при побудові баз знань необхідно чітко усвідомити особливості джерела знань - експерта.

В існуючих експертних системах, які призначені в основному для тих проблем, де набір ознак і перелік діагностичних рішень вважається відомою, використовують такі способи побудови баз знань [2].

1. Експерт сам встановлює ланцюг своїх логічних суджень, що ведуть від причин до наслідку. Перевагою цього способу є те, що експерт дає свої знання у вигляді ланцюга причинно-наслідкових зв'язків типу продукцій: якщо "умова" то "наслідок", на базі яких легко будувати блок пояснень прийняття рішення.

Але слід відмітити таких два суттєвих недоліки цього способу. Перш за все, в будь-якій реальній задачі кількість таких правил, необхідних для побудови повної бази знань, досить велике. А це в свою чергу створює труднощі при побудові експертної системи за розумний час. По-друге, спеціаліст предметної області завжди знає більше, ніж реально може сформулювати свої знання. Тому виникають проблеми з синтезом знань експерта, який в своїй практичній діяльності, як правило, вирішує задачу тільки аналізу експертної ситуації.

2. Експерт визначає імовірність впливу окремих ознак на належність ситуацій до конкретних станів. Так, наприклад, геолог-експерт вказує з якою імовірністю може бути колектор, якщо порода є вапняк. Звичайно при такому підході трудоемність побудови бази знань різко знижується. Але цей спосіб теж має ряд досить суттєвих недоліків.

Перш за все імовірнісна оцінка є складною задачею для людської системи переробки інформації. Крім того, в реальних ситуаціях поєднання ознак визначають, чи є наявною та чи інша ознака для певної властивості.

А також, в реальних ситуаціях поєднання ознак визначає, чи має той чи інший об'єкт певну властивість (наприклад, наявність продуктивного колектора в певному покладі).

Якщо ознаки наявності продуктивного колектора взяті окремо, то вони мало що говорять про необхідність буріння свердловини. При такому представленні у експерта зникає загальна оцінка покладу, а тільки вона дозволяє йому в повній мірі використати свою інтуїцію. І, наприклад, правила об'єднання імовірнісних оцінок не є ефективними, бо не дають можливості перевірити їх експертом, а визначаються програмістом, що формує бази знань на основі зручності.

3. Третім способом побудови БЗ є побудова її на готових прикладах, коли в бази знань вводиться опис реальних ситуацій з точною їх діагностикою. В даному випадку перевагою є те, що користувач прямо використовує результати діяльності експерта по аналізу ситуацій. Звичайно, що при такому підході

кількість таких прикладів повинна бути досить значною для будь-якої реальної практичної задачі. Крім того, ці випадки повинні охоплювати різноманітні ситуації, які б поєднували різні реальні комбінації ознак. Ці реальні комбінації ознак повинні бути проаналізовані тим користувачем, який буде користуватися базою знань. Таким чином, недосконалість існуючих методів побудови баз знань суттєво впливає на впровадження експертних систем на нафтогазовидобувних підприємствах.

При побудові БЗ, які будуть використані в експертних системах необхідно виконати сукупність таких вимог [2]:

- БЗ повинна бути обґрунтована, тобто вона повинна бути побудована на основі знань висококваліфікованого експерта;

- БЗ повинна бути повною, тобто вона повинна містити відповіді на всі можливі питання в попередньо окресленій і структуризованій предметній області. Тому доцільно передбачити нарощування бази знань самим користувачем в ході роботи з експертною системою;

- БЗ повинна бути непротиворічивою, тобто вона повинна містити непротиворічиві відповіді на будь-які задані питання. Слід зауважити, що в реальних нафтогазовидобувних об'єктах часто має місце невизначеність вибору того чи іншого правила, тому доцільно передбачити встановлення певного пріоритету при виборі певного правила з бази знань;

- БЗ повинні бути побудовані надійно. Тому при її побудові повинні використовуватися лише питання до експерта допустимі з точки зору людської системи переробки інформації. Будь-які відповіді експертів повинні перевірятися на непротиворічивість. Питання до експертів повинні бути імітацією звичайної роботи, що виконується експертами в сфері їх професійної діяльності;

- при нарощуванні БЗ користувачем необхідно передбачити виконання попередніх пунктів вимог.

На основі описаних вище вимог на кафедрі прикладної математики Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу розроблено експертну систему COLECTOR, яка уявляє собою комп'ютерну програму, що імітує поведінку людини експерта при прогнозуванні нафтогазових колекторів.

Ця експертна система дає можливість використовувати знання і досвід експерта в певній предметній області. При цьому не тільки знання експерта стають доступними для інших користувачів, але й сам експерт звільняється від рутинної роботи і може зосередитися на інших складних проблемах.

Експертна система спроектована на основі оболонки експертної системи ESTA і наповнена базами знань, які містять правила для конкретного родовища. Наприклад, колектор, якщо

- пористість відкрита ≥ 6.5 і

- абсолютна проникність ≥ 0.8 і

- залишкова водонасиченість $\leq 30\%$ і

- відносний параметр $dc/dh \leq 1$ і

- подвійний відносний параметр природньої гама-активності ≤ 0.125 і

- подвійний відносний параметр наведеної

- гама-активності ≤ 4 і

опір пласту ≤ 20 і

уявний опір пласта по мікробоковому каротажу ≤ 16.5 і

абсолютно вільний дебіт ≥ 20 і

питома продуктивність ≥ 0.013 .

На основі цих знань формуються відповідні правила, які дають можливість встановити чи досліджувана порода відноситься до класу колекторів.

Робота програми починається з розділу START, в якому система визначає родовище, по якому проводитиметься експертиза. Якщо конкретне родовище не вказано, експертна система встановлює діалог через опитування користувача, або використовує правило в залежності від того, які параметри, що задані в діалозі, були оголошені. Експертна система організовує діалог і оперує поняттями, які зрозумілі користувачеві. Тому, коли з системою працює спеціаліст певної предметної області, то система при веденні діалогу може використовувати складні терміни, що робить діалог точним і ефективним. Але з другого боку, коли діалог ведеться непрофесіоналом даної предметної області, то складні терміни тільки заплутуватимуть його. Ці дві групи користувачів встановлюють границі загальної ситуації утворення діалогу для прогнозування нафтогазових колекторів.

В процесі діалогу користувач може вказувати вибір таких параметрів:

- текстовий параметр - відоме поняття певної предметної області;
- числовий параметр - одержує свою величину від відповіді на питання у вказаному діалоговому вікні;
- параметр категорії - використовується, коли необхідно вибрати потрібну величину з наперед заданого списку;
- логічний параметр - використовується, коли вибір обмежується однією з величин: так, ні, невизначено. Отже, будь-який із параметрів може одержати своє значення одним з таких способів:

- 1) з відповіді на питання;
- 2) як логічний наслідок кількох правил;
- 3) як результат певної дії.

Розроблену експертну систему COLECTOR передбачається впровадити в ДГП «Полтаванафтогазгеологія». Запропонована експертна система дасть можливість прогнозувати продуктивні колектори, що підвищить не тільки економічну ефективність пошуку, розвідки та розробки нафтогазових родовищ. Вона має і значне екологічне значення. Адже, нераціональне будівництво свердловин приводить і до значного забруднення оточуючого середовища. При бурінні свердловин забруднюються надра, ґрунт, поверхневі і ґрунтові води, атмосфера. Прогнозування наявності колектора дасть можливість звести до мінімуму будівництво непродуктивних свердловин.

Нами ведуться також роботи по утворенню експертної системи, яка дасть можливість на основі баз знань експерта аналізувати осадові басейни з метою виявлення нафтогазових проявів покладів, пасток і оцінки запасів покладів.

2. Выявление экспертных знаний (процедуры и реализации) /О.И.Ларичев, А.И.Мечитов, Е.М.Мовшович, Е.М.Фурем. М.: Наука, 1989.-128с.
3. Юрчишин В.М. Роль класифікації нафтогазовидобувних об'єктів в знятті інформаційної напруженості // Всеукраїнська наукова конференція “Застосування обчислювальної техніки, математичного моделювання та математичних методів у наукових дослідженнях”, тези доповідей, Львів, 1995, с.99.