

УДК 681.5:622.3

**В.М. Мотрук, аспір.  
В.М. Юрчишин, к.т.н., доц.***Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу***ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ЛОГІЧНОГО ВИСНОВКУ  
ПРИ ВИБОРІ МЕТОДИКИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИДОБУТКУ НАФТИ***Запропонована методика проектування механізму логічного висновку для експертної системи при виборі технології інтенсифікації видобутку нафти.*

Аналіз літературних джерел свідчить, що в процесі експлуатації нафтових свердловин можуть виникнути ускладнення за рахунок того, що нормальна робота свердловин у відповідності з усталеним технологічним режимом переважно порушується такими причинами: зношенням або виходом із ладу підземного і наземного обладнання експлуатаційної колони і вибою свердловини; відкладенням асфальтено-смоло-парофінових речовин, солей, піску, механічних домішок продуктів корозії тощо на стінках експлуатаційної колони або на вибої свердловини; передчасним обводненням свердловини; зміною умов роботи свердловини (зменшенням або збільшенням вибійного тиску, прориву газу тощо) [1–3].

Наведені ускладнення призводять до зменшення або припинення видобутку нафти і та простоювання свердловин. Для ліквідації ускладнень приймається рішення про проведення надземного або капітального ремонту свердловин.

Для збільшення продуктивності свердловин за рахунок створення додаткових каналів перфорації, мікро-і макротріщин, вилучення органічних і неорганічних речовин із природних пустот пласта, розширення перерізу природних пустот або в межах розширення свердловини використовують такі методи інтенсифікації: хімічні – кислотні обробки привибійної зони; фізичні – теплові обробки, обробки поверхнево-активними речовинами, розчинниками; механічні – гідравлічний розрив пласта, гідроструменева і додаткова кумулятивна перфорація, віброобробки тощо [4].

Вибір названих методів визначається геолого-фізичною характеристикою пласта і причинами пониження продуктивності свердловини. Тому для прийняття рішення на етапі експлуатації нафтового родовища доцільно використовувати експертну систему (ЕС).

Для формування баз знань в умовах інформаційної невизначеності механізм логічного висновку, який враховує такі можливості: перевантаження функцій, тобто коли одній функції можна задавати різну кількість входних параметрів різних типів, при цьому компілятор, в залежності від кількості і типів, сам вибирає потрібний варіант; здатність логічних операцій опрацьовувати параметри не тільки логічних, але й числових типів.

При проектуванні механізму логічного висновку використано метод пошуку в глибину. Для ефективності програми, з метою неперевантаження оперативної пам'яті комп'ютера в алгоритм програми внесено логічну процедуру перевірки доцільності того, чи іншого шляху пошуку. Виходячи з того, що кількість входних параметрів невизначена, потрібно використовувати перевантаження функцій та перелічити всі можливі варіанти.

Як відомо, типова ЕС складається з таких компонентів: база знань (БЗ), база даних, механізм логічного висновку, блок пояснення отриманих рішень, блок навчання (адаптації ЕС до дійсності, що змінюється), блок введення, поповнення і коригування БЗ. Під БЗ розуміють модель предметної області, що містить: формалізовані знання спеціалістів у виді евристичних правил, метаправила, що визначають стратегію керування евристичними правилами в ході реалізації основних функцій ЕС, зведення про структуру й утримання БД [5].

База знань для вибору оптимального методу інтенсифікації видобутку нафти має фреймову ієрархічну структуру, яка передбачає як найповніше накопичення знань спеціалістів-експертів за всіма відомими методами і може бути поділена на три основні етапи:

- створення блоку декларативних знань, тобто тих знань, що подають інформацію (дані) про конкретний випадок (вибраний метод); слід зауважити про динамічний характер такого блоку – дані в ньому можуть коригуватися і доповнюватися;
- створення блоку процедурних знань, які складають ядро ЕС. Вони формуються на основі науково обґрунтованих прийомів одержання знань в спеціалістів. Ці знання

генерують декларативні знання в процесі рішення конкретних задач. Вони будуються за принципом процедурної форми уявлення знань, складаються з наборів евристичних правил, кожне з яких має форму: ЯКЩО(умова)..., ТО(дія)...(продукції).

- створення блоку керуючих знань. Внесення в БЗ набору варіантів (стратегій), що вказують альтернативні можливості в процесі рішення задач, перехід від одного варіанта (при невдачі) до іншого. Цей тип знань є метазнанням (метаправилом) стосовно наборів правил-продукцій і ґрунтується на методі вибору: яке з правил, що породжують, застосовується при відомому стані предметної області.

Перевага ЕС, що використовує фрейми, полягає в тому, що поняття і елементи понять, які присутні при опису явища, можуть групуватися, витягуватися вдруге й опрацьовуватися як єдине ціле.

Система продукцій є найбільш зручним методом побудови комп'ютерних ЕС. Система продукцій – це множина правил, що мають частини ЯКЩО і ТО, або передумова–слідство, або ситуація-дія. Основна форма для правил має вид: правило N: ЯКЩО [(передумова 1)...(передумова n)] ТО [(слідство 1 із достовірністю C1)...(слідство m із достовірністю Cm)].

Номер правила є унікальним для його ідентифікації, причому номер правила не вказує порядок його виконання. Кожне правило є незалежною порцією знань.

Для вибору механізму висновку, який ініціює правила відповідно до вибраного процесу міркувань, використовуються типи прямого і оберненого висновків .

При механізмі прямого висновку правила переглядаються доти, поки не буде знайдено таке, у якого перший операнд (у лівій частині) відповідає інформації, що знаходиться в робочій області, потім правило змінюється. Процес повторюється до тих пір, поки не буде досягнута мета, або не буде знайдено потрібне правило. Даний механізм використовується, якщо мета невідома і повинна бути спроектована, або коли кількість можливих результатів велика.

При оберненому висновку правила переглядаються і знаходяться ті, послідовність виконання яких призводить до мети. Для кожного з цих правил перевіряється, чи відповідають перші операнди (передумови) інформації в робочій області. Якщо всі передумови відповідають цій умові, правило виконується і задача вирішується. Якщо існує передумова, що не відповідає інформації в робочій області, то визначається нова підмета як "організація умов для задоволення цієї передумови". Процес виконується рекурсивно. Якщо відомі значення мети і їх кількість невелика, то обернений висновок ефективний. Такий механізм найчастіше використовується в діагностичних ЕС.

Для доповнення і модифікації ЕС об'єднуються прямий і обернений висновок. Цей засіб використовується для створення "дошки оголошень" – структурного типу міркувань, в якому використовуються порції знань в прямому і оберненому напрямках. "Дошка оголошень" – основна база даних, яка відіграє роль засобу зв'язку між джерелами знань, відсліджування змін стану задачі до тих пір, поки рішення не буде знайдено.

Нами пропонується створення механізму логічного висновку на основі аналізу і обробки фреймової структури БЗ представленої в табличному виді. Фрейм кожного методу складається зі слотів конкретних числових, логічних параметрів, а також функцій-процедур, які перетворюють ці параметри в дійсний, ранжований тип {0...1} що використовується на кінцевому етапі визначення ступеня раціональності того чи іншого методу.

Розглянемо множину відомих методів  $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$  і множину вхідних даних  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$ , на основі яких відбувається вибір. Задача прийняття рішення полягає у виборі найкращого методу, або відборі і сортуванню вибраних методів по ступені ефективності за бажанням користувача ЕС, .

Таблицю БЗ побудуємо в текстовому форматі за таким принципом: метод-стовпчик, тип параметру-рядок. Кожному параметру в таблиці резервується текстове поле сталої величини K, між полями параметрів ставиться символ табуляції. Виходячи з того, що БЗ створюваної ЕС має динамічний характер, тобто може доповнюватися новими методами, механізм логічного висновку повинен в першу чергу визначати величину N (в даному випадку ширину) таблиці даних.  $N = (K+1) * n$  Цю функцію легко створити з допомогою циклічного алгоритму сканування даних таблиці і роботі лічильника всередині циклу до тих пір, поки програма не дійде до знаку переходу на наступний рядок. Визначивши величину N програма надалі буде легко знаходити позицію початку ряду наступного типу параметрів, кожен з яких можна представити у вигляді одновимірного масиву текстових даних.

Надалі робота механізму логічного висновку будується на аналізі даних, введених користувачем ЕС в діалоговому режимі, співставленні цих даних з даними БЗ. Для раціонального використання системних ресурсів, доцільно створити процедуру фільтрації тих методів, які прийнятні для подальшої обробки, виходячи з наявності необхідних і відсутності неприйнятних параметрів. Наступним етапом йде створення процедур-функцій  $F(p_i)$ , які, в залежності від типу параметрів перетворюють текстові вхідні дані в числові  $\{0...1\}$  методом продукцій.

В кінці роботи інформаційної системи здійснюється визначення кінцевих коефіцієнтів ефективності відібраних методів, сортування їх по величині і звернення до блоку декларативних знань для отримання повної інформації.

Запропонована методика проектування механізму логічного висновку на основі використання середовища C++ буде нами використана при проектуванні експертної системи NAFTA, яка дасть можливість фахівцям нафтогазової галузі приймати кваліфіковані рішення при управлінні життєвим циклом роботи нафтового родовища.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Форсайт Р.* Экспертные системы: принципы работы и примеры – М.: Радио и связь, 1987, 224 с.
2. *Юрчишин В.М., Кропельницький Ю.П., Яковин С.В.* Особливості формування баз знань при виборі технології обмеження припливу пластових вод в нафтогазову свердловину // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах – 1999, – № 3, с. 163–165.
3. *Юрчишин В.М., Яковин С.В.* Встановлення інформаційних потоків для вибору технології обмеження припливу пластових вод в нафтогазову свердловину // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах – 1999, – №43, с.14–17.
4. *Юрчишин В.М.* Методологічні аспекти інформаційного моделювання нафтогазозносних покладів // Державний міжвідомчий науково-технічний збірник // Розвідка і розробка нафтових і газових родовищ, сер. “Технічна кібернетика та електрифікація об’єктів паливно-енергетичного комплексу”, вип 35 (том 6), Івано-Франківськ, 1998, с10–14.

ЮРЧИШИН В.М. – кандидат технічних наук, доцент Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Наукові інтереси:

– методики інтенсифікації видобутку нафти.

МОТРУК В.М. – аспірант Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Наукові інтереси:

– методики інтенсифікації видобутку нафти.

Подано 25.08.2002