

ЕКСПЕРТНИЙ АНАЛІЗ В СИСТЕМІ ВИБОРУ ОБ'ЄКТІВ ПОШУКУ РОДОВИЩ НАФТИ І ГАЗУ

В статті розглядаються можливості застосування експертних методів систематизації і аналізу інформації про нафтогазовидобувні проекти з метою їх відбору і оцінки. Пропонуються методи парної кореляції, числового шкалювання та моделювання параметрів, що характеризують об'єкти пошуку нафти і газу в умовах інформаційної невизначеності і неможливості достовірного оцінювання вхідних даних.

Ключові слова: експертне опитування, пріоритетність критеріїв, взаємозалежність, морфологічний аналіз, нафтогазоперспективний об'єкт.

В статье рассматриваются возможности применения экспертных методов систематизации и анализа информации нефтегазодобываемых проектов с целью их отбора и оценки. Предлагаются методы парной корреляции, числовой шкалы и моделирование параметров которые характеризуют объекты поиска нефти и газа в условиях информационной неопределенности и невозможности правдивого оценивания входящих данных.

Ключевые слова: экспертный опрос, приоритетность критериев, взаимозависимость, морфологический анализ, нефтегазоперспективный объект.

The possibilities of applying expert methods of systematization and analysis of oil and gas production projects information are discussed in the article targeting the choice and analysis. Methods of pair correlations, digital scaling and parameters modelling are proposed, they characterise objects of oil and gas exploration in information uncertainty conditions and impossibility of correct estimation of input data.

Keywords: Experts Inquiry, Priority Criteria, Interdependency, Morphological Analysis, Oil and Gas Prospect.

Постановка проблеми. В процесі нафтогазовидобувної діяльності постійно приходиться мати справу з аналізом перспективних об'єктів та вибору з їх множини найбільш привабливих з комерційної точки зору. Серед методів аналізу потенційних проектів пошуку і розвідки родовищ нафти і газу, важливе місце посідають методи статистичної обробки геолого-технічної і економічної інформації про об'єкт інвестицій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню можливостей застосування методів математичної статистики для оцінки нафтогазоперспективних об'єктів присвячені роботи ряду, як вітчизняних, так і зарубіжних авторів. Зокрема в роботах Жукова М.Н. [1] висвітлено основні напрямки використання методів статистичного аналізу та теорії імовірності для оцінки параметрів і результатів нафтогазовидобувних проектів. Оцінці ефективності пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ, рангуванню об'єктів пошуку, аналізу прогнозних показників їх освоєння, присвячені роботи Бардіна О.О., Зав'ялова В.М., Кучми Л.М. і інших авторів

[2,3]. Аналізу можливостей застосування математичних методів оцінки результатів геологорозвідувальних робіт в умовах невизначеності і ризику, присвячено ряд досліджень Хургіна Я.І., Бешелева С.Д., Чеботарева П.Ю. [4,5,6]. і ін.

Вклад основного матеріалу. В такого роду аналізі важливим етапом є вибір проектів з врахуванням ризиків, котрі можуть мати місце в процесі їх реалізації. Як правило, на етапі вибору об'єктів відсутні повні і достовірні дані, необхідні для прийняття рішень, а наявна інформація характеризується високим ступенем невизначеності. За таких умов, найбільш оптимальним методом аналізу ризиків і вибору проектів, стає метод експертних оцінок.

Всю множину погано формалізованих проблем нафтогазовидобувного бізнесу умовно можна поділити на два класи [7]. До першого класу відносяться проблеми, по відношенню до яких є достатній інформаційний потенціал, що за правильної організації системи опитування дозволяє успішно вирішувати ці проблеми. В даному випадку, у відповідності з [5], повинні виконуватись наступні гіпотези.

1. Експерт виступає сховищем великого об'єму раціонально обробленої інформації, і саме тому він може розглядатися як якісне джерело інформації;

2. Групова думка експертів близька до істинного рішення проблеми.

Якщо ці гіпотези правильні, то для побудови процедури опитування і алгоритмів обробки, можна використовувати теорії вимірювання і математичної статистики.

До другого класу відносяться проблеми, по відношенню до яких інформаційний потенціал знань недостатній для впевненості в правильності вказаних гіпотез. Тому для проблем другого класу в основному повинна застосовуватися якісна обробка даних. В ході досліджень можливостей аналізу недосконалої інформації встановлено наступне. Мірою узгодженості даних експерта щодо впорядкованості критеріїв за важливістю, може слугувати коефіцієнт координації Кандела W [8].

Припустимо наявність p рангувань, отриманих в результаті впорядкування за важливістю m критеріїв. Рангування може бути отримане як при опитуванні експертів одним і тим же методом, так і при опитуванні одного експерта p методами. Узгодженість p рангувань визначають коефіцієнтом W [8].

$$W = \frac{12}{p^2(m^3 - m)} S = \frac{12}{p^2(m^3 - m)} \sum_{j=1}^m \left[\sum_{i=1}^p R_{ij} - \frac{p(m+1)}{2} \right]^2. \quad (1)$$

Коефіцієнт координації W потрібно інтерпретувати, як нормовану суму відхилень сумарного рангу $\sum_{i=1}^p R_{ij} = R_j$ j -го критерію від середнього сумарного рангу $R = p(m+1)/2$. Значення W можуть змінюватись в діапазоні $0 < W \leq 1$, при цьому $W = 1$ тільки в тому випадку, коли всі

рангування співпадають, і $W \approx 0$ відповідає слабій узгодженості експертів чи методів.

За наявності зв'язаних рангів, формула (1) може бути трансформована:

$$W = \frac{\sum_{j=1}^m (\sum_{i=1}^p R_{ij} - p(m+1)/2)^2}{(1/12)p^2(m^3 - m) - p \sum_i T_i} \quad (2)$$

Поправочний коефіцієнт T_i враховує число зв'язаних рангів t_{ik} в k -й групі нерозрізнюваних рангів i -го рангування:

$$T_i = \frac{1}{12} \sum_{k=1}^{p_i} (t_{ik^3} - t_{ik}), \quad (3)$$

де p_i – число групи нерозрізнюваних рангів в i -му рангуванні.

Коефіцієнт координації дозволяє не тільки оцінити узгодженість суджень експертів, але і перевірити значимість рангового зв'язку між ними. Для вибіркового рангувань $R_i (R_{i1}, \dots, R_{im})$, $i = \overline{1, p}$, коефіцієнт W представляє собою рангову статистику, розподіл якої при гіпотезі відсутності узгодженості між експертами (чи між методами для кожного експерта), тобто за випадкового характеру їх суджень, відомий. У випадку малих значень p і m ($p \leq 4$; $m \leq 6$) для перевірки цієї ж гіпотези можна використати статистику S - множник у рівнянні (1).

Якщо отримане за формулами (1) і (2) значення коефіцієнта W (чи S) не перевищує табличного значення [8] $W_\alpha(p, m)$ чи відповідно $S_\alpha(p, m)$ для вимірюваного рівня значимості α , то гіпотезу про відсутність узгодженості приймають, а в протилежному випадку дані експертів вважають узгодженими.

Проблемою застосування цього методу на практиці є те, що за умов багатокритеріальної оцінки та значної інформаційної невизначеності, експертам важко оцінювати об'єкт за значною кількістю критеріїв. Набагато простіше давати відповіді на запитання спеціально розроблених анкет. При цьому легше за все відповідати на питання загального якісного характеру і дещо важче – на запитання загального кількісного. Проаналізовано три найбільш поширені методи експертного опитування і способи математичної обробки їх результатів з метою виявлення специфіки та встановлення можливостей і обмежень застосування методу в нафтогазовидобувній діяльності і інформаційних особливостей його забезпечення.

1. Безпосередня оцінка. Цей метод базується на кількісній оцінці експертами відносної важливості критеріїв. Допустимо, що в експертному опитуванні беруть участь q експертів, оцінюючи важливість m критеріїв. Позначимо через ω_{ij} число, приписане i -м експертом j -му критерію. Обробка даних експертного опитування зводиться до обчислення індивідуальних $\alpha_{ij}^{(1)}$ і усереднених $\alpha_j^{(1)}$ вагових коефіцієнтів j -го критерію, індекс (1) вказує на номер методу обробки.

Індивідуальний ваговий коефіцієнт $\alpha_{ij}^{(1)}$ відповідає значимості j -го критерію на думку i -го експерта. Він може бути отриманий шляхом нормування():

$$\alpha_{ij}^{(1)} = \omega_{ij} / \sum_j \omega_{ij} \quad i = \overline{1, q}; \quad j = \overline{1, m}. \quad (4)$$

Усереднені вагові коефіцієнти $\alpha_j^{(1)}$ представляють собою середню, за даними всіх експертів, оцінку ваги для кожного критерію:

$$\alpha_j^{(1)} = \sum_i \alpha_{ij}^{(1)} / \sum_{ij} \alpha_{ij}^{(1)} = \sum_i \alpha_{ij}^{(1)} / q, \quad j = \overline{1, m}. \quad (5)$$

Аналіз виразу (5) вказує на те, що застосування даного методу правомірно лише для випадків, коли експерти можуть оцінити в скільки раз один критерій важливіший за інший, тобто в шкалі відношень. На практиці достовірність таких кількісних оцінок викликає сумнів, про що свідчать часті різнобій експертів в оцінці ризиків запасів, прогнозів буріння, видобутку, співставлення прогнозних затрат і ін.

Рангування. Суть методу полягає в впорядкуванні експертами всієї сукупності критеріїв зі зниженням їх відносної важливості. При цьому кожному з критеріїв приписують ранг-число, що характеризує його порядковий номер. Ранг 1 отримує найважливіший критерій, ранг m найменш можливий.

Ряди зв'язаних рангів служать основою для отримання вагових коефіцієнтів. Зв'язані ранги R_{ij} (i -й номер експерта, j -й номер критерію) перетворюються наступним чином:

$$\tilde{R}_{ij} = m + 1 - R_{ij}, \quad i = \overline{1, q}; \quad j = \overline{1, m}. \quad (6)$$

Перетворений ранг \tilde{R}_{ij} отримують приписуванням одиниці критерію, що стоїть на останньому місці, і т.д. таким чином \tilde{R}_{ij} буде більшим, чим важливіший j -й критерій на думку i -го експерта. Цей висновок використовується для визначення вагових коефіцієнтів в рангових методах: Обчислюємо суму перетворених рангів j -го критерію для всіх експертів:

$$\tilde{R}_j = \sum_{i=1}^q \tilde{R}_{ij}, \quad j = \overline{1, m},$$

і припускаємо, що «вага» критерію пропорційна цілій величині:

$$\alpha_j^{(2)} = \tilde{R}_j / \sum_{j=1}^m \tilde{R}_j = \sum_{i=1}^q \tilde{R}_{ij} / \sum_{ij} \tilde{R}_{ij} = 2 \sum_i \tilde{R}_{ij} / (qm(m + 1)), \quad j = \overline{1, m}. \quad (7)$$

2. Повні парні порівняння. Суть методу парних порівнянь [6] повинна бути зведена до того, що експертам пропонують послідовно порівняти всі можливі пари критеріїв і в кожній парі визначити більш

важливий. На основі переваг i -го експерта будується матриця A_i парних порівнянь, елементи якої α_{jk}^i визначають наступним чином:

$\alpha_{jk}^i = 1$, якщо i -й експерт вважає, що j -й критерій важливіший за k -й, $\alpha_{jk}^i = 0$ – в решті випадків. Далі потрібно визначити число випадків p_{ij} , коли i -м експертом j -й критерій при парному порівнянні вважався більш важливим в порівнянні з іншими критеріями,

$$p_{ij} = \sum_{k \neq j} a_{jk}^i, \quad i = \overline{1, q}, \quad j = \overline{1, m}. \quad (8)$$

де q – число експертів.

Знаючи, що оцінки p_{ij} будуть змінюватись від 0 до $m - 1$, його беруть тим вищим, чим важливіший j -й критерій на думку i -го експерта. Вагові коефіцієнти критеріїв для кожного з експертів, можна розрахувати за наступною формулою:

$$\alpha_{ij}^{(3)} = p_{ij} / \sum_j p_{ij} = 2p_{ij} / (m(m - 1)), \quad i = \overline{1, q}; \quad j = \overline{1, m}. \quad (9)$$

Кінцеве значення вагових коефіцієнтів пропонується розраховувати шляхом усереднення $a_{ij}^{(3)}$ для групи експертів:

$$a_j^{(3)} = \sum_i \alpha_{ij}^{(3)} / \sum_{ij} \alpha_{ij}^{(3)} = \sum_i \alpha_{ij}^{(3)} / q, \quad j = \overline{1, m}. \quad (10)$$

Оскільки ранги R_i і матриці парних порівнянь A_i залежать тільки від вибору експертів, то вагові коефіцієнти, отримані методом парних порівнянь, не змінюються при монотонних перетвореннях шкали оцінки критеріїв. Звідси витікає, що застосування методу правомірне і тоді, коли експерти не мають змоги дати кількісну оцінку: в скільки раз, чи на скільки один критерій важливіший за інший, а в змозі лише порівняти критерії за важливістю.

Виконуючи аналіз переваг і обмежень кожного з методів, можна зробити висновок, що метод парного порівняння є оптимальним для використання експертних оцінок при прийнятті рішень про доцільність інвестування в той чи інший нафтогазовидобувний проект. Основою такого рішення є те, що більшість геотехнічних і комерційних параметрів проекту є взаємозалежними:

а) при оцінці величини запасів, важливе значення відіграє пористість нафтогазоносних пластів; від пористості залежать фільтраційні властивості пласта; вони, в свою чергу, визначають дебіти свердловин;

б) глибина покладів вуглеводнів значною мірою впливає на вартість буріння експлуатаційних свердловин, а через тиск на величину їх запасів. Пластові тиски визначають рівні відбору нафти і газу із пласта і, таким чином, впливають на рівень доходності і окупності проекту;

в) технологія облаштування родовища і, відповідно, капітальні вкладення корелюються з глибинами розробки покладу і можливостями отримання економічно-рентабельних припливів вуглеводнів.

Пріоритетність критеріїв вибору любих, особливо нафтогазовидобувних проєктів, зважаючи на високий ступінь їх інформаційної невизначеності, і відповідно ризиків, значною мірою має суб'єктивний характер. Слід зауважити однак, що незважаючи на інструментарій і методи, що пропонуються дозастосування, кінцеве рішення завжди повинно прийматися індивідуально чи групою людей.

Висновки. В умовах неповної і не достовірної інформації про нафтогазоносний об'єкт, застосування коефіцієнта координації Канделла дозволяє проводити узгодження даних експертів щодо впорядкованості критеріїв та рангового зв'язку між ними в процесі відбору найбільш перспективних проєктів.

2. В процесі багатокритеріального аналізу найбільш ефективним є метод відбору проєктів за ваговими коефіцієнтами основних значимих параметрів.

3. Враховуючи складність проблеми одночасного аналізу значної кількості показників, що використовуються в процесі аналізу групи проєктів, а для окремих з них невизначеність вхідних даних, або і повну їх відсутність, необхідно продовжити дослідження з метою вивчення можливостей використання методу парних порівнянь для встановлення пріоритетних параметрів за якими виконується рейтингова оцінка нафтогазоперспективних об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жуков Н. Н. Вероятностно-статистические методы анализа геолого-геофизической информации [Текст]. К.: Вища школа, 1975. – С. 303.
2. Завялов В. М., Кучма Л. М. Об учете геологических вероятностных показателей поисково-разведочных работ при геолого-экономической оценке перспективных нефтегазоносных объектов [Текст] // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2008. - № 4. – С. 111-115.
3. Свдошук М. І., Бардін О.О., Кравченко І.В. і ін. Методологія визначення ризиків в оцінці рейтингу потенційно нафтогазоносних структур [Текст] // Геоінформатика. – 2007. - №1. – С. 46 – 53.
4. Хургин Я. И. Нечеткие уравнения в задачах нефтегазовой геофизики [Текст] // «Техническая кибернетика», №5, 1993, – С. 141 – 148.
5. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок [Текст]. М., «Статистика», 1980, – С. 263.
6. Григорина Т. А., Чеботарев П. Ю. Методы экспертных оценок на примере определения предпочтительности объектов [Текст]. Препринт ЦЭМИ, М., 1989, – С. 54.
7. Губерман Ш. А., Извекова Л. Н., Хургин Я. И. Применение методов распознавания образов при интерпретации геофизических данных [Текст]. Сб. «Самообучающиеся автоматические системы». М., «Наука» 1986. – С. 48- 52.
8. Кэндел М. Ранговые корреляции [Текст]. М., «Статистика», 1975, – С. 214.