

А.А. Трофимук, Ю.Л. Васильев,  
В.С. Вышемирский, А.Н. Дмитриев

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ГИГАНТСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ СПЕКТРАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Предлагаемый итерационный метод для анализа информации по гигантским месторождениям нефти вводит на объектах и характеризующих их признаках числовую меру. Метод характерен тем, что:

- а) позволяет устанавливать некоторое естественное соотношение между объектами сравнения;
- б) отличается малой трудоемкостью;
- в) допускает задачи с большим числом бинарных и многозначных признаков;
- г) не зависит от кодирования и позволяет устанавливать числовую меру для столбцов и строк таблиц решения;
- д) требует ряд структурных ограничений на характер таблиц и находится на уровне теоремной строгости.

Кратко охарактеризуем спектральный алгоритм для оценки существенностей строк и столбцов таблицы, заполненной нулями и единицами. Таблица представлена объектами в связи с тем или иным фактором  $P_{\ell+1}$  и задача может состоять в том, чтобы оценить фактор  $P_{\ell+1}$  по информации, содержащейся в таблице. Предполагается, что признаки  $P_1, P_2, \dots, P_\ell$  существенны для  $P_{\ell+1}$ .

Рассмотрим случай, когда число объектов невелико в сравнении с числом признаков ( $m \sim 20$  и  $n \sim 100$ ). Статистические решения в этом случае встречают серьезные затруднения, и поэтому возникают другие подходы.

В спектральном случае числовую меру удобно задавать в виде положительных нормированных векторов  $\vec{\omega} = (\omega_1, \dots, \omega_n)$  и  $\vec{\pi} = (\pi_1, \dots, \pi_\ell)$ , которые, в конечном итоге, и обозначат собой нагрузку строк и столбцов таблицы. По этим нагрузкам производится суждение о проявленности фактора  $P_{\ell+1}$  в объектах  $W_1, \dots, W_n$  и систем влияния на нее признаков  $P_1, \dots, P_\ell$ .

Определение нагрузки является результатом таких пересчетов весов строк с учетом столбцов и наоборот:

- 1) каждый пересчет веса строки  $W_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) устанавливается посредством веса столбцов, найденного на предшествующем

шаге, как сумма весов тех столбцов, по которым в строке  $W_i$  стоят единицы;

2) вес столбца  $\rho_j$  ( $j = 1, 2, \dots, J$ ) аналогично устанавливается путем значения веса строк, вычисленных на предшествующем шаге;

$T_1$	1	1	0	0	2	0,75	:	0,714
	0	1	1	0	2	1	:	1
	0	0	1	1	2	0,75	:	0,714
	1	2	2	1				
	0,5	1	1	0,5				
	...	...	...	...				
	0,428	1	1	0,428				

3) полученные два набора чисел нормируются, производится следующая итерация и т.д.

Процесс сходится к некоторым предельным векторам  $\omega$  и  $\mathcal{T}$ , которые принимаются за нагрузки (существенности) столбцов и строк  $T$ . Через эту связь с пересчетами понятие нагрузки допускает содержательную интерпретацию. Пример 1 показывает, что итерационные процедуры фракционируют строки  $T_1$  на две группы, не различимые по сумме единиц в строке.

Расчет нагрузок строк и столбцов произведен для всего объема информации, мобилизованной в задаче сравнительного изучения гигантских месторождений нефти мира. Решению подверглись 22 таблицы со средним объемом каждой  $11 \times 25$ , то есть 11 строк и 25 столбцов матрицы. Полученная информация широко характеризует исследуемую совокупность объектов. Остановимся на изложении следующих двух результатов.

Мера подобия порядка месторождений по запасам и по числовым мерам. Исследуемая совокупность объектов упорядочивается в соответствии с критерием  $\rho_{\ell+1}$ , то есть на базе конкретных чисел, обозначающих запасы месторождений, все строки (месторождения) располагаются согласно убыванию запасов. Требуется обнаружить, какая из характеристических групп признаков упорядочивает строки таблиц по нагрузкам строк в наибольшей близости к порядку строк по запасам. Для сравнения меры подобия порядка строк матрицы употреблены результаты решения тестовым и спектральным подходами. Меры подобия вычислялись по соотношению Спирмена и парной корреляции. Результаты оценки приведены в таблице, где мера порядка месторождений по запасам и числовым значениям  $\mathcal{T}$  и  $J(S)$  приводится для группы месторождений на Аравийской платформе.

Меры подобия строк матрицы, поскольку они хорошо коррелируются с разведанными запасами нефти, представляют особую

ценность при распознавании образов. Они дают возможность упорядочить малоизученные площади по вероятным запасам предполагаемых месторождений. Совпадение основных результатов тестового итерационного анализа придает уверенность этой операции.

### Меры подобия

Группа признаков	Обозначение	По Спирмену ( $\rho$ )		По коэффициенту корреляции	
		по нагрузкам $\mathcal{N}$	по $\mathcal{J}(S)$	по нагрузкам $\mathcal{N}$	по $\mathcal{J}(S)$
Нефтеносная свита .....	$T_1$	+0,16	-0,02	+0,216	0,166
Поднефтеносная свита .....	$T_2$	+0,15	-0,16	-0,153	-0,304
Наднефтеносная свита .....	$T_3$	-0,29	-0,34	-0,423	-0,347
Геотектоническая обстановка ...	$T_4$	+0,80	+0,51	+0,554	+0,392
Структурная ловушка .....	$T_5$	+0,74	+0,79	+0,804	+0,931
		Пороги: 0,01-0,735; 0,02-0,685; 0,05-0,602; 0,1 -0,521			

1. Меры подобия четко выражены по группам признаков, характеризующих структурные ловушки и геотектонические обстановки, и практически не выражены по другим группам. Это вполне согласуется с хорошо обоснованными генетическими представлениями. Ловушка определяет возможный размер и характер залежи. В признаки геотектонической обстановки включены также и количественные данные по объемам осадочных пород, принимающих участие в нефтеобразовании. Что же касается нефтеносной свиты, то ее характер нередко одинаков и на больших, и на мелких месторождениях, а данные по объемам пород нефтеносной свиты приведены в комплексе признаков геотектонической обстановки.

2. Сортировка районов, перспективных на обнаружение в них гигантских месторождений нефти, осуществлена по классам с использованием величин  $\mathcal{N}$  и по сумме единиц строки методом пересечения реплик.

Согласно вычисленным коэффициентам принадлежности к классу месторождений Аравийской платформы и смешанному классу, обнаружено, что объект "Красноленинский свод" в наибольшей ме-

ре родствен смешанному классу месторождений; наименьшая степень родства с этим классом обнаружена для объекта "Троицко-Кокуйский вал".

Некоторые поисковые признаки, выявленные тесторным анализом, являются общими для совокупности месторождений гигантов. Но многие признаки имеют поисковое значение только для того или иного класса. Поэтому надежность отнесения малоизученных площадей к соответствующим классам в значительной мере влияет на надежность прогнозирования гигантских месторождений на этих площадях. В связи с этим использование спектрального анализа для подтверждения и уточнения классов месторождений способствует более уверенному распознаванию образов гигантских нефтяных месторождений.

Таким образом, итерационный подход дает новые возможности для сравнительного изучения нефтяных месторождений и перспективных площадей.