

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Проблема математического прогнозирования зон нефтегазоаккумуляции относится к классу информативных, многоэтапных задач. Имеется ряд путей решения и постановок этих задач, а также информационных условий, при которых возникают исследования прогнозного профиля. Задача нефтепрогноза, которую решают авторы, ставилась геологически и математически с учетом следующих требований.

1. Все объекты исследования (месторождения и пробы) характеризуются одними и теми же признаками. Если какой-либо признак не удавалось выявить хотя бы для одного из объектов, он не учитывался в общем списке характеристических признаков.

2. Информация ограничивалась свойствами, регистрируемыми на ранней стадии, еще до открытия месторождений, но при известных общих сведениях о геологическом разрезе, продуктивной свите и структурной ловушке.

3. Набор признаков дает всестороннее представление о геологическом строении районов расположения месторождений и удовлетворяет требованиям разных генетических представлений, в том числе и абиогенных.

4. Имеющийся перечень алгоритмов и реализующих их программ предназначен для многоцелевого исследования мобилизованной информации в рамках логических и математических процедур сравнительного изучения геологических объектов по их описаниям.

В соответствии с геологическими постановками задач прогноз и поиск геологических объектов сочетается с учетом таких сведений, которые характеризуют вещественные и общие структурные особенности прогнозируемых объектов. Как правило, подобная характеристика определяет дальнейший порядок сходств и различий на общих уровнях информации. Дальний порядок связи между объектами геологического прогноза вскрывается в пределах общих признаков историко-геологического пути формирования интересующих регионов. Геологическое исследование перспективных площадей (объектов), являющихся объектами распознавания, может корректироваться результатами распознавания на базе сравнительного изучения перспективных объектов и месторождений. Если прогноз на уровне рекогносцировочной работы подтверждается, то производится детализация, и исследование переводится на поисковый уровень. Различие между уровнями исследования прогнозирования поисков и собственно поиска по существу своему сводится к различию между вероятностью и реализацией вероятности. Подчеркнем, что выдаваемые результаты прогнозирования поисков и сопровождающие эти результаты теоретические положения производятся в пределах учтенной и обработанной информации. Исчерпывающее изучение сравнимых объектов можно проводить в многоцелевой постановке задач.

Таковы общие моменты особенностей исследования месторождений в общей их совокупности по их описаниям. Конкретное решение задач

производится в строгом соответствии с обширным перечнем требований к сбору исходной информации. В исходную таблицу признаков и объектов включено 21 месторождение: 11 — по Аравийской платформе, два — по Северной Африке, четыре — по Западной Сибири и Казахстану, четыре — по Волго-Уральской области. Общий объем информации составил 181 признак, объединенный в пять групп: а) свойства нефтеносной свиты; б) свойства толщи, расположенной между нефтеносной свитой и фундаментом платформы; в) свойства толщи, расположенной между нефтеносной свитой и земной поверхностью; г) свойства, характеризующие геотектоническую обстановку; д) свойства структурной ловушки.

Приняв описания определенных месторождений за эталоны, можно решать задачу по прогнозированию месторождений подобного же масштаба. В качестве прогнозируемых объектов (проб) взяты неразведанные структуры антиклинального типа: зона Центрально-Тунгусских поднятий, Непский свод, Троицко-Кокуйский вал (Сибирская платформа), Краснотенский свод и Ендырское куполовидное поднятие (Западно-Сибирская плита).

По вышеохарактеризованному объему информации математическими методами были завершены два первых этапа решения задачи по прогнозированию зон нефтегазоаккумуляции.

На первом этапе (четырёхшажном) произведены окончательный учет исходной информации, выбор цели исследования этой информации, выбор геологической постановки задачи с последующим ее переформированием в формализованную. Последний шаг данного этапа состоял в предалгоритмической обработке информации и подготовке таблиц бинарных символов для эталонов (21 объект) и проб (пять объектов).

На втором этапе решений произведен выбор математических процедур исследования таблиц значений признаков с учетом объема информации, ее логической структуры и природы сообщений. На базе тестового подхода путем построения всех туловых тестов были оценены веса (существенности в смысле отождествляющей различающей способности) признаков и вычислены меры важности (в смысле оценки целевого признака по косвенным) строк. По результатам решения предыдущих шагов была осуществлена процедура сортировки проб на двух выделенных классах месторождений. "Голосованием" по тестам и тестам были выделены "интенсивности погружения" проб в соответствующий класс эталонов. Этими приемами также были выявлены объекты, для которых вероятность "быть месторождением" максимальна в сравнении с другими объектами-пробами. Такой пробой оказалась зона Центрально-Тунгусских поднятий. Одной из процедур были вычислены суммарные веса проб и размещены на усредненной кривой значений запасов месторождений. Среди проб наилучшей в этом отношении оказалась проба "Непский свод".

На третьем этапе решения осуществлено расширение объема исследуемой информации. Исходная таблица объектов в том же пространстве признаков была дополнена двумя классами: девятью месторождениями другого масштаба (Татария, Саратовская область и юг Западной Сиби-

ри) и шестью непродуктивными структурными ловушками (Татария, юг Западной Сибири). Сравнительное изучение скоплений с этими дополнительными классами имеет важное значение для более уверенного прогнозирования зон нефтенакпления. Расширение информации до четырех классов увеличивает и разнообразие постановок задач. Прогнозирование и сравнительное изучение классов на этом этапе проводилось по методу согласованных оценок и по методу суммарных мер приуроченности и согласования. Результаты решения по первому методу в целом сводятся к тому, что подтверждена принадлежность всех проб ко второму смешанному классу по всем свойствам. Однако по выделенным из всех важнейших свойств зона Центрально-Тунгусских поднятий, Троицко-Кокуйский вал и Ендырское поднятие в ряде случаев (при разных постановках задачи) попадают в "зазоры" значений весов строк между месторождениями Аравийской платформы и смешанной группы. Специфика метода согласованных оценок позволила выявить "уровень согласования информации" с исследуемыми классами объектов. В частности, обнаружилось, что все пространство характеристических признаков наиболее точно согласовано с III классом месторождений (что подтверждается и разбросом значений нагрузок строк и точностью ранжирования месторождений по масштабу запасов).

Наименьший уровень согласованности всей информации классу объектов был установлен для месторождений Аравийской платформы (по группам свойств нефтеносной свиты и поднефтеносной толщи). Следует подчеркнуть, что уровень согласованности информации (исследуемым по ней объектам) проверялся и "внешним" путем. По этой проверке классы с малым разбросом нагрузок по строкам (объектам) давали безошибочное распознавание на материале обучения в процедурах сортировки эталонных объектов, а классы с максимальным разбросом значений нагрузок строк (низким уровнем согласования) давали большой процент ошибок при распознавании. Кроме того, в некоторых случаях можно использовать это свойство метода для сортировки самого пространства признаков, если исходная информация достаточно обширна. В случае, когда общее пространство характеристических признаков подразделено на родственные группы, имеется естественная возможность определить, какая из групп признаков наиболее полно согласована с объектами исследования и какая менее. Интерес представляет собой (табл. 1) и общее распределение согласования информации с исследуемыми объектами для решения данной задачи. Характерен высокий уровень согласованности информации.

Для "нефтеносной" свиты и геотектонической обстановки неожиданно высокая согласованность получена для I класса (Аравийский) по наднефтеносной свите. Отметим также, что в данной постановке уверенное разделение классов получено по всем группам свойств за исключением свойств поднефтеносной и наднефтеносной толщ, которые имеют малый уровень согласования информации с исследуемыми классами объектов.

На следующем (четвертом) этапе решения задачи на базе метода суммарного учета мер приуроченности и согласования произведена детализа-

ТАБЛИЦА 1

Класс месторождения	Группы признаков				
	Убывание согласованности				
III	Нефтеносная свита	Геотектоническая обстановка	Структурная ловушка	Наднефтеносная свита	Поднефтеносная свита
II	То же	То же	То же	То же	То же
I	Геотектоническая обстановка	Наднефтеносная свита	"	Нефтеносная свита	"

ТАБЛИЦА 2

Объект испытания	а	б	в
	I класс — II класс	I класс — III класс	II, III класс — IV класс
Красноленинский свод	II *	Отказ	II, III
Ендырское поднятие	II	II	II, III
Тунгусская синеклиза	Отказ	II	II, III
Троицко-Кокуйский вал	Отказ	II	II, III
Непский свод	II	Отказ	II, III

* I, II, III — классы по табл. 1.

ция и уточнение прогнозирования проб. Прогнозирование осуществлено в трех постановках (табл. 2, а, б, в), результаты решения которых сводятся к следующему:

- а) по сортировке проб между I и II классами месторождений к II классу отнесены три пробы (табл. 2), а по двум пробам получен отказ;
- б) сортировка проб на двух классах эталонов (I и III классы) закончилась отнесением трех проб ко второму классу и двумя отказами;
- в) сортировка проб между продуктивными классами (II и III классы) и непродуктивным IV классом закончилась отнесением всех проб к продуктивным классам.

Отметим, что по третьей постановке исследуемые классы эталонов максимально различались всего по 25 признакам вместо 86 по первой постановке.

На этом же этапе решения были выделены наборы признаков, дающих минимальную ошибку при упорядочении объектов по запасам. Большинство признаков, коррелирующихся с запасами, для Западной Сибири и Урало-Поволжья оказались разными. Максимальное количество коррелирующихся с запасами свойств и признаков относится к груп-

пам свойств "геотектонической обстановки" и "структурной ловушки". Наибольшее значение имеют сведения об объемах разнообразных осадочных пород в зоне питания залежей УВ, а также о размерах и характере структурной ловушки.

На одном из последних шагов методом голосования по тесторам производился поиск диалога для каждой из проб во II и III классах месторождений. Голосование производилось для каждой из выделенных групп характеристических признаков. Для всех проб ближайшие аналоги устанавливаются среди эталонов II класса.

В целом по всем этапам решения задачи обнаружено, что для всех исследованных пар классов месторождений наиболее различающимися группами признаков являются группы "нефтеносная свита" и "геотектоническая обстановка". Сосредоточение исследования в пространстве этих групп и расширение числа признаков осветит вопрос не только в сфере прогноза, но и в понимании механизма и условиях образования залежей. Признаки "структурная ловушка" при исследовании одного класса хорошо ранжируют месторождения в пределах класса. Выявлены первоочередные объекты в качестве перспективных на обнаружение нефтяных месторождений. Вскрыта характеристическая специфика (попадание в зазоры значений классов эталонов) для зоны Центрально-Тунгусских поднятий и установлена высокая вероятность обнаружения месторождений на его территории. Для каждой из проб обнаружен ближайший аналог среди известных месторождений.