

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕГАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ (на примере Поволжья)

Ю. С. Кононов  
(НВНИИГТ)

Системный подход к проведению нефтегазопосковок работ и оценке их эффективности предусматривает, прежде всего, использование комплекса критериев. Среди них первое место занимает совокупность геологических критериев, определяющих характер размещения углеводородов (УВ), их концентрацию в залежах и т. д. К наиболее важным критериям такого рода предлагается относить:

положение нефтегазопосковок объектов в системе нефтегазогеологического районирования, начиная от нефтегазоносных провинций (НГП) и вплоть до зон нефтегазоаккумуляции с разным флюидонасыщением;

крупность скопления УВ и их концентрацию на месторождениях, включая этажность и характер залежей (пластовые, массивные);

глубину залегания и стратиграфическую приуроченность выделяемых в разрезе нефтегазоносных комплексов и этажей нефтегазоносности;

достоверность качественной и количественной оценки ресурсов и запасов УВ, включая ресурсы категории С<sub>3</sub> на подготовленных к бурению площадях;

характер продуктивности месторождений и зале-

При оценке эффективности нефтегазопосковок работ важное значение имеет система геологических критериев. Она включает: положение объекта поисков в системе нефтегазогеологического районирования, размер ресурсов и их концентрацию, глубину залегания и положение в разрезе, достоверность оценки ресурсов, характер продуктивности (по условиям извлечения), состав флюидов, качество флюидов и примесей в них. Правильный учет критериев способствует повышению эффективности поисков.

There is importance of geological criteria system for estimation of effectiveness of oil and gas searches. It includes: position of searches object in system of oil and gas geological zonation, dimensions of resources and concentration, depth and position in section, trustworthiness of estimation of resources, character of productivity (condition of extraction), composition of fluids, its quality and admixtures in them. The right calculation of geological criteria allows to raise of effectiveness of searches.

жей с подразделением ресурсов и запасов на высоко- и низкопродуктивные (по условиям извлечения);

флюидальную характеристику скоплений УВ с подразделением их на нефтяные, газовые и в разной мере смешанные (сложные) системы;

качество известных и прогнозируемых флюидов, включая наличие в них примесей, относимых к полезным или вредным.

Характер взаимосвязей указанных критериев в единой системе показан на рисунке.

Такие критерии, как крупность скопления, глубина

залегания и производительность, использованы, в частности, при геолого-экономическом ранжировании Арктического шельфа для оптимизации инвестиционных решений [8]. Однако полноту оценки ожидаемой продуктивности, например, по прогнозируемому фазовому составу поисковых объектов они не обеспечивают. Его оценка зависит главным образом от положения объекта в схеме нефтегазогеологического районирования.

Краткая расшифровка характера проявления и учета каждого из указанных критериев возможна на разном уровне, в том числе применительно к эконо-

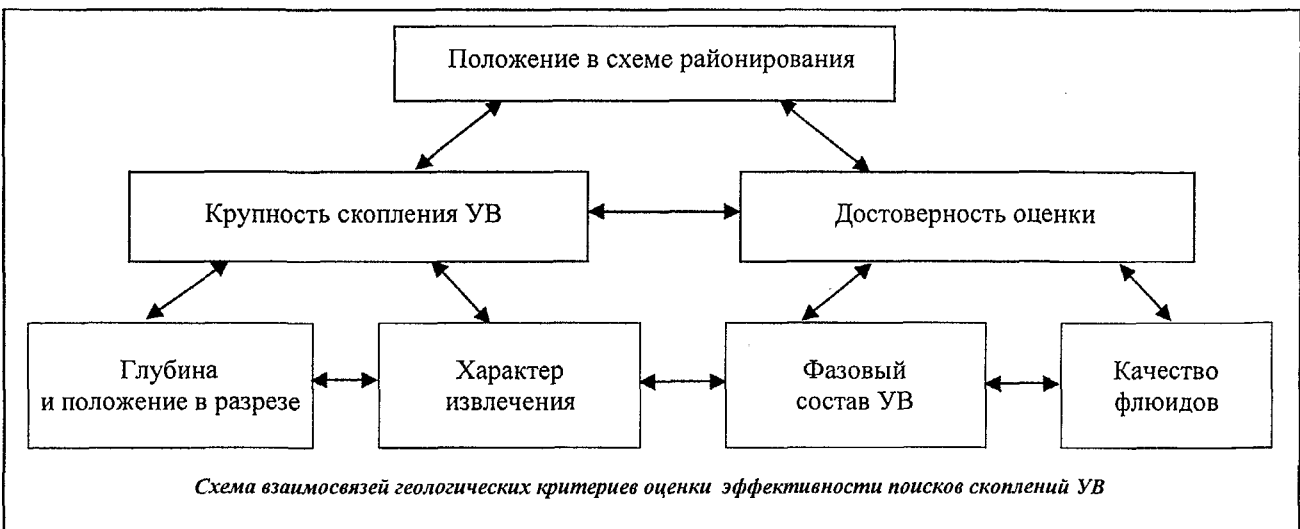


Схема взаимосвязей геологических критериев оценки эффективности поисков скоплений УВ

мическому району, в частности, когда его выделение не совпадает с крупными элементами нефтегазогеологического районирования на уровне провинций. Например, в пределах Поволжья такая расшифровка заключается в дополнительных пояснениях и некоторых уточнениях наиболее существенных моментов критериальной оценки.

Так, при рассмотрении территории Поволжья, прежде всего, следует иметь в виду, что в системе нефтегазогеологического районирования она относится к двум нефтегазоносным провинциям (Волго-Уральской и Прикаспийской) с различной этажностью нефтегазоносности, объемом ресурсов УВ и степенью их освоенности. В частности, в пределах Волго-Уральской НГП, включая несколько искусственно относимую к ней Нижневолжскую нефтегазоносную область (НГО), достигнута достаточно высокая степень изученности и освоенности ресурсов. Здесь выявлены основные особенности строения главного, девонско-артинского, этажа продуктивности с выделением в нем шести нефтегазоносных комплексов (НГК) и определением зональности продуктивности. Достоверно установлены многочисленные зоны нефте-, газо- и нефтегазонакопления. При этом, например, в Средневолжской НГО преобладают зоны нефтенакопления, а в Нижневолжской — зоны нефтегазонакопления. Такая флюидальная зональность в общем совпадает с повышением уровня газоносности окраинных южной и восточной частей Волго-Уральской НГП и образованием в юго-восточной части крупнейшего Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения.

В Прикаспийской НГП в пределах Поволжья известны одна (Астраханская) зона газоконденсатонакопления в подсолевых отложениях и две зоны преимущественного газонакопления в надсолевых, а остальные относятся к прогнозируемым. Часть Прикаспия, относимая к Оренбургской области, не содержит выявленных месторождений УВ. Но здесь для оценки перспектив нефтегазоносности подсолевых отложений правомерно использование данных не только по соседнему Соль-Илецкому району, но и по расположенному вблизи месторождению Карачаганак. Данные по этому месторождению используются и для более удаленных северо-западных районов Прикаспия, хотя существует мнение, что эти районы наименее перспективны. Приуроченность же гигантских Карачаганакского и Оренбургского месторождений к восточным районам Волго-Уральской и Прикаспийской НГП связывается с их близостью к складчатому Уралу [6]. Такая точка зрения базируется на сопоставлении Прикаспийской НГП с нефтегазоносным бассейном Мексиканского залива и его соотношении с Аппалачами.

Не отрицая правомерности подобных аналогий глобального характера, все же в данном случае при ориентации поисковых работ необходимо их корректировать на основе взаимосвязи двух соседних НГП. В частности, для слабо изученных северо-западных

районов Прикаспийской НГП существенное значение имеет характер нефтегазоносности расположенной в непосредственной близости Нижневолжской НГО. Использование же данных по Карачаганaku для прогнозирования нефтегазоносности с соответствующей ориентацией поисков и оценкой их эффективности предусматривает развитие газоконденсатных (как и с учетом Астраханского месторождения) или нефтегазоконденсатных систем в подсолевых отложениях. Такая фазовая характеристика прогнозируемых скоплений УВ в общем согласуется и с особенностями распределения нефтегазоносности в Нижневолжской НГО.

При открытии нефтегазоконденсатных скоплений, подобных Карачаганaku если не по масштабам, то хотя бы по фазовой характеристике, важное значение для оценки эффективности их освоения имеет принимаемый режим разработки. В частности, для Карачаганакского месторождения было убедительно показано, что максимальное извлечение жидких и даже газообразных УВ достигается на основе сайклинг-процесса. Однако в настоящее время практически принят режим на истощение с минимальными коэффициентами нефте- и конденсатоизвлечения и потерей части "защемленного" газа. В современных условиях подобный подход наиболее вероятен к разработке и других нефтегазоконденсатных систем, что соответствующим образом должно учитываться и при оценке эффективности поисков скоплений УВ такого типа.

Что же касается флюидальной характеристики скоплений УВ в надсолевых отложениях, то в западных районах Прикаспийской НГП с учетом имеющихся данных она пока оценивается как преимущественно газоносная. Вместе с тем в пределах Оренбургской области по аналогии с прилегающими районами Казахстана (от Джусы до Кубасая) наиболее вероятно преобладание нефтеносности, по крайней мере, в мезозойской части надсолевого разреза.

В отношении крупности скоплений УВ в виде залежей или их совокупностей на многозалежных месторождениях установлено, что она в общем подчиняется усеченному распределению Парето. Поэтому для районов, относимых к Волго-Уральской НГП и характеризующихся достаточно высокой степенью разведанности, когда крупные и большинство средних месторождений уже открыты, ожидается открытие в основном мелких и лишь в исключительных случаях средних по запасам скоплений УВ. Для их освоения лучше всего, если они попадают в пределы уже выявленной зоны нефтегазоносности или находятся в непосредственной близости от нее, приводя, в частности, к ее расширению за счет новых открытий.

В районах, относимых к Прикаспийской НГП и изученных гораздо слабее, вероятно открытие более крупных скоплений УВ, прежде всего, в подсолевых отложениях. Наиболее перспективными здесь считаются объекты рифогенного типа с массивными залежами в верхнедевонско-артинских отложениях. При

этом уже около двух десятков лет ведутся безуспешные поиски так называемых объектов типа Карачаганака, т. е. крупных рифогенных массивов атоллоподобного типа. Неудачи поисковых работ такого рода, включая последние неудачи в Саратовской и Оренбургской областях, в значительной мере обусловлены тем, что при выделении атоллоподобных объектов не учитывалась, по крайней мере, с достаточной полнотой установленная система их геолого-геофизических признаков [3—5]. Наличие этих признаков особенно важно в связи со сложностью геофизических полей в условиях соляной тектоники и неоднозначностью интерпретации получаемых материалов в основном сейсморазведки, комплексироваемой в той или иной мере с другими методами. В геологическом же отношении для образования внутрибассейнового атоллоподобного массива наиболее важно наличие девонского тектонического цоколя даже в качестве погребенного палеоподнятия, создавшего предпосылки для рифостроения в мелководных условиях и затем развивавшегося уже конседиментационно.

В связи с поисками рифогенных объектов обращает на себя внимание пример эффективного использования выявленных критериев в более простых условиях, не осложненных соляной тектоникой [1]. На его основе увенчались успехом поиски верхнедевонских рифов в верхнефранских (евлановско-ливленских) карбонатных отложениях, выделявшихся первоначально в составе единого среднефранско-нижневизейского НГК в пределах Нижневолжской НГО на территории Волгоградской области и частично в Саратовской (Белокаменное месторождение).

Применительно к крупным скоплениям УВ нефтегазоносность рифогенных объектов отличается тем, что залежи в них, как правило, относятся к типу массивных или пластово-массивных. В связи с этим они даже при небольших запасах отличаются их высокой концентрацией на единицу площади, что в известной мере не менее важно, чем сама крупность. Вот почему скопления УВ в рифогенных массивах относятся к главным поисковым объектам с ориентацией на выявление наиболее крупных из них, что связывается главным образом с подсолевыми отложениями Прикаспийской НГП.

В надсолевых отложениях прогнозируется открытие в основном мелких скоплений УВ, в том числе с учетом всей совокупности открытых в них к настоящему времени месторождений. Вместе с тем здесь есть своя специфика. Средние по запасам месторождения в надсолевых отложениях были открыты почти через полвека после первых открытий, а единственное крупное (Кенбай) — еще примерно через 30 лет. Иначе говоря, вероятность открытия, по крайней мере, средних месторождений в надсолевых отложениях исключать нельзя и, подобно объектам типа Карачаганака в подсолевых отложениях, можно ориентировать поиски в надсолевых образованиях на объекты типа Кенбая или типа Кенкияка, Прорвы, Терень-Узюка и Мартышей.

По глубине залегания и стратиграфической приуроченности НГК для Волго-Уральской НГП характерны в основном их малые (до 2...3 км) и умеренные (до 5 км) глубины в девонско-артинском этаже. При этом глубины возрастают в периферийных частях НГП, в частности в пограничных районах с Прикаспием и Предуральем. В Прикаспийской НГП поисковые объекты в подсолевом, также прежде всего артинско-девонском, этаже в основном погружены на глубины более 5 км. Малые глубины здесь характерны лишь для НГК надсолевого этажа (главным образом в мелу, юре и триасе), причем на ряде соляных куполов поисковые объекты, в том числе включая многопластовые залежи, по аналогии с уже выявленными месторождениями могут находиться на глубине менее 1 км. В западной части Прикаспийской НГП, относимой к Поволжью, одно из последних открытий в надсолевых отложениях — Верблюжье месторождение. Оно оказалось нефтяным среди преобладающих газовых. Вполне вероятно, что его открытие свидетельствует о проявлении здесь достаточно сложной зональности при наличии в надсолевых отложениях зон газо-, нефтегазо- и нефтенакпления.

Достоверность качественной и количественной оценки ресурсов, вплоть до ресурсов категории  $C_3$ , в районах, относимых к Волго-Уральской НГП, особенно в пределах выявленных зон нефтегазоаккумуляции, в целом достаточно высока и, как правило, базируется на надежных эталонах. В Прикаспийской НГП в ряде случаев локализованные ресурсы, особенно в подсолевых отложениях, оцениваются по категории D, а не  $C_3$  главным образом из-за отсутствия близлежащих эталонных объектов и необходимости использования довольно далеких аналогий, порою весьма условных. Кроме того, сейсмогеологические условия подготовки ловушек здесь гораздо сложнее, что, в частности, привело к выделению ряда ложных объектов типа Карачаганака, когда после открытия этого месторождения именно с такими объектами стали связывать основные возможности новых крупных открытий, но без должного обоснования поисков.

По характеру продуктивности скоплений УВ уже давно принято выделять высоко- и низкопродуктивные горизонты. Такое подразделение характерно, прежде всего, для горизонтов, содержащих запасы нефти [2]. Это требует такого же подхода к оценке ресурсов, в первую очередь локализованных на объектах, подготавливаемых к бурению. Особенно резко порог рентабельности был поднят в последнее десятилетие в связи с переходом на лицензионный порядок недропользования, что привело к небывалому списанию запасов нефти и конденсата в 1991—2000 гг. в целом по России, соизмеримому с объемом их добычи [7]. Вообще такое состояние характеризует стремление к получению максимального краткосрочного эффекта, а не к оптимизации долгосрочной разработки месторождений, особенно многопластовых. Между тем в Поволжье ряд таких месторождений

имеет уже более чем полувековую историю своей разработки.

В отношении флюидалной характеристики скоплений УВ наиболее эффективно освоение однофазовых залежей или многозалежных месторождений, образующих единую, особенно компактную по площади, зону. Например, это характерно для Памятно-Сасовской нефтеносной зоны в Нижневолжской НГО на территории Волгоградской области, открытой сравнительно недавно в рифогенных ловушках, вблизи ранее открытых также преимущественно нефтяных месторождений. Однако в целом для Нижнего Поволжья в отличие от Среднего свойственно преобладание сложных, смешанных флюидалных систем, представленных не чисто нефтяными или газовыми, а нефтегазовыми и нефтегазоконденсатными залежами либо совокупностями залежей на многопластовых месторождениях, которые составляют большинство. Правда, южная часть Нижневолжской НГО в пределах Волгоградской области несколько выделяется по содержанию нефтяных месторождений. Их здесь более половины (56 %). Газовых же месторождений и здесь, и в НГО в целом около четверти, но зональность в Волгоградской области все-таки выражена более четко, что отражает общую дифференциацию Нижневолжской НГО на северную (Саратовскую) и южную (Волгоградскую) части, наследуемую от додевонского плана.

По качеству флюидов нефти принято разделять, прежде всего, на легкие и тяжелые, газы — на сухие и жирные и т. д., например нефти бензиновые, маслянистые, смолистые, парафиновые. К тому же нефти, в основном тяжелые, асфальтосмолистые, оказываются металлоносными, газы — гелиеносными, причем в Волго-Уральской НГП металлоносные нефти тяготеют преимущественно к Средневолжской НГО, а гелиеносные газы — к Нижневолжской. Внутри них прослеживается дополнительная зональность, которая должна учитываться при поисковых работах и оценке их эффективности. УВ в той или иной мере содержат примесь серы или сероводорода, а также сумму кислых компонентов, которая оказалась особенно значительной на Астраханском месторождении, составляя около половины суммарных запасов газа на нем. Это послужило основанием для отнесения месторождения к серогазоконденсатным с соответствующим освоением.

Правильный учет приведенных геологических критериев нефтегазопроисковых работ в их общей

совокупности как элемент системности, безусловно, должен способствовать, прежде всего, более целенаправленным поискам скоплений УВ по их видам, повышению надежности обоснования ввода в бурение подготавливаемых объектов, эффективности освоения новых скоплений УВ, открываемых при поисках, и т. д.

В общей системе оценки эффективности геологические критерии выступают в качестве подсистемы, связанной с другими, прежде всего, экономическими (или хозяйственно-экономическими), географическими и экологическими критериями. Последние особенно важны, когда выделение природоохранных объектов и поисковых в той или иной мере совпадает. В частности, в Поволжье к такого рода объектам относятся, прежде всего, дельта Волги и Волго-Ахтубинская пойма на территории высокоперспективного района Астраханского свода, приоритетного для поисков по рассмотренным критериям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов А.А., Новиков А.А. Прогноз, поиски и разведка погребенных нефтегазоносных структур. — М.: Недра, 1983.
2. Батурин Ю.Н. Геолого-экономическая структура НСР нефти основных нефтедобывающих регионов России // Геология нефти и газа. — 1996. — № 10.
3. Геолого-геофизические модели и нефтегазоносность палеозойских рифов Прикаспийской впадины / Под ред. Ю.С. Кононова. — М.: Недра, 1986.
4. Геология и нефтегазоносность Карачаганакского месторождения / Под ред. Ю.С. Кононова. — Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1988.
5. Кононов Ю.С. Возможности оптимизации поисково-разведочных работ на нефть и газ в подсолевых отложениях Прикаспийской впадины в зависимости от типов ловушек и залежей // Методика поисков и разведки залежей в подсолевых отложениях Прикаспийской нефтегазональной провинции. — Саратов: НВНИИГГ, 1985.
6. Корчагин В.И. Закономерности размещения месторождений нефти и газа по площади и разрезу // Геология нефти и газа. — 1994. — № 8.
7. Шелепов В.В. Обеспечить энергетическую безопасность России // Использование и охрана природных ресурсов России. — 2001. — № 2.
8. Шинковский В.В. Исследование влияющих факторов и геолого-экономического ранжирование (как формальная процедура отбора объектов Арктического шельфа) для оптимизации инвестиционных решений // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. — 1999. — № 2.