УДК 553.04

А.Я. Фурсов
д-р геол.-мин. наук
АО «ВНИИнефть»[1]
советник генерального директора
office@vniineft.ru

Е.В. Молодцова
ООО «НИИ ГЕОПРОЕКТ»[2]
Заведующая лабораторией геологии и подсчета запасов
e_molodtsova@niigp.ru

Экспертиза как продолжение изучения месторождения и повышение достоверности запасов УВС

[1]Россия, 127422, Москва, Дмитровский проезд, 10
[2]Россия, 127422, Москва, Дмитровский проезд, 10, стр. 1.

Практика экспертизы геологических моделей и запасов подтверждает выводы крупных исследователей о наличии определенных резервов УВС, особенно на крупных месторождениях сложного строения. Их выявлению будет способствовать применение при проведении экспертизы некоторых методических приемов, о которых говорится в статье

Ключевые слова: подсчет запасов месторождения; системный анализ изменения запасов залежи; недооцененность запасов залежи; геометризация залежи

Практика научно-инженерного сопровождения недропользования такова, что на всех этапах оно осуществляется в условиях большей или меньшей неопределённости, при которой все методики и правила носят относительный характер, иногда с неоднозначностью конечного результата. Особенно это характерно для геологической составляющей процесса и, в частности, для подсчёта запасов. В этих условиях экспертиза геологических материалов призвана принять наиболее обоснованные решения по модели и цифровым значениям запасов месторождения.

Время от времени в научном сообществе осуществляется обобщение практики геологической части недропользования, в результате чего появляются весьма интересные наблюдения и значимые выводы. Некоторые из них воспроизведем ниже как отправные точки для дальнейших рассуждений.

Наиболее значимым событием в этом отношении был выход в свет книг Ф.З. Хафизова [4, 5], в которых обобщен опыт работы автора в области геологии нефти и газа Западной Сибири.

В разделах, посвященных анализу запасов, продемонстрирован системный анализ изменения запасов залежей и месторождений ХМАО – от даты первого фиксирования в балансе запасов до 2008 г. Состояние запасов на 2008 г. принималось за точку отсчёта, с которой сравнивались предыдущие оценки. В сжатом виде результаты данного анализа можно сформулировать следующим образом:

– диапазон изменения запасов мелких залежей во времени намного больше чем крупных;

– отклонение ранних оценок запасов от поздних подчиняются нормальному закону распределения с некоторыми нюансами, которые обусловлены наличием формального критерия для пересчета запасов (отклонение текущей оценки запасов от утверждённых более чем на 20%);

– параметры объёма коллекторов залежи (площадь, толщина) в большей степени изменяются во времени, чем параметры свойств коллекторов (пористость, насыщенность УВ, плотность);

– объемы залежей с выдержанными коллекторами изменяются во времени в меньшей степени, чем с невыдержанными и литологически ограниченными.

В обобщенном виде вывод Ф.З. Хафизова [4] следующий: «В результате анализа изменения запасов залежи во времени выявлены чёткие тенденции: чем меньше залежь, тем больше переоценены запасы залежи при первоначальной оценке и наоборот – чем крупнее залежь, тем больше недооценены запасы».

Недооцененность запасов залежей обычно начинается с начальных стадий разведки, когда скважины при любой геофизической основе (2D или 3D) закладываются прежде всего на куполах. При пластовых залежах это часто приводит к принятию условных контактов и, следовательно, контуров. Возникает группа залежей с близкими и часто – условными уровнями раздела «УВ – вода», которые на следующих стадиях освоения запасов могут объединяться в одну залежь.

Этот процесс часто растягивается надолго, т.к. изменения строения межкупольных участков выявляются не целенаправленно, а в связи с повышением качества сейсмических исследований (3D), разбуриванием ранее выявленных залежей по принципу «от известного – к неизвестному», а также за счёт транзита скважин, проводимых на глубокие горизонты.

Этот процесс можно сделать более управляемым, если анализировать и учитывать структуру отклонений сейсмической поверхности кровли продуктивного пласта от скважинных данных. Обычно эти отклонения приводится в отчетах или в виде таблиц (лучший случай) или в виде среднеквадратической ошибки. Но если локализовать каждое значение отклонений, а проще говоря, нанести их на карту структурной поверхности пласта (подсчетный план), то можно выявить некоторые закономерности. В графическом виде они проявляются на ***рис. 1 (а, б)***, из которого следует, что в сводовых скважинах наблюдается наименьшее расхождение (много нулевых) отметок отражающего горизонта от скважинных данных, на более погруженных крыльях структуры нулевых расхождений меньше, а более серьёзных отклонений – большинство. Интересно, что на периклинальных частях структуры общий разброс точек уменьшается, а количество точек с минимальными расхождениями увеличивается. Это дает некоторое методическое основание для определения вектора возможного слияния структур на отметках выше предполагаемых контактов. Пример реализации слияния залежей с учетом минимальных погрешностей структурной основы приведён на ***рис. 2 (а, б)***.

Это направление на укрупнение площади залежей на основании экспертизы признается и в изменениях к «Методическим рекомендациям по применению классификации запасов…» от 19.04.2018 № 11-р.

Думается, что дополнение экспертизы методическими наработками, подобными вышеприведенным, а ещё лучше – картами погрешностей структурных поверхностей, существенно снизит риски ошибок при принятии решений на объединение залежей.

Другим направлением снижения неопределенности в оценке запасов является корректная геометризация залежей с невыдержанными продуктивными пластами. К сожалению, современная реальность такова, что на месторождениях в активной стадии освоения невыдержанные пласты преобладают над пластами другого качества. Это обстоятельство усугубляется еще и тенденцией детализации почетных объектов по мере повышения изученности месторождения, которая приводит к увеличению зон отсутствия коллекторов в пластах с уменьшающейся толщиной. И всё было бы не так критично, если бы в нашей практике геометризации невыдержанных пластов не преобладал способ выклинивания пласта на середину расстояния между скважинами с коллектором и без него.

Еще в 60-х годах прошлого века В.А. Бадьяновым [1] были обстоятельно проанализированы различные модели перехода коллектора в неколлектор и сделан вывод, что оптимальным с минимумом погрешности объема является способ выклинивания на скважину с отсутствием коллектора.

Для его реализации на единичных пластах требуется дополнительный анализ карт эффективных толщин для выявления тренда развития коллекторов. Пример моделирования невыдержанного единичного пласта по способу линейной интерполяции и его результаты приведены в работе [3]. Прирост запасов в выбранном квадрате составил 11%.

При наличии на месторождении или на крупной части геологического разреза группы пластов с невыдержанными толщинами для оценки роли линейной интерполяции можно применить способ попарного или более сложного укрупнения объекта подсчета, при котором линейная интерполяция осуществляется как бы автоматически и не нужно задавать для неё искусственные границы. Предварительное

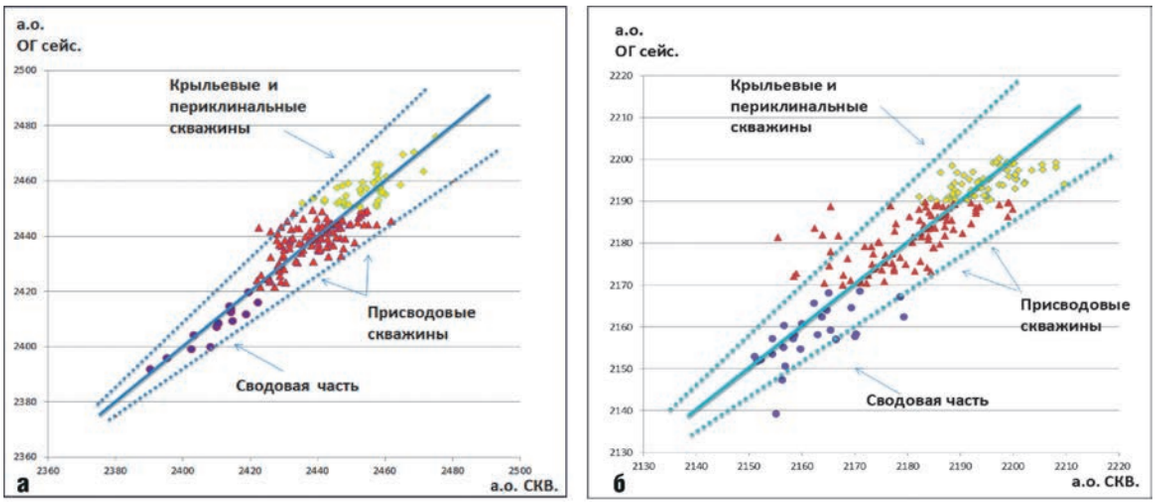


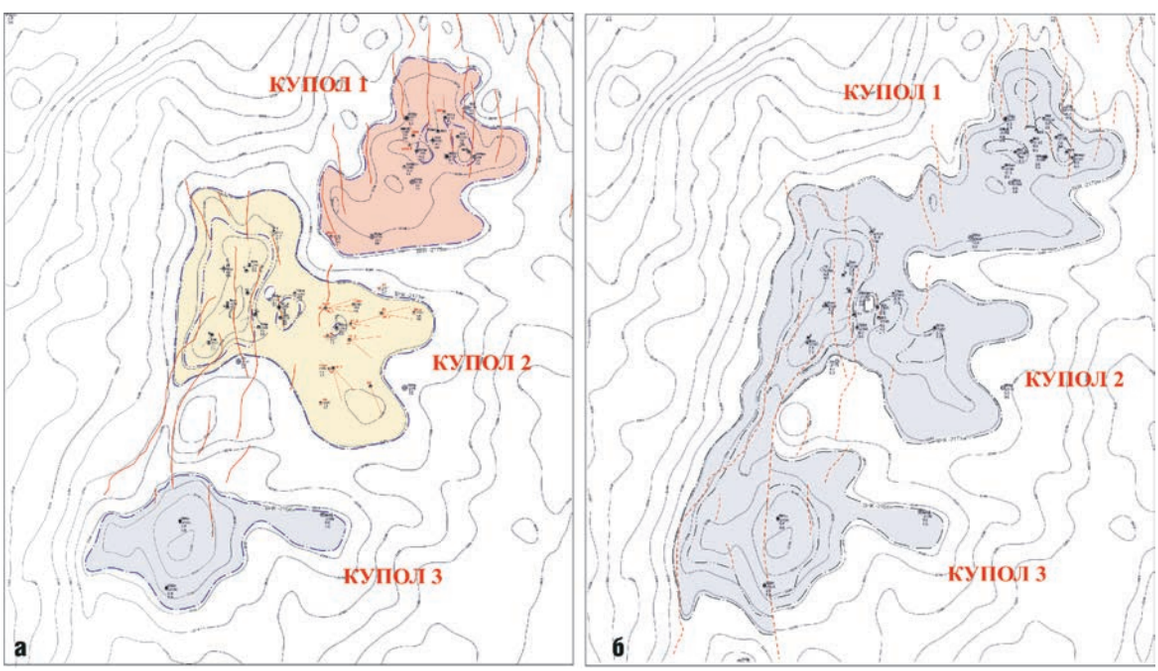
Рис. 1.
Структура отклонений отметок сейсмической поверхности от скважинных данных: а) пласт БС$_{10}$; б) пласт Ю$_0$

условие – отсутствие разных типов коллекторов и разных контактов. Удобны в этом смысле тектонически ограниченные блоки многопластовых месторождений или залежи в смежных пластах, но с едиными (практически едиными) контактами. Такая методика перестроения объекта была осуществлена в работе [2] с приростом объема в 15%.

Изложенный способ уязвим для критики, поскольку не все случаи перехода коллектора в неколлектор реализуются в линейную интерполяцию. Поэтому при желании эксперимент можно продолжить, и с помощью локальных трендов оценить доли разных переходов. Дело хлопотное, и результат может быть неубедительный. А вот факт недостаточной обеспеченности добычи запасами на многих объектах с максимальной детализацией говорит в пользу применения изложенного ранее подхода.

Выше приводились примеры систематического занижения объема из-за недоразведанности и недостаточно корректной геометризации. Но бывают и обратные случаи – завышение объема на неразведанных или слабо разведданных частях залежей. Особенно часто бывает несоразмерное распространение толщины одиночной скважины на окружающее неразведанное пространство.

Рис. 2.
Варианты геометризации площадей нефтеносности: а) без учета структуры ошибок сейсмической основы; б) с учетом структуры ошибок



Для правильного выбора удельной площади на «аномальную» скважину целесообразно провести статистический анализ удельных площадей на разбуренных участках и оценить вероятность появления разных классов сочетания «толщина – площадь». Еще лучший результат может дать моделирование распространения толщин по атрибутам сейсморазведки.

При анализе карт нефтенасыщенных толщин в области сводов структур, не вскрытых скважинами, необходимо учитывать точность сейсмической основы и с учетом ее отстраивать изопахиты, принимая за основу толщины в близлежащих скважинах.

При блочном строение залежи, учитывая почти исключительную первичность литификации относительно тектонических движений, карта эффективных толщин должна быть отстроена независимо от блоков. Нефтенасыщенные толщины внутри блоков могут иметь независимые построения при наличии в блоках самостоятельных флюидальных контактов.

При построении структурных карт бывают ситуации, когда на нормальной структуре возникают существенные искажения контуров из-за отметок в отдельных скважинах. Чаще всего это происходит из-за ошибочных данных инклинометрии. Способы коррекции структурных построений по возможности реализации следующие: переинтерпретация инклинограмм; гироскопия; посадка отметок на условный уровень контакта ВНК, ГВК; выбраковка скважин.

Выводы

Можно отметить, что практика экспертизы геологических моделей и запасов подтверждает выводы крупных исследователей о наличии определенных резервов УВС особенно на крупных месторождениях сложного строения. Их выявлению будет способствовать применение при проведении экспертизы некоторых методических приемов, о которых говорилось выше, и развитие которых, по нашему мнению, является актуальной задачей.

Литература

1. Бадьянов В.А. Методы компьютерного моделирования в задачах нефтепромысловой геологии. Тюмень, Шадринск: Шадринский Дом Печати. 2010. 135 с.
2. Фурсов А.Я., Галимова А.Ф., Алексеева А.Д. О геологическом обосновании подсчетных объектов в толщах с изменчивыми коллекторами // Нефтяное хозяйство. 2014. https://elibrary.ru/publisher_titles.asp?publishid=894 № 1. С. 33–35.
3. Фурсов А.Я., Галимова А.Ф. Оптимальная геометризация прерывистых пластов //Научные труды ОАО «ВНИИнефть». Вып. 140: Повышение нефтеотдачи пластов с трудноизвлекаемыми запасами. 2009. С. 140–148.
4. Хафизов Ф.З. Анализ запасов нефти. Тюмень: Наука Сервис. 2011. 228 с.
5. Хафизов Ф.З. Нефть и газ Тюмени. Тюмень: Зауралье. 2012. 524 с.

UDC 553.04

A.Ya. Fursov, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, CEO's councelor, VNIIneft JSC[1], office@vniineft.ru
E.V. Molodzova, Head of the Laboratory of Geology and Reserves, NII GEOPROEKT LLC[2], e_molodtsova@niigp.ru

[1]10, bldg. 1, Dmitrovsky proezd, Moscow, 127422, Russia.
[2]10, Dmitrovsky proezd, Moscow, 127422, Russia.

Expert review as a continuation of field studies and improvement of reliability of HC reserves

Abstract. The practice of geological models and reserves expertise confirms the conclusions of leading researchers about the existence of certain HC reserves, especially in the large structurally complicated fields. The use of some methodological techniques in the course of expert review, which are considered in the paper will facilitate their identification.

Keywords: field reserves assessment; system analysis of reserves changes in reservoir; undervaluation of reserves in reservoir; geometrisation of reservoir

References

1. Bad'ianov V.A. *Metody komp'iuternogo modelirovaniia v zadachakh neftepromyslovoi geologii* [Computer simulation methods in oilfield geology problems]. Tyumen, Shadrinsk, Shadrinskii Dom Pechati Publ., 2010, 135 p.
2. Fursov A.Ia., Galimova A.F., Alekseeva A.D. *O geologicheskom obosnovanii podschetnykh ob"ektov v tolshchakh s izmenchivymi kollektorami* [On the geological justification of counting objects in strata with variable reservoirs]. *Neftianoe khoziaistvo* [Oil industry], 2014, no. 1, pp. 33–35.
3. Fursov A.Ia., Galimova A.F. *Optimal'naia geometrizatsiia preryvistykh plastov* [Optimal geometrization of discontinuous formations]. *Nauchnye trudy OAO «VNIIneft'»* [Scientific works of OAO VNIIneft], issue 140: *Povyshenie nefteotdachi plastov s trudnoizvlekaemymi zapasami* [Improved oil recovery with hard-to-recover reserves], 2009, pp. 140–148.
4. Khafizov F.Z. *Analiz zapasov nefti* [Oil Reserves Analysis]. Tyumen, Nauka Servis Publ., 2011, 228 p.
5. Khafizov F.Z. *Neft' i gaz Tiumeni* [Oil and gas of Tyumen]. Tyumen, Zaural'e Publ., 2012, 524 p.