

Предлагается первая из двух статей, посвященная вопросу о стратегической роли сейсморазведки в нефтегазодобывающем производстве.

В следующей предполагается рассмотреть некоторые организационно-технологические аспекты повышения геологической эффективности сейсморазведки для нужд нефте-газодобычи.

«У англичан ружья кирпичом не чистят...»

Логовской В.И., г. Самара

Конкурентоспособность важнейший показатель успешности нефтегазовых компаний в настоящем и, что не менее важно, в перспективе. По мнению автора, у отечественных компаний есть основания для беспокойства по этому поводу, если иметь в виду экономическую среду, из которой осуществляется переход в рыночную экономику и инерцию её влияния.

Согласно положению советской экономики геологоразведочных работ (ГРР), в СССР, к сфере материального производства из всех видов геологической разведки относили лишь глубокое бурение на нефть и газ. Все остальные ее виды, включая геофизические исследования, считались входящими в непроизводительную сферу.

Экономическая эффективность ГРР могла быть установлена лишь после переработки минерального сырья и получения из него товарной продукции. Таким образом, «товарной продукцией» не являлись ни геолого-геофизическая информация, ни, даже, минеральное сырье.

Абсурдность подобных экономических установок особо ярко иллюстрирует пример Курской магнитной аномалии (КМА), заимствованный в одной из аналитических статей перестроечных времён, хотя речь и идет о другом минеральном сырье.

Продуктивные толщи железистых кварцитов КМА, которые перекрывает мощный чехол (100-700 м) рыхлых отложений, располагаются под осадочным покровом в виде полос, часто сложно разветвленных. Площадь этих «выходов» составляет всего 0.1% от всей территории КМА. Очевидно, что при поисках железистых кварцитов и определении их планового положения без комплексирования с геофизическими исследованиями потребуются огромные затраты на бурение.

Стоимость геофизических работ, обеспечивших поиск железистых руд на КМА, составила (в ценах до перестроечного периода) всего 0.05 копейки на 1 тонну разведанных запасов.

В качестве другого примера интересен опыт, когда был изучен район Оклахомы. На этой территории площадью 1080 квадратных миль (2797 км²) сосредоточено 124 нефтяных и газовых месторождений, из которых 27 - структурных, 97 - связанных с литолого-стратиграфическими ловушками. Пробурено 3107 скважин, что составляет в среднем 3 скважины на квадратную милю (2.59 км²). Продуктивная площадь составляет 250 км², т.е. 9% общей площади. Из приведенных данных следует, что шанс открытия нефти или газа скважиной, заложенной наугад в начальной стадии разветвления буровых работ, должен был составить 9%.

Приведенные примеры свидетельствуют, что экономическая эффективность геофизических исследований определяется, в числе прочих, их влиянием на направление, технологию и объемы дорогостоящих горно-буровых работ.

Как же исторически обстоят дела у нас, в России и, к примеру, в США, с использованием геофизики для удешевления нефте-газодобывающего производства?

У Л. Рассел(1) в 1951 году пишет: «... Наилучшую информацию о том, какие методы являются наиболее ходовыми и наиболее успешными в США, можно получить из ежегодных обзоров, публикуемых Американской Ассоциацией нефтяных геологов».

Например, по данным Ф. Лехи из общего числа поисковых скважин, пробуренных в 1948 г. в новых районах, 2271 были размещены по данным геологии, 719 - геофизики, а 449 - по комбинированным данным геологии и геофизики.

Из «геологических» скважин удачными оказались 10.3%, из «геофизических» - 17.3%, а из рекомендованных на основе согласованных данных геологии и геофизики - 24.8%.

По данным Р. Коффина (1946 г.) и А. Леворсена (1943 г.), крупные нефтяные компании на геофизические съемки отпускали средств в 3-5 раз больше, чем на поисковое бурение, несмотря на то, что определение местоположения поисковых скважин чаще определяется именно геологической службой.

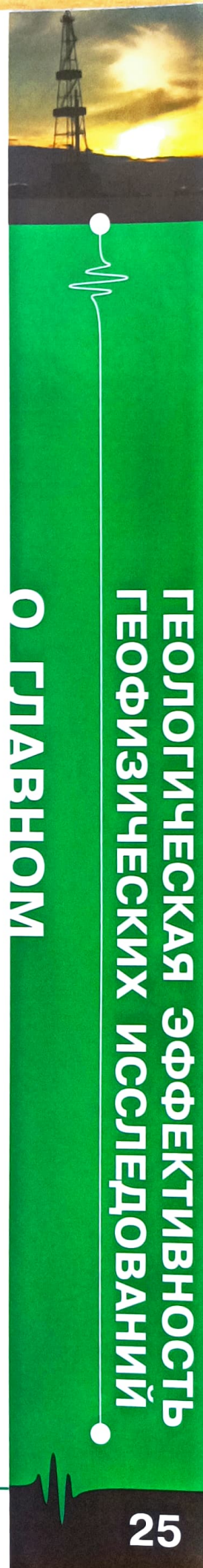
Можно предполагать, говорил (в 1951 году) У.Л.Рассел, что современный этап поисково-разведочных работ, характеризующийся **господством геофизики**, продлится до того времени, когда нефтеносные объекты, обнаруживаемые с помощью геофизических методов, станут настолько малыми, а стоимость их открытия столь дорогой, что применение этих методов окажется невыгодным.

Существенно иная картина отражается в документах того же периода по положению в геологии, например, Западной Сибири, главного нефтяного региона нашей страны. В справке треста «Тюменьнефтегазгеология» о выполнении государственного задания за 1949-54 гг. (5, №66) говорится: «Следует отметить, что темпы нефтепоисковых работ, производимых трестом, в значительной мере сдерживались серьезным отставанием геофизических исследований на территории Западно-Сибирской низменности. С самого начала поисковых работ бурение было начато почти одновременно с геофизическими исследованиями. ...До настоящего времени геофизические исследования не ушли далеко вперед от буровых работ, поэтому трест не имеет достаточного фонда структур для разврата буровых работ».

В Постановлении Тюменского обкома КПСС «О работе Тюменского территориального геологического управления» от 16.02.60 г. (5, №117) отмечается: «Одной из главных причин, сдерживающих поиски нефти и газа, является резкое отставание геофизических работ от объемов глубокого бурения. За 2 года затраты на глубокое бурение увеличились в 2 раза, а на геофизические исследования только на 50%».

Ситуация в той же Западной Сибири, охарактеризованная А.А.Неждановым (1992 г.): «Количество объектов, подготавливаемых к бурению по сейсмическим данным, не обеспечивает потребностей глубокого бурения, имеющего несбалансированно высокие объемы по отношению к полевым методам геофизики».

В США (1982 г.) противоположная картина.



О ГЛАВНОМ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Авторы монографии Р. Шериф и Л. Гелдарт приводят такие данные(2):

Шестнадцать крупных нефтяных фирм осуществляют 62% геологических и геофизических работ, пробуривают 10% поисковых скважин и находят 44% (!) новых месторождений. Как видим, с сороковых по восьмидесятые годы комплексирование геологических и геофизических методов исследований является основой в технологии обеспечения требуемого уровня добычи нефти и газа зарубежных нефтяных компаний.

Тенденция отставания геофизики от бурения отмечалась на всех этапах геологоразведки многих нефтяных регионов нашей страны и, как не печально, сохраняется и поныне. Следствия инерции подобной экономической политики получают отражение в современной ситуации в некоторых отечественных нефтяных компаниях, где количество объектов, подготавливаемых к бурению по сейсмическим данным, не обеспечивает объективные потребности глубокого бурения для восполнения необходимого объема запасов УВ. Весомый процент разрабатываемых месторождений составляют выявленные структурным бурением, опосредованные и разведанные глубоким бурением и совсем не изученные сейсморазведкой. Разведка и доразведка бурением глубоких скважин – самый дорогой и неэффективный способ, часто не дающий ясного представления о генезисе ловушек, что препятствует их эффективной разработке. Отмечаются случаи официально выработанных на 80% месторождений, не имеющих контура ВНК по сию пору.

Какой же должна быть стратегии развития нефте-газодобывающего производства?

Здесь также уместно сослаться на зарубежный опыт, для чего приведены в кратком изложении выдержки из аналитической статьи Роберта Болтона.

Для начала необходимо отметить, что, как и в примере Болтона для Канады, в большинстве районов деятельности отечественных нефтяных компаний, к настоящему времени большинство крупных и несложных для нахождения залежей открыты и давно эксплуатируются. По мере истощения запасов и, как следствие, поиска новых, требуется увеличение числа залежей, так как параметры последующих неоткрытых залежей логарифмически понижаются.

Для поддержания уровня добычи должно увеличиваться количество разведываемых залежей (как правило, более трудных для опосредования). Следовательно, эффективность разведки необходимо повышать.

Повышение эффективности геологоразведочных работ возможно за счет увеличения объемов буровых работ. Такой путь (практикуемый у нас много лет) получил название **стратегии постоянной технологии**. Это ситуация, когда новшества высоких технологий не имеются в распоряжении и единственно возможным источником открытий и разведки остается увеличение объемов буровых работ.

Стратегия улучшения технологии, напротив, предполагает, что сохранение уровня добычи осуществляется за счет повышения вероятности успеха для каждой скважины при неизменном объеме буровых работ.

Затраты на улучшение технологии значительно ниже, чем экспоненциально возрастающие затраты на бурение. Специалисты давно

сделали вывод: модель улучшения технологии – единственный серьезный выбор в стратегии.

Возможности нефтедобывающих фирм связаны, в первую очередь, с формированием уровня затрат на извлечение углеводородного сырья из недр. Уровень этих затрат является важнейшим показателем и следствием уровня технологии, а следовательно – конкурентоспособности.

Необходим стратегический ориентир на постоянно обновляемые технологии, начиная с современного мирового уровня. И численность сотрудников, и уровень затрат при этом обосновываются самой технологией, устанавливаются в строгом соответствии с ней и никаким “сокращениям” и “экономии” не подлежат. В основе должна быть целесообразность.

Поскольку глубокое бурение даёт информацию о геологическом строении среды лишь вдоль стволов скважин, необходима сейсморазведка, которая позволяет продолжать эту информацию на межскважинное пространство. Практика доказала, что наилучшим образом эту задачу выполняет не профильная (2Д), а объёмная (3Д) сейсморазведка. Традиционная 2Д сейсморазведка не справляется с такими важнейшими задачами, как поиск и разведка мало-размерных или сложных объектов, принципиально не способна с требуемой точностью картировать тектонические нарушения, палеоруслу, границы разнородных по составу геологических объектов.

В результате комплексирования методов исследования геологической среды – бурения и сейсморазведки, удаётся получить объёмные модели геологических тел (резервуаров углеводородов) и проводить работы в них, управляя процессом с поверхности земли. По требуемому объёму информации и точности действий, этот комплекс нефтегазового производства сопоставим с задачами космической навигации. Построенные на основе 3Д сейсморазведки геологические модели и модификации сейсмических волновых полей, отражающие не свойства границ, а свойства пород пластов в глубинном масштабе, являются необходимой основой для управления процессом бурения скважин, особенно со сложной геометрией.

Стратегия улучшения технологии обеспечит повышение эффективности бурения за счет:

- повышения разрешающей способности геофизических методов с целью определения параметров пород и коллекторов, а также структурной геометрии;
- корректировки и разнообразия форм изображения разрезов;
- использования современных технологий в базах данных для обеспечения широкого доступа геологам, инженерам, другим специалистам, имеющим отношение к процессу нефтеразведки и добычи;
- предпочтения применения 3-х мерной сейсморазведки для выявления контуров коллекторов – постепенному бурению;
- оптимизации процесса извлечения запасов при обеспечении новых централизованных систем сбора и размещения данных, доступных инженерам по разработке пластов.

Современная техника интерпретации сейсморазведочных данных позволяет воссоздать историю геологического развития и выявить особенности обстановки осадконакопления путем анализа сейсмических волновых полей, изучения интервальных скоростей, особенно

стей формы записи на сейсмических разрезах.

Использование моделей осадконакопления имеет важное значение для изучения геологии коллектора даже в тех случаях, когда плотность размещения скважин составляет 16га и меньше. При высокой плотности бурения данные скважин нельзя успешно взаимоувязать, т.е. установить тип резервуара без должного понимания модели осадконакопления. Знание геологического строения резервуара особенно важно для успешного использования таких современных методов добычи нефти как, например, вытеснение смешивающейся фазой или продуктами сгорания. Это очень дорогостоящие процессы, поэтому, если до начала разработки не удалось определить до мельчайших деталей геологические особенности коллектора, то добыча может оказаться нерентабельной.

Нельзя не отметить, что целый ряд мероприятий, выполняемых сегодня в передовых отечественных нефте-газодобывающих компаниях: организация информационно-технологических центров; применение технологий управления базами данных; закупка мощных вычислительных машин и современных пакетов программ обработки и анализа геолого-геофизической информации - свидетельство выбора "стратегии улучшения технологий".

Но вместе с этим важно помнить, что "хлеб" геофизика-интерпретатора "растет" в поле. К сожалению, вместе с наметившимся прогрессом в области обработки и интерпретации геологоразведочных материалов отмечается ухудшение состояния дел в сфере производства полевых сейсморазведочных работ. Связано оно, в первую очередь с доминирующей в последнее время тенденцией выбора подрядчиков не по критерию наибольшей эффективности и качества результатов, а по наименьшей цене, запрошенной сервисной компанией в процессе конкурсов. Из соображений псевдоэкономии применяются системы наблюдений 2Д там, где они в принципе не решают целевых геологических задач или применяются далёкие от оптимальности системы наблюдений 3Д. Результаты такого положения, при формальном выполнении сейсморазведочных работ (порой лишь из-за лицензионных обязательств), отражаются в снижении (а не в повышении) геологической эффективности сейсморазведки, с чем сталкиваются многие отечественные нефте-газодобывающие компании. При этом часто формируется агрессивно некомпетентное мнение геологической и управленческой общественности компаний о том, что сейсморазведка дело затратное и не эффективное. Под влиянием такого мнения и принимаются неадекватные решения по применению сейсморазведки.

В Российском нефтяном бизнесе 2007 года

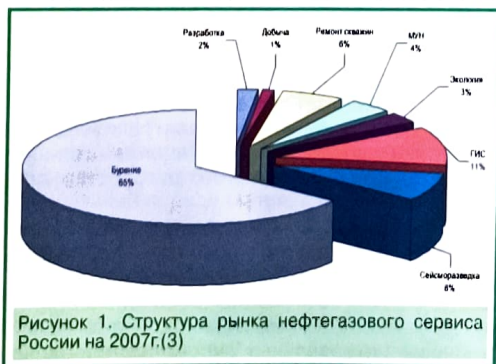


Рисунок 1. Структура рынка нефтегазового сервиса России на 2007г.(3)

8% затрат на сейсморазведку и 76% затрат на бурение и ГИС (3). При эффективном использовании сейсморазведки увеличение затрат на её производство вдвое позволит снизить затраты на бурение и ГИС на 30%, что, при прочих равных условиях, приведёт к сокращению общих затрат нефте-газодобывающих компаний на 15%.

Для сравнения можно предложить некоторые зарубежные примеры.

Крупнейшая нефтяная компания Шелл с середины восьмидесятых годов скачком увеличивает объёмы пространственной (так называемой 3Д) сейсморазведки, при одновременном уменьшении обычных профильных (2Д) работ. Рост объёмов 3Д сейсморазведки в компании Шелл - в 1000 раз за 10 лет!!! Подобная статистика и в других нефтяных компаниях, например ЭКСОН, НОРСК-Гидро и т. д. Причем сейсморазведочные работы 3Д ведутся на уже разрабатываемых месторождениях.

Съемка 3Д, выполняемая не вдоль профиля, а по участку поверхности, позволяет получить пространственную картину строения геологической среды, не сечение, а объем, из которого можно выбрать любое сечение вертикальной или горизонтальной плоскости. Объёмность пространственных сейсмических наблюдений позволяет резко повысить детальность отображения геологических объектов.

За 3 года (с 1991 по 1993) «АМОКО» выполнила 115 съёмок 3Д, в том числе (4):

48 - на разрабатываемых месторождениях

44 - с целью поисков залежей нефти и газа

23 - с целью доразведки открытых месторождений из них:

38 - на суше

75 - на море

2 - в переходной зоне.

При средней стоимости съёмки 3Д \$ 2.5 млн. и задержке разработки на 1 год:

- Каждая съёмка 3Д на разрабатываемых месторождениях в среднем дала компании \$ 9.8 млн. чистого дохода

- Отмечен чистый эффект добавления четырёх успешных точек на месторождении и сбережения одной сухой скважины в пересчёте на одну 3Д съёмку, в среднем, для каждого (инвестиционного) портфеля Амосо по использованию 3Д наблюдений.

* - из 88 разрабатываемых месторождений Амосо к концу 1994 года съёмка 3Д была выполнена уже на 54-х месторождениях.

В данной статье автором намеренно приведено сопоставление отечественного и зарубежного (в основном США) подхода к стратегии нефте-газодобывающего процесса. После такого сопоставления уместно вспомнить заботу тульского Левши: "Скажите государю, что у англичан ружья кирпичом не чистят. Пусть чтобы и у нас не чистили, а то, храни бог, война, они стрелять не годятся".

Литература:

1. Рассел У.Л. «Основы нефтяной геологии», перевод с английского, Ленинград, 1958г.
2. Шериф Р., Гелдарт Л. «Сейсморазведка», перевод с английского, Москва, «Мир», 1987г.
3. Лаптев В.В. «Проблемы государственной политики России в сфере нефтегазового сервиса». Геофизика №3, 2007г.
4. Журнал «The Leading Edge» июль 1995 г. W K AYLLOR (Amoco Production Co, Houston, Texas)
5. Нефть и Газ Тюмени в документах 1901 -1965, Средне-Уральское книжное издательство, Свердловск, 1971г.