



От составителя.

МИКРОСЕЙСМИЧЕСКАЯ ИНФРАЗВУКОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ НЕФТИ И ГАЗА АНЧАР: СТАДИИ РАЗВИТИЯ

“Исследования новых физических принципов сейсмической разведки начаты совсем недавно, однако сейчас уже ясно, что сейсмический метод разведки обладает большими возможностями развития в новых направлениях, что определит его научно-технический прогресс через 5 - 10 лет.”

А. В. Николаев, 1982 г.

Прошло 20 лет с тех пор, как небольшой группой российских геологов, геофизиков, технологов и учёных на основе общих представлений о свойствах геологической среды в поле механических (микросейсмических) колебаний были проведены первые инициативные эксперименты с целью обнаружения поисковых микросейсмических признаков на различных месторождениях нефти и газа (Гривенское в Краснодарском крае, Макаровское в Волгоградской, Советское в Калининградской, Братское и Ковыктинское в Иркутской, Оренбургское и Староключевское в Оренбургской областях, Карачаганакское в Казахстане), а также на Калужском ПХГ. Эти специалисты - С. Л. Арутюнов (инициатор и координатор работ), Г. Л. Лошкарёв, Ю. В. Сиротинский, Б. М. Графов, М. А. Новицкий, В. И. Немтарёв, В. Н. Бурчик, Н. Н. Востров, В. В. Дворников, С. Ю. Червинчук - представляли Учебно-научно-производственный центр МИНГ им. И. М. Губкина, Институт электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН, Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН, Казанский авиационный институт им. А. Н. Туполева, ВНИИ-геоинформсистем Минприроды РФ.

Научное руководство на *первом этапе (1990 - 1996 гг.)* и до настоящего времени осуществляет президент РАЕН, профессор О. Л. Кузнецов. Огромную роль в проведении экспериментальных работ сыграли доброжелательное отношение и профессиональный интерес руководителей и ведущих специалистов российской науки - А. В. Николаева, В. Е. Казаринова, Б. М. Графова, геологоразведочной отрасли - В. П. Орлова, О. А. Ремеева, М. Б. Келлера, Н. В. Милитенко, Б. Д. Ермакова, Л. Д. Бовта, М. В. Кирсанова, газовой отрасли - В. И. Резуненко, П. И. Дворецкого, П. А. Гереша, В. А. Пономарева, а также региональных нефтегазодобывающих и нефтегазоразведочных организаций - М. М. Мандель-

баума, Ю. В. Кутеева, А. С. Пелешенко, И. А. Кальвина, А. М. Игнатова, В. К. Утназина, А. М. Черненко, В. И. Дуболазова, Ю. В. Участкина, С. М. Карнаухова, В. В. Николаева, Н. А. Гафарова.

Измерения инфразвукового микросейсмического поля на упомянутых месторождениях УВ являлись эталонными для выработки информативных критериев, граничных значений их величин, режимов съёма сначала даже аналоговой (магнитограф “Брюль и Кьер”), а позже цифровой информации, графов обработки и подходов к интерпретации. Измерения проводились разработанными ещё в 60 - 70-е годы для ВПК СССР в Институте электрохимии (ИЭЛ) РАН жидкостными электрохимическими преобразователями информации, скомпонованными в трёхкомпонентные модули. Основной обработкой стал спектральный анализ с применением Фурье-преобразования.

В этот период были заявлены первые патенты РФ (Москва, 1992 г.), организовано первое предприятие АНЧАР (Оренбург, 1994 г.), опубликованы первые результаты экспериментальных и опытно-промышленных работ на Международной конференции “Геофизика и современный мир” (Санкт-Петербург, 1993 г.), в журнале “Геология нефти и газа” (1994 г.), на межведомственной конференции “Низкочастотная разведка на нефть и газ АНЧАР - технология XXI века” (Оренбург, 1996 г.).

На основе многочисленных исследований была зафиксирована аномальность зоны залежи УВ в низкочастотной части волнового спектра, а также установлен факт устойчивого локального характера повышения сейсмоакустической активности над залежью при её облучении сейсмовибратором. По сути, именно в эти годы был заложен фундамент для развития абсолютно *нового направления прикладной геофизики*, основанного на эффекте

наведённой сейсмичности - эффекте АНЧАР, и создания технологий инфразвуковой микросейсмической разведки.

Второй этап (1996 - 2002 гг.) ознаменовался прежде всего реализацией многочисленных поисковых проектов в России - в Прикаспии, Поволжье, Предуралье, на Северном Кавказе в комплексе геологоразведочных работ на нефть и газ для "ОренбургГАЗПРОМ", "Оренбург-геологии", "Уралнефтегазпром", "Самараинвестнефть", "КалмТатнефть", "ЛУКОЙЛ-Астраханьморнефть" и многих других. Техническая поддержка была оказана Оренбургской геофизической экспедицией. Помимо обогащения аналитической базы материалами выполняемых работ, было проведено усовершенствование приборно-аппаратурного комплекса, прошедшего путь от простейших схем до современного комплекса АНЧАР-Гео-5, разработанного, изготовленного и регулярно калибруемого специалистами ВНИИФТРИ и ИЭЛ РАН. Кроме электрохимических сенсоров, были опробованы пьезокерамические и электромеханические датчики, что способствовало, через эксперименты, выбору оптимального варианта схемы высокочувствительного телеметрического модуля, способного измерять механические колебания амплитудой в первые нанометры. Обогатился новыми оригинальными авторскими приёмами граф обработки. В эти годы сформировались научная база на основе договоров с ГАЗПРОМ и с Министерством природных ресурсов РФ, техническая база предприятия АНЧАР, включая вычислительную технику, производственные помещения, полевой транспорт, сейсмические источники и прочее оборудование, а также кадровый состав специалистов - полевики, обработчиков, учёных. Благодаря всем этим обстоятельствам определился коэффициент успешности прогноза АНЧАР, составивший в среднем 0,8. Российская геофизическая технология АНЧАР усилиями основных разработчиков - С. Л. Арутюнова, Б. М. Графова, В. В. Дворникова, С. М. Карнаухова, О. Л. Кузнецова, Ю. В. Сиротинского, А. Е. Сунцова - стала реальностью.

Развитие технологии сопровождается многочисленными публикациями на конференциях, выставках, конгрессах - в Москве, Санкт-Петербурге, Ухте, Саратове, Геленджике, Мурманске, Алма-Ате, Тегеране, Рио-де-Жанейро, в периодических журналах ("Газовая промышленность", "Геофизика", "Технологии сейсморазведки"), региональных и ведомственных сборниках. Авторы технологии пришли к пониманию феномена АНЧАР как *генерации собственных инфразвуковых волн углеводородной залежью* при возбуждении залежи внешним искусственным (индуцированный эффект АНЧАР) или естественным (спонтанный эффект АНЧАР) полем упругих колебаний в полосе частот эффективного взаимодействия поля с углеводородным веществом, находящимся в напряжённом метастабильном состоянии, причём этот режим генерации сохраняется в некотором интервале времени после прекращения действия внешнего источника возбуждения (Научное открытие 109, 1997 г.). Были сформулированы основные положения технологии:

□ принципиальным отличием метода АНЧАР от других геофизических методов разведки УВ является то,

что в нём информационным сигналом являются не отражённые, не преломлённые и не рассеянные волны, а собственное шумовое микросейсмическое излучение нефтегазовой залежи (*микросейсм АНЧАР или нефтегазовые микросейсм*);

□ спектр микросейсм АНЧАР находится в *инфразвуковом диапазоне частот*.

□ объектом разведки является не структура геологического разреза, не особенности его литологии, а *собственно УВ вещество*.

Сказанное в предыдущем абзаце вполне согласуется с разрабатываемой авторами *капельно-пузырьковой моделью АНЧАР*. Модель связывает, в отличие от других теоретических представлений, феномен АНЧАР собственно с углеводородным веществом, с процессами лавинообразного испарения и конденсации УВ флюида в парах в присутствии электрического поля, стабилизирующего каждую новую фазу. *Энергия фазовых переходов и порождает излучение инфразвуковых нефтегазовых микросейсм*. Модель хорошо соответствует наблюдениям и является, на взгляд авторов, наиболее реалистичной.

И именно разработка этой теоретической модели знаменует начало **третьего этапа (2002 - 2008 гг.)** развития технологии. Он характеризуется укреплением технологических структур предприятия АНЧАР, повышением технологического уровня программно-аппаратурного комплекса - изготовлением регистрирующих модулей АНЧАР-Гео *седьмого поколения*, обновлением и усложнением графов обработки с использованием, помимо БПМ, также вейвлет- и ЕМД-анализа и пр.

Расширяется география выполнения договорных работ - помимо российских регионов, исследованиями АНЧАР охвачены перспективные на нефть и газ районы Республики Казахстан, Соединённых Штатов Америки, Марокко, Болгарии. В качестве заказчиков выступают "ОренбургГАЗПРОМ", "РИТЭКвнедрение", "НРК Оренбургнефтегаз-Ключи", "Живой источник", "КазМунай-Газ-РД", "Казморгеофизика", *Direct Petroleum Exploration, Anschutz Bulgaria, TransAtlantik Maroc*. Объёмы работ достигают 4 - 5 тыс. км² в год. Подтверждается *коэффициент удачности прогноза УВ на уровне 0,8*. При этом осуществляется техническое сотрудничество с Астраханской геофизической экспедицией. Расширяется и круг научных связей предприятия - к совершенствованию технологии привлекаются специалисты ОИФЗ РАН, МГУ, "НейрОК". Выполняются научные исследования по контрактам с Министерством образования и науки РФ. Продолжаются публикации по теме микросейсморазведки и "пассивной" сейсмике в периодической печати ("Технологии сейсморазведки", "Нефтяное хозяйство", "Oil & Gas Russia"), в сборниках и монографиях, на конференциях и выставках в Москве, Тюмени, Новосибирске, Алма-Ате, Флоренции, Мадриде, Лондоне, Дубае, Ашхабаде, Ташкенте. Выходят новые патенты. Осуществляется образовательная деятельность специалистов АНЧАР в Институте нефтегазового бизнеса, в Международном университете "Дубна".

Следует заметить, что активная популяризаторская работа российского предприятия АНЧАР, созданного с

целью промышленного применения первой в мире технологии инфразвуковой микросейморазведки, приводит в этот период к возникновению технологий - последователей, причём как путём дружественного развития российской технологии АНЧАР (ADD-HR, US; МНСЗ, РФ), так и недобросовестных заимствований (ADNR, НуMAS и др.).

Сейчас начинается следующий, *четвертый этап* развития новой российской геофизической технологии прогнозирования нефти и газа на основе анализа шумового микросейсмического инфразвукового поля АНЧАР.

К числу важнейших практических результатов технологии за прошлые годы можно отнести следующее:

- установление нефтегазогеологической зональности на огромной территории юго-востока Волго-Уральской нефтегазоносной провинции;
- участие в доразведке и открытии многочисленных нефтяных и газовых месторождений в Центральной России, а также в Казахстане, Марокко, Болгарии;
- достижение стартовых позиций в дальнейшем расширении географии промышленного применения технологии; в России - это регионы Восточной Сибири в зоне федеральной программы ВСТО, за рубежом - это страны СНГ, Ближнего Востока и Южной Америки.

Пройден трудный путь, который прошли немногие из сервисных геофизических компаний новой России. Большинство из них вышли из советских предприятий, и их успешное развитие обусловлено техническим, технологическим, кадровым и логистическим, маркетинговым наследством советских времен. АНЧАР начинался с абсолютного “нуля”, прошёл через скептицизм, недоверие и - безразличие. Снова и снова следует повторять слова благодарности тем упомянутым уже и многим другим (пусть неупомянутые простят авторов, и знают, что благодарности в равной степени относятся и к ним) геологам, геофизикам, газовикам и нефтяникам, которые были профессионально доброжелательны и - небезразличны. Благодарности относятся и к компаниям, использующим российскую инновацию в практике ГРП, главной среди которых является компания ГАЗПРОМ.

В прошлом году пять западных компаний (*Cairn Energy PLC, Chevron Corp., Exxon Mobil Corp., GDF Suez и Petroleos Mexicanos*) создали так называемую *Low Frequency Seismic Partnership* (Oil and Gas Journal, 2009, № 26, 33). Цель этого партнёрства - объединение усилий в разработке как теоретических, так и прикладных аспектов западных инновационных низкочастотных микросейсмических технологий разведки УВ. Есть все основания утверждать, что эти технологии возникли за рубежом после 2002 г. в результате недобросовестных заимствований в России.

Приоритет в микросейсмическом прогнозе нефти и газа принадлежит российской инфразвуковой технологии микросейморазведки АНЧАР. Она была разработана в начале 1990-х гг. в России, запатентована вначале в 1992 г., а затем в 1998 и в 2004 гг. в результате инициативных исследований группы учёных и специалистов, авторов технологии, при поддержке ГАЗПРОМ, Министерства науки России, Министерства природных ресурсов России, Российской академии наук. Было основано и получило развитие специализированное геофизичес-

кое предприятие АНЧАР (ныне НТК АНЧАР) с целью внедрения в геологоразведочное производство технологии АНЧАР - «технологии XXI века» (“Геофизический вестник”, 1996, № 5, 12 - 17).

Однако после 15 лет успешной работы компании ни один из крупных российских представителей ТЭК не проявил своего внимания к уникальной отечественной разработке прогноза нефти и газа, к её научным и прикладным проблемам. Технология АНЧАР, отмеченная премией Правительства России 2008 г., ждёт такого же к себе отношения со стороны нефтяников и газовиков, да и вообще российского бизнеса, как отмеченные выше зарубежные разработки со стороны *Exxon, Chevron* и др.

По-прежнему менеджеры среднего звена ряда нефтяных и газовых компаний чаще ориентированы на традиционные и, главное, “ёмкие” методы геофизических поисков и разведки (МОГТ-3D), а неудачи бурения, поглощающие огромную часть затрат на ГРП, адресуют именно к этим же методам. АНЧАР готов разделить ответственность.

Как *технология прогноза УВ, АНЧАР* объективно позиционирует себя как “спутник” *структурной сейморазведки*, убеждённый в безальтернативности своей позиции. Непременное комплексирование материалов сейморазведки и микросейморазведки АНЧАР существенно изменит ситуацию с коэффициентом удачи поисково-разведочного бурения, повысит эффективность геологоразведки и ускорит открытие новых нефтегазовых месторождений. Необходимо только внимательное отношение к эффективной, проверенной на практике и востребованной многими зарубежными и российскими компаниями отечественной технологии.

Авторы далеки от мысли, что технология вполне совершенна, а работа по её становлению завершена. Более того, эта работа требует отечественных инвестиций и поддержки - и финансовой, и организационной, и интеллектуальной. Предстоят модернизация и расширение парка регистрирующих многокомпонентных телеметрических модулей, совершенствование программ обработки цифровой информации и внедрение в ряд прогностических показателей нефтегазоносности, кроме многочисленных уже энергетических критериев (шумовых, относительных, стохастических, поляризационных), также и энтропийных критериев (параметров).

Реализация этих задач уже начата. Сроки и результативность зависят от политики и психологии специалистов российской геологоразведки. Известный с прежних времён “затратный” подход к геологоразведочному планированию жив и процветает. Изменение этой ситуации, как всем понятно, сейчас чрезвычайно актуально. И когда при безусловно необходимом увеличении объёмов финансирования ГРП понятия “экономия” и “ускорение” станут обязательными символами геологоразведки, технология прогнозирования нефти и газа АНЧАР станет не только скромным и необходимым элементом геологоразведочного комплекса России, но и высокотехнологичным сервисным экспортным продуктом.

С. Л. Арутюнов