

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА ДИСТАНЦИОННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Ф.Д. Лазарев, Г.В. Шнейдер

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт
имени А.П. Карпинского, Норильский филиал, г. Норильск, Россия

Актуальность

Актуальность применения дистанционных методов для поисков новых источников углеводородного сырья на территории Восточной Сибири и, в частности, Енисей-Хатангского прогиба определяется необходимостью открытия и вовлечения в эксплуатацию новых нефтяных месторождений для обеспечения сырьем нефтепровода ВСТО и трассы Северного морского пути.

Применительно к условиям Енисей-Хатангского регионального прогиба разработана и предложена к использованию технология прогнозирования залежей УВ. Она включает в себя комплекс аэрогеофизической аппаратуры и методику проведения полевых работ, технические средства и программно-математическое обеспечение по обработке и интерпретации геофизических материалов, комплекс геолого-геофизических поисковых критериев залежей УВ, методические приемы и последовательность интерпретации космических, геофизических и топографических материалов. Технология апробирована в одном из нефтегазоперспективных районов западной части ЕХРП.

Технология поиска залежей нефти и газа в суровых условиях Заполярья и горно-таежной местности Средней Сибири - весьма сложная, трудоемкая и дорогостоящая процедура, требующая длительного времени и больших финансовых затрат. Поэтому повышение эффективности поиска новых месторождений углеводородов, увеличение достоверности прогноза, сокращение сроков производства поисковых работ и ввода объектов в эксплуатацию является весьма актуальной геолого-экономической проблемой.

Основным геофизическим методом поиска залежей УВ была и остается сейсмическая разведка. Но практика показывает, достоверность прогноза только по материалам одного этого метода остается недостаточно высокой, особенно в случае поиска неантиклинальных и сложно построенных ловушек. Поэтому на современном этапе развития нефтегазописковых работ необходим более широкий комплекс методов, имеющих различную физическую основу.

Результаты исследований Норильского филиала ВСЕГЕИ, полученные в процессе проведения полевых и камеральных работ в пределах Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП) и Восточной Сибири, позволяют утверждать, что на пути решения указанной проблемы возможен существенный прогресс, если включить в общую схему стадийности поисковых работ на нефть и газ комплекс *дистанционных геофизических методов*. Они не требуют больших финансовых затрат, отличаются высокой разрешающей способностью, мобильностью, производительностью и экологической чистотой. Подобные работы в ограниченных объемах проводились и проводятся ООО «Сибирьгеофизика», Норильским филиалом ВСЕГЕИ, но темпы и объемы явно недостаточны.

Норильский филиал ВСЕГЕИ, обладая современным комплексом аэрогеофизической аппаратуры и методическими приемами интерпретации физико-химических полей, разработал эффективную технологию прогнозирования залежей УВ на основе дистанционных геофизических методов. Основанием, на которое опирается технология прогноза по комплексу геофизических данных, является достоверно установленный эмпирический факт закономерного изменения физических свойств надпродуктивной толщи осадочного чехла под влиянием онтогенетического развития месторождений УВ.

Технология

Предлагаемая технология прогнозирования залежей УВ включает:

- а) комплекс аэрогеофизической аппаратуры и методику проведения полевых работ;
- б) технические средства и программно-математическое обеспечение по обработке геофизических материалов;
- в) комплекс геолого-геофизических поисковых критериев залежей УВ;
- г) методические приемы интерпретации геофизических, космических и топографических материалов.

Отличительной особенностью рассматриваемой технологии является широкий спектр физико-химических полей, вовлекаемый в интерпретационный процесс, что позволяет поэтапно осуществить изучение геологического разреза от фундамента до дневной поверхности.

Реализация предлагаемой технологии осуществляется в два этапа.

I этап – зональный прогноз – посвящен отдельной, а затем комплексной интерпретации потенциальных полей мелкого-среднего масштабов и материалов дистанционного зондирования (космических спектральных снимков с различным разрешением). При этом для анализа выбирается площадь, в несколько раз превышающая исследуемый участок.

На данном этапе осуществляется построение и изучение:

- а) тектонического каркаса обследуемой территории;
- б) геолого-геофизических разрезов на основе гравимагнитного моделирования;
- в) результатов дешифрирования космических снимков;
- г) палеоструктур в толще осадочного чехла;
- д) рельефа фундамента и его локальных осложнений (в изучаемом районе к ним приурочены все известные месторождения УВ);
- е) региональных критериев и факторов контроля нефтегазоносности, проявленных в геофизических полях.

Результатом первого этапа являются структурно-тектоническая схема и карта зонального прогноза залежей УВ.

II этап – локальный прогноз. Этот этап реализуется проведением комплексной аэрогеофизической съемки масштаба 1:100 000 – 1:50 000 на площадях, охватывающих ранее выделенные перспективные зоны. Аэроисследования выполняются на самолете Ан-2 (Ан-3) с применением аэрогеофизического комплекса, в состав которого входят: 1) магнитометр с частотой регистрации 100 Гц, с квантовым цезиевым датчиком CS-3 фирмы SCINTREX (Канада); 2) низкофоновые гамма-спектрометры серии ГСА и/или RS-500; 3) аэроэлектроразведочный комплекс ЕМ-4Н; 4) газоанализаторы ДОГА-М1; 5) спутниковые навигационно-геодезические системы «Javad» или «Novatel»; 7) система регистрации и оперативной обработки данных на базе компьютеров (Рис 1).



Рис.1. Самолет Ан-3т с установленной внутри фюзеляжа аэрогеофизической станцией КАС

По завершении полевых работ и этапа обработки геофизических материалов, на основе раздельного анализа физико-химических полей (*аномальное магнитное поле; содержания урана, тория, калия, метана, пропана; мощность экспозиционной дозы; удельное электрическое сопротивление на частотах 130, 520, 2080 и 8320 Гц*) осуществляется выделение локальных участков, отвечающих геофизическим поисковым критериям нефтегазоносности.

С учетом вновь полученных данных уточняется структурно-тектоническая схема на площадь исследования. Затем производится *формализованное суммирование* трансформант физико-химических полей, отражающих плановое положение участков, отвечающих поисковым критериям нефтегазоносности.

С целью повышения достоверности прогнозных выводов дополнительно реализуется метод «*распознавания образов*» с применением нейронных сетей. В качестве эталонов используются месторождения УВ, расположенные в пределах изучаемой площади или вблизи нее. На основе результатов «*формализованного суммирования*» и «*распознавания образов*» производится выделение локальных участков, имеющих перспективы на обнаружение залежей УВ. Дается вероятностная оценка достоверности прогнозных выводов.

Практическое применение данной технологии рассматривается не как альтернатива сейсморазведочным работам, но как опережающий эти работы этап, способствующий восстановлению стадийности поисков и разведки нефтяных и газовых месторождений.

Обсуждаемая технология в 2001-2005 г.г. была апробирована на ряде площадей, расположенных в западной части ЕХРП: Большехетской, Северо-Пясинской, Байкаловской, Пуринской, Самоедской, Проточной. Аэрогеофизической съемкой охвачено более 50 000 кв. км (Рис.2).

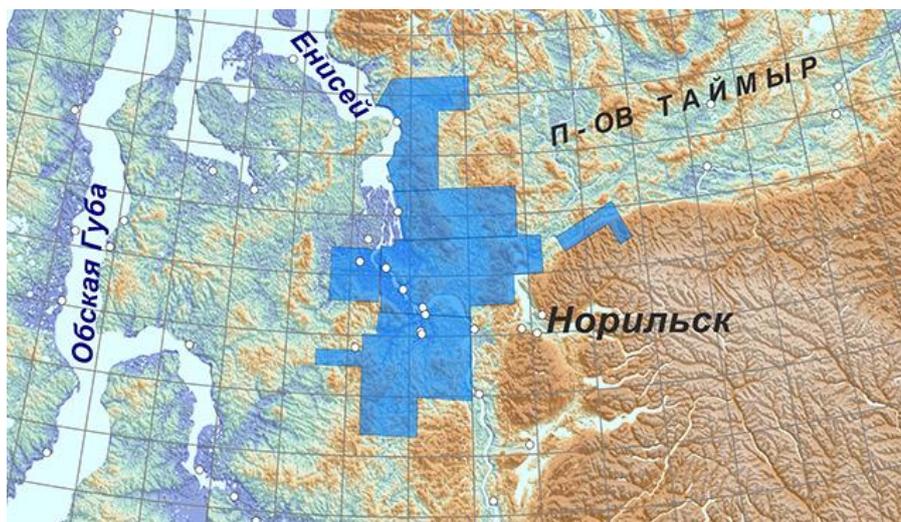


Рис.2. Территория работ в западной части ЕХРП в период 2001-2005 г.г.

Впоследствии по аналогичной технологии были исследованы площади, перспективные на поиски углеводородов, в Усть-Ордынском автономном округе (2007 г.) и на севере Иркутской области (2011 г.).

Апробация технологии

Основные результаты апробации используемой технологии, на примере Байкаловской площади (рис. 3), сводятся к следующему:

1. Месторождения УВ приурочены к зонам динамического влияния глубинных разломов, особенно к участкам повышенной проницаемости на стыках геоблоков, а также к узлам пересечений разнонаправленных тектонических нарушений.

2. Плотная, разноориентированная сеть тектонических нарушений, зачастую отражающаяся в современном рельефе, свидетельствует о высокой тектонической активности территории в новейшее время, что, в свою очередь, указывает на возможность существования в осадочном чехле сложно построенных залежей УВ, в т.ч. неантиклинального типа.

3. Приуроченность всех известных месторождений УВ к локальным поднятиям гетерогенного фундамента или к их склонам в пределах западной части ЕХРП и северо-востока Западно-Сибирской плиты позволила сделать вывод о нефтегазоконтролирующей их роли.

4. Система комплексной интерпретации геофизических полей, базирующаяся на компьютерных технологиях, позволила установить в пределах Байкаловской площади плановое положение участков различной степени перспективности для поисков нефти и газа.

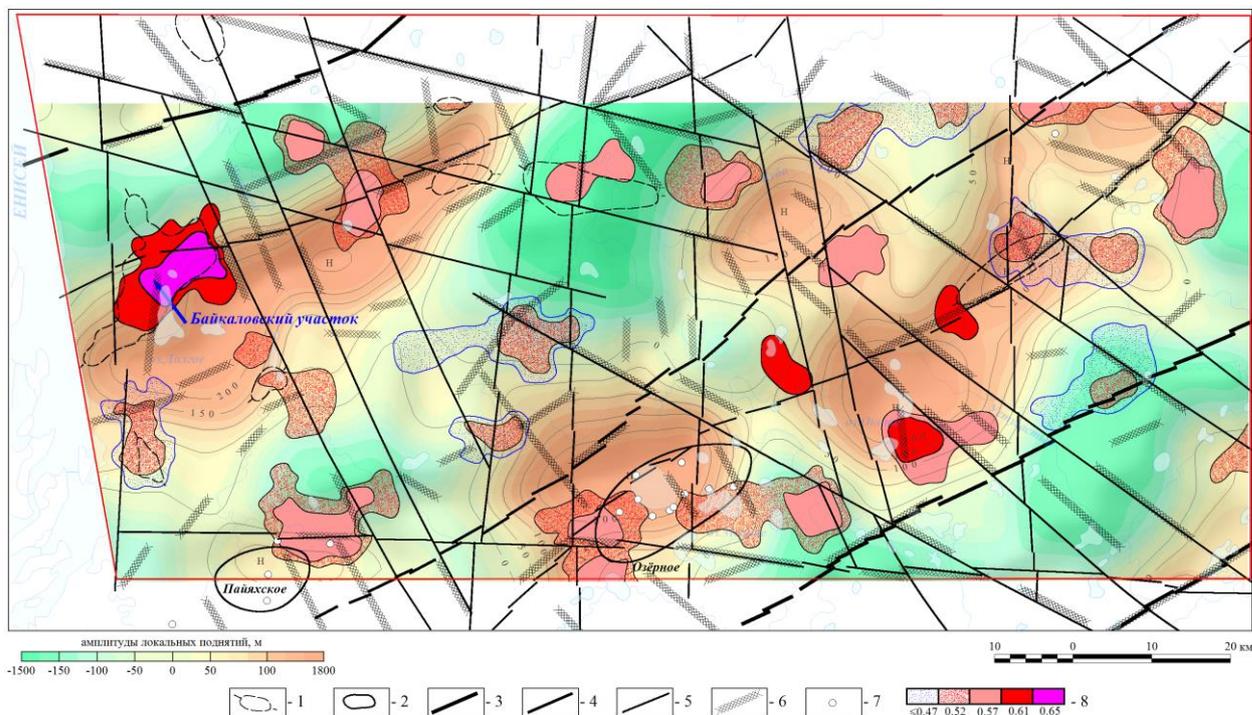


Рис.3. Карта перспектив нефтегазоносности Байкаловской площади

1 – локальные поднятия, 2 – условные контуры месторождений, 3 – 6 тектонические нарушения (3 – первого порядка, 4 – второго порядка, 5 – третьего порядка, 6 – повышенной трещиноватости), 7 – скважины, 8 – участки, перспективные на нефть и газ (цифры – условная вероятность перспективности).

Результат

Заметим, что оценка нефтегазоносности Байкаловской площади, охватывающей 9 000 км², осуществлена всего за 10 месяцев.

Через несколько лет, в 2009 году, первая скважина, пробуренная на Байкаловском участке (на этом участке нами получена максимальная вероятность прогнозной перспективности по геофизическим данным) дала промышленный приток нефти (Байкаловское нефтегазоконденсатное месторождение). Сейчас там начаты поисковые буровые работы. Прогнозный участок несколько меньшей интенсивности по прогнозному параметру зафиксирован северо-восточнее Пайяхского месторождения, где недавно открыто новое Северо-Пайяхское нефтяное месторождение.

Заключение

Эти неоспоримые факты наглядно демонстрируют высокую геологическую и экономическую эффективность рассмотренной технологии и являются достаточным основанием для применения опережающих дистанционных геофизических методов при оценке нефтегазоносности удаленных и слабо изученных территорий.

На Таймыре к таким территориям, в первую очередь, относятся земли в северо-восточной части ЕХРП (побережье Хатангского залива), где, наряду с проведением региональных сейсморазведочных работ, давно назрела необходимость постановки опережающих аэрогеофизических исследований на известных структурах.

Литература

1. Алексеев Ф.А., Готтих Р.П., Воробьева В.Я. Использование ядерных методов в нефтегазовой геологии. - М.: Недра, 1973. - 380с.
2. Алукер Э.Д., Кучерук Е.В., Петухов А.В. Геохимические методы поисков нефти и газа в СССР и за рубежом / Серия: Геохимия, минералогия, петрография. Том-16.//Итоги науки и техники. - М.: 1989. – 190 с.
3. Березкин В.М. Применение гравиразведки для поисков месторождений нефти и газа.- М.: Недра, 1973. - 264с.
4. Берёзкин В.М., Метод полного градиента при геофизической разведке.- М.: Недра,1988. – 188с.
5. Лаубенбах Е.А., Писоцкий Б.И., Готтих Р.П. Технология поисково-разведочных работ на углеводородное сырье. // Геоинформатика.- 1996.- № 6.- С.3 - 5.
6. Логачёв А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. 5-е изд., перераб. и доп. Л.: Недра, 1979. - 351с.
7. Лялько В.И., Митник М.М., Вульфсон Л.Д., Шпортюк З.М. Геотермические поиски полезных ископаемых.- Киев: Наукова думка. - 1979. - С.5 - 27.
8. Мавричев В.Г. Методика исследования осадочного чехла детальной магнитной съёмкой в Волго-Уральской и Тимано-Печорской нефтегазоносных провинциях: Автореф. Дис канд. г.-м. наук. - Уфа,1989. – 16с.
9. Рихванов Л.П., Соболев И.С. D.Qin, Лященко Н.Г., Лазарев Ф.Д. Использование радиоактивных элементов как индикаторов в нефтегазопроисковых работах. // Проблемы и пути эффективного освоения минерально-сырьевых ресурсов Сибири и Дальнего Востока. Материалы юбилейной научно-практической конференции 16 - 18 мая 2000 г. Томск. - 214 – 216.
10. Физико-химические основы прямых поисков залежей нефти и газа./Под редакцией Е.В. Каруса. – М.: Недра, 1986. – 336с.
11. Филонова В.А. Роль гидрохимического фактора в формировании гамма-аномалий над нефтяными и газовыми месторождениями.//Геологическая изученность и использование недр. // АО «Геоинформарк». М.: 1994.- Вып.1-2.- С.3 - 8.