

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ГЕОЛОГОГРАФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА “ПОИСК” ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ОКОНТУРИВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

© Н.И. Ковалев, В.А. Гох, С.В. Солдатова, И.В. Лямцева, 2009

*Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности
Минтопэнерго Украины*

The method of the distance controlled discovery of hydrocarbon displays is examined. The discovery can be made with the help of the distance controlled geologografic complex “Search” developed by the specialists of the SNUNEI. Advantages and distinctive indexes of the technology of the remote deep sensing of the earth bowels, results of the experimental industrial approbation of the “Search” complex apparatus, as well as results of practical jobs fulfilled with the help of this technology, are offered.

Введение. Резкое повышение стоимости поисковых геологических работ и их низкая эффективность оказывают заметное влияние на освоение углеводородных ресурсов (нефть, газ, газовый конденсат). Многие страны осуществляют активный поиск новых геофизических методов глубинного зондирования недр, которые отличались бы повышенной оперативностью и дешевизной, возможностью обследования геологических структур. Особенно актуально использование дистанционных методов прямого определения проявлений углеводородов на глубинах более 5 км.

Постановка задачи. Анализ недостатков геофизических способов поиска полезных ископаемых показывает, что для повышения их эффективности необходимо:

- использовать дистанционный способ поиска, основанный на прямом измерении конкретного вещества и его физических характеристик, а не на определении набора геофизических аномалий, по которым делают заключения о возможном нахождении скрытых месторождений;
- увеличить возможность дистанционного определения и оконтуривания нефтегазоносных участков на глубинах более 5–7 км в любых породах, в том числе на шитах и шельфах морей;
- обеспечить комплексное применение дистанционных способов аэрокосмической фоторазведки и полевой аппаратуры для оперативного обследования крупных площадей, что заметно снижает стоимость работ.

В настоящее время проходит опытную апробацию несколько перспективных способов дистанционного глубинного зондирования недр Земли [2, 3, 7], в частности с помощью геологического комплекса “Поиск” до глубин 5–7 км (Гох В.А., Ковалев Н.И., Иващенко П.Н. Севастопольский национальный университет ядерной

энергии и промышленности (СНУЯЭиП), г. Севастополь).

В основе авторского способа дистанционного глубинного зондирования недр с помощью комплекса “Поиск” лежит применение генераторов СВЧ-излучений терагерцевых частот и радиационно-химической обработки космических фотоснимков для визуализации на них границ контуров участков скопления углеводородов (нефть, газ, газовый конденсат) [4, 5, 7].

Дистанционная идентификация (распознавание) вида полезного ископаемого в недрах Земли с помощью аппаратуры комплекса “Поиск” выполняется с использованием резонансных явлений веществ при воздействии радиочастотных излучений на атомы элементов (ЯМР-спектроскопия), входящих в состав конкретного вида углеводородов (нефть, газ, газовый конденсат). Для посылки радиочастотных резонансных излучений на большие глубины использовались генераторы СВЧ-излучения терагерцевой частоты. На рабочую частоту СВЧ-генератора модулируются частотные резонансные спектры атомов реперных химических элементов (металлов) и информационно-энергетические спектры образцов проб нефти, газового конденсата. Резонансные спектры (ЯМР-спектры) атомов металлов, входящих в состав идентифицируемых веществ и выбранных в качестве реперных элементов, записываются на установках ЯМР с частотой 60 и 250 МГц. Непосредственно для образцов проб различных марок нефти, природного газа и газового конденсата записывались резонансные информационно-энергетические спектры веществ (интегральные спектры) с помощью блоков записи резонансной аппаратуры, входящей в состав комплекса “Поиск”.

Информационно-энергетические спектры веществ записываются также на рабочие магнитные

носители (“рабочие матрицы”), а атомные спектры металлов – на “тестовые” матрицы и используются для резонансного возбуждения этих веществ в недрах Земли (до глубин 5 км) путем воздействия на них модулированных сигналов СВЧ-генератора. [1, 5, 7, 8].

Для изучения элементного состава углеводородов применяется нейтронно-активационный метод определения концентрации металлов в них.

Данные элементного состава образцов проб и амплитуды их интегральных спектральных характеристик (информационно-измерительных спектров) вносятся в банк данных стационарного комплекса “Поиск” и используются в качестве распознавательных признаков углеводородов. Одновременно все спектральные ЯМР-характеристики реперных элементов записываются на “тестовые” резонансные матрицы и служат дополнительными параметрами для идентификации углеводородов.

Для настройки аппаратуры и подтверждения дистанционного обнаружения углеводородов проводится испытание в лабораторных условиях стационарной и переносимой аппаратуры комплекса “Поиск” по избирательной регистрации образцов проб с разных расстояний (25 и 50 м). При этом путем регулирования порога чувствительности измерительной аппаратуры добиваются избирательной идентификации каждого реперного элемента.

Приготовление материала и изготовление “тестовых” резонансных матриц выполняется в радиохимической лаборатории и заключаются в смешивании органических веществ (сахарозы, поливинилового спирта, лактозы и желатина) с микроколичеством редких элементов, обладающих повышенными магнитными свойствами.

Редкие элементы “сшиваются” с органическими веществами в тонком слое по радиационно-химическим технологиям (под воздействием гамма-излучения большой мощности) с применением исследовательского ядерного реактора ИР-100. Остаток “несшитых” молекул редких элементов удаляется растворами. Активированный материал матриц разливается в формы, а затем разрезается на пластинки размером 40×60 мм. С помощью высокочувствительной аппаратуры полученные резонансные спектры реперных химических элементов и информационно-энергетические спектры с образцов проб записываются на изготовленные пластины “рабочих” и “тестовых” матриц (по 2 комплекта на 1 спектр).

Наборы “рабочих” и “тестовых” матриц используются для модуляции резонансных частот спектров атомов на высокочастотную несущую частоту генератора СВЧ-излучения (террагерцевой частоты) при проведении дистанционных измерений.

В полевых условиях модулированный сигнал с помощью узконаправленной антенны от высокочастотного блока СВЧ-генератора направляется под определенным углом вглубь Земли для дистанционного резонансного возмущения атомов реперного элемента либо всего идентифицируемого вещества [8–10]. При этом над участком месторождения возникает высокочастотное электромагнитное поле, характерное для каждого типа углеводорода. Данное электромагнитное поле регистрируется чувствительным прибором – приемником, настроенным на резонансную частоту конкретного атома реперного элемента или интегрального спектра вещества (нефти, газа, газового конденсата), что обеспечивает идентификацию углеводородного вещества.

Для дистанционного оперативного определения и оконтуривания подземных месторождений углеводородов с помощью стационарной аппаратуры геологографического комплекса “Поиск” расшифровываются космические фотоснимки района поиска. Выполненные космические снимки перед расшифровкой передаются в радиохимическую лабораторию. Цветные изображения с фотоснимка переносятся на специальную фотобумагу, а затем обрабатываются раствором геля из поливинилового спирта, лактозы и люминофоров. В гель добавляются редкие элементы (протекторы) в зависимости от определяемого типа углеводородов.

Данные фотоснимки обрабатываются в радиационных полях до появления характерного свечения фотоснимка, а затем выдерживаются определенное время под воздействием вращательного магнитного поля и генератора СВЧ-излучения до начала снижения интенсивности свечения. Через некоторое время свечение всего фотоснимка прекращается, кроме тех участков, в которых находятся конкретные ископаемые (например, природный газ или нефть) [4].

На других обработанных фотоснимках выявляются границы светящейся области, где есть участки с другими типами углеводородов. При этом частота генератора СВЧ-излучений модулируется определенной частотой информационно-энергетического спектра идентифицируемого вещества, а фотоснимок предварительно обрабатывается соответствующими растворами с добавками редких элементов.

Границы люминесцирующего участка оконтуриваются и переносятся с помощью видеокамеры, совмещенной с ПК, на карту района обследования. Для усиления свечения контура при этой операции используется Кирилан-камера.

При полевых работах применяется мобильная аппаратура для дистанционного определения глубин залегания горизонтов по углу наклона к земной поверхности антенны СВЧ-генератора и рас-

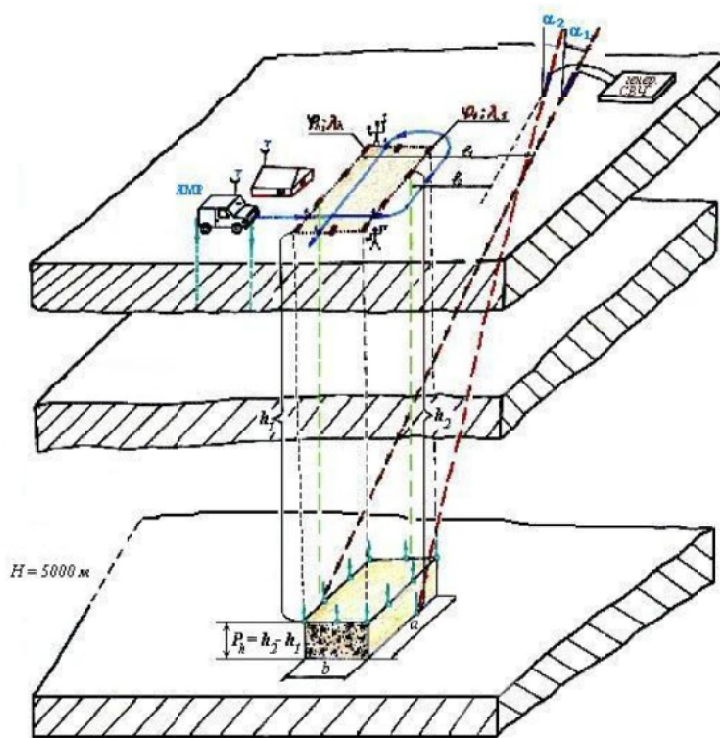


Рис. Способ оконтуривания объектов (месторождения) с помощью лазерной и СВЧ-аппаратуры: l_1, l_2 – расстояние от генератора СВЧ до дальней и ближней линий приемников; a, b – размеры (площадь) залежей; h_1, h_2 – глубина размещения верхней и нижней частей залежей; $P_h = h_1 + h_2$ – толщина горизонта залежей; α_1, α_2 – угол наклона луча СВЧ на нижнюю и верхнюю границы залежей

стоянию от антенны до точки появления максимальной амплитуды резонансного электромагнитного сигнала над месторождениями. По углу наклона и замеренному расстоянию (катету) вычисляется глубина залегания каждого горизонта (см. рисунок).

Путем обработки полученных данных полевых работ рассчитываются характеристики горизонтов залегания скоплений углеводородов. На обнаруженном участке полевой аппаратурой производится не менее 50 измерений глубин залегания горизонтов. Строятся глубинные срезы участков месторождений углеводородов.

С помощью резонансной полевой аппаратуры по тестовым амплитудам сигнала устанавливаются примерные значения давлений в газовых горизонтах или в шапках нефтяных горизонтов. При этом используется банк данных “рабочих” матриц природного газа с записанными спектрами при определенных давлениях газа в образцах проб [6, 8].

Перед началом полевых работ мобильная аппаратура комплекса “Поиск” тестируется на известных месторождениях углеводородов (на известных полигонах).

Таким образом, зондирование полевой аппаратурой обнаруженных участков скоплений углеводородов с помощью резонансных тестовых СВЧ-излучений позволяет осуществить привязку контуров месторождения на земной поверхности к карте района, дистанционно определить следу-

ющие количественные и качественные характеристики месторождений:

- тип месторождения;
- координаты границ участков месторождения;
- глубины залегания и мощности каждого горизонта углеводородов;
- давление и температуру газа в каждом газовом горизонте или нефтяной шапке;
- контуры подземных профилей участков месторождения, нефтяных линз, газовых куполов, направление перемещения углеводородов.

По построенным глубинным профилям участков месторождений можно рассчитать примерные прогнозные объемы их запасов, выбрать точки под промышленное бурение для эффективного извлечения углеводородов, оценить пригодность участков углеводородных скоплений для промышленной разработки. Данный способ поиска запатентован в Украине (1996 г., 2008 г.), России (2006 г.) и в Швейцарии (2008 г.).

Испытания аппаратуры комплекса проводились на известных месторождениях нефти и газа в Украине (Татьянинское газоконденсатное месторождение, 2006 г.) [8] и на шести известных нефтяных скважинах в Феодосийской зоне, (Крым, 2007 г.) [7].

В 2009 г. проведена экспертиза дистанционного способа поиска нефти и газа на территории США (штат Юта) с привлечением независимого госарбитра. Были выделены пять участков,

каждый площадью 25 км² (5×5 км). Данные участки в течение пяти лет были детально обследованы традиционными способами разведки (сейсмика, электроразведка, магниторазведка и др.) и оценены как нефтегазоносные. Однако по результатам бурения было вскрыто нефтяное месторождение на двух участках и на одном – непромышленное месторождение газа. На одном участке (№ 1) проводилось бурение на глубине 3 км. Результаты обследования 10 участков с помощью аппаратуры дистанционного комплекса “Поиск” точно совпали с результатами бурения, в том числе и на участке № 1 (по завершению его бурения) [11].

В 2008 г. успешно завершены следующие плановые работы, согласно “Программе-6” Минтопэнерго Украины: “Дистанционное исследование скоплений природного газа и газового конденсата в границах Новокопачевского месторождения урановых руд” (шифр “Газ”, заказчик ГП “Дирекция”). В результате работы идентифицированы крупные скопления газа и газового конденсата под Новокопачевской уранорудной зоной, определены конкретные границы и примерные объемы скоплений газа на глубинах 2350–2450 м и газового конденсата на глубинах 2450–2550 м. Установлено, что поступление газа и газового конденсата к рудным телам происходит по глубинному секущему разлому. Выполнены работы на данном этапе по подтверждению скоплений углеводородов с помощью традиционных методов (июль 2009 г.).

В 2008 г. по контракту была выполнена геологическая работа “Дистанционное определение контуров развития подземных вод в Шинэ-Усны-Гоби на территории Мандах Сомона Дорногобийского аймака Монголии” (шифр “Поток”, заказчик компания “Мен-Зим-Интернешнл”, г. Уланбатор). Обследована площадь более 250 км². Обнаружены 2 подземных потока воды на глубинах 270–320 м, ширина потоков около 2,5 км. Результаты бурения подтвердили наличие питьевых вод с требуемым объемом притока скважин.

К настоящему времени выполнено более 20 практических поисковых работ по заказу коммерческих фирм: в Украине – по поиску нефти, газа, газового конденсата, урана, подземных геотермальных и питьевых вод; Российской Федерации – нефти, газа, алмазов, угля, меди, подземных питьевых вод; ОАЭ – нефти, золота, никеля, подземной питьевой воды; Мавритании – подземной питьевой воды, нефти; Греции, Австралии – подземной питьевой воды; США – нефти, подземной питьевой воды; Болгарии – нефти; Швейцарии – золота. Практические работы подтвердили технические возможности аппаратуры и высокую результативность (> 95%).

Выводы.

1. Опытные и практические поисковые работы с помощью аппаратуры дистанционного геологического комплекса “Поиск” подтверждают высокую эффективность его для поиска углеводородных ресурсов, оконтуривания и определения глубин и мощностей горизонтов углеводородов.
2. Разработанный дистанционный способ поиска полезных ископаемых целесообразно рекомендовать для совместного использования с другими геофизическими и аэрокосмическими методами при обследовании крупных районов поиска.

1. *Техническое описание голографического комплекса “Поиск”, п/я “Пирамис”, г. Севастополь, 1998.*
2. *Белявский Г.А., Ковалев Н.И., Гох В.А.* Новое в дистанционной технологии экологического мониторинга подземных и подводных объектов, а также поиске полезных ископаемых // *Экология и ресурсы.* – 2004. – Вып. 9. – С. 108–114.
3. *Ковалев Н.И., Филимонова Т.А. и др.* Оценка возможностей использования дистанционных технологий поиска полезных ископаемых при освоении углеводородных ресурсов на шельфах. Материалы III Всерос. конф. “Добыча, подготовка, транспортировка нефти и газа”, 20–24 сент. 2004 г., Томск. – Томск: Ин-т оптики атмосферы СО РАН, 2004. – С. 67–70.
4. *Пат. 13408А Украина, G.01.V.9/02.* Способ геогидродиагностики / В.А. Гох. – Опубл. – 16.12.1996.
5. *Пат. 35122 Украина.* Способ поиска залежей полезных ископаемых / Н.И. Ковалев, П.Н. Иващенко и др. – Опубл. 26.08.2008 г.
6. *Пат. 227-2305 РФ.* Способ разведки полезных ископаемых / А.М. Акимов, Н.И. Ковалев, В.А. Гох. – Опубл. 20.03.2006.
7. *Акт испытания аппаратуры комплекса “Поиск” на 6 известных скважинах в Феодосийской зоне.* – Севастополь: СНУЯЭиП, 2007.
8. *Отчет по испытанию комплекса “Поиск” на Татьянинском газоконденсатном месторождении.* – Севастополь: СНУЯЭиП, 2006.
9. *Отчет по НИР “Дистанционное дообследование скоплений природного газа в границах Новокопачевского месторождения урановых руд с использованием технологии дистанционного поиска” (шифр “Газ”).* – Севастополь: СНУЯЭиП, 2008.
10. *Ковалев Н.И., Белявский Г.А., Кошик Ю.И. и др.* Методика дистанционного оконтуривания границ месторождения урана и оценки в нем объемов ураносодержащих руд с применением геологического комплекса “Поиск”. – Севастополь: СНУЯЭиП, НИИ “УкрНИПИпромтехнологии”, 2006. – 15 с.
11. *Акт испытаний аппаратуры комплекса “Поиск” компанией “Карпатия”.* – США, 2009.
12. *Пат. 2007 Швейцария, А 000 247.* Способ поиска природных ресурсов / В.А. Гох. – Опубл. 28.05.2008.

Поступила в редакцию 25.03.2009 г.

Н.И. Ковалев, В.А. Гох, С.В. Солдатова, И.В. Лямцева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ГЕОЛОГРАФИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА “ПОИСК” ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ОКОНТУРИВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Рассматривается способ дистанционного обнаружения углеводородных проявлений с использованием разработанного специалистами СНУЯЭиП дистанционного геолографического комплекса “Поиск”. Приведены достоинства и отличительные показатели технологии дистанционного глубинного зондирования недр, результаты опытно-промышленной апробации аппаратуры комплекса “Поиск” и выполненных практических работ с применением данной технологии.

М.І. Ковальов, В.А. Гох, С.В. Солдатова, І.В. Лямцева

ВИКОРИСТАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО ГЕОЛОГРАФІЧНОГО КОМПЛЕКСУ “ПОШУК” ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ТА ОКОНТУРЮВАННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ РОДОВИЩ

Розглянуто спосіб дистанційного виявлення вуглеводневих проявів з використанням дистанційного геолографічного комплексу “Пошук”, розробленого фахівцями СНУЯЕтаП. Наведено достоїнства та відмітні показники технології дистанційного глибинного зондування надр, результати дослідно-промислової апробації апаратури комплексу “Пошук” і виконаних практичних робіт із застосуванням цієї технології.