

**ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНОГО МЕТОДА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ В
ДЕТАЛИЗАЦИОННОМ РЕЖИМЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЛОКАЛЬНОГО
ПОИСКОВОГО УЧАСТКА**

С.П. Левашов¹, Б.Х. Батырова², Н.А. Якимчук¹, И.Н. Корчагин³, Д.Н. Божежа¹

*¹Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, пер. Лабораторный, 1, г. Киев,
01133, Украина*

*²ТОО “Скай квэст эксплорейшн”, ул. Кабанбай Батыра, 164, г. Алматы, 050012, Республика
Казахстан*

*³Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, просп. Акад. Палладина, 32, г. Киев,
03680, Украина, e-mail: korchagin@karbon.com.ua*

Анализируются результаты применения мобильной прямопоисковой технологии для оперативной оценки перспектив нефтегазоносности крупного поискового блока и определения прогнозируемых ресурсов нефти в пределах обнаруженных локальных аномальных зон. Поисковые работы проведены с использованием частотно-резонансного метода обработки и декодирования данных дистанционного зондирования Земли. На этапе рекогносцировочных исследований в пределах Владимирской площади (около 8000 км²), Республика Казахстан, обнаружено и закартировано 27 аномальных зон типа “залежь углеводородов”. Детализационными работами в пределах одной из аномальных зон уточнены ее контуры, установлена центральная точка, в которой проведено вертикальное сканирование разреза, рассчитан объем наиболее перспективных аномально поляризованных пластов типа “нефть”, оценены прогнозируемые ресурсы нефти. Обнаружен вертикальный канал миграции глубинных флюидов. Прямопоисковую технологию рекомендуется использовать в комплексе с традиционными геофизическими методами (прежде всего сейсмическими) для оперативной оценки перспектив нефтегазоносности крупных поисковых блоков и локальных участков. Ее применение

может принести значительный эффект при поисках промышленных скоплений углеводородов в нетрадиционных коллекторах. Мобильная технология может также успешно применяться при исследованиях слабоизученных участков и блоков в пределах известных нефте- и газоносных бассейнов.

Ключевые слова: мобильная технология, аномалия типа “залежь”, “нефть”, “газ”, детализация, полевые работы, геоэлектрические методы, разломная зона, спутниковые данные, прямые поиски, обработка данных дистанционного зондирования Земли, интерпретация.

Введение. В связи с существенным падением цен на нефть в последнее время в нефтегазовом секторе мировой экономики достаточно актуальной стала проблема ускорения и оптимизации процесса поисков и разведки промышленных скоплений углеводородов (УВ) в коллекторах традиционного и нетрадиционного типов. Данная ситуация усугубляется тем, что в настоящий период громадные финансовые средства (ресурсы) вкладываются в разработку технологий использования солнечной и ветровой энергии, а также электричества. Низкие цены на нефть вынуждают крупные и небольшие нефтегазовые компании сокращать расходы (затраты) как на поиски и разведку промышленных (коммерческих) скоплений УВ, так и на время введения в разработку обнаруженных и разведанных месторождений.

В сложившихся условиях мобильные (малозатратные) прямопоисковые технологии могут быть востребованы с использованием более активно на различных этапах нефтегазопроискового процесса. Потенциальные возможности дистанционных и геоэлектрических прямопоисковых методов демонстрируются ниже результатами их практического применения для оценки перспектив нефтегазоносности крупного поискового блока в Республике Казахстан. Основное внимание при этом акцентируется на детализационном этапе поисковых работ – анализируются результаты детального обследования с использованием технологии частотно-резонансной обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) локального участка, обнаруженного на этапе рекогносцировочного обследования крупной поисковой площади.

Мобильные прямопоисковые методы. Мобильная прямопоисковая технология, которая включает в себя метод частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ (спутниковых снимков) [9–11] и наземные геоэлектрические методы СКИП и ВЭРЗ [8, 11], на протяжении многих лет активно используется при проведении экспериментальных исследований различного характера, а также для поисков и разведки рудных и горючих полезных ископаемых. Отдельные компоненты этой технология разработаны на принципах «вещественной» парадигмы геофизических исследований [11], сущность которой заключается в поиске конкретного (искомого в каждом отдельном случае) вещества – нефти, газа, газоконденсата, золота, железа, воды и др. Отличительные особенности используемых методов описаны во многих публикациях и отчетах по выполненным исследованиям, в том числе перечисленных в списке литературы [8–12].

Поисковые работы мобильными методами частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ и наземными геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ могут выполняться в три основных этапа: 1) частотно-резонансный анализ спутниковых снимков крупных поисковых площадей в относительно мелком масштабе (*исследования регионального (рекогносцировочного) характера*); 2) детальный частотно-резонансный анализ спутниковых снимков отдельных площадок (участков) аномальных зон, выделенных на первом этапе (*детализационные работы*); 3) полевые геоэлектрические работы на наиболее перспективных локальных участках, выделенных в процессе второго этапа работ (*наземные исследования*).

Объемы и виды работ, которые проводятся на каждом из перечисленных этапов исследований, детально описаны в статье [12]. В ней более конкретно охарактеризованы результаты, которые могут быть получены на каждом этапе.

Целесообразно акцентировать внимание на том, что обработка и дешифрирование спутниковых снимков поисковых участков, заимствованных из источников (сайтов) свободного доступа, оперативно осуществляются в лабораторных условиях без организации и проведения полевых исследований. В связи с этим данную технологию можно считать супероперативной, позволяющей за очень короткое время выполнить оценку перспектив нефтегазоносности (рудноносности, водоносности) поискового участка в любой точке земного шара.

Некоторые наработки относительно теоретического обоснования применяемых методов исследований в тезисной форме сформулированы в статье [19]. На сайте [<http://www.geoprom.com.ua/index.php/ru/>] размещен видеофильм, в котором демонстрируются особенности проведения работ на различных этапах, а также презентация с многочисленными результатами практического применения описанных прямопоисковых методов.

Ниже представлены и анализируются результаты работ на втором (детализационном) этапе исследований в пределах локального перспективного участка (аномальной зоны), обнаруженного на этапе рекогносцировочного обследования крупного поискового блока. Исследования в пределах этого локального участка (а также других, детально обследованных аномальных зон) проводились в следующей последовательности.

1. Выполнялась обработка спутникового снимка участка расположения аномальной зоны в том масштабе, в котором этот снимок помещался на лист формата А3 (элемент технологической схемы дешифрирования данных ДЗЗ). При этом выделялись и прослеживались тектонически ослабленные зоны (тектонические нарушения), уточнялись контуры аномальной зоны, оценивались значения пластового давления в контурах аномалии и фиксировалась центральная точка аномальной зоны – с максимальными значениями давления.

На этой же стадии работ предпринимались целенаправленные действия с целью обнаружения в пределах аномалий участков с очень высокими значениями пластового давления – вертикальных каналов миграции глубинных флюидов. Для этого применялись методические приемы, описанные в статье [12].

По результатам частотно-резонансной обработки спутниковых снимков были построены карты геоэлектрических аномальных зон типа “нефть + газ”.

2. В центральной точке каждой аномальной зоны (точка с максимальными значениями оценок пластового давления) выполнялось вертикальное сканирование всего интервала разреза с целью определения (оценки) глубин залегания и мощностей аномально поляризованных пластов (АПП) типа “нефть”, “газ”, “вода + газ”, “вода”. По результатам сканирования в центральных точках аномальных зон построены диаграммы и колонки.

3. Результаты сканирования в центральных точках детально анализировались с целью выделения АПП типа “нефть”, наиболее перспективных на получение промышленных притоков нефти. Наиболее перспективными для дальнейшего изучения принимались интервалы разреза, в которых суммарная мощность АПП типа “нефть” была максимальной.

4. Следующая стадия – прослеживание распространения наиболее перспективных АПП типа «нефть» по площади. Для этого через центральную точку аномальных зон «прокладывался» профиль (или несколько профилей по площади аномалии), вдоль которого (которых) фиксировались дополнительные точки для вертикального сканирования только в интервале расположения наиболее перспективных АПП. По результатам сканирования во всех точках по площади были построены карты суммарной мощности наиболее перспективных АПП типа “нефть”, дополнительных точках аномальных зон – диаграммы и колонки.

5. На заключительной стадии детализационных работ с учетом уточненных площадей обнаруженных аномальных зон и результатов вертикального сканирования по площади вычислялись объемы наиболее перспективных АПП типа “нефть”, а также приблизительно оценивались прогнозируемые ресурсы нефти в них.

Рекогносцировочные исследования. В начале 2016 г. оперативно проведена независимая оценка перспектив нефтегазоносности Владимирской поисковой площади (около 8000 км²) в Республике Казахстан по результатам частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ [9–11]. Основная цель проведенных исследований – обнаружение и картирование аномалий типа “залежь УВ”, которые могут быть связаны со скоплениями нефти, газа и газоконденсата на площади работ; выбор наиболее перспективных участков для детального обследования.

Для увеличения масштаба обработки спутниковых снимков обследуемая площадь была разбита на несколько отдельных фрагментов. Спутниковые снимки всех фрагментов поместились на лист формата А3 каждый (элемент технологии частотно-резонансной обработки) в масштабе 1:170 000. Это рекогносцировочный режим обработки спутниковых снимков. При дешифрировании снимков в указанном (мелком) масштабе выделяются наиболее перспективные локальные участки для последующей детализации (как мобильными прямопоисковыми, так и традиционными геофизическими методами).

В процессе обработки данных ДЗЗ (спутниковых снимков) по резонансным частотам газа и нефти выделяются аномальные зоны типа “залежь газа” и “залежь нефти”. В пределах таких зон по резонансным частотам газа оцениваются максимальные значения пластового давления флюидов в коллекторах в различных интервалах разреза.

Обработка спутниковых снимков каждого отдельного фрагмента площади проводилась в дальнейшем отдельно. Для всех фрагментов построены карты аномальных зон типа “залежь УВ”. Карта аномальных зон для одного из фрагментов обследованной площади показана на рис. 1. Обнаруженные аномальные зоны показаны также на спутниковых снимках локальных участков местности. По материалам обработки в масштабе 1:170 000 построена общая карта всех аномальных зон в масштабе 1:350 000.

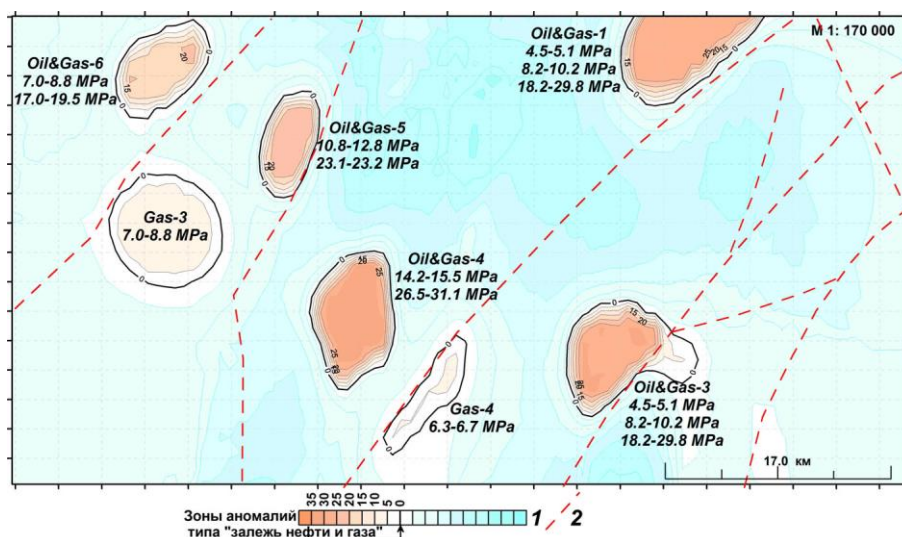


Рис. 1. Карта аномальных зон типа “нефть” и “газ” на фрагменте Владимирской поисковой площади, Республика Казахстан (по данным частотно-резонансной обработки спутникового снимка): 1 – шкала максимальных значений пластового давления, МПа; 2 – тектонически ослабленные зоны

Fig. 1. Map of the anomalous zones of “oil” and “gas” type on the fragment of Vladimirskaya prospecting area, Republic of Kazakhstan (according to the frequency-resonance processing of satellite image): 1 – scale of the maximum values of reservoir pressure, MPa; 2 – tectonically weakened zones

По результатам первого (рекогносцировочного) этапа работ с использованием прямопоисковой технологии на обследованной площади обнаружено 27 аномальных зон: 16 – типа “нефть и газ”, 10 –

типа “газ” 1 – типа “газ и конденсат”. С учетом площади таких зон, максимальных значений пластового давления и количества поисковых интервалов по глубине по результатам рекогносцировочных исследований выделено 6 перспективных участков для детального обследования. Общая площадь всех локальных участков детализации равна 842 км², что по отношению к обследованной площади составляет 11,23 %.

В результате проведенных работ оперативно получена новая (дополнительная и независимая) информация о нефтеносности обследованной площади, которая свидетельствует о возможности и целесообразности использования “спутниковой технологии” для предварительной оценки перспектив нефтегазонасности изучаемых территорий на начальном этапе поисковых исследований.

В марте–апреле 2016 г. с использованием частотно-резонансного метода дешифрирования данных ДЗЗ были выполнены детализационные исследования первого этапа в пределах 3 из 6 аномальных зон. На втором этапе исследовались локальные участки еще 12 обнаруженных аномальных зон.

Результаты детальных работ в пределах аномальной зоны “Западная”. Площадь обследования в районе аномалии “Западная” (рис. 1, “Oil&Gas-4”) составляет 74,24 км². Обработка спутникового снимка участка ее расположения проведена в масштабе 1 : 30 000 (рис. 2, 3).

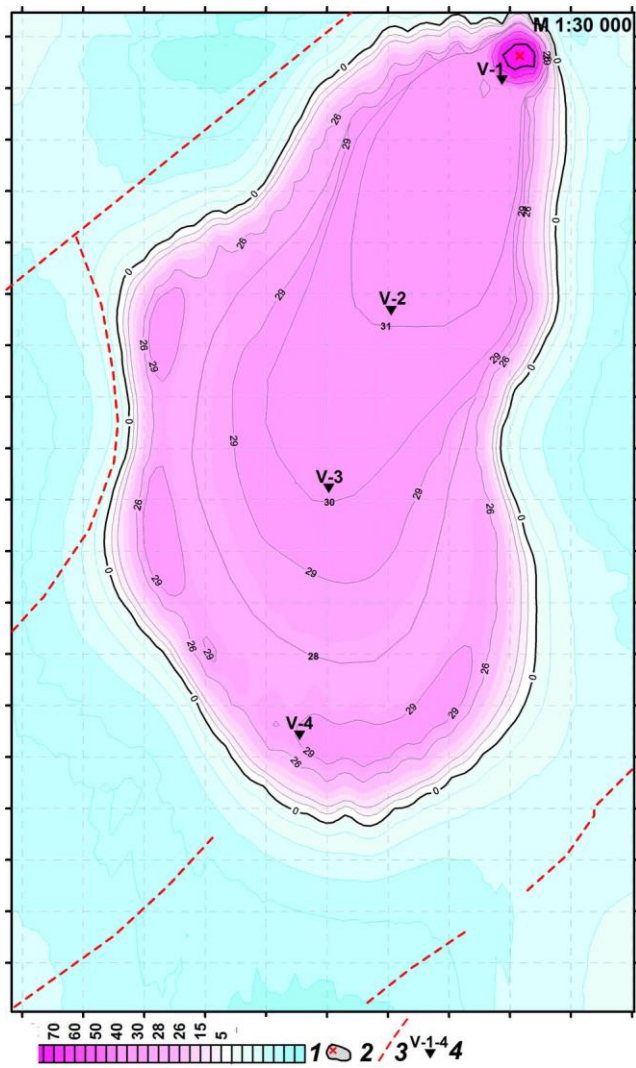


Рис. 2. Карта аномальной зоны 4 (“Западная”) на Владимирской поисковой площади, Республика Казахстан (по данным частотно-резонансной обработки спутникового снимка): 1 – шкала максимальных значений пластового давления, МПа; 2 – локальная зона вертикальной миграции флюидов (УВ), $P = 76,0$ МПа; 3 – тектонически ослабленные зоны; 4 – точки вертикального сканирования

Fig. 2. Map of the anomalous zone 4 “Western” on the Vladimirskaya prospecting area, Republic of Kazakhstan (according to the frequency-resonance processing of satellite image): 1 – scale of the maximum values of reservoir pressure, MPa; 2 – local zone of the fluids (hydrocarbons) vertical migration, $P = 76.0$ MPa; 3 – tectonically weakened zones; 4 – points of vertical scanning

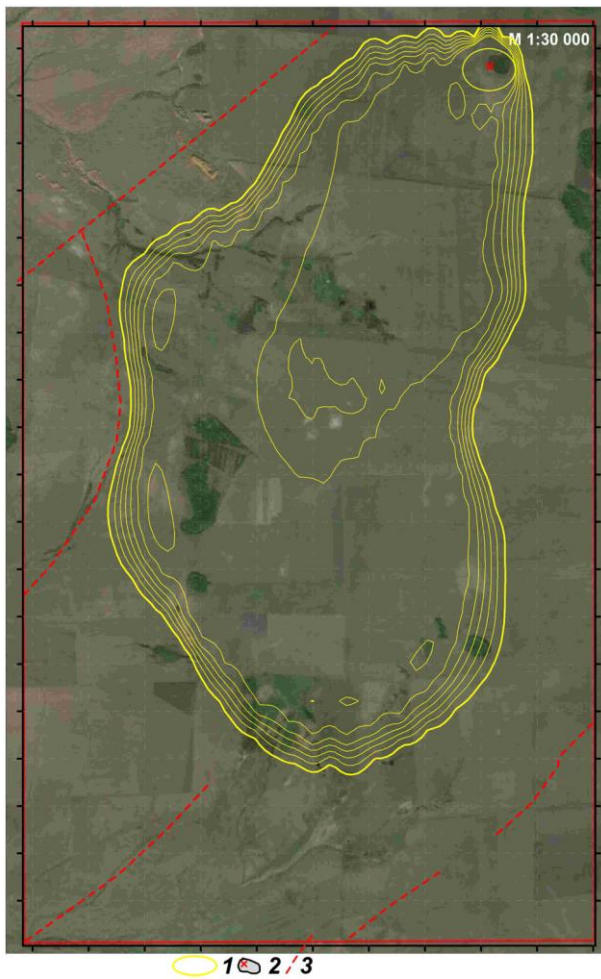


Рис. 3. Карта аномальной зоны 4 (“Западная”) на спутниковом снимке фрагмента Владимирской поисковой площади, Республика Казахстан (по данным частотно-резонансной обработки спутникового снимка): 1 – изолинии максимальных значений пластового давления, МПа; 2 – локальная зона вертикальной миграции флюидов (углеводородов), $P = 76,0$ МПа; 3 – тектонически ослабленные зоны

Fig. 3. Map of the anomalous zone 4 “Western” on the satellite image of Vladimirskaya prospecting area fragment, Republic of Kazakhstan (according to the frequency-resonance processing of satellite image). 1 – isolines of the maximum values of reservoir pressure; 2 – local zone of the fluids (hydrocarbons) vertical migration, $P = 76.0$ MPa; 3 – tectonically weakened zones

В процессе проведения обработки спутникового снимка на площади обследования (в северной ее части) обнаружена локальная зона с очень высокими значениями пластового давления – 76,0 МПа

(рис. 2, 3). С учетом результатов [12] эту зону можно считать каналом вертикальной миграции глубинных флюидов. Отметим, что попытки выделить такие зоны предпринимались при обработке спутниковых снимков участков всех 15 аномальных зон. Однако вертикальные каналы миграции флюидов выявлены в пределах только 3 из них.

На краю зоны с высокими пластовыми давлениями расположена точка вертикального сканирования V-1. В этой точке (рядом с локальной зоной с высокими давлениями) проведено сканирование геологического разреза в интервале глубин 700–2700 м с целью определения глубин залегания и мощностей АПП типа “нефть”, “газ”, “вода + газ”, “вода”. При сканировании, в каждом обнаруженном АПП типа “нефть” и “газ” дополнительно определены (оценены) значения пластового давления (рис. 4).

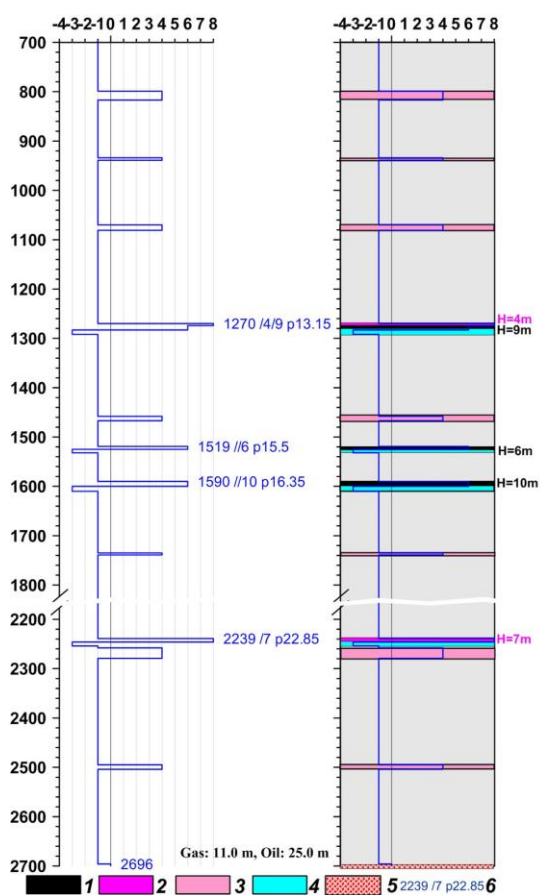


Рис. 4. Результаты вертикального сканирования в центральной точке аномальной зоны “Западная” на Владимирской поисковой площади, Республика Казахстан: 1 – АПП типа “нефть”; 2 – АПП типа “газ”; 3 – “газ + вода”; 4 – АПП типа “вода”; 5 – АПП типа “плотные породы”; 6 – глубина АПП /мощность АПП, давление в АПП

Fig. 4. Results of vertical scanning in the central point of the anomalous zone #4 "Western" of Vladimirskaya prospecting area, Republic of Kazakhstan: 1 – APL of "oil" type; 2 – APL of "gas" type; 3 – APL of "gas+water" type; 4 – APL of "water" type; 5 – APL of "dense rocks" type; 6 – depth of APL location / APL thickness , pressure in APL

Вертикальным сканированием в точке V-1 выделено 3 АПП типа “нефть” общей мощностью 25 м и 2 АПП типа “газ” суммарной мощностью 11 м. Эти пласты заслуживают внимания на данном этапе изучения объекта: оценки значений пластового давления в них оказались выше условного гидростатического. Для выделенных на рис. 4 перспективных АПП оценки пластовых давлений сверху вниз приблизительно равны 13,15; 13,15; 15,5, 16,35; 22,85 МПа, соответственно.

Для дальнейшего прослеживания по площади аномалии взят фрагмент разреза в интервале глубин 1200–2300 м, в который попали 3 АПП типа “нефть”.

Через точку сканирования V-1 запроектирован профиль, вдоль которого зафиксировано дополнительно еще три точки – V-2, V-3 и V-4 (см. рис. 1). В них также проведено сканирование разреза с целью прослеживания АПП типа “нефть” в интервале 1200–2300 м. По его данным построен вертикальный разрез зоны АПП типа “нефть” вдоль профиля (рис. 5).

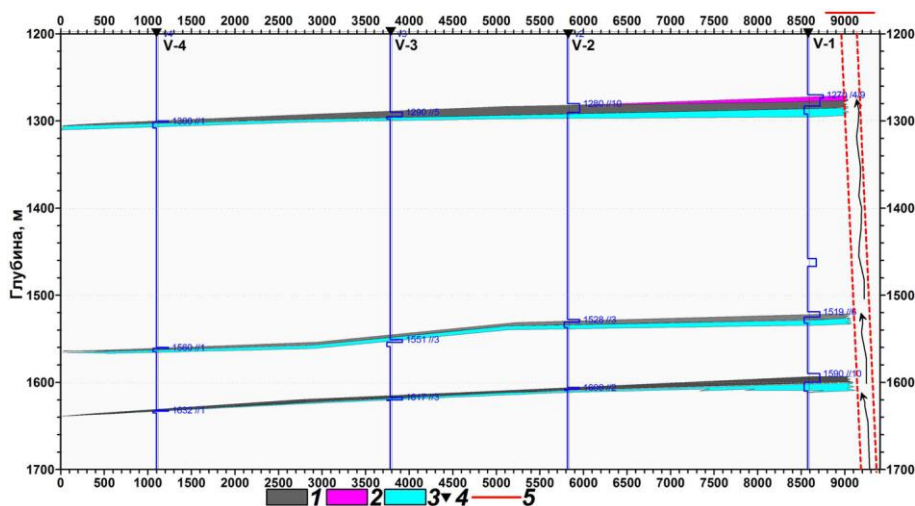


Рис. 5. Вертикальный разрез зоны АПП типа “нефть” в пределах аномальной зоны “Западная” на Владимирской поисковой площади, Республика Казахстан (по данным частотно-резонансного сканирования). Профиль-1: 1 – АПП типа “нефтяной пласт”; 2 – АПП типа “газ”; 3 – АПП типа “обводненный горизонт”; 4 – точки сканирования; 5 – зона вертикальной миграции флюидов

Fig. 5. Vertical cross-section of APLs of the "oil type zone within anomalous zone #4 "Western" on the Vladimirskaya prospecting area, Republic of Kazakhstan (according to the frequency-resonance scanning). Profile 1: 1 – APL of "oil" type; 2 – APL of "gas" type; 3 – APL of "watered horizon" type; 4 – points of scanning; 5 – zone of the fluids vertical migration

По результатам сканирования в пределах уточненной аномальной зоны “Западная” построена карта суммарной мощности АПП типа “нефть” (рис. 6).

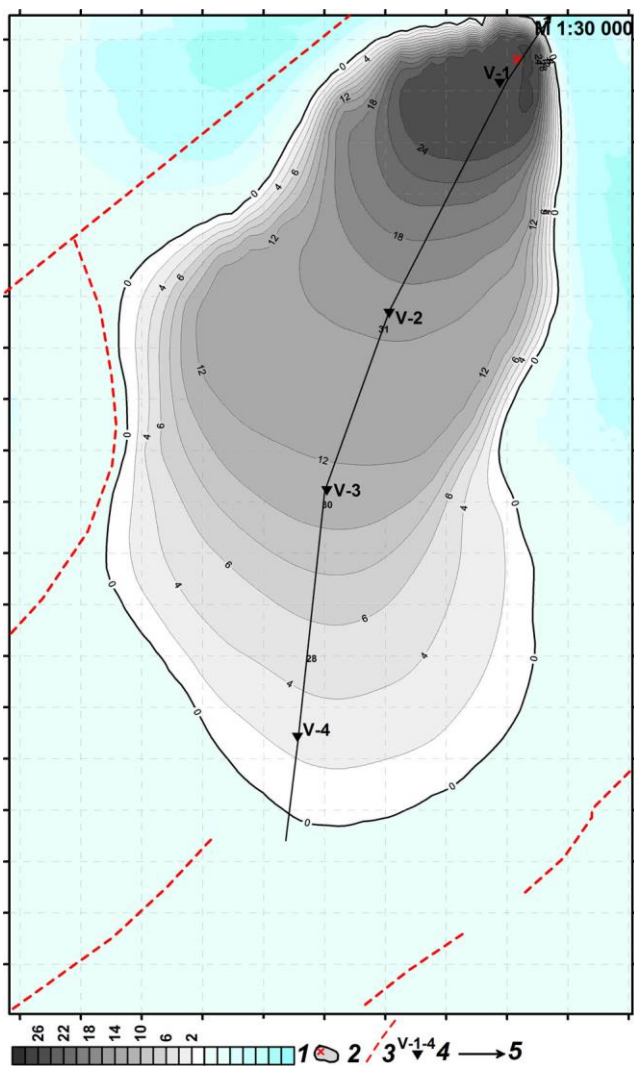


Рис. 6. Карта суммарной мощности АПП типа “нефть” аномальной зоны 4 (“Западная”) на Владимирской поисковой площади, Республика Казахстан (по данным частотно-резонансной обработки спутникового снимка): 1 – шкала суммарной мощности АПП типа “нефть”, м; 2 –

локальная зона вертикальной миграции флюидов (углеводородов), $P = 76,0$ МПа; 3 – тектонически ослабленные зоны; 4 – точка вертикального сканирования; 5 – линия вертикального разреза АПП

Fig. 6. The map of total thickness of APL of "oil" type within anomalous zone 4 "Western" on the Vladimirskaia prospecting area, Republic of Kazakhstan (according to the frequency-resonance processing of satellite image): 1 – scale of the total thickness of the APL of "oil" type, m; 2 – local zone of the fluids (hydrocarbons) vertical migration, $P = 76.0$ МПа; 3 – tectonically weakened zones; 4 – point of vertical scanning; 5 – the vertical cross-section line

На заключительном этапе с использованием данных обработки снимка в относительно крупном масштабе и вертикального сканирования разреза выполнена приблизительная оценка ресурсов нефти в АПП типа «нефть». При расчетах ресурсов значение пористости коллекторов принималось равным 15 %. В расчетной формуле использовался коэффициент 0,8 для учета ошибки в определении контура аномальной зоны.

В результате расчетов получены следующие значения: площадь аномальной зоны $S = 31,64$ км²; объем пластов АПП $V = 0,294$ км³; оценка ресурсов нефти $Q = 294,0 \cdot 0,15 \cdot 0,8 = 35,31$ млн т. Перспективный интервал глубин поиска залежей нефти 1250–1700, газа – 1250–2300 м.

В целом, результаты исследований в пределах аномальной зоны "Западная" можно резюмировать следующим образом.

1. Детализационные исследования подтвердили перспективность зоны на обнаружение промышленных скоплений нефти и газа. В разрезе на площади аномалии в районе ее "центральной" точки обнаружено 3 АПП типа "нефть" общей мощностью 25 м и 2 АПП типа "газ" суммарной мощностью 11 м.

2. Можно предположить наличие ловушки тектонически экранированного типа. Практически в "центральной" точке аномальной зоны обнаружен локальный участок с высокими значениями пластового давления – канал вертикальной миграции глубинных флюидов (УВ). Прогнозируемые залежи нефти и газа здесь могли сформироваться за счет поступления (миграции) флюидов под

давлением по каналу. Он может быть активным, что подтверждается фиксированием активной водородной дегазации в районе аномальной зоны (см. рис. 3).

3. На данном этапе изученности этого интересного объекта целесообразность бурения поисковой скважины в ее пределах не вызывает сомнений.

4. В связи с обнаружением участка с очень высокими значениями пластового давления для получения более достоверных оценок ресурсов нефти и газа в пределах аномальной зоны на ее площади целесообразно провести наземные геоэлектрические исследования мобильными прямопоисковыми методами СКИП и ВЭРЗ [8, 11], точность которых выше точности методов частотно-резонансной обработки данных ДДЗ.

Более достоверная информация о пластовых давлениях необходима также для безопасного бурения скважин.

Дополнительные исследования и комментарии. В начале 2016 г. при апробации усовершенствованных модификаций частотно-резонансной технологии обработки и декодирования данных ДДЗ на Шебелинском газоконденсатном месторождении были обнаружены две локальные зоны с очень высокими значениями пластового давления – вертикальные каналы миграции глубинных флюидов (УВ в том числе). Это, можно сказать случайное, “открытие” вынудило авторов провести дополнительные исследования на других площадях и объектах в различных регионах с целью поисков и локализации локальных объектов аналогичного типа. Результаты исследований представлены и анализируются в статье [12].

В процессе проведения экспериментальных работ была отработана методика обнаружения и локализации локальных участков с высокими значениями пластового давления. Основу этой методики составляет процедура обнаружения и оконтуривания небольших участков с аномальными откликами на резонансных частотах гелия и водорода. На следующем шаге в контурах обнаруженных аномальных зон типа “гелий” и “водород” оцениваются максимальные значения пластового давления по резонансным частотам газа.

Эта методика поисков (обнаружения) вертикальных каналов использовалась при проведении детализационных работ в пределах всех обследованных аномальных зон. Вертикальный канал

обнаружен и оконтурен только в контурах трех аномальных зон, в том числе в пределах аномалии “Западная”. Информация об этом канале приведена выше.

Вполне естественно, что обнаружение аномальных зон типа “гелий” и “водород” указывает на глубинный источник выделенных в разрезе аномальной зоны “Западная” АПП типа “нефть” и “газ”. В этой ситуации возникает дополнительный вопрос о возможности гелия и водорода накопления также в АПП типа “нефть” и “газ”, выделенных сканированием.

Для ответа на этот вопрос при выполнении детализационных работ были осуществлены дополнительные исследования в пределах аномальной зоны 3 “Центральная” (см. рис. 1, “Oil&Gas-3”). Результаты сканирования в центральной точке V-2 зоны (с максимальными значениями пластового давления $P = 77,0$ МПа) представлены на рис. 7. В этой точке было проведено дополнительное сканирование двух отдельных интервалов разреза (АПП типа “нефть” и “газ”) с целью регистрации аномальных откликов на резонансных частотах гелия и водорода. В результате аномальные отклики на резонансных частотах водорода зафиксированы в газовых пластах G1 и G3, а на резонансных частотах гелия – в пласте G1 (рис. 7). Это дает основания предположить, что в пласте G1 в составе газа есть водород и гелий, а в пласте G3 – водород.

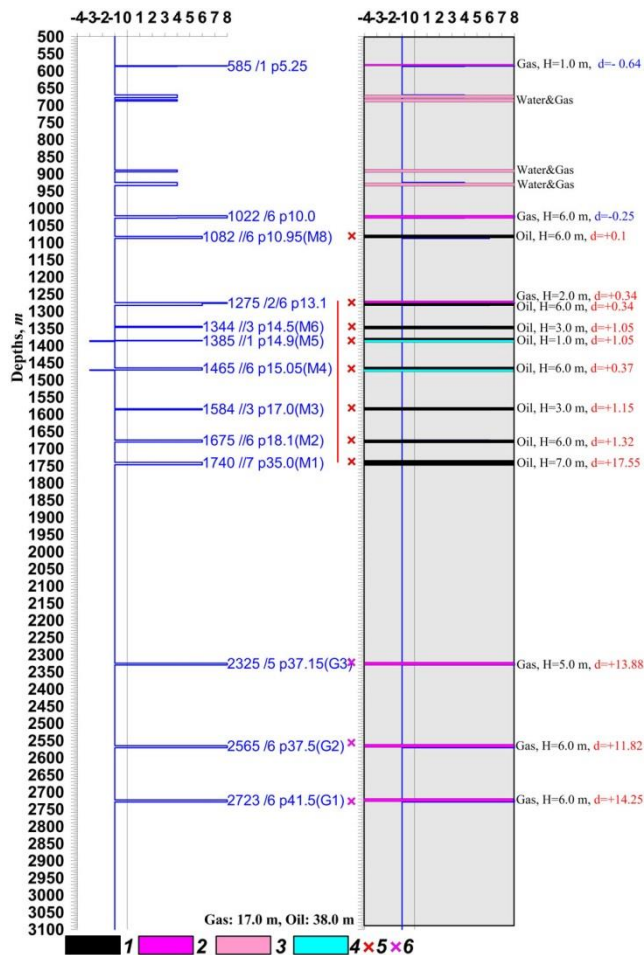


Рис. 7. Результаты вертикального сканирования в центральной точке аномальной зоны 3 “Центральная” на Владимирской поисковой площади, Республика Казахстан: 1 – АПП типа “нефть”; 2 – АПП типа “газ”; 3 – “газ + вода”; 4 – АПП типа “вода”; 5 – перспективные АПП типа “нефть”; 6 – перспективные АПП типа “газ”. P – пластовое давление, МПа; d – разница между давлением пластовым (оценки) и условным гидростатическим

Fig. 7. Results of vertical scanning in the central point of the anomalous zone 3 “Central” on the Vladimirskaya prospecting area, Republic of Kazakhstan: 1 – APL of “oil” type; 2 – APL of “gas” type; 3 – APL of “gas + water” type; 4 – APL of “water” type; 5 – promising APL of “oil” type; 6 – promising APL of “gas” type. P – reservoir pressure, MPa; d – the difference between the reservoir pressure (assessment) and conventional hydrostatic

К изложенному добавим следующее.

1. На назревшую необходимость использования в качестве топлива водород, находящегося в составе Земли, указывают в своих интервью В.Н. Ларин [7] и В.П. Полеванов [15]. С позиций масштабной водородной дегазации Земли они достаточно обоснованно аргументируют процессы восстановления ресурсов нефти и газа.

2. В частности, в интервью В.Н. Ларина [7] утверждается следующее: «Водород – обычный попутный газ на нефтегазовых месторождениях. 20 % водорода в составе газовой смеси – нормальное явление, нефтяники и газовики научились успешно с этим справляться, так что для добычи нет необходимости проводить специальные исследования по безопасности».

3. Многочисленные свидетельства водородной дегазации Земли приводятся в публикациях [20, 21], в том числе на севере Республики Казахстан. В связи с этим отметим, что подобный, характерный для участков водородной дегазации структурный элемент рельефа показан на рис. 3 в северной части с аномальной зоной “Западная” (на участке вертикального канала миграции глубинных флюидов).

4. В статье [12, рис. 4] представлены аномальные зоны в районе расположения геосолитонной структуры на Полутынской площади (Шаимский нефтегазоносный район, Россия). В центре этой структуры также обнаружен вертикальный канал миграции флюидов с максимальным значением пластового давления 42,5 МПа.

Авторы “геосолитонной концепции” [1] в одной из своих статей отмечают, что на Полутынской площади «...был проведен полный комплекс литолого-геохимических исследований, включающий в себя анализ по четырем десяткам химических соединений углеводородного ряда и сорока микроэлементов. Главный результат оказался следующим: содержание самого легкого углеводорода метана в районе осевой части трубки превышает фоновые значения в 70 раз, гелия – в 40 раз, водорода – в 39 раз. Совместное высокое процентное содержание гелия, водорода и метана однозначно указывает на глубинное происхождение этого простейшего углеводорода, который в более высоких геологических интервалах разреза преобразуется в другие углеводородные соединения нефтяного ряда».

5. В контурах вертикального канала, впервые обнаруженного на Шебелинском ГКМ, зафиксированы аномальные отклики на резонансных частотах нефти, газа, газоконденсата, гелия, водорода и углекислого газа [12].

6. Выше отмечалось, что поиски вертикальных каналов миграции глубинных флюидов проводились в пределах всех 15 обследованных в детальном режиме аномальных зон. Однако вертикальные каналы – зоны высоких значений пластового давления – обнаружены только в 3 аномальных зонах, в том числе в пределах аномалии “Западная”. В связи с этим обратим внимание на следующее обстоятельство. Многочисленные результаты частотно-резонансной обработки спутниковых снимков в различных нефтегазоносных регионах дают основания считать (предполагать), что каналы миграции глубинных флюидов должны (и могут) существовать практически в контурах всех месторождений (в том числе, аномальных зон). Однако эти зоны не являются постоянно активными. По аномалиям гелия и водорода, а также высоким значениям пластового давления достаточно уверенно обнаруживаются (фиксируются) и локализируются активные в настоящее время каналы, а также те, активность которых прекратилась относительно недавно. В контурах вертикальных каналов, продолжительное время неактивных, высокие значения пластового давления выравниваются со значениями давления в коллекторах и по этому критерию их достаточно трудно обнаружить.

Приведенные материалы повышают вероятность обнаружения промышленных скоплений нефти и газа в пределах детализированной аномальной зоны “Западная”. Можно также сделать вывод, о том, что участки территории с видимыми свидетельствами водородной дегазации заслуживают первоочередного внимания при поисках и разведке нефтегазовых залежей в слабоизученных регионах.

О регистрации аномальных откликов на резонансных частотах водорода и углерода. При выполнении поисковых работ на нефть и газ с использованием прямопоисковой технологии частотно-резонансной обработки и декодирования данных ДЗЗ традиционно используются резонансные частоты газа, нефти и конденсата. Эти частоты определяются на образцах нефти и также могут быть подобраны для известных месторождений УВ при достаточной информации о глубинах расположения залежей.

Практический опыт показывает, что информативность, детальность и точность частотно-резонансного метода обработки спутниковых снимков существенно повышается, если исполнителям работ предоставляются образцы нефти и конденсата из района работ, а также детальная информация о глубинах расположения продуктивных горизонтов. Эта информация используется в дальнейшем для определения (и уточнения) резонансных частот нефти и конденсата.

В случае отсутствия такой информации при обработке снимков используются среднестатистические значения резонансных частот, установленные на образцах УВ из других регионов исследований. В этой ситуации для более уверенного обнаружения аномальных зон типа “нефть” и “конденсат” в процессе декодирования снимков необходимо использовать набор резонансных частот. К сожалению, такие наборы резонансных частот для жидких УВ из различных регионов могут быть разными. В связи с указанным при неудачном выборе резонансных частот для последующей обработки спутниковых снимков некоторые перспективные объекты (аномальные зоны) могут быть пропущены.

Основными химическими элементами углеводородов являются водород и углерод. Поэтому существенный интерес может представлять изучение возможности использования резонансных частот этих распространенных химических элементов при частотно-резонансной обработке спутниковых снимков с целью обнаружения и картирования аномальных зон типа “залежь нефти”, “залежь газа”, “залежь конденсата”.

Исследования в данном направлении уже начались. Резонансные частоты водорода и углерода определены. При обработке спутниковых снимков участков расположения некоторых месторождений УВ на этих резонансных частотах зафиксированы аномальные отклики. Для окончательного решения о возможности и целесообразности использования резонансных частот водорода и углерода при проведении поисковых работ на нефть и газ с использованием частотно-резонансной технологии обработки данных планируется проведение масштабных исследований на представительном множестве известных месторождений УВ в различных регионах мира.

Обсуждение результатов. Прежде всего отметим, что одна из основных целей данной публикации – обратить внимание представителей академической науки и технических специалистов нефтегазовых и сервисных геофизических компаний на уже накопленные (в огромных объемах)

массивы данных ДДЗ, которые при использовании эффективных методов и технологий их дешифрирования и интерпретации могут быть успешно использованы для оперативной оценки перспектив нефтегазоносности крупных поисковых блоков и небольших (локальных) участков в различных регионах земного шара. К тому же массивы этой информации ежедневно пополняются. Акцентируем также внимание на следующих аспектах.

1. Принципиальное значение имеют факты обнаружения и локализации в пределах 3 обследованных участков (в том числе в контурах аномальной зоны “Западная”) вертикальных каналов миграции глубинных флюидов (УВ) – локальных участков с очень высокими значениями пластового давления.

2. На важность проблемы поисков и локализации вертикальных каналов миграции глубинных флюидов акцентируют внимание и другие исследователи. Так, в публикации [7] констатируется следующее: «Главным поисковым признаком методов обнаружения скоплений нефти и газа является поиск возможных ловушек – пористых и трещиноватых пород, способных вместить углеводороды, покрытых слоем непроницаемых горных пород. Теперь мы можем добавить новый поисковый признак – идентификация возможных каналов подпитки месторождений. Использование двух этих поисковых признаков позволит существенно увеличить вероятность обнаружения новых, в первую очередь гигантских нефтегазовых, месторождений».

Автор статьи [16, с. 48] утверждает: «...геофизические методы поисков ловушек углеводородов могут быть дополнены прогнозированием нефтеподводящих каналов, что будет способствовать повышению эффективности нефтепоискового бурения».

К процитированному выше добавим, что *дополнительными (и достаточно важными) поисковыми признаками можно также считать картируемые прямопоисковыми геофизическими методами аномальные зоны типа “залежь нефти”, “залежь газа”, “залежь конденсата”, а также выделяемые этими методами в разрезе АПП типа “нефть”, “газ”, “конденсат”, “вода” и др.*

3. Факты обнаружения вертикальных каналов миграции глубинных флюидов позволяют более обоснованно говорить о реальности процесса пополнения разрабатываемых месторождений нефти и газа. В связи с этим заслуживают внимания интервью специалистов, представленных в электронных

документах на сайтах [7, 15], в которых достаточно убедительно, с позиций масштабной водородной дегазации Земли, аргументируются процессы восстановления ресурсов нефти и газа.

Многочисленные факты масштабной водородной дегазации Земли приводятся в статьях [20, 21]. Свидетельства водородной дегазации относительно района Чернобыльской зоны отчуждения (Украина) представлены в статье [18]. В ней детально анализируется проблема водородной дегазации (“газового дыхания”) Земли. Масштабы дегазации охарактеризованы следующим образом [18, с. 22]: *«Обнаружение массовой дегазации через континентальные и донные морские западины, линейные и другие формы в пределах материков, материковых склонов и обширных территорий океанического дна свидетельствует о существовании единой огромной разветвленной сети многомиллионных подзападинных и линейных каналов, обеспечивающих гораздо большие объемы дегазации, чем считалось в соответствии с оценками, выполненными ранее».*

При этом принципиально важным является то, что *мобильная технология частотно-резонансной обработки и декодирования данных ДЗЗ может успешно использоваться для оперативного обнаружения и картирования возможных скоплений (крупных) водорода на участках (площадях) интенсивной водородной дегазации.*

4. Выше отмечалось, что В.Н. Ларин [7] и В.П. Полеванов [15] акцентируют внимание на использовании водорода в качестве топлива, а также с позиций масштабной водородной дегазации Земли аргументируют процессы восстановления ресурсов нефти и газа.

Вертикальные каналы миграции глубинных флюидов могут быть обнаружены и локализованы по аномальным зонам типа “водород”, поэтому считаем целесообразным привести дополнительную информацию.

В статье [5, с. 3] отмечается, «что на эталонных площадях (известных месторождениях УВ) были получены в пределах приповерхностных осадков водородные маркеры, свидетельствующие о выходах водорода практически на всех изученных месторождениях нефти и газа. Вблизи месторождений УВ – в верхних частях осадочного чехла формируются аномальные геохимические поля концентраций водорода, которые по своей конфигурации – дифференцируются на: а) площадные аномальные зоны водорода; б) кольцевые – очаговые проявления водорода; в) водородные «окна», характеризующиеся ураганскими значениями водорода; г) линейно-

приразломные аномалии водорода; д) диапировый тип потоковых выходов водорода. ...Анализ выполненных работ доказал существенное влияние водородного “дыхания” недр Земли на геохимические процессы в литосфере, в том числе на формирование месторождений нефти и газа».

Г.В. Перевозчиков резюмирует [14, с. 11]: «В результате выполненных исследований установлено, что месторождение газа и нефти Газли сформировалось в зоне стационарного субвертикального потока глубинного водорода, который, вероятно, является следствием процессов, приводящих к образованию жидких и газообразных углеводородов в недрах. По крайней мере, водородными ореолами фиксируются пути транзита полезных компонентов по глубинным разломам в структурные ловушки, расположенные в пластах с благоприятными емкостно-фильтрационными свойствами в отложениях мелового и юрского возраста. Глубинные разломы, закладываются на глубинах – не выше зоны активных сейсмоструктурных событий и от источников генерации нефти и углеводородного газа под воздействием эндогенных процессов в толще земной коры. Если теория образования углеводородов в процессе гидратации при участии эндогенного потока водорода правомерна, то на месторождении Газли, при сохранности герметичности структуры, может наблюдаться рост неучтенных запасов...».

Авторы статьи [17, с. 1] пишут: «Изучены данные по распределению водорода в разрезе нескольких успешных поисковых скважин. Выявлены определенные закономерности распределения водорода в изучаемом осадочном чехле с учетом глубины, стратиграфической и литологической приуроченности аномалий и концентрации распределения водорода по разрезу, указывающие, в том числе, на высокую вероятность глубинного происхождения водорода.

Полученные данные позволили сделать предварительные выводы о возможной роли глубинного водорода и флюидопотока в целом на процессы, связанные с формированием нефтяных и газовых залежей в изучаемом районе».

Дополнительная информация о месторождениях водорода приводится также в электронной публикации [13].

5. исследователи полагают, что обнаруженные вертикальные каналы миграции глубинных флюидов являются, по сути, «геосолитонными трубками» в геосолитонной концепции образования УВ [1]. Авторы этой концепции утверждают, что только результаты высокоразрешающей 3D-

сейсморазведки могут гарантировать успешное попадание разведочных и эксплуатационных скважин в малоразмерные залежи УВ, которые контролируются отдельными вертикальными каналами («трубками»).

Приведенные выше результаты показывают, что для обнаружения таких локальных малоразмерных объектов могут также успешно применяться мобильные прямопоисковые методы, в том числе технология частотно-резонансной обработки и декодирования спутниковых снимков. Более того, практическое применение на начальных этапах поисковых работ мобильных геофизических методов предоставляет реальную возможность для ускорения и оптимизации геолого-разведочного процесса на нефть и газ.

В этой ситуации применение высокоразрешающей 3D-сейсморазведки на втором этапе поисковых работ (после обнаружения и картирования аномальных зон типа «залежь УВ») позволяет:

- а) существенно сократить площади проведения сейсморазведочных работ, а следовательно, и сроки опоискования конкретных площадей и участков;
- б) в пределах закартированных аномальных зон проводить только 3D-сейсмические работы повышенной детальности;
- в) детально изучить малоразмерные и слабоконтрастные объекты, которые являются основными для пополнения (увеличения) запасов УВ;
- г) сформировать по данным высокоразрешающей 3D-сейсморазведки детальную модель участка, на базе которой может быть построена оптимальная модель разработки как отдельных залежей нефти и газа, так и всего месторождения в целом.

6. В статье [12] в первом приближении сформулированы методические принципы целенаправленного обнаружения и локализации вертикальных каналов миграции флюидов. Основной элемент этой методики – частотно-резонансная обработка спутниковых снимков с целью регистрации аномальных откликов на резонансных частотах гелия на начальном этапе поисков. В дальнейшем в пределах аномальных зон типа “гелий” проводится оцениваются максимальные значения пластового давления. Эта методика активно применяется в настоящее время при проведении исследований на поисковых площадях и участках.

7. В поисковом процессе на нефть и газ основная часть ресурсов идет на бурение скважин. К сожалению, коэффициент успешности бурения поисковых скважин невысокий. Согласно данным статьи [2, с. 3], «успешность поисково-разведочных работ в мире держится в среднем на уровне 30

‰». Можно допустить, что увеличение коэффициента успешности бурения хотя бы в 2 раза будет способствовать существенному повышению эффективности геолого-разведочного процесса.

8. Еще раз акцентируем внимание на том, что обнаружение и картирование мобильными геофизическими методами в различных регионах мира многочисленных аномальных зон типа “залежь УВ” (или же “проекции на земную поверхность контуров прогнозируемых скоплений УВ в разрезе”) позволяют нам вполне обоснованно утверждать возможность их формирования исключительно за счет вертикальной (субвертикальной) миграции глубинных флюидов. Факты обнаружения и локализации вертикальных каналов миграции флюидов [12] следует считать дополнительными свидетельствами в пользу этого. Такой механизм формирования залежей и месторождений описан в статье [4, с. 582].

9. Традиционно в подавляющем большинстве случаев скважины закладываются по результатам сейсмических исследований в центральных частях, обнаруженных и закартированных антиклинальных структур. В своих публикациях авторы неоднократно ссылались на статью [3], в которой показано, что структурный (антиклинальный) принцип заложения скважин не оправдал себя в Западной Сибири. Дополнительная информация, полученная с использованием прямопоисковых методов, может быть полезной для выбора оптимальных мест заложения поисковых скважин.

Заключение. Результаты оперативно проведенных исследований (рекогносцировочных в пределах крупного поискового блока и детализационных в контурах, обнаруженных и закартированных наиболее перспективных аномальных зон) в очередной раз свидетельствуют о целесообразности практического применения мобильной и прямопоисковой технологии частотно-резонансной обработки спутниковых снимков при проведении поисково-разведочных работ на нефть и газ. Не вызывает сомнений то обстоятельство, что целенаправленное использование этой технологии на различных этапах геолого-разведочного процесса позволит существенно сократить время и материальные ресурсы на проведение необходимого комплекса геолого-геофизических исследований. Особенно ощутимый выигрыш может принести применение этой технологии в слабоизученных, удаленных и труднодоступных регионах земного шара. В период резкого падения цен на нефть в мире проблема ускорения и оптимизации поискового процесса исключительно актуальна.

С использованием частотно-резонансного метода обработки данных ДЗЗ детализационные исследования в пределах перспективных локальных участков (аномальных зон) выполняются достаточно оперативно. На этом этапе работ также оцениваются (в первом приближении) прогнозные ресурсы нефти и газа в обнаруженных и прослеженных коллекторах разреза. Эта информация (сведения) может быть использована недропользователями (операторами лицензионных блоков) для привлечения дополнительных инвесторов с целью детального обследования перспективных объектов (в том числе сейсмическими методами) и бурения поисковых скважин.

Апробация усовершенствованных методик и методических приемов обработки и интерпретации (декодирования) данных ДЗЗ на месторождениях и перспективных объектах в различных регионах (на суше и на море), а также полученные результаты предоставляют дополнительные факты (аргументы) для понимания генезиса нефти и газа, а также природы формирования их промышленных скоплений. Например, многочисленные данные о наличии в пределах обследованных участков аномальных зон с несколькими интервалами пластовых давлений, и вертикальных каналов миграции глубинных флюидов можно считать весомыми аргументами в пользу эндогенного (глубинного) происхождения УВ.

Авторы “геосолитонной” концепции образования УВ [1] в своих публикациях неоднократно акцентировали внимание на то, что попадание скважин в вертикальные каналы миграции флюидов (“геосолитонные трубки”), с одной стороны, может приводить, к “ураганным” притокам УВ в скважинах, с другой инициировать аварийные ситуации на скважинах с тяжелыми экологическими последствиями. Аварийные ситуации на скв. 37 месторождения Тенгиз в 1985 г., а также в Мексиканском заливе в 2010 г. вполне могли быть спровоцированы срабатыванием импульсов закачки флюидов (УВ) в залежи по вертикальным каналам, обнаруженным рядом с этими скважинами [12]. ***В связи с отмеченным проблема обнаружения и локализации небольших участков вертикальной миграции флюидов (зон с аномально высокими значениями пластового давления флюидов) заслуживает внимания при проведении поисково-разведочных работ на нефть и газ.***

Согласно результатам многочисленных экспериментальных исследований в различных регионах, применение мобильных и оперативных методов “прямых” поисков скоплений УВ в

районах распространения нетрадиционных и нетрадиционных коллекторов будет способствовать значительному повышению коэффициента успешности бурения (увеличению количества скважин с коммерческими притоками УВ). Заложение скважин на участках расположения вертикальных каналов миграции флюидов может приводить к повышению притоков УВ.

Апробированная прямопоисковая технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ рекомендуется для использования с целью предварительной оценки перспектив нефтегазоносности крупных по площади (удаленных и труднодоступных) слабоизученных территорий. Применение этой технологии может принести значительный эффект при поисках промышленных скоплений УВ в нетрадиционных коллекторах (в том числе в районах распространения сланцев, пород баженовской свиты, угленосных формаций, кристаллических пород). Мобильная технология может также успешно применяться при исследованиях слабоизученных участков и блоков в пределах известных нефте- и газоносных бассейнов.

Список библиографических ссылок

1. Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р. Геосолитоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработки месторождений углеводородов. Тюмень: Вектор Бук, 2003. 344 с.
2. Запывалов Н.П. Геологические и экологические риски в разведке и добыче нефти. *Георесурсы*. 2013. № 3(53). С. 3–5.
3. Карпов В.А. Состояние и перспективы развития нефтегазопроисковых работ в Западной Сибири. *Геология нефти и газа*. 2012. № 3. С. 2–6.
4. Краюшкин В.А. Месторождения нефти и газа глубинного генезиса. *Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева*. 1986. Т. 31, № 5. С. 581–586.
5. Корюкин Г.Л., Кульбаченко Л.В. Водородное эхо земли и его отражение *Geomodel 2014 – 16th EAGE science and applied research conference on oil and gas geological exploration and development*. Геленджик, Россия, 8–11 сент. 2014. URL: <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=77937>
6. Кучеров В.Г. Возобновляемая нефть: миф или реальность? URL: http://www.ng.ru/energy/2016-02-09/14_oil.html

7. Ларин В.Н. «Нефть на Земле не заканчивается. Жгите, сколько хотите». URL: <http://ptel.cz/2014/02/vladimir-nikolaevich-larin-neft-na-zemle-ne-zakanchivaetsya-zhgite-skolko-xotite/> (дата обращения: 25.03.2016).
8. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Экспресс-технология «прямых» поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами: результаты практического применения в 2001–2005 гг. *Геоинформатика*. 2006. № 1. С. 31–43.
9. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Новые возможности оперативной оценки перспектив нефтегазоносности разведочных площадей, труднодоступных и удаленных территорий, лицензионных блоков. *Геоинформатика*. 2010. № 3. С. 22–43.
10. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Оценка относительных значений пластового давления флюидов в коллекторах: результаты проведенных экспериментов и перспективы практического применения. *Геоинформатика*. 2011. № 2. С. 19–35.
11. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Частотно-резонансный принцип, мобильная геоэлектрическая технология: новая парадигма геофизических исследований. *Геофизический журнал*. 2012. Т. 34, № 4. С. 166–176.
12. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Божежа Д.Н., Прилуков В.В. Мобильные прямопоисковые технологии: факты обнаружения и локализации каналов вертикальной миграции флюидов – дополнительные свидетельства в пользу глубинного синтеза углеводородов. *Геоинформатика*. 2016. № 2. С. 5–23.
13. Новиков О.Н. Месторождения водорода. URL: <http://www.fpst-klg.kalg.ru/page14.html>
14. Перевозчиков Г.В. Поле водорода на месторождении Газли по данным геохимических исследований в нефтегазоносном регионе Средней Азии. *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. 2012. Т. 7, № 1. 13 с. URL: http://www.ngtp.ru/rub/1/5_2012.pdf
15. Полеванов В.П. «Нефть не может дорого стоить, потому что восстанавливается, как лес». URL: <http://www.business-gazeta.ru/article/148000> (дата обращения: 25.03.2016).
16. Трофимов В.А. Нефтеподводящие каналы и современная подпитка нефтяных месторождений: гипотезы и факты. *Георесурсы*. 2009. № 1(29). С. 46–48.

17. Шевченко И.В., Силкин С.А. Изучение распределения концентраций водорода в осадочном чехле юго-западной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. URL: http://geovers.com/base/files/gr15/papers/pp_32_2015_ShevthenkoIV.pdf.

18. Шестопалов В.М., Макаренко А.Н. О некоторых результатах исследований, развивающих идею В. И. Вернадского о “газовом дыхании” Земли. *Геологічний журнал*. 2013. № 3. С. 7–25.

19. Якимчук М.А. Електричне поле і його роль у житті Землі. *Геоінформатика*. 2014. № 3. С. 10–20.

20. Larin N.V., Zgonnik V., Rodina S., Deville E., Prinzhofer A., Larin V.N. Natural molecular hydrogen seepage associated with surficial, rounded depressions on the European craton in Russia. *Natural Resources Research*. 2014. No. 24(3). P. 369–383. doi:10.1007/s11053-014-9257-5.

21. Zgonnik V., Beaumont V., Deville E., Larin N.V., Pillot D., Farrell K.M. Evidence for natural molecular hydrogen seepage associated with Carolina bays (surficial, ovoid depressions on the Atlantic Coastal Plain, Province of the USA). *Progress in Earth and Planetary Science*. 2015. No. 31(2). doi:10.1186/s40645-015-0062-5.

Поступила в редакцію 10.01.2017 г.

ЗАСТОСУВАННЯ ЧАСТОТНО-РЕЗОНАНСНОГО МЕТОДУ ОБРОБКИ ДАНИХ ДЗЗ У ДЕТАЛІЗАЦІЙНОМУ РЕЖИМІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ЛОКАЛЬНОЇ ПОШУКОВОЇ ДІЛЯНКИ

С.П. Левашов¹, Б.Х. Батирова², М.А. Якимчук¹, І.М. Корчагін³, Д.М. Божжежа¹

¹*Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, пров. Лабораторний, 1, м. Київ, 01133,
Україна*

²*Товариство з обмеженою відповідальністю “Скай квест експлорейшн”, вул. Кабанбай Батира, 164,
м. Алмати, 050012, Республіка Казахстан*

Проаналізовано результати застосування мобільної прямопошукової технології для оперативного оцінювання перспектив нафтогазоносності великого пошукового блоку і визначення прогнозованих ресурсів нафти в межах виявлених локальних аномальних зон. Пошукові роботи проведено з використанням частотно-резонансного методу обробки та декодування даних ДЗЗ. На етапі рекогносцирувальних досліджень у межах Володимирської площі, Республіка Казахстан (близько 8000 км²) виявлено та закартовано 27 аномальних зон типу “поклад вуглеводнів”. Деталізаційними роботами в межах однієї з аномальних зон уточнено її контури, встановлено центральну точку, в якій проведено вертикальне сканування розрізу, розраховано об’єм найперспективніших аномально поляризованих пластів типу “нафта”, оцінені прогнозно ресурси нафти. Виявлено вертикальний канал міграції глибинних флюїдів. Прямопошукову технологію рекомендується використовувати в комплексі із традиційними геофізичними методами (насамперед, сейсмічними) для оперативного оцінювання перспектив нафтогазоносності великих пошукових блоків і локальних ділянок. Її застосування може дати значний ефект під час промислових скупчень вуглеводнів у нетрадиційних колекторах. Мобільну технологію можна успішно застосовувати під час досліджень маловивчених ділянок і блоків у межах відомих нафто- і газоносних басейнів.

Ключові слова: мобільна технологія, аномалія типу “поклад”, “нафта”, “газ”, деталізація, польові роботи, геоелектричні методи, розломна зона, супутникові дані, прямі пошуки, обробка даних дистанційного зондування Землі, інтерпретація.

APPLICATION OF FREQUENCY-RESONANCE METHOD OF REMOTE SENSING DATA PROCESSING IN DETAILED MODE FOR PETROLEUM POTENTIAL EVALUATION OF LOCAL EXPLORATION BLOCK

S.P. Levashov¹, B.Kh. Batyrova², N.A. Yakymchuk¹, I.N. Korchagin³, D.N. Bozhezha¹

¹*Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, 1, Laboratorny Lane, Kyiv, 01133, Ukraine*

²*"Sky Quest Exploration", 164, Kabanbai Batyr Str., Almaty, 050012, Republic of Kazakhstan*

³*Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, 32 Palladin Ave., Kyiv, 03680, Ukraine, e-mail: korchagin@karbon.com.ua*

Purpose. The use of mobile and direct-prospecting technology for the petroleum potential operative assessment of a large prospecting block and the projected oil resources determining within the found local anomalous zones. The methods of the prospecting and exploration improving.

Design/methodology/approach. Mobile technology includes the frequency-resonance method of remote sensing data processing and decoding and the ground-based geoelectric methods of forming the short-pulsed electromagnetic field (FSPEF) and vertical electric-resonance sounding (VERS). Some methods of technology can be used at various stages of prospecting operations: reconnaissance (*assessment of petroleum potential of major search blocks*); detailed (*assessment of projected oil and gas resources within the individual anomalous zones, detected at the reconnaissance stage of prospecting*); the field investigation (ground-based field studies with geoelectric methods FSPEF and VERS to clarify the projected oil and gas resources and to choice the optimal locations of prospecting and exploration wells laying).

Findings. At the reconnaissance prospecting research stage within the Vladimirskaya area (approximately 8000 km²) 27 anomalous zones of the "hydrocarbon deposit" type have been detected and mapped. By the detailed works within the "Western" anomalous zone: a) the contours of the anomaly was refined; b) the center point of the anomalous zone was set, in which by the vertical scanning of cross-section in the range of 700-2700 m the depths and thicknesses of allocated APL of "oil" and "gas" type have been determined; c) it by the received data the volume of the most promising APL of "oil" type was calculated and the projected oil resources in them was evaluated - 35.31 million tons. Within the anomalous zone contours the vertical channel of deep fluids migration has been discovered. On the "Central" anomalous zone at two APL of the "gas" type the anomalous responses on the resonance frequencies of hydrogen have been fixed in and at one APL - of helium.

The practical significance and conclusions. The direct-prospecting technology recommended for use in combination with traditional geophysical methods (seismic, primarily) for the operative assessment of hydrocarbon potential of major search blocks and local areas. Its use can bring significant effect during the commercial hydrocarbon accumulations searching in unconventional reservoirs (including the areas of shale spreading, rocks of the Bazhenov formation, coal-bearing formations and crystalline rocks). Mobile technology can also be successfully used during investigation of poorly studied areas and blocks within the known oil and gas-bearing basins.

Keywords: Mobile technology, the anomaly type deposit, oil, gas, drill, field work, geoelectric methods, fault zone, satellite data, direct search, remote sensing data processing and analysis.

References:

1. Bembel R.M., Megerya V.M., Bembel S.R. Geosolitonny: funktsional'naya sistema Zemli, kontseptsiya razvedki i razrabotki mestorozhdeniy uglevodorodov. Tyumen': Vektor Buk, 2003, 344 p. [in Russian].
2. Zapivalov N.P. Geological and Ecological Risks in Exploration and Production of Oil. *Georesursy*, 2013, no. 3, pp. 3-5 [in Russian].
3. Karpov V.A. State and prospects of oil and gas exploration activity in West Siberia. *Oil and gas geology*, 2012, no. 3, pp. 2-6 [in Russian].
4. Krayushkin V.A. Mestorozhdeniya nefi i gaza glubinnogo genezisa. *Zhurnal Vsesoyuznogo khimicheskogo obshchestva im. D.I. Mendeleeva*, 1986, vol. 31, no. 5, pp. 581-586 [in Russian].
5. Koryukin G.L., Kulbachenko L.V., 2014. Hydrogen echoes of Earth and their reflection in subsurface sediments above oil and gas fields. *Geomodel 2014 - 16th EAGE science and applied research conference on oil and gas geological exploration and development*. Available at: <http://www.earthdoc.org/publication/publicationdetails/?publication=77937> [in Russian].
6. Kucherov V.G. Renewable oil: myth or reality? Available at: http://www.ng.ru/energy/2016-02-09/14_oil.html [in Russian].

7. Larin V.N. Oil in the world does not end. Burn as you want. Available at: <http://ptel.cz/2014/02/vladimir-nikolaevich-larin-neft-na-zemle-ne-zakanchivaetsya-zhgite-skolko-xotite/> [in Russian]. (Accessed 25 March 2016)
8. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Express technology of “direct” prospecting and exploration for hydrocarbon accumulations by geoelectric methods: results of practical application in 2001-2005. *Geoinformatika*, 2006, no. 1, pp. 31-43 [in Russian].
9. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. New possibilities for the oil-and-gas prospects operative estimation of exploratory areas, difficult of access and remote territories, license blocks. *Geoinformatika*, 2010, no. 3, pp. 22-43 [in Russian].
10. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Assessment of relative values of reservoir pressure of fluids in collectors: results of conducted experiments and prospects of practical application. *Geoinformatika*, 2011, no. 2, pp. 19-35 [in Russian].
11. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Frequency-resonance principle, mobile geoelectric technology: new paradigm of geophysical investigations. *Geofizicheskiy zhurnal*, 2012, vol. 34, no. 4, pp. 166-176 [in Russian].
12. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Bozhezha D.N., Prylukov V.V. Mobile direct-prospecting technology: facts of channels detection and localization of fluids vertical migration - additional evidence for deep hydrocarbon synthesis. *Geoinformatika*, 2016, no. 2, pp. 5-23 [in Russian].
13. Novikov O.N. Hydrogen deposits. 8 p. Available at: <http://www.fpst-klg.kalg.ru/page14.html> [in Russian].
14. Perevozchikov G.V. Geochemical research on hydrogen accumulation in the Gazli gas field. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*. 2012, vol. 7, no. 1, 13 p. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/1/5_2012.pdf [in Russian].
15. Polevanov V.P. Oil is not expensive, because restored as a forest. Available at: <http://www.business-gazeta.ru/article/148000> [in Russian]. (Accessed 25 March 2016)
16. Trofimov V.A. Refilling channels and modern refilling of oilfields: hypothesis and facts. *Georesursy*. 2009, no. 1(29), pp. 46-48 [in Russian].

17. Shevchenko I.V., Silkin S.A. The study of the distribution of the hydrogen concentration in the sedimentary cover of the south-western part of the Volga-Ural oil and gas province. 7 p. Available at: http://geovers.com/base/files/gr15/papers/pp_32_2015_ShevthenkoIV.pdf [in Russian].
18. Shestopalov V.M., Makarenko A.N. Some research results, developed the idea of V.I.Vernadsky on the “gas breathing” of Earth. *Geological journal*, 2013, no. 3, pp. 7-25 [in Russian].
19. Yakymchuk N.A. Electric field and its role in life on Earth. *Geoinformatika*, 2014, no. 3, pp. 10-20 [in Ukrainian].
20. Larin N.V., Zgonnik V., Rodina S., Deville E., Prinzhofer A., Larin V.N. Natural molecular hydrogen seepage associated with surficial, rounded depressions on the European craton in Russia. *Natural Resources Research*, 2014, no. 24(3), pp. 369-383. DOI:10.1007/s11053-014-9257-5.
21. Zgonnik V., Beaumont V., Deville E., Larin N.V., Pillot D., Farrell K. M. Evidence for natural molecular hydrogen seepage associated with Carolina bays (surficial, ovoid depressions on the Atlantic Coastal Plain, Province of the USA). *Progress in Earth and Planetary Science*, 2015, no. 31(2). DOI:10.1186/s40645-015-0062-5.

Received 10/01/2017