

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЯМОПОИСКОВЫХ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОИСКАХ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В РЕГИОНЕ КAVKAZA**© <sup>1</sup>Левашов С.П., <sup>1</sup>Якимчук Н.А., <sup>2</sup>Корчагин И.Н., <sup>1</sup>Божежа Д.Н.<sup>1</sup>Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, Киев, Украина,<sup>2</sup>Институт геофизики им. С.И. Субботина НАНУ, Киев, Украина

*Приводятся результаты применения частотно-резонансного метода обработки данных ДЗЗ и геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ для поисков УВ в Дагестане. Метод обработки данных ДЗЗ и площадная съемка СКИП позволяют картировать аномалии типа «залежь УВ», а также выделять участки с повышенными значениями пластового давления в коллекторах. Глубины расположения аномально поляризованных пластов типа «газ (нефть)» определяются зондированием ВЭРЗ. Прямопоисковые мобильные методы могут успешно применяться для доразведки месторождений УВ, выведенных из эксплуатации или находящихся на поздней стадии разработки.*

**Ключевые слова:** данные ДЗЗ, обработка, интерпретация, геоэлектрическая съемка, электрорезонансное зондирование, аномалия типа «залежь», газ, нефть, месторождение.

**Введение.** Проблема интенсификации, ускорения и оптимизации геологоразведочного процесса поисков и разведки скоплений углеводородов (УВ) в коллекторах различного типа является исключительно актуальной в настоящее время. Это обстоятельство обусловлено исчерпанностью крупных и средних структур (ловушек структурного типа), необходимостью поисков и разведки малоразмерных и слабоконтрастных (перспективных) объектов и освоения больших глубин, проведения поисковых работ в удаленных и труднодоступных регионах мира [3].

Решению содействовать этой проблеме может более активное и целенаправленное применение в поисковом геологоразведочном процессе мобильных и прямопоисковых геофизических технологий. К таким технологиям относятся метод частотно-резонансной обработки и интерпретации (дешифрирования) данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [6-8] и геоэлектрические методы становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) [5, 8], которые уже много лет авторы успешно применяют для оперативного решения широкого класса геолого-геофизических задач, в том числе и поисков рудных и горючих полезных ископаемых.

В настоящей статье представлены результаты исследований, выполненных с использованием частотно-резонансного и геоэлектрических методов на поисковых участках в Дагестане, в том числе и расположенных в районах известных (и заброшенных) месторождений нефти и газа.

Актуальность такого рода исследований обусловлена тем, что в настоящее время в различных нефтегазоносных регионах предпринимаются попытки возобновить добычу УВ на месторождениях, где уже длительное время она не проводилась. Более того, доразведка также актуальна на месторождениях углеводородов, находящихся на поздней стадии разработки.

**Компоненты и особенности прямопоисковой технологии.** Мобильная прямопоисковая технология, которая включает метод частотно-резонансной обработки и интерпретации спутниковых снимков и [6-8] и наземные геоэлектрические методы СКИП и ВЭРЗ [5, 8] активно используется при проведении экспериментальных исследований различного характера. Отдельные компоненты этой технологии разработаны на принципах «вещественной» парадигмы геофизических исследований [8], сущность которой заключается в поиске конкретного (искомого в каждом отдельном

случае) вещества – нефти, газа, газоконденсата, золота, железа, воды, и т.д. Отличительные особенности используемых методов описаны во многих публикациях и отчетах по выполненным исследованиям, в том числе и перечисленных в списке литературы [5-11]. На сайте <http://www.geoprom.com.ua/index.php/ru/> приведен расширенный список публикаций, в которых представлены результаты апробации и практического применения как отдельных прямопоисковых методов, так и всей технологии в целом. Ниже мы более детально охарактеризуем этапы проведения поисковых работ и результаты, которые могут быть получены при этом.

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

*Региональные исследования.* На данном этапе поисково-разведочных работ оценивается перспективность поисковых площадей на наличие залежей углеводородов. Исследования проводятся в следующей последовательности: 1) выделение и прослеживание по площади линейных зон тектонических нарушений (тектонически ослабленных зон); 2) регистрация аномальных откликов на резонансных частотах газа, нефти и газоконденсата с целью обнаружения аномальных зон типа «залежь газа», «залежь нефти», «залежь газоконденсата»; 3) предварительная фиксация (локализация) контуров поисковых объектов и определение их площадей; 4) определение интервалов пластовых давлений залежей нефти и газа для каждой выделенной аномальной зоны; 5) построение карт аномальных участков в изолиниях максимальных значений пластового давления для каждой аномальной зоны.

На региональном этапе исследований частотно-резонансный анализ спутниковых снимков проводится в масштабах 1:200 000 - 1:150 000. Время обработки одного планшета (спутникового снимка на листе в формате А3) составляет примерно 2-3 дня.

*Детализационные работы* в пределах выделенных на первом этапе исследований наиболее перспективных участков (аномальных зон) проводятся с использованием частотно-резонансного дешифрирования спутниковых снимков. Критерием отбора перспективных участков для детализации могут быть размеры аномальных зон и наличие нескольких интервалов пластовых давлений в каждой аномальной зоне. В зависимости от размеров аномальных зон для детализации могут использоваться масштабы в интервале 1: 60000 - 1: 15000. На данном этапе проведения работ осуществляется:

1) Выделение и прослеживание тектонически ослабленных зон и тектонических нарушений, которые не обнаружены на мелкомасштабных планшетах.

2) Детализация и уточнение контуров аномальных зон, расчет их площадей и определение границ водонефтяного контакта.

3) Построение детальной карты аномальной зоны в изолиниях максимальных значений пластового давления.

4) Проведение вертикального сканирования геологического разреза в точке максимума пластового давления с целью выделения интервалов глубин залегания аномально поляризованных пластов (АПП) типа «нефть», «газ», «вода», «вода+газ», «плотные породы». По результатам сканирования осуществляется построение вертикальной колонки АПП.

5) Через точку с максимальным значением аномальной зоны прокладываются несколько профилей, вдоль которых размещаются дополнительные точки

вертикального сканирования. По результатам сканирования в этих точках строятся колонки и вертикальные разрезы АПП для аномальной зоны.

6) Для наиболее мощных пластов АПП оценивается пластовое давление (пласт АПП считается перспективным при условии, что полученная оценка его пластового давления превышает значение гидростатического давления на этой глубине).

7) Строится карта суммарных мощностей АПП типа «залежи нефти» и «залежи газа».

8) Оцениваются объёмы коллекторов, содержащих нефть и газ.

9) Если перспективный пласт АПП прослеживается на всех точках сканирования, он может быть принят за маркирующий горизонт. В этом случае может быть построена структурная карта по глубинам залегания данного пласта.

10) По построенной структурной карте могут быть сформулированы предположения о типе ловушки УВ (антиклинальная, тектонически экранированная, литологическая ограниченная).

11) Дополнительный анализ результатов второго этапа работ позволяет определить оптимальные объёмы полевых геоэлектрических исследований. При необходимости могут быть предложены рекомендации для проведения сейсморазведочных работ по определенным профилям или в пределах всей аномальной зоны.

Детализационные исследования в контурах одной аномальной зоны занимают 4-5 дней.

*Полевые работы.* По результатам выполнения второго этапа исследований определяются наиболее перспективные аномальные зоны для проведения полевых измерений. Обследование выделенных участков осуществляется наземными геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ.

На этапе проведения полевых работ осуществляются следующие действия:

1) В пределах обследуемых аномальных зон выделяются и прослеживаются мелкие тектонические нарушения, которые могут разделить аномалию (аномалии) на несколько отдельных блоков.

2) Уточняются размеры каждого блока и границы водонефтяных контактов.

3) Площадь аномалии покрывается сетью точек вертикального зондирования. В каждой точке определяются и уточняются интервалы АПП типа «нефть», «газ», «газ+вода», «вода».

4) Для каждого пласта прогнозируемой углеводородной залежи определяется (оценивается) пластовое давление.

5) Проводится построение вертикальных колонок и вертикальных геолого-геофизических разрезов прогнозируемого месторождения.

6) Строятся карты суммарной мощности АПП типа «нефть» и «газ», а также мощности отдельных, наиболее перспективных нефтяных и газовых пластов.

7) Строятся структурные карты по нескольким маркирующим горизонтам.

8) Оцениваются общие потенциальные ресурсы нефти и газа.

9) Определяются точки оптимального заложения поисковых и разведочных скважин.

10) В рекомендованных точках заложения скважин проводится привязка выделенных зон АПП к литологическим разностям геологического разреза.

Время проведения полевых работ составляет 15-20 дней. Обработка результатов полевых исследований и подготовка отчетных материалов занимают 20-30 дней.

Акцентируем внимание на то, что обработка и дешифрирование спутниковых снимков поисковых участков, заимствованных из источников (сайтов) свободного доступа, оперативно проводится в лабораторных условиях, без организации и проведения полевых исследований. В связи с этим эту технологию можно считать супер-оперативной, позволяющей за очень короткое время выполнить оценку перспектив нефтегазоносности (рудоносности, водоносности) поискового участка в любой точке земного шара.

**Задачи исследований и исходные данные.** Основная цель выполненных исследований – обработка и дешифрирование данных ДЗЗ, а также проведение наземных геоэлектрических работ методами становления короткоимпульсного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) с целью обнаружения и картирования остаточных (не выработанных) залежей нефти и газа в районе расположения известных месторождений и поисковых площадях в Дагестане.

Основные геологические задачи:

- обнаружение и картирование аномальных зон типа «залежь нефти» и «залежь газа» по результатам обработки и интерпретации данных ДЗЗ;
- детализация обнаруженных аномальных зон типа «залежь УВ» в районе расположения нефтегазового месторождения Дузлак по данным наземной съемки методом СКИП;
- выделение в разрезе, а также определение глубин залегания и мощностей аномально поляризованных пластов (АПП) типа «нефть» и «газ» по данным ВЭРЗ в пределах закартированных аномалий типа «залежь УВ»;
- оценка продуктивности глубинных горизонтов разреза (решение вопроса о целесообразности бурения в пределах поисковой площади глубокой скважины).

В процессе выполнения работ использовались: а) схема изученности района расположения месторождения сейсмическими профилями; б) структурные карты по газовому и нефтяному продуктивным горизонтам; в) геологические разрезы; г) фрагменты сейсмических разрезов по профилям; д) геолого-геофизический разрез палеогеновых и меловых отложений; е) координаты участков обследования.

Анализ публикаций по этому району показал, что [2]: а) региональная нефтегазоносность верхнемелового комплекса обусловлена здесь антиклинальными ловушками пластово-массивного типа, которые имеют надежную крышку из майкопских глин; б) большинство залежей в регионе приурочено к разбитым разломами сводам ловушек. Отмечается также о неполной выработанности верхнемеловых, а также палеогеновых залежей, что может быть следствием того, что эти залежи ближе к «жильному» типу. Важнейшая особенность таких залежей – приуроченность к разрывам разного порядка, свидетельствующая об аккумуляционных возможностях дизъюнктивной тектоники.

Механизм формирования жильных залежей, обусловленных субвертикальными зонами деструкций (СЗД), может быть объяснен геосолитонной концепцией [1].

**Поисковая площадь в районе месторождения Дузлак.** В пределах поисковой площади проведены практически все этапы поисковых работ: а) частотно-резонансная обработка спутникового снимка участка; б) наземные геоэлектрические исследования методами СКИП и ВЭРЗ.

*Обработка и дешифрирование спутникового снимка участка.* В пределах поисковой площади обработка данных ДЗЗ проведена с использованием методики оценки максимальных значений пластового давления флюидов в коллекторах [7]. Фактически обследовано 20,5 км<sup>2</sup> площади. Обработка данных ДЗЗ участка выполнена в масштабе 1:15000. В его пределах обнаружено и закартировано две аномальные зоны типа «нефтегазовая залежь» северо-северо-западного простирания. Основная (Восточная) аномальная зона расположена в пределах месторождения непосредственно, вторая (Западная) аномалия (отдельный блок), существенно меньших размеров, - в юго-западной части участка работ.

В пределах основной аномальной зоны выделено пять блоков (участков) с относительно повышенными значениями пластового давления. Это свидетельствует, скорее всего, что месторождение разбито по блокам. Не исключено, что коллектора в районе старых добывающих скважин заводнены.

В отдельном (Западном) блоке максимальное пластовое давление в коллекторах оценено в 10 МПа. В остальных блоках оно не превышает 7-8 МПа. Полученные оценки пластового давления позволяют предположить, что из интервалов разреза,

расположенных ниже верхнего мела (на глубинах ниже 1200 м), вероятность получения промышленных притоков флюидов минимальная.

Площадь закартированной Восточной аномальной зоны 5.54 км<sup>2</sup>, Западной – 1.25 км<sup>2</sup>. Результаты обработки и дешифрирования данных ДЗЗ засвидетельствовали о необходимости заверки закартированных аномальных зон геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ.

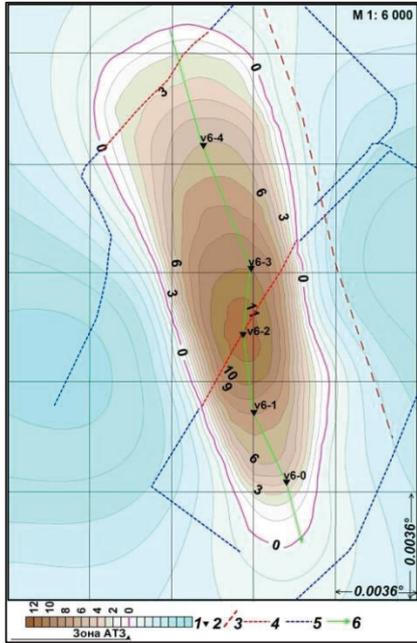


Рис. 1. Карта аномальных зон типа «нефтегазовая залежь» на участке «Западный» (по результатам съемки методом СКИП и обработки данных ДЗЗ). 1 – шкала максимальных значений пластового давления, МПа; 2 – пункты ВЭРЗ; 3 – тектонические нарушения; 4 – точки съемки СКИП с положительными значениями; 5 – точки съемки СКИП с отрицательными значениями; 6 – профиль ВЭРЗ.

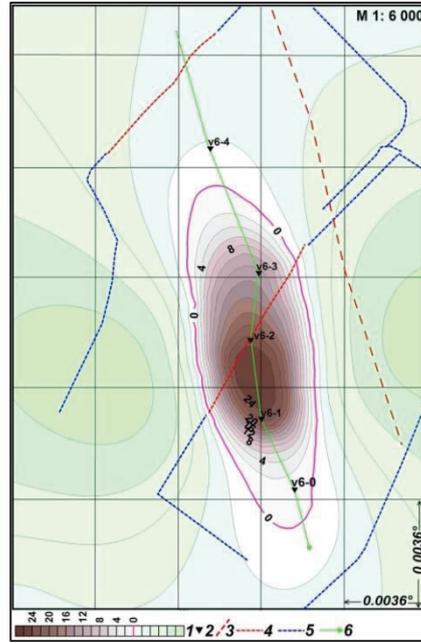


Рис. 2. Карта суммарной мощности АПП типа «нефть» на участке «Западный» (по результатам зондирования ВЭРЗ).

1 – шкала суммарной мощности АПП типа «нефть», метры; 2 – пункты ВЭРЗ; 3 – тектонические нарушения; 4 – точки съемки СКИП с положительными значениями; 5 – точки съемки СКИП с отрицательными значениями; 6 – профили ВЭРЗ.

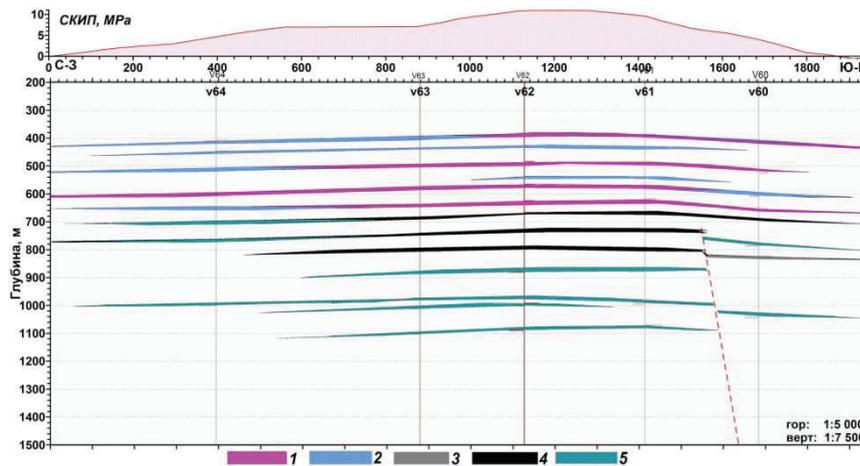


Рис. 3. Вертикальный разрез аномальной зоны «Западная» (по данным ВЭРЗ). АПП типа: 1 – «газ»; 2 – «обводненный газ»; 3 – «нефть со слабым пластовым давлением»; 4 – «нефть с пластовым давлением равным или выше гидростатического»; 5 – «обводненная нефть».

Они также указывают на целесообразность обработка и интерпретация данных ДЗЗ в пределах участков расположения других месторождений этого района, представляющих практический интерес.

*Наземные исследования в пределах АТЗ «Западная».* Результаты наземных работ представлены на рис. 1 в крупном масштабе – 1:6000. Закартированная здесь аномалия эллипсоидальной формы вытянута в субмеридиональном направлении. В ее пределах зафиксирован участок с относительно повышенными пластовыми давлениями.

В аномальной зоне проведено зондирование ВЭРЗ в пяти пунктах, расположенных вдоль субмеридионального профиля. По результатам зондирования построена схематическая карта суммарной мощности аномально поляризованных пластов типа «нефть» (рис. 2).

АТЗ «Западная» пересекает вертикальный разрез, построенный по профилю 5 (рис. 3). В пределах аномальной зоны может быть пробурена поисковая скважина.

Перспективными глубинами для поиска залежей нефти по геоэлектрическим данным можно считать интервал 660-810 м (район ВЭРЗ №№ v61, 62, 63) (рис. 1-3).

**Поисковая площадь в районе месторождения Берикей.** Частотно-резонансная обработка спутникового снимка поискового участка проведена в масштабе 1:22000. На обследованной площади обнаружено две аномальные зоны типа «нефть+газ» – западная, в районе месторождения и восточная, в морской акватории (рис. 4). Оценки максимальных значений пластового давления флюидов в пределах западной аномалии составили 7.0 МПа, восточной – 13 МПа.

В пределах западной аномалии выделено два локальных фрагмента с относительно повышенными значениями пластового давления.

Площадь аномалии на суше (западная): изолиния 0 – 3.36 км<sup>2</sup>; изолиния 7 – 0.45 км<sup>2</sup> (северный фрагмент) и 0.26 км<sup>2</sup> (южный фрагмент). Площадь аномалии в море (восточная): изолиния 0 – 3.15 км<sup>2</sup>; изолиния 7 – 2.00 км<sup>2</sup>.

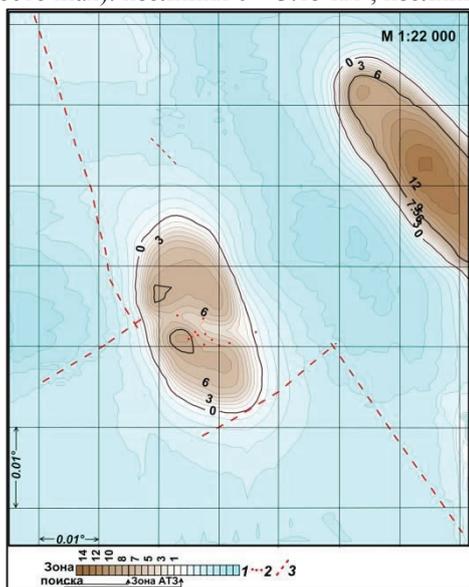


Рис. 4. Карта аномальных зон типа «нефтегазовая залежь» в районе расположения месторождения Берикей.  
1 – шкала максимальных значений пластового давления в коллекторах, МПа; 2 – пробуренные скважины; 3 – тектонические нарушения; 4 – контуры поисковой площади.

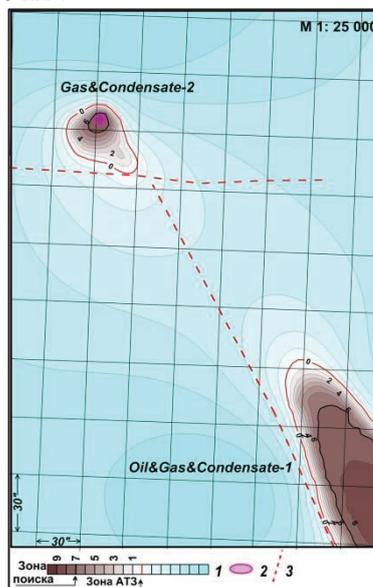


Рис. 5. Карта аномальных зон типа «нефтегазоконденсатная залежь» в районе расположения населенного пункта Ачи-Су.  
1 – шкала максимальных значений пластового давления в коллекторах, МПа; 2 – аномальная зона типа «залежь газа»; 3 – тектонические нарушения.

**Поисковая площадь Ачи-Су.** Обработка данных ДЗЗ в пределах участка выполнена в масштабе 1:25000. Общая площадь снимка – 51 км<sup>2</sup> (рис. 5). В его пределах обнаружено и закартировано две аномальные зоны: АТЗ-2 типа «газоконденсатная залежь» в северо-западной части участка и АТЗ-1 типа «нефтегазоконденсатная залежь» в юго-восточной части (рис. 5). Основная аномальная зона АТЗ-1 только частично попадает в пределы поискового участка.

Аномальная зона АТЗ-2 зафиксирована на резонансной частоте газоконденсата, на резонансной частоте газа аномальный эффект проявился только в ее центре (рис. 5).

В пределах аномальных зон максимальное пластовое давление в коллекторах оценено в 8 МПа. Полученные оценки пластового давления позволяют предположить, что из интервалов разреза, расположенных ниже 900 м, получить промышленные притоки флюидов вряд ли удастся.

Площади обнаруженных аномальных зон следующие: АТЗ-1, изолиния 0 – 3.1 км<sup>2</sup>; изолиния 7 – 1.6 км<sup>2</sup>; АТЗ-2, изолиния 0 – 0.8 км<sup>2</sup>; изолиния 7 – 0.07 км<sup>2</sup>.

**Каякентская поисковая площадь.** Частотно-резонансная обработка спутникового снимка участка обследования проведена в масштабе 1:25000. На обследованной площади обнаружено и закартировано две аномальные зоны: «Нефть+Газ+Конденсат-1» (в центральной части участка) и «Нефть+Газ+Конденсат-2» (на юго-востоке) (рис. 6). Аномальная зона «Нефть+Газ+Конденсат-2» в юго-восточном направлении полностью не прослежена. Оценки максимальных значений пластового давления в контурах обнаруженных аномалий составили 11.5 МПа.

Вертикальным сканированием в точке с максимальным пластового давления V2 (рис. 6) в аномальной зоне «Нефть+Газ+Конденсат-1» в разрезе выделено пять АПП типа нефть в интервалах: 1) 734-742 м; 2) 927-934 м; 3) 1039-1044 м; 4) 1390-1392 м (газ), 1392-1402 м; 5) 1544-1550 м. В четвертом интервале разреза над АПП типа «нефть» зафиксирован АПП типа «газ» (газовая шапка).

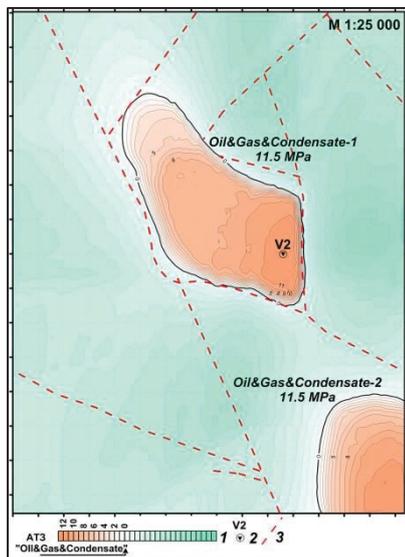


Рис. 6. Карта аномальных зон типа «нефтегазовая залежь» на Каякентской площади (по данным частотно-резонансной обработки спутниковых снимков).

1 – шкала максимальных значений пластового давления в коллекторах, МПа; 2 – точка вертикального сканирования; 3 – тектонические нарушения

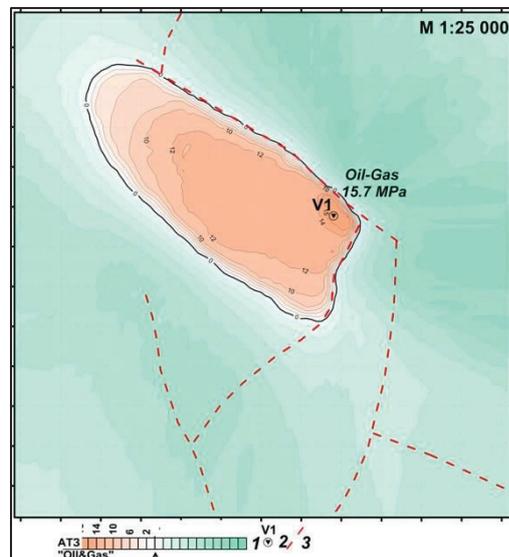


Рис. 7. Карта аномальных зон типа «нефтегазовая залежь» на Придузлакской площади (по данным частотно-резонансной обработки спутниковых снимков).

1 – шкала максимальных значений пластового давления в коллекторах, МПа; 2 – точка вертикального сканирования; 3 – тектонические нарушения;

**Придузлакская поисковая площадь.** Участок обследования расположен в морской акватории, его спутниковый снимок обработан в масштабе 1:25000. На обследованной площади обнаружена и закартирована аномальная зона «Нефть+Газ» (рис. 7), максимальное значение пластового давления в ее пределах оценено в 15.7 МПа.

В центральной точке аномалии V1 (зона максимальных значений пластового давления) проведено вертикальное сканирование спутникового снимка. Сканированием в разрезе выделено пять АПП в интервалах: 1) 420-423 м (газ); 2) 650-656 м (нефть); 3) 666-668 м (нефть); 4) 1069-1073 м (нефть); 5) 1131-1136 м (конденсат).

**Поисковая площадь Хошмензил.** Площадь поискового участка – 313.3 км<sup>2</sup>, общая площадь обследования (спутникового снимка) – 610.0 км<sup>2</sup>. Положение участка показано на рис. 8. Обработка данных ДЗЗ в пределах участка выполнена в масштабе 1:80000. В его пределах обнаружено и закартировано две аномальные зоны типа «газовая залежь» с относительно повышенными значениями пластового давления и три аномальные зоны с низкими значениями пластового давления. Основная (Восточная, Gas-2) аномальная зона расположена на берегу моря, вторая (Южная, Gas-3) аномалия относительно крупного размера и высокой интенсивности только частично попадает в контуры участка. В южном направлении она полностью не околтурена.



Рис. 8. Обзорная карта района исследований

снимка – 339.0 км<sup>2</sup>. Обработка данных ДЗЗ участка выполнена в масштабе 1:60000. В его пределах обнаружено и закартировано две аномальные зоны типа «газовая залежь» с относительно повышенными значениями пластового давления (Дагестанские огни и Gas-1), пять аномальных зон типа «нефтяная залежь с газовой шапкой» (Oil-1, Oil-2, Oil-3, Oil-4, Oil-5) и две небольшие аномальные зоны с низкими значениями пластового давления (на севере и юге).

В пределах разрабатываемого месторождения «Дагестанские огни» максимальное пластовое давление в коллекторах оценено в 5 МПа, а в аномальной зоне Gas-1 – в 6.2 МПа. Полученные сопоставимые оценки пластового давления на

В аномальной зоне Gas-2 максимальное пластовое давление в коллекторах оценено в 6 МПа, а в Gas-3 – в 5 МПа. Полученные оценки пластового давления позволяют предположить, что из интервалов разреза в пределах аномальных зон, расположенных ниже 600-700 м, получить промышленные притоки флюидов вряд ли удастся.

Крупная по площади аномальная зона Gas-1 зафиксирована в районе расположения газового месторождения Хошмензил. Однако максимальные пластовые давления в ее пределах относительно низкие (до 1 МПа), что делает вероятность получения в ее пределах хороших притоков газа невысокой.

Две аномальные зоны с относительно низкими значениями давления зафиксированы на севере и юге поисковой площади.

**Поисковая площадь Рукель.**

Положение участка обследования показано на рис. 8, его площадь – 180.8 км<sup>2</sup>, а общая площадь обработанного

месторождении и в аномальной зоне существенно повышают вероятность получения промышленных притоков газа в аномальной зоне Gas-1.

Максимальные значения пластового давления в пределах пяти аномальных зон типа «нефтяная залежь с газовой шапкой» изменяются в интервале 4.0 – 6.1 МПа. Эти аномальные зоны также как и аномалия Gas-1 заслуживают детального изучения и разбуривания.

**Основные результаты и возможные дополнительные исследования.** В результате оперативного проведения детальных поисковых исследований (в том числе и полевых работ методами СКИП и ВЭРЗ) на поисковой площади «Дузлак» получен значительный объем новой (дополнительной) информации, которая свидетельствует о целесообразности бурения в пределах локальных участков закартированных аномальных зон поисковых скважин и позволяет определить оптимальные места для их заложения. Решающие факторы в пользу этого: а) наличие АТЗ в пределах участка; б) присутствие локальных зон с относительно повышенными значениями пластового давления; в) наличие пачки АПП типа «нефть» и «газ» в разрезе. В пределах АТЗ «Западная» перспективными глубинами для поиска залежей нефти по геоэлектрическим данным можно считать интервал 660-810 м в районе пунктов ВЭРЗ №№ v61, 62, 63 (рис. 1-3). Учитывая, что работы проводились в районе расположения нефтегазового месторождения непосредственно, можно с высокой степенью вероятности утверждать, что выявленные зондированием ВЭРЗ аномально поляризованные пласты типа «газ» и «нефть» связаны с залежами углеводородов.

С использованием технологии частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ в пределах поисковых участков и площадей «Берикей», «Ачи-Су», «Каякентский», «Придузлакский», «Хошмензил» и «Рукель» обнаружены и закартированы аномальные зоны типа «газовая залежь» и «нефтяная залежь», которые являются перспективными на обнаружение в их пределах скоплений углеводородов и рекомендуются для детального изучения и разбуривания. Участки с относительно повышенными оценками пластового давления в пределах этих аномалий являются наиболее перспективными для проведения поисковых работ. Дальнейшие поисковые работы в пределах закартированных аномальных зон могут быть проведены в следующей последовательности.

1. Частотно-резонансная обработка и дешифрирование спутниковых снимков локальных участков расположения обнаруженных аномалий в детализационном режиме – в крупном масштабе 1:5000 – 1:10000. Это позволит детализировать и уточнить контуры аномальных зон и определить оптимальные места для заложения поисковых скважин. В точках заложения поисковых скважин вертикальным сканированием данных ДЗЗ могут быть приблизительно оценены глубины залегания и мощности аномально поляризованных пластов типа «залежь газа» и «залежь нефти».

2. Пробурить поисковые скважины в предложенных по результатам детализационной обработки данных ДЗЗ точках.

3. На участках аномальных зон, в пределах которых в скважинах получены промышленные притоки УВ, провести наземные работы методами СКИП и ВЭРЗ (или же сейсморазведочные работы ЗД) для построения детальных моделей месторождений и подсчета запасов УВ.

Целесообразно также оперативно провести частотно-резонансную обработку и интерпретацию данных ДЗЗ (спутниковых снимков) участков расположения других месторождений в этом регионе, которые представляют практический интерес.

**Обсуждение результатов.** К представленным выше материалам, полученным с использованием прямопоисковых методов (частотно-резонансной обработки спутниковых снимков и наземных геоэлектрических), целесообразно добавить следующее.

1. Метод частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ – это, по сути, прямой метод поисков и разведки скоплений УВ. Закартированные этим методом аномалии можно (и следует) считать проекциями на дневную поверхность всех прогнозируемых

залежей УВ в разрезе. Это обстоятельство, с одной стороны, позволяет сразу же существенным образом локализовать участки заложения новых разведочных скважин. С другой стороны, полученные результаты дают возможность более адекватно оценить ресурсы УВ в пределах обследованных структур, участков и поисковых блоков, а, следовательно, и принимать более взвешенные и обоснованные решения о целесообразности проведения дальнейших поисковых и разведочных работ, а также бурения.

2. Обработка спутниковых снимков поисковых участков в Дагестане проведена в 2013–2015 гг. За прошедшие годы технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ в существенной степени усовершенствована. В частности, в настоящее время активно применяется методика оценки значений пластового давления в различных интервалах разреза. Эта методика позволяет обнаруживать и выделять возможные скопления УВ в априори заданном интервале разреза. На обследованных площадях при обработке спутниковых снимков оценивались максимальные значения пластового давления только в одном (верхнем) интервале разреза. Использование этой методики позволяет сделать более обоснованные выводы о возможном существовании многоуровневых скоплений УВ.

В последнее время также достаточно активно применяется методика обнаружения и локализации каналов вертикальной миграции глубинных флюидов [9]. В окрестностях таких каналов пластовое давление существенно выше, а, следовательно, есть вероятность получения повышенных притоков флюидов в пробуренных скважинах.

Также в настоящее время находит более широкое применение технология вертикального сканирования геологического разреза, которая позволяет определять (оценивать) глубины залегания и мощности аномально поляризованных пластов (АПП) типа нефть, газ и оценивать пластовое давление в отдельных АПП. По результатам сканирования в достаточном количестве точек по площади отдельной аномальной зоны могут быть рассчитаны объемы коллекторов и оценены (приблизительно) прогнозируемые ресурсы УВ в них.

Перечисленные выше новые (усовершенствованные) компоненты технологии частотно-резонансной обработки спутниковых снимков не использовались при проведении исследований на поисковых участках в Дагестане.

3. Достоверность и информативность частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ в пределах конкретных поисковых участков и блоков может быть повышена за счет использования: а) образцов искомого вещества (нефти, например) из района обследования для определения его резонансных частот; б) информации о продуктивных скважинах (координаты, глубины залегания и мощности продуктивных горизонтов, пластовые давления в коллекторах) для проведения этапа эталонирования – уточнения значений резонансных частот искомого вещества; в) другой имеющейся геолого-геофизической информации – материалов сейсмических и других геофизических исследований, тектонических схем и структурных карт, геолого-геофизических моделей изучаемых объектов, и т.д. Отметим, что в этом случае по материалам многочисленных работ в Южной Америке достоверность подтверждения результатов обработки данных ДЗЗ бурением составляет порядка 90%. В противном случае такую достоверность можно оценить в 50%.

4. В многочисленных статьях и демонстрационных документах авторы постоянно отмечают, что структура и характеристические особенности картируемых с использованием прямопоисковых методов и технологий аномальных зон (перспективных объектов) могут найти свое логическое объяснение с позиций глубинного (абиогенного) синтеза углеводородов и их последующей вертикальной миграции в верхнюю часть земной коры и в атмосферу в рамках глобального процесса дегазации Земли. Результаты многочисленных исследований по проблеме глубинного происхождения УВ можно найти в различных документах и материалах сайта [www.deeroil.ru]. Из представленных выше рисунков следует, что закартированные аномальные зоны расположены в районе выявленных разломов – зон повышенной

миграции флюидов. Такая ситуация при обработке данных ДЗЗ наблюдается практически везде. Это может быть дополнительным свидетельством в пользу формирования скоплений нефти и газа за счет вертикальной миграции флюидов, а также их глубинного (эндогенного) происхождения.

5. Традиционные геофизические методы (сейсмический, в том числе) не являются прямыми поисковыми методами. Успешность бурения по материалам традиционных геофизических методов по данным в опубликованных статьях в среднем равна 30%. В морских акваториях этот показатель еще меньше. В настоящее время сейсмический метод является основным методом подготовки перспективных объектов к разбуриванию. Для выбора мест заложения скважин в подавляющем большинстве случаев используется структурный принцип – скважины обычно закладываются в центральных частях обнаруженных структурных ловушек.

5. Однако структурный принцип не везде срабатывает. Так, в статье [4, с.3] констатируется, что «ведение поисковых работ на юге Западной Сибири (на юге Тюменской области) показало несостоятельность правила структурного (антиклинального) размещения скважин, что указывает на необходимость смены стратегии и методических подходов в организации здесь нефтегазопоискового процесса (и не только здесь)».

Такая же ситуация отмечается и для других районов. В частности, в автореферате диссертации Сапрыкиной А. Ю. (2002, с.14) «показано, что месторождения Широного Приобья имеют гораздо более сложную структуру, чем предполагалось ранее, обусловленную дизъюнктивно-блоковым строением природных резервуаров.... Значительная часть скоплений УВ сосредоточена здесь не в своде, а на склонах и периклинальных окончаниях поднятий в тектонически экранированных ловушках. ... Обводненность сводовых скважин не означает бесперспективность участка, а свидетельствует о более сложном размещении залежей»

Эти выводы подтверждаются также результатами исследований авторов, представленными в различных публикациях, в том числе и в списке литературы ниже. Приведенные в них материалы свидетельствуют, что аномальные зоны типа «залежь УВ» располагаются самым разнообразным образом относительно выявленных структур – над многими структурами они отсутствуют вообще. Это обстоятельство еще раз подчеркивает важность и востребованность новой и независимой информации, которую предоставляет применение мобильной технологии частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ.

6. Результаты практического применения мобильных и прямопоисковых методов на суше и в морских акваториях в различных регионах мира (в том числе и приведенные в настоящей статье) свидетельствуют о целесообразности их целенаправленного использования для оперативной оценки перспектив нефтегазоносности крупных поисковых блоков, а также локальных участков на этапах их подготовки к аукционам (тендерам).

При подготовке лицензионных блоков к аукционам предварительную оценку их нефтегазоносности с использованием мобильных прямопоисковых методов могут инициировать и проводить государственные структуры, которые организуют и проводят аукционы. Полученная при этом дополнительная информация может способствовать повышению интереса потенциальных покупателей (нефтяных компаний, частных инвесторов) к тем или другим лицензионным участкам, а также их стоимости.

Потенциальные покупатели лицензионных блоков (нефтяные компании, частные инвесторы) также могут проводить (финансировать) предварительную оценку их нефтегазоносности на этапе проведения лицензирования. Материалы такой оценки позволят им принять более обоснованное решение о целесообразности участия в торгах по конкретному лицензионному блоку (участку).

**Заключение.** Результаты детальных исследований на поисковом участке в районе месторождения Дузлак еще раз показали, что технология СКИП-ВЭРЗ может успешно применяться при поисках и разведке зон скоплений УВ в пределах и в

окрестностях разрабатываемых месторождений нефти и газа. Наземная съемка методом СКИП, а также метод ВЭРЗ могут использоваться в комплексе с другими геофизическими методами для выбора мест оптимального заложения, поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин. Для авторов исследований вполне очевидно, что методами СКИП и ВЭРЗ на таких площадях и объектах могут оперативно и эффективно решаться следующие задачи:

а) наземной съемкой методом СКИП в автомобильном и пешеходном вариантах уверенно фиксируются и оконтуриваются геоэлектрические аномальные зоны типа «залежь», что позволяет выделять наиболее перспективные участки для детального изучения сейсморазведкой 3D, а также определять места оптимального заложения (в окрестностях максимальных значений аномалий СКИП) разведочных, параметрических и эксплуатационных скважин;

б) вертикальным электрорезонансным зондированием в пределах контуров аномалий типа «залежь» выделяются аномально поляризованные пласты типа «нефть», «газ». На диаграммах зондирования фиксируются также и другие пласты положительной и отрицательной поляризации. В случае выполнения процедуры привязки отдельных интервалов диаграмм зондирования к конкретным комплексам пород, которая может выполняться по данным ВЭРЗ в непосредственной близости к задокументированным параметрическим скважинам, последние (комплексы пород) могут уверенно прослеживаться по площади. Отметим также, что за пределами контуров аномалий типа «залежь» зондированием ВЭРЗ АПП типа «нефть» и «газ» не выделяются. Это свидетельствует о том, что методы СКИП и ВЭРЗ эффективно дополняют друг друга.

Прямопоисковая частотно-резонансная технология обработки и интерпретации данных ДЗЗ может применяться при поисках и разведке скоплений углеводородов в тектонических и геологических условиях Северного Кавказа. Практическое применение этой технологии предоставляет реальную возможность в кратчайшие сроки оценить перспективы нефтегазоносности слабоизученных районов этого региона с целью оперативного выбора наиболее перспективных участков для проведения детальных поисковых работ и бурения.

Включение мобильных прямопоисковых технологий (частотно-резонансной и наземной СКИП-ВЭРЗ) в комплекс геолого-геофизических методов поисков и разведки скоплений углеводородов будет способствовать повышению эффективности геолого-геофизических работ на нефть и газ в целом.

### Литература

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. Дагаева Е.А., Дагаева Н.И., Дагаев И.Л. Об изученности предгорного Дагестана бурением // Материалы XXXIX научно-технической конференции по итогам работы профессорско-преподавательского состава СевКавГТУ за 2009 год. Том первый. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. 206 с.
3. Карасевич А.М., Земцова Д.П., Никитин А.А. Новые технологии геофизических исследований при поисках и прогнозе углеводородного сырья. М.: Страховое ревю, 2010. 140 с.
4. Карпов В.А. Состояние и перспективы развития нефтегазопроисковых работ в Западной Сибири // Геология нефти и газа, 2012. № 3. С. 2-6.
5. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Экспресс-технология «прямых» поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами: результаты практического применения в 2001-2005гг. // Геоинформатика, 2006. № 1. С. 31-43.
6. 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.
7. 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.

8. *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. 167-176.
9. *Levashov, S.P., Yakymchuk, N.A., Korchagin, I.N. and Bozhezha, D.N.* (2017a), Application of mobile and direct-prospecting technology of remote sensing data frequency-resonance processing for the vertical channels of deep fluids migration detection. NCGT Journal, v. 5, no. 1, March 2017, p. 48-91. [www.ncgt.org](http://www.ncgt.org)
10. *Levashov Sergey, Yakymchuk Nikolay, and Korchagin Ignat.* (2017b), On the Possibility of Using Mobile and Direct -Prospecting Geophysical Technologies to Assess the Prospects of Oil -Gas Content in Deep Horizons. Oil and Gas Exploration: Methods and Application. Said Gaci and Olga Hachay Editors. April 2017, American Geophysical Union. p. 209-236.
11. *Yakymchuk N.A., Levashov S.P., Korchagin I.N., Bozhezha D.N.* Mobile Technology of Frequency-Resonance Processing and Interpretation of Remote Sensing Data: The Results of Application in Different Region of Barents Sea. Offshore Technology Conference Arctic Technology Conference, 23-25 March, Copenhagen, Denmark, 2015. DOI:10.4043/25578-MS. <https://www.onepetro.org/conference-paper/OTC-25578-MS>