

РЕЗУЛЬТАТЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНАХ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ В УКРАИНСКОЙ МОРСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ 2018 г.

Н.А. Якимчук¹, И.Н. Корчагин²

¹*Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, пер. Лабораторный, 1, г. Киев, 01133, Украина, e-mail: yakutchuk@gmail.com*

²*Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, просп. Акад. Палладина, 32, г. Киев, 03680, Украина, e-mail: korchagin.i.n@gmail.com*

Представлены результаты экспериментальных исследований на суше и шельфе ЮАР с использованием технологии интегральной оценки перспектив нефтегазоносности крупных блоков и локальных участков, включающей методы частотно-резонансной обработки спутниковых снимков и вертикального зондирования (сканирования) разреза с целью определения глубин залегания и мощностей прогнозируемых скоплений углеводородов и пород. Исследования рекогносцировочного характера проведены на двух крупных блоках, расположенных к югу и к западу (шельф) от порта Кейптаун. В целях сопоставления дополнительно обследованы блок на шельфе Мавритании и два блока на шельфе Бразилии. На площади обследования южнее порта Кейптаун могут быть обнаружены промышленные скопления нефти и газа, алмазоносные кимберлитовые трубки, а также коллекторы воды, обогащенной водородом в базальтовых вулканах. Участки расположения нефтегазоперспективных объектов, алмазоносных трубок и водоносных коллекторов могут быть закартированы и локализованы на начальном этапе детальных поисковых работ. Результаты дополнительных исследований на площади крупной аномальной зоны, обнаруженной и закартированной по данным измерений вертикальной составляющей естественного электрического поля Земли с борта судна в ноябре 2018 г., свидетельствуют о целесообразности проведения детальных поисковых работ на нефть и газ в этом районе шельфа ЮАР. Фиксацию откликов на резонансных частотах нефти, конденсата и газа на локальном участке бурения скважины Oгса-1 на шельфе Мавритании можно считать еще одним подтверждением информативности и эффективности технологии частотно-резонансной обработки и декодирования спутниковых снимков и фотоснимков. Результаты исследований на шельфе Бразилии в районе известного нефтяного месторождения и на площади расположения цепочки поднятий также подтверждают работоспособность и оперативность используемых методов. Материалы рекогносцировочных исследований в пределах трех достаточно удаленных друг от друга районах Атлантического океана дают основания утверждать о наличии в его недрах гигантских ресурсов углеводородов.

Ключевые слова. Южная Африка, Атлантический океан, Антарктика, вертикальный канал, вулкан, глубинное строение, разрез, нефть, газ, водород, янтарь, электрическое поле, скважина, спутниковые данные, прямые поиски, мобильная технология, аномалия, обработка данных дистанционного зондирования Земли, интерпретация.

Введение. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г. начались сразу после выхода судна «Море Содружества» из порта Кейптаун (ЮАР) и проводились постоянно вдоль траектории его перехода до о-ва Кинг Джордж, а также на биологическом полигоне в районе расположения УАС «Академик Вернадский» [3]. Геофизические исследования были направлены на изучение глубинного строения океанической литосферы вдоль профилей по маршруту движения судна в южной части Атлантического океана и в Западной Антарктике с целью построения структурных схем (моделей) тектонического развития региона и формирования месторождений полезных ископаемых (прежде всего углеводородов (УВ)).

В настоящей статье представлены некоторые результаты дополнительных исследований рекогнос-

цировочного характера в начальном пункте проведения геофизических измерений, а также обработки спутниковых снимков и фотоснимков в морской антарктической экспедиции 2018 г. В статью также включены материалы обработки спутниковых снимков нескольких крупных площадей в Атлантическом океане: 1) участок расположения пробуренной продуктивной скважины Oгса-1 на шельфе Мавритании [11]; 2) площадь расположения крупного нефтяного месторождения Búzios на шельфе Бразилии [10]; 3) крупная зона цепочки поднятий широтного простирания на шельфе Бразилии, расположенная к северу от месторождения Búzios. Анализ и сопоставление материалов, полученных в районах начального и последнего пунктов морской антарктической экспедиции, а также на участках (площадах) с установленной нефтегазоносностью, позволяют заинтересованным специалистам сформировать

более полное представление о потенциальных возможностях применяемых прямопоисковых методов, а также степени достоверности получаемых с их использованием материалов.

Методы исследований. Дополнительные исследования рекогносцировочного характера на территории в районе расположения порта Кейптаун и Мыса Доброй Надежды (ЮАР), а также на близрасположенном участке шельфа Южной Атлантики проведены с использованием технологии интегральной оценки перспектив обнаружения скоплений УВ, рудных полезных ископаемых и водоносных коллекторов. Основными компонентами этой технологии являются модифицированные методы частотно-резонансной обработки данных дистанционного зондирования Земли (спутниковых снимков) и фотоснимков [1], а также усовершенствованная методика вертикального частотно-резонансного зондирования (сканирования) разреза [1, 2] с целью определения глубин залегания и мощностей различных типов пород (осадочных, метаморфических, магматических), прогнозируемых скоплений (залежей) УВ, рудных полезных ископаемых и водоносных горизонтов [3]. В последнее время технология интегральной оценки перспектив нефтегазности (рудности, водоносности) крупных поисковых блоков и локальных участков (в том числе небольших зон расположения пробуренных и запроектированных скважин) прошла дополнительную апробацию на суше и шельфе в различных регионах земного шара [4–9].

В процессе многочисленных исследований с использованием описанных прямопоисковых методов в 2019 г. отработана оптимальная процедура (граф обработки, последовательность действий), которая использовалась при проведении работ в пределах всех обследованных площадей и участков. Используемый граф обработки отдельного спутникового снимка (или его локального фрагмента) включает следующую последовательность действий (шагов).

1. Фиксация с поверхности наличия (отсутствия) откликов (сигналов) от следующего набора полезных ископаемых: нефть, конденсат, газ, янтарь, горючий сланец, брекчия аргиллитовая, газогидраты, лед, уголь, антрацит, водород, вода (глубинная), алмазы, бурый уголь, железная руда, соль калий-магниевая, соль хлорид-натриевая (далее в тексте — соль).

2. Регистрация откликов от слагающих разрез групп осадочных, метаморфических и магматических пород.

3. Установление наличия на площади обследования глубинных каналов (вулканов), заполненных различными группами пород; определение глубин расположения корней вулканов.

5. Определение групп пород (или отдельных образцов групп), из которых фиксируются сигналы на частотах нефти, конденсата, газа и воды (глубинной).

6. Установление наличия (отсутствия) откликов от нефти, конденсата, газа и янтаря на поверхности (глубине) 57 км — границе синтеза УВ и янтаря в глубинных каналах (вулканах), заполненных определенными группами пород.

7. Установление наличия (отсутствия) откликов от воды (глубинной) на поверхности (глубине) 69 км — границе синтеза воды в вулканах определенного типа.

8. Сканированием разреза разным шагом с поверхности до глубины 15 км определяются интервалы глубин, в пределах которых фиксируются отклики на резонансных частотах нефти, конденсата, газа. Уточнение глубин расположения наиболее перспективных на УВ интервалов разреза при проведении дополнительного сканирования с более мелким шагом.

9. В случае фиксации на обследуемой площади откликов от 6-й группы магматических пород (базальтов) проводится оценка глубины залегания верхней границы (кромки) базальтов, а также глубин начала фиксации откликов на резонансных частотах водорода и воды из базальтов.

10. При установлении наличия на площади обследования сигналов от 11-й группы магматических пород (кимберлитов) определяется глубина залегания верхней кромки кимберлитов, а также интервал глубин, в пределах которого регистрируются отклики на частотах алмазов.

С учетом рекогносцировочного характера выполненных исследований описанный набор отдельных процедур обработки спутниковых снимков в полном объеме на всех обследованных участках не был реализован.

Район порта Кейптаун. До выхода судна из порта Кейптаун участникам экспедиции представилась возможность ознакомиться с особенностями геологического строения территории его расположения (и региона), а также с проблемами, связанными с обеспечением энергетическими ресурсами и водой. Авторы поставили задачу прояснить перспективы обнаружения в регионе скоплений нефти и газа прежде всего по результатам обработки спутниковых снимков некоторой части территории региона.

Подготовленный для частотно-резонансной обработки спутниковый снимок крупного участка территории южнее порта Кейптаун представлен на рис. 1. Более мелкие участки дополнительного обследования на этом снимке обозначены прямоугольными контурами. Отметим, что предварительные результаты ранее выполненных исследований в пределах этой территории приведены в статье [6].

При обработке фрагмента снимка, обозначенного верхним прямоугольником, с поверхности зафиксированы отклики на частотах нефти, конденсата, газа (слабый), соли, а также от 9-й и 10-й групп осадочных пород; сигналы от магматических пород не получены.

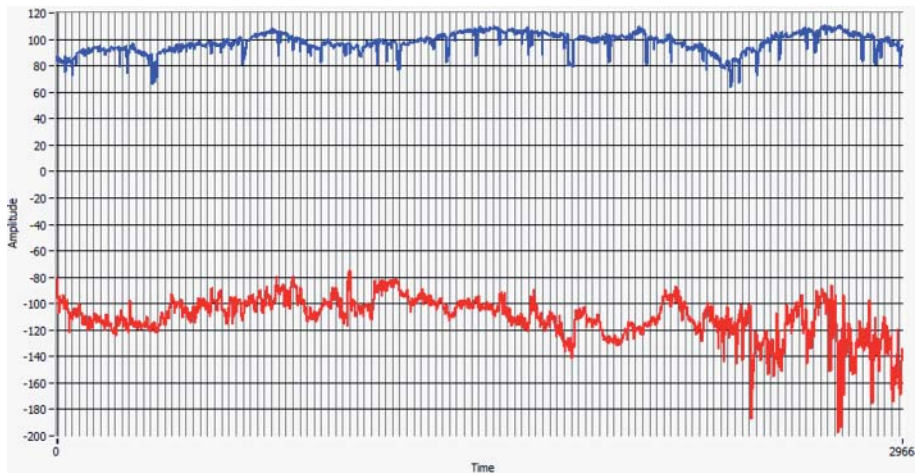


Рис. 2. Графики измерений электрического поля на участке маршрута 23 ноября 2018 г.
 Fig. 2. Graphs of measurements of the electric field on the route section of November 23, 2018

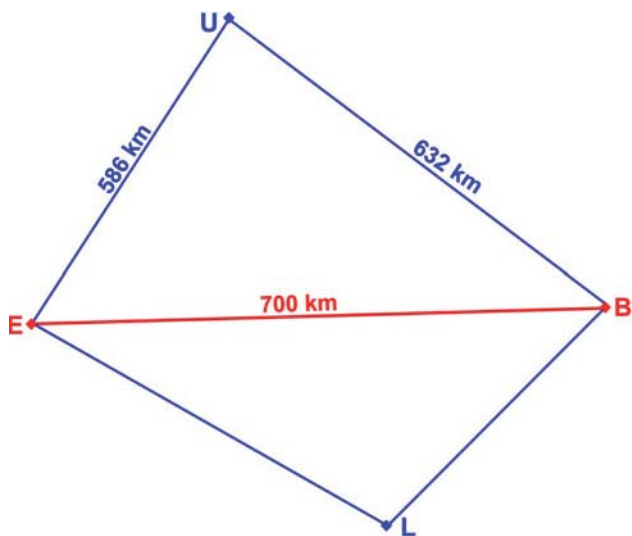


Рис. 3. Схематическое представление крупной аномальной зоны в Южной Атлантике

Fig. 3. Schematic representation of a large anomalous zone in the South Atlantic

снимке очерчивает положение обнаруженной аномальной зоны (см. рис. 3). Обозначенные прямоугольными контурами участки снимка на рис. 4 обрабатывали отдельно. При частотно-резонансной обработке крупного фрагмента снимка (большой прямоугольник) получены отклики от нефти, конденсата, воды (слабый) и соли калий-магниевой. Зарегистрированы сигналы только от 7-й группы магматических пород; от осадочных пород отклики отсутствовали. Корень вулкана, заполненного магматическими породами 7-й группы, определен на глубине 723 км.

Сканированием разреза с глубины 2 км, шаг 1 м, сигналы на частотах нефти из 7-й группы магматических пород получены в следующих интервалах глубин, м: 1) 2640—2930; 2) 3240—3570; 3) 4150—5800; с глубины 6 км — шаг 5 м: 4) 6200—9100; 5) 11300—14800 (прослежено до глубины 15 км).

Сигналы на частотах воды из 7-й группы зафиксированы на глубинах до 69 км.

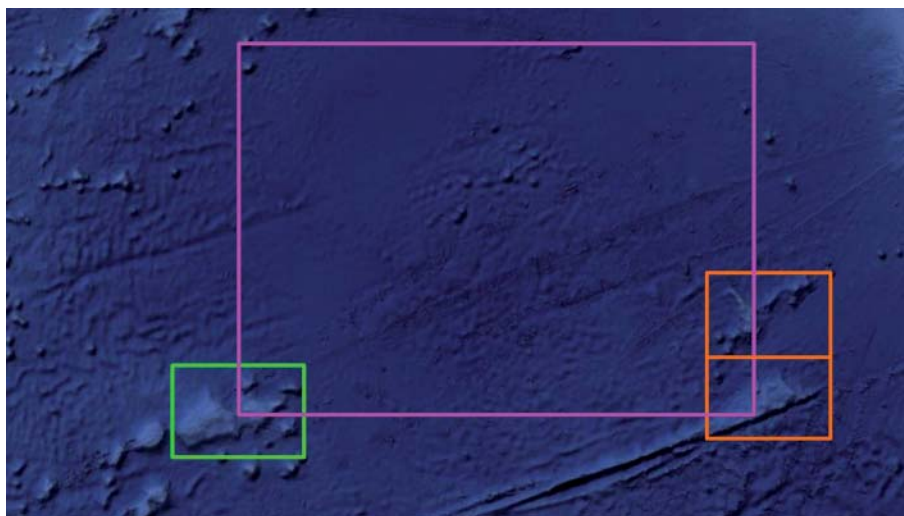


Рис. 4. Спутниковый снимок площади исследований в районе расположения крупной аномальной зоны (Атлантический океан, к западу от порта Кейптаун)

Fig. 4. Satellite image of the research area in the region of the large anomalous zone (Atlantic Ocean, west of the port of Cape Town)

От соли калий-магниевого сигнала фиксировались только до глубины 69,157 км. Это позволяет сделать вывод о том, что соль синтезируется на глубине 69 км (как и вода).

При обработке локального фрагмента снимка в левой части рис. 4 зафиксированы сигналы только от соли; отклики от УВ, а также осадочных и магматических пород не получены. Корень соляного канала (вулкана) определен на глубине 470 км.

В пределах локального фрагмента справа (рис. 4) зарегистрированы сигналы от нефти, конденсата, газа, янтаря, горючего сланца, газогидратов, льда, угля, антрацита, бурого угля, соли, а также от 1–6-й групп осадочных пород; отклики от магматических пород не получены. Корень вулкана осадочных пород определен на глубине 470 км.

При обработке верхней части фрагмента справа получены отклики только от соли; сигналы от УВ, осадочных и магматических пород не зафиксированы. Корень соляного вулкана определен на глубине 470 км.

В процессе обработки нижней части правого фрагмента получены отклики от 1–6-й групп осадочных пород. Сигналы от нефти зафиксированы на глубине 57 км.

Сканированием разреза с глубины 2 км, шаг 1 м, отклики от нефти получены из следующих интервалов, м: 1) 2140–3960; 2) 4400–5480; переход на шаг 5 м: 3) 7300–7700; 4) 10500–11100; 5) 12800–14600 (прослежено до глубины 15 км).

Особенности результатов: 1) получены отклики от нефти, конденсата, воды и соли калий-магниевого; 2) вулканы осадочных пород и соли с корнями — на глубине 470 км, 7-й группы магматических пород — на глубине 723 км; 3) отклики от нефти из 7-й группы магматических пород в отдельных частях интервала 2640–14800 м; 4) отклики от нефти из

1–6-й групп осадочных пород в отдельных частях интервала 2140–14600 м; 5) в пределах соляных вулканов отклики от УВ отсутствовали.

Поисковый блок в районе пробуренной скважины на шельфе Мавритании. Для демонстрации потенциальных возможностей используемой прямопоисковой технологии неоднократно обследовались локальные участки (зоны) расположения скважин: пробуренных, находящихся в процессе бурения и проектных. Некоторые результаты такого рода работ представлены в статье [6].

В информационном сообщении [11] появилась информация о пробуренной продуктивной скважине *Огса-1* на шельфе Мавритании. Координаты скважины (16°29'0,18" N 17°37'19,45" W) определены (приблизительно) по информации из сайта Интернета о положении бурового судна. Это обстоятельство предоставило возможность подготовить спутниковый снимок участка бурения.

На начальном этапе исследований проведена частотно-резонансная обработка достаточно крупного блока в Атлантическом океане, в пределах которого расположена пробуренная продуктивная скважина *Огса-1* (рис. 5, крупный прямоугольный контур). В пределах блока зафиксированы отклики от нефти, конденсата, газа, янтаря, горючего сланца, сланцевого газа (газ в брекчии аргиллитовой), угля, антрацита, водорода (сильный), бурого угля, железа и соли.

Зарегистрированы отклики от 1–10-й групп осадочных пород, а также 6, 7 (сильный), 8, 9 и 10-й групп магматических пород.

Фиксацией откликов на различных поверхностях определены глубины корней следующих глубинных каналов (вулканов): 1) соляной вулкан — 470 км; 2) вулкан осадочных пород 1–6-й групп —



Рис. 5. Спутниковый снимок участка исследований в Атлантическом океане (шельф Мавритании). Маркером обозначено положение продуктивной скважины

Fig. 5. Satellite image of a research site in the Atlantic Ocean (offshore of Mauritania). The marker indicates the position of the productive well

470 км; 3) вулканы осадочных пород 7–10-й групп — 723 км; 4) вулканы магматических пород 6-й и 7-й групп — 723 км.

На поверхности (глубине) 57 км сигналы нефти получены из 1–7-й групп осадочных пород, а также из 7-й группы магматических; из соли, 8–10-й групп осадочных пород и 6-й группы магматических пород отклики от нефти отсутствовали.

На глубине 69 км сигналы воды получены только из 8-й и 9-й групп осадочных пород, а также 7-й группы магматических пород.

Сканированием разреза с поверхности, шаг 1 м, отклики от нефти получены из следующих интервалов, м: 1) 1330–4400; 2) 4620–5100; переход на шаг 5 м: 3) 7670–10540; 4) 11800–13360 (прослежено до глубины 15 км).

При обработке локального фрагмента снимка в районе скважины (прямоугольник в верхней части рис. 5) получены отклики от нефти, конденсата, газа (сильный).

На участке получены сигналы только от 7-й группы осадочных пород (карбонаты). На поверхности 57 км зафиксированы отклики от нефти, конденсата и газа.

Сканированием разреза с глубины 500 м, шаг 1 м, отклики от газа получены из интервалов, м: 1) 3620–3680; 2) 5117–5156; 3) 5390–5480. При сканировании первого интервала (3620–3680 м) — шаг 1 см в интервале 3642–3643 м.

Сканированием с глубины 6 км, шаг 1 м, отклики от нефти получены из интервалов, м: 1) 6142–6256; 2) 7320–7680; с глубины 8,5 км — шаг 5 м: 3) 9300–13100.

В нижней части подготовленного для обработки снимка (прямоугольник в нижней части рис. 5) расположено поднятие. При частотно-резонансной обработке этого фрагмента крупной площади обследо-

вания зафиксированы отклики от нефти, конденсата, газа, янтаря, горючего сланца, газогидратов, льда, угля, антрацита, водорода, соли. Зарегистрированы также отклики от 1–6-й групп осадочных пород, от магматических пород сигналы не получены. Фиксацией откликов на различных глубинах установлено, что корни вулканов (соляного и осадочных пород) расположены на глубине 470 км.

Сигналы от нефти получены из 1–6-й групп осадочных пород (в том числе на поверхности 57 км), а также из соли на глубине 57 км.

Сканированием разреза с глубины 1 км, шаг 1 м, отклики от нефти получены из интервалов, м: 1) 1790–3710; 2) 4475–5100; переход на шаг 5 м: 3) 14510–15800 (прослежено до глубины 16 км).

Сканированием с глубины 1,7 км, шаг 1 км, отклики нефти из соли получены из интервалов, м: 1) 1750–2160; 2) 2400–3740. При сканировании с глубины 2100 м, шаг 1 м, отклики от нефти из 2-й группы осадочных пород получены из интервала 2100–2740 м (далее сканирование не проводили).

Особенности результатов. Крупный блок: 1) отклики от нефти, конденсата, газа, янтаря, горючего сланца, сланцевого газа, угля, антрацита, водорода, воды, бурого угля, железной руды и соли; 2) корни вулканов: соляного и 1–6-й групп осадочных пород — глубина 470 км, 7–10-й групп осадочных и 6–7-й групп магматических пород — 723 км; 3) сигналы нефти на глубине 56,9 км из 1–7-й групп осадочных пород, а также из 7-й группы магматических пород; 4) отклики от нефти в отдельных частях интервала 1330–13360 м.

Участок со скважиной: 1) отклики от нефти, конденсата, газа (в том числе на поверхности 57 км); 2) сигналы только от 7-й группы осадочных пород; 3) отклики от газа в интервале 3620–5480 м и нефти — 6142–13100 м.

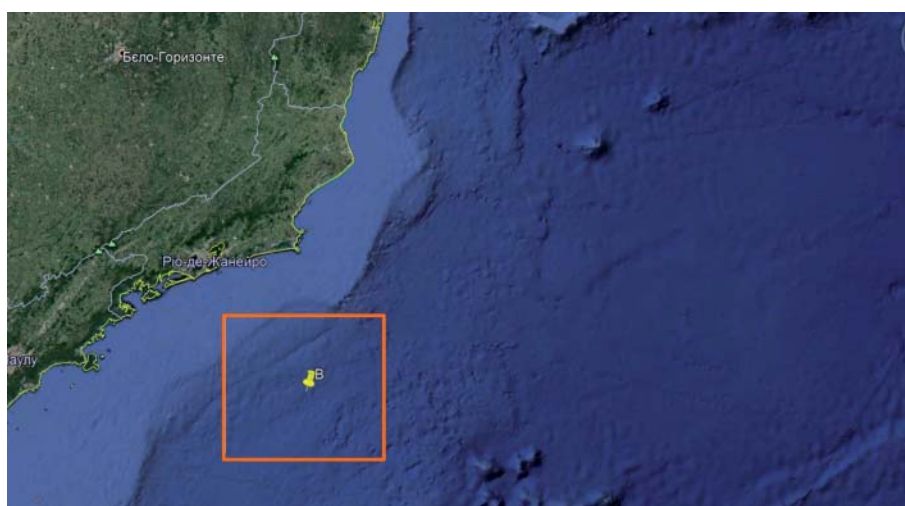


Рис. 6. Спутниковый снимок участка исследований в Атлантическом океане (шельф Бразилии). Маркером обозначено положение (координаты) нефтяного месторождения Búzios

Fig. 6. Satellite image of a research site in the Atlantic Ocean (offshore Brazil). The marker indicates the position (coordinates) of the Búzios oil field

Участок поднятия: 1) отклики от нефти, конденсата, газа, янтаря, горючего сланца, газогидратов, льда, угля, антрацита, водорода, соли; 2) вулканы — от 1–6-й групп осадочных пород и соли с корнями на глубине 470 км; 3) отклики от нефти — из интервала 1790—15800 м.

Участки обследования на шельфе Бразилии. На шельфе Бразилии уже открыты и разрабатываются месторождения нефти и газа, в том числе в подсолевых отложениях. Данное обстоятельство обусловило целесообразность апробации мобильных прямопоисковых методов в этом районе Атлантического океана. Информация о крупном нефтяном месторождении *Búzios* (в том числе его координаты: 24°47'22" S 42°19'08" W) имеется на сайте Интернета [10], что предоставило возможность провести обработку спутникового снимка участка расположения указанного месторождения (рис. 6). Были зафиксированы сигналы от нефти, конденсата (сильный), газа, янтаря, горючего сланца, брекчии аргиллитовой, газогидратов, льда, угля, антрацита.

Зарегистрированы отклики от 1–6-й групп осадочных пород, а также 7-й группы магматических пород. Фиксацией откликов на различных глубинах корень канала (вулкана) осадочных пород 1–6-й групп определен на глубине 470 км. Сигналы от нефти получены также на глубинах до 57 км.

На поверхности (глубине) 50 км отклики от 7-й группы магматических пород не получены. К этой группе пород отнесены калийные соли. При использовании образца калий-магниевого соли отклики на поверхности зафиксированы. Фиксацией откликов на разных глубинах установлено, что такая соль залегает в интервале глубин 2–3 км. Сканированием с глубины 2 км, шаг 1 м, этот интервал уточнен: 2160—2940 м.

С поверхности 2940 м сигналы нефти от 1–6-й групп осадочных пород из верхней части разреза

не получены, а от 7-й группы магматических пород зафиксированы.

Сканированием разреза с глубины 3 км, шаг 1 м, отклики от нефти из осадочных пород получены из интервалов, м: 1) 3997—5210; переход на шаг 5 м: 2) 9060—14800 (до глубины 15 км прослежено).

К северу от участка расположения месторождения на спутниковом снимке просматривается группа поднятий в рельефе морского дна (рис. 7). При обработке фрагмента снимка этого района с поднятиями (прямоугольный контур на рис. 7) с поверхности зафиксированы отклики от нефти, конденсата, газа, янтаря, горючего сланца, брекчии аргиллитовой, газогидратов, льда, угля, антрацита, водорода (мощный), воды (сильный), бурого угля, железной руды, алмазов и соли калий-магниевого. От каменной соли отклики не получены.

Зарегистрированы отклики от 1–7-й групп осадочных пород, а также 6, 7 и 11-й групп магматических пород.

Сигналы от калий-магниевого соли получены на поверхностях 20, 30, 40, 50, 60 и 69 км, ниже отклики отсутствовали. Можно предположить, что на поверхности 69 км в 7-й группе магматических пород происходит синтез соли и воды (соленой).

Фиксацией откликов на различных глубинах определены корни следующих каналов (вулканов): 1) осадочных пород 1–6-й групп — 470 км; 2) осадочных пород 7-й группы (карбонаты) — 723 км; 3) магматических пород 6, 7 и 11-й групп — 723 км.

Сканированием разреза с глубины 1 км, шаг 1 м, отклики от нефти получены из интервалов, м: 1) 1830—2560; 2) 2670—5030; переход на шаг 5 м: 2) 8940—14500 м (прослежено до глубины 15 км).

Особенности результатов. Район месторождения: 1) сигналы от нефти, конденсата, газа, янтаря, горючего сланца, газогидратов, льда, угля, антрацита; 2) корень вулкана 1–6-й групп осадочных пород

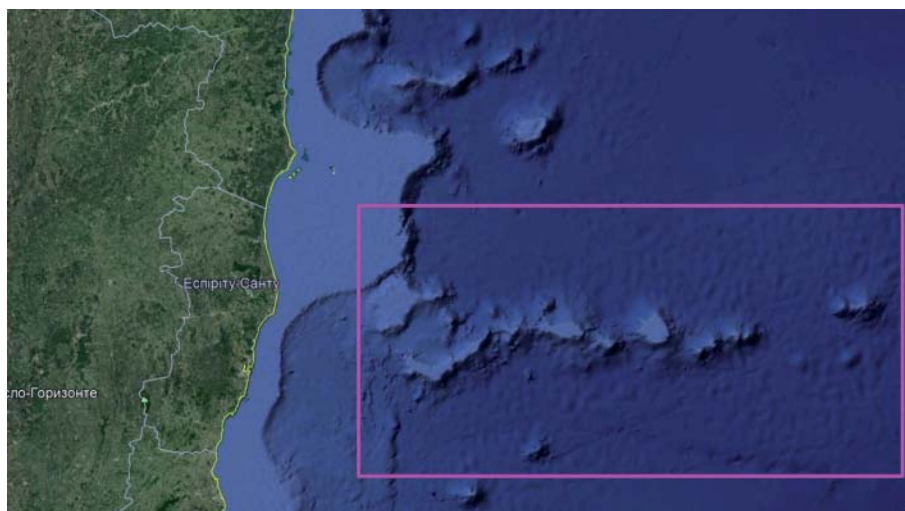


Рис. 7. Спутниковый снимок участка исследований в Атлантическом океане (шельф Бразилии, район цепочки поднятий)
Fig. 7. Satellite image of a research site in the Atlantic Ocean (offshore Brazil, an area of a chain of uplifts)

— 470 км; 3) сигналы от калий-магниевого соли из интервала 2160—2940 м; 3) отклики от нефти из интервала 3997—14800 м.

Район поднятий: 1) отклики от нефти, конденсата, газа, янтаря, горючего сланца, газогидратов, льда, угля, антрацита, водорода, воды, бурого угля, железной руды, алмазов и соли калий-магниевого; 2) корни вулканов: осадочных пород 1—6-й групп — 470 км; осадочных пород 7-й группы и магматических пород 6, 7 и 11-й групп — 723 км; 3) отклики от нефти из интервала — 1830—14500 м.

Краткие выводы и заключение. Отметим, что в целом к приведенным в статье материалам дополнительных исследований справедливы комментарии и выводы, сформулированные авторами ранее в опубликованных статьях [3—9]. Здесь еще раз акцентируем внимание на следующем.

1. В статье представлены результаты экспериментальных исследований рекогносцировочного характера. Проведение детальных (площадных) работ требует намного больших затрат времени и ресурсов. Детальные исследования на площадях (локальных участках) обнаруженных аномальных зон могут быть проведены в рамках проектов, которые будут поддерживаться нефтяными компаниями или соответствующими государственными органами (структурами), заинтересованными в изучении минеральных ресурсов в районах проведенных рекогносцировочных работ (или на расположенных поблизости поисковых площадях и локальных участках).

2. На площади обследования в районе порта Кейптаун могут быть открыты промышленные скопления нефти и газа, алмазоносные кимберлитовые трубки, а также коллекторы воды, обогащенной водородом, в базальтовых вулканах. Участки расположения нефтегазоперспективных объектов, алмазоносных трубок и водоносных коллекторов могут быть закартированы и локализованы на начальном этапе детальных поисковых работ при проведении площадной обработки спутниковых снимков и фотоснимков района исследований.

3. Результаты дополнительных исследований на площади крупной аномальной зоны, обнаруженной и закартированной по данным измерений вертикальной составляющей естественного электрического поля Земли с борта судна в ноябре 2018 г., свидетельствуют о целесообразности проведения детальных поисковых работ на нефть и газ в этом районе шельфа ЮАР. Обнаружение вулкана, заполненного осадочными породами, в пределах которого зафиксированы отклики от УВ, можно считать дополнительным аргументом в пользу высокой перспективности данного участка шельфа на УВ.

4. Фиксацию откликов на резонансных частотах нефти, конденсата и газа на локальном участке бурения скважины Oгса-1 на шельфе Мавритании можно считать еще одним подтверждением информативности и эффективности технологии частотно-

резонансной обработки, а также декодирования спутниковых снимков и фотоснимков. Обнаружение локальной аномальной зоны с сигналами на частотах УВ в южной части площади обследования еще раз свидетельствует о том, что использование мобильных прямопоисковых методов и технологий может способствовать (и, несомненно, будет!) ускорению и оптимизации геолого-разведочного процесса на нефть и газ в целом.

5. Результаты исследований на шельфе Бразилии в районе известного нефтяного месторождения и на площади расположения цепочки поднятий также подтверждают работоспособность и оперативность используемых методов.

6. Материалы рекогносцировочных исследований в пределах трех достаточно удаленных друг от друга районов Атлантического океана дают основания утверждать о наличии в его недрах громадных (гигантских) ресурсов УВ.

7. Обратим внимание на то обстоятельство, что на всех обследованных площадях и участках обнаружены глубинные каналы (вулканы) миграции флюидов, минерального вещества и химических элементов, заполненные породами различных типов — осадочными, магматическими и солью. Корни вулканов фиксируются повсеместно на одних и тех же глубинах: 95, 194—215, 470, 723 и 996 км. Имеется значительное количество данных измерений в различных регионах мира, которые позволяют достаточно обоснованно предполагать формирование (синтез) УВ (нефти, газа, конденсата и янтаря) на границе (глубине) 57 км из водорода и углерода, поступающих (мигрирующих) из более глубоких горизонтов разреза. Такой синтез происходит только в вулканах (каналах) определенного типа.

8. Проведенными в 2019 г. исследованиями получено достаточное количество фактов, свидетельствующих о синтезе воды в некоторых типах вулканов (глубинных каналов) на глубине 69 км. При осуществлении описанных исследований получены дополнительные подтверждения в пользу синтеза воды на этой глубине.

9. Экспериментальные исследования позволяют также предположить, что результаты локализации (определения) центральных зон каналов (вулканов), в которых происходит синтез УВ, могут оказаться очень полезными и востребованными при выборе мест заложения скважин (поисковых, разведочных и эксплуатационных). Расположение скважин в центральных зонах каналов может способствовать получению более высоких притоков флюидов из коллекторов. Залежи УВ в этих зонах могут пополняться более высокими темпами, чем в периферийных частях вулканических построек.

10. Многочисленные глубинные каналы (вулканы) миграции флюидов, минерального вещества и химических элементов, обнаруженные в различных регионах земного шара, позволяют сделать вывод о

превалирующей важности вулканической деятельности в процессах формирования внешнего облика и внутренней структуры Земли. Огромные масштабы проявления вулканической активности в разные периоды геологической истории свидетельствуют в пользу теории растущей (расширяющейся) Земли.

11. Графы частотно-резонансной обработки и интерпретации спутниковых снимков крупных блоков и локальных участков, апробированные на обследованных площадях в различных регионах, будут использованы в процессе дополнительных исследований, планируемых авторами вдоль всего маршрута движения судна (от порта Кейптаун до конечной точки у о-ва Кинг Джордж) в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г. В результате обработки снимков в достаточно широкой полосе вдоль траектории движения судна с использованием данных геофизических измерений на его борту будут получены дополнительные сведения об особенностях глубинного строения и минеральных ресурсах на участках проведения работ в морской экспедиции в Южной Атлантике и в районе Антарктического полуострова.

Благодарности. Авторы в очередной раз выражают глубокую признательность Антарктическому центру МОН Украины за предоставленную возможность выполнить значительный объем экспериментальных исследований в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г. Полученные в экспедиции материалы позволили авторам наметить перспективные направления дальнейших геолого-геофизических исследований с целью изучения глубинного строения региона. Апробированная мобильная и прямопоисковая технология предоставила возможность обнаружить значительное количество перспективных площадей на поиски скоплений нефти и газа, а также локальных участков на территории Украины и в других регионах мира.

Список библиографических ссылок

1. 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.
2. 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.
3. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д. Геофизические исследования в Украинской морской антарктической экспедиции 2018 г.: мобильная измерительная аппаратура, инновационные прямопоисковые методы, новые результаты. *Геоинформатика*. 2019. № 1. С. 5—27.
4. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Интегральная оценка структуры некоторых вулканов и кимберлитовых трубок Земли. *Геоинформатика*. 2019. № 1. С. 28—38.
5. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Украинский щит: новые данные о глубинном строении и перспективах обнаружения залежей нефти, газоконденсата, газа и водорода. *Геоинформатика*. 2019. № 2. С. 5—18.
6. Якимчук Н.А., Левашов С.П., Корчагин И.Н. Прямопоисковая мобильная технология: результаты апробации при поисках скоплений водорода и каналов миграции глубинных флюидов, минерального вещества и химических элементов. *Геоинформатика*. 2019. № 2. С. 19—42.
7. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Особенности глубинного строения и перспективы нефтегазоносности отдельных блоков Украинского щита по результатам частотно-резонансного зондирования разреза. *Геоинформатика*. 2019. № 3. С. 5—18.
8. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Применение мобильных частотно-резонансных методов обработки спутниковых снимков и фотоснимков при поисках скоплений водорода. *Геоинформатика*. 2019. № 3. С. 19—28.
9. Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: результаты практической апробации при поисках полезных ископаемых в различных регионах земного шара. Часть I. *Геоинформатика*. 2019. № 3. С. 29—51.
10. Vьzios oil field. https://en.wikipedia.org/wiki/V%C3%BAzios_oil_field
11. Orca-1 Exploration Well Makes Major Gas Discovery Offshore Mauritania. <http://investors.kosmosenergy.com/news-releases/news-release-details/orca-1-exploration-well-makes-major-gas-discovery-offshore>

Поступила в редакцию 11.11.2019 г.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОДАТКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В ОКРЕМИХ РАЙОНАХ ПРОВЕДЕННЯ ГЕОФІЗИЧНИХ РОБІТ В УКРАЇНСЬКІЙ МОРСЬКІЙ АНТАРКТИЧНІЙ ЕКСПЕДИЦІЇ 2018 р.

М.А. Якимчук¹, І.М. Корчагін²

¹Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, пров. Лабораторний, 1, м. Київ, 01133, Україна, e-mail: yakymchuk@gmail.com

²Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, просп. Акад. Палладіна, 32, м. Київ, 03680, Україна, e-mail: korchagin.i.n@gmail.com

Наведено результати експериментальних досліджень на суші і шельфі ПАР з використанням технології інтегрального оцінювання перспектив нафтогазоносності великих блоків і локальних ділянок, що включає методи частотно-резонансної обробки супутникових знімків і вертикального зондування (сканування) роз-

різу з метою визначення глибин залягання й потужностей прогнозованих скупчень вуглеводнів і порід. Дослідження рекогносцирувального характеру проведено на двох великих блоках, що розміщуються на південь і захід (шельф) від порту Кейптаун. З метою зіставлення додатково обстежені блок на шельфі Мавританії і два блоки на шельфі Бразилії. На площі обстеження на південь від порту Кейптаун можуть бути виявлені промислові скупчення нафти і газу, алмазоносні кімберлітові трубки, а також колектори води, збагаченої воднем, у базальтових вулканах. Ділянки розміщення нафтогазоперспективних об'єктів, алмазоносних трубок і водоносних колекторів можуть бути закартовані й локалізовані на початковому етапі детальних пошукових робіт. Результати додаткових досліджень на площі великої аномальної зони, виявленої і закартованої за даними вимірів вертикальної складової природного електричного поля Землі з борту судна в листопаді 2018 р., засвідчують доцільність здійснення детальних пошукових робіт на нафту і газ у цьому районі шельфу ПАР. Фіксацію відгуків на резонансних частотах нафти, конденсату та газу на локальній ділянці буріння свердловини Orca-1 на шельфі Мавританії можна вважати ще одним підтвердженням інформативності та ефективності технології частотно-резонансної обробки і декодування супутникових знімків і фотознімків. Результати досліджень на шельфі Бразилії в районі відомого нафтового родовища і на площі розміщення ланцюжка підняття також підтверджують працездатність і оперативність використовуваних методів. Матеріали рекогносцирувальних досліджень у межах трьох досить віддалених один від одного районах Атлантичного океану дають підстави стверджувати про наявність в його надрах гігантських ресурсів вуглеводнів.

Ключові слова. Південна Африка, Атлантичний океан, Антарктика, вертикальний канал, вулкан, глибинна будова, розріз, нафта, газ, водень, бурштин, електричне поле, свердловина, супутникові дані, прямі пошуки, мобільна технологія, аномалія, обробка даних дистанційного зондування Землі, інтерпретація.

RESULTS OF ADDITIONAL RESEARCHES IN SEPARATE AREAS OF GEOPHYSICAL WORK IN UKRAINIAN MARINE ANTARCTIC EXPEDITION OF 2018

M.A. Yakymchuk¹, I.M. Korchagin²

¹*Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Laboratory Lane, Kyiv, 01133, Ukraine, e-mail: yakymchuk@gmail.com*

²*Institute of Geophysics, NAS of Ukraine, 32, Palladin Ave., Kyiv, 03680, Ukraine, e-mail: korchagin.i.n@gmail.com*

Purpose. The results of the mobile direct-prospecting methods using for additional experimental studies with the aim of assessing the prospects of oil and gas in certain areas on onshore and offshore of South Africa are presented. Reconnaissance studies were carried out on two large blocks located to the south and west (offshore) from the port of Cape Town. For comparison purposes, a block on the Mauritania offshore and two blocks on the Brazil offshore were additionally examined.

Design/methodology/approach. The mobile and low-cost technology includes modified methods of frequency-resonance processing and decoding of satellite images and photo images, vertical electric-resonance sounding (scanning) of a cross-section, as well as a method of integrated assessment of the prospects of oil and gas potential of large prospecting blocks and license areas. Separate methods of this direct-prospecting technology are based on the principles of the «substance» paradigm of geophysical research, the essence of which is to search for a specific substance - oil, gas, gas condensate, gold, zinc, etc.

Findings. Industrial deposits of oil and gas, diamondiferous kimberlite pipes, and also reservoirs of hydrogen enriched water in basalt volcanoes can be found within the survey area south of Cape Town. Locations of oil and gas prospective objects, diamond-bearing pipes and aquifers can be mapped and localized during areal processing of satellite images and photo images of the research area. Additional studies confirmed the oil and gas potential of a large anomalous zone, mapped according to measurements of the vertical component of the Earth's natural electric field from the ship in November 2018. A volcano was also discovered in this area, within which signals from hydrocarbons were recorded. Responses at the resonant frequencies of oil, condensate and gas were recorded in the local area of the drilled production well Orca-1 on the offshore of Mauritania. A hydrocarbon-promising area was discovered additionally in the region of this well. Signals from oil, condensate, gas, amber, oil shale, gas hydrates, ice, coal, anthracite and potassium-magnesium salt were recorded in the area of the famous Búzios oil field and in the area of the uplift chain on the Brazilian offshore.

The practical significance and conclusions. The materials of reconnaissance studies within the three quite distant from each other regions of the Atlantic Ocean give reason to assert the presence of giant hydrocarbon resources in its subsoil. In the surveyed areas, industrial accumulations of oil, gas and condensate can be detected in the deep horizons of the cross-section. Mobile direct-prospecting technology of integrated assessment of the oil and gas prospects of large exploration blocks and local areas can be used for reconnaissance surveys of insufficiently studied areas on onshore and offshore in various regions of the world.

Keywords. South Africa, Atlantic Ocean, Antarctica, vertical channel, volcano, deep structure, cross-section, oil, gas, hydrogen, amber, electric field, well, satellite data, direct prospecting, mobile technology, anomaly, remote sensing data processing, interpretation.

References

1. 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. *Geoinformatyka*. 2010. N 3. P. 22–43 (in Russian).
2. 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, N 4. P. 166–176 (in Russian).
3. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Bakhmutov V.G., Solovjev V.D. Geophysical investigation in the Ukrainian marine Antarctic expedition of 2018: mobile measuring equipment, innovative direct-prospecting methods, new results. *Geoinformatyka*. 2019. N 1. P. 5–27 (in Russian).
4. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Integral estimation of the deep structure of some volcanoes and cymberlite pipes of the Earth. *Geoinformatyka*. 2019. N 1. P. 28–38 (in Russian).
5. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Ukrainian Shield: new data on depth structure and prospects of oil, gas condensate, gas and hydrogen accumulations detection. *Geoinformatyka*. 2019. N 2. P. 5–18 (in Russian).
6. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Levashov S.P. Direct-prospecting mobile technology: the results of approbation during searching for hydrogen and the channels of migration of deep fluids, mineral substances and chemical elements. *Geoinformatyka*. 2019. N 2. P. 19–42 (in Russian).
7. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Peculiarities of depth structure and of oil and gas perspectives of Ukrainian shield separate blocks by results of frequency-resonance sounding of cross-section. *Geoinformatyka*. 2019. N 3. P. 5–18 (in Russian).
8. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Application of mobile frequency-resonance methods of satellite images and photo images processing for hydrogen accumulations searching. *Geoinformatyka*. 2019. N 3. P. 19–28 (in Russian).
9. Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. Technology of frequency-resonance processing of remote sensing data: results of practical approbation during mineral searching in various regions of the globe. Part I. *Geoinformatyka*. 2019. N 3. P. 29–51 (in Russian).
10. Búzios oil field. https://en.wikipedia.org/wiki/B%C3%BAzios_oil_field
11. Orca-1 Exploration Well Makes Major Gas Discovery Offshore Mauritania. <http://investors.kosmosenergy.com/news-releases/news-release-details/orca-1-exploration-well-makes-major-gas-discovery-offshore>

Received 11/11/2019