

С.П. Левашов^{1,2}, Н.А. Якимчук^{1,2}, И.Н. Корчагин³, Ю.М. Пищаный¹, В.Г. Бахмутов³,
В.Д. Соловьев³, Д.Н. Божежа²

**ЮЖНО-ФОЛКЛЕНДСКИЙ БАССЕЙН:
НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЛУБИННЫХ
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ НЕОДНОРОДНОСТЯХ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ
(ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И
ДИСТАНЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)**

По материалам геоэлектрических измерений в сезонных работах 17-й Украинской антарктической экспедиции в 2012 г. получены новые данные о глубинном строении тектонической зоны между Фолклендскими островами на севере и Южными Шетландскими островами на юге, что дает возможность оценить вероятный характер геодинамических процессов формирования и эволюции, происходивших в пределах этого обширного региона. Положение основных глубинных геоэлектрических границ и характер их контактов вблизи Южных Шетландских и Фолклендских островов свидетельствуют о принципиально различном распределении в структурах пролива Дрейка коровых слоев и мантийных неоднородностей, формирующих комплексы пород континентальной и океанической коры. На акватории Южно-Фолклендского бассейна методом ВЭРЗ закартированы и определены параметры аномально поляризованных пластов типа “залежь углеводородов” для некоторых участков шельфовой зоны. Этими результатами дополнены данные о нефтегазоносности структур дна бассейна.

Ключевые слова: Южно-Фолклендский бассейн, дистанционные исследования, геоэлектрические методы, глубинное строение, углеводороды.

Введение. Комплекс тектонических структур, включающий Фолклендский бассейн, структуры пролива Дрейка и моря Скоша, уже многие годы является объектом геолого-геофизических исследований, представляя большой интерес для изучения процессов формирования и эволюции его основных тектонических элементов [5, 8–10, 17].

Понимание конкретных механизмов сложных процессов преобразований и эволюции тектоносферы Земли возможно лишь при использовании обобщающей и универсальной геотектонической концепции. Такая концепция должна базироваться на естественной физической модели тектогенеза, способной не только объяснить факт существования крупных геофизических неоднородностей и их пространственного распределения, но и раскрыть особенности их взаимосвязи с глобальными процессами эволюции тектоносферы в этом регионе.

Новые данные о глубинном строении тектонической зоны между Фолклендскими островами на севере и Южными Шетландскими островами на юге, полученные по материалам геоэлектрических измерений в сезонных работах 17-й Украинской антарктической экспедиции (УАЭ), дают возможность оценить вероятный характер геодинамических процессов, происходивших в преде-

лах обширного региона от Антарктического полуострова до Фолклендских островов.

Глубинные геофизические неоднородности и особенности геодинамики структур тектонического пояса от Антарктического полуострова до Фолклендских островов. В настоящее время принято считать, что обширная зона перехода от Южной Америки к Антарктиде начала формироваться в процессе рифтогенного распада Гондваны, а современная конфигурация континентальных окраин в этом регионе образовалась около 30 млн лет назад [5, 10]. Формирование земной коры в море Скоша и прилегающих к нему районах происходило в результате раздвижения литосферных плит (на расстояние порядка 500–600 миль) и под влиянием процессов спрединга, образовавших за последние 30–40 млн лет в структурах региона океаническую кору. В основе этой гипотезы лежат материалы сейсмических исследований о глубинной структуре земной коры и результаты интерпретации данных о распределении датированных магнитных аномалий в регионе [5, 10]. Следует отметить, что в таких построениях учитывается наличие отдельных континентальных блоков и структур с промежуточным типом коры. Их существование связывается с этапами активных преобразований региона, когда последова-

тельность процессов формирования тектонических структур определялась особенностями динамики относительного движения Южной Америки и Антарктики и скоростью перемещения астеносферного потока с тихоокеанской стороны переходной зоны на восток [5].

Комплекс гетерогенных структур пролива Дрейка, моря Скоша и смежных бассейнов может также рассматриваться в виде единого тектонического пояса, в котором континентальный мост между Южной Америкой и Антарктическим полуостровом испытал в прошлом растрескивание, локальный рифтовый спрединг и региональные погружения. В структуре дна этого пояса сохранились черты строения Палеоземли Южной Патагонии, а динамика его развития определялась разогревом литосферы и обширным мантийным воздыманием в условиях умеренного раздвижения между континентами Южной Америки и Западной Антарктики [8, 9]. Бесспорные свидетельства погружения дна в проливе Дрейка были получены по скв. 322 и 325 глубоководного бурения “Гломар Челленджер”. Судя по разрезу скв. 322, мелководное в позднем олигоцене дно пролива испытало погружение в миоцене до уровня более 2000 м, а в плиоцене–плейстоцене – до современных глубин порядка 5000 м [8]. На карте рельефа обширные участки погруженных структур дна в проливе Дрейка и море Скоша выделяются довольно четко (рис. 1).

Исследования показали, что крупные литосферные плиты региона (Южно-Американская и Скоша) достаточно отчетливо реагируют на приложенные напряжения, формируя дополнительные сложные глубинные структуры, что отражается в аномальном распределении геофизических неоднородностей различного уровня. Косвенное подтверждение предлагаемой схемы развития ре-

гиона – наличие в пределах исследуемого тектонического пояса реликтовых блоков континентальной коры с океаническими платобазальтами [8, 9].

Детальное комплексное изучение геолого-геофизических характеристик и глубинного строения, привлечение новых независимых данных, в том числе материалов геоэлектрических съемок, позволит выявить особенности процессов, сформировавших в результате многофакторных тектонических преобразований современную структуру региона. Наш опыт использования материалов геоэлектрических измерений методом вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) показал принципиальную возможность применения этого метода для построения глубинных разрезов земной коры структур дна Южного океана [7, 8].

С помощью экспериментальной технологии ВЭРЗ в точках зондирования определяют спектральные характеристики электромагнитного поля, излучаемого аномально поляризованными пластами (АПП) типа “нефтяной пласт”, “газовый пласт”, “залежь газогидратов”, длину излучаемой поляризованным пластом волны, а также глубины залегания, знак поляризации и мощности АПП. Длину излучаемой волны определяют по наступлению резонанса с волной, генерируемой в приемном контуре [1–4].

Совместное использование методов становления короткоимпульсного поля (СКИП) и ВЭРЗ позволяет выявлять и оконтуривать в пределах перспективных на нефть и газ площадей аномальные участки повышенной поляризации и повышенного удельного электрического сопротивления пород, а также оценивать суммарную мощность АПП, определять их мощность и глубины залегания.

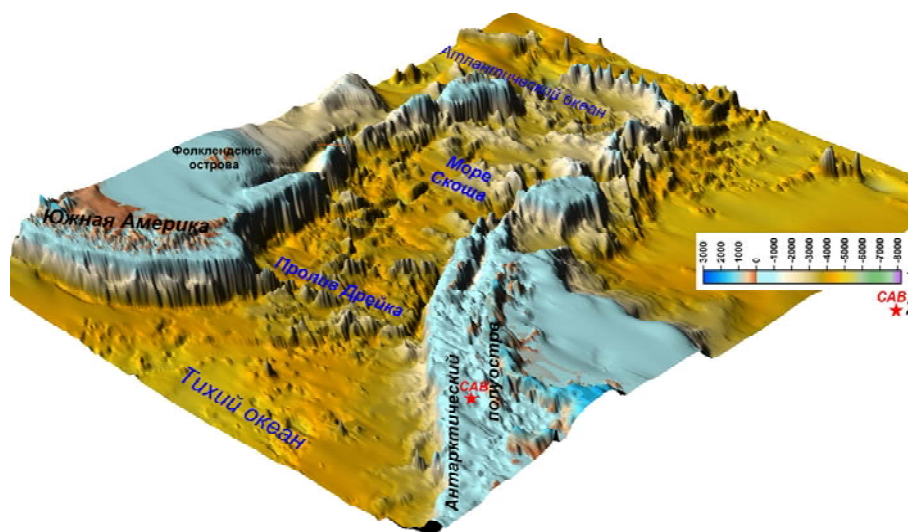


Рис. 1. Схематическая карта рельефа дна района исследований: 1 – шкала абсолютных глубин (высот), м; 2 – местоположение УАС “Академик Вернадский”

В последние годы эти технологии использовались также для изучения глубинных неоднородностей и построения разрезов структур земной коры Западной Антарктики на глубину до 24–32 км [7, 8]. Для повышения оперативности, расширения возможностей и достоверности решения конкретных поисковых задач разработана новая методика комплексирования технологий СКИП–ВЭРЗ с нетрадиционной для классической геофизики технологией частотно-резонансной обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), которая уже прошла практическую апробацию на более чем 150 отдельных поисковых объектах, участках и площадях [1–4]. Опытные работы показали, что выявленные в результате частотно-резонансной обработки спутниковых данных аномальные зоны типа “залежь углеводородов” уверенно коррелируют с геоэлектрическими СКИП-аномальными зонами, что позволяет говорить о зарождении новых геофизических методов, базирующихся на принципах “вещественной” парадигмы изучения объектов исследований [1].

Результаты применения комплекса геоэлектрических технологий СКИП–ВЭРЗ и специальной частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ в сезонных (2012 г.) работах 17-й УАЭ, по нашему мнению, подтверждают возможность его использования для изучения локальных и глубинных неоднородностей кристаллического фундамента и земной коры акваторий, а также решения сложных прикладных задач локального и регионального прогноза перспектив нефтегазоносности, обнаружения и картирования важнейших видов полезных ископаемых.

Новые материалы, включая данные бурения, дали возможность получить основные представления о распределении пород осадочного чехла Фолклендского бассейна, определить элементы тектоники и положение глубинных горизонтов земной коры тектонических структур, формирующих современную пограничную зону между комплексами структур Южно-Американской “плиты” на севере и “плиты” Скоша на юге [5, 11–17].

Краткий обзор геолого-геофизических данных о глубинном строении Южно-Фолклендского бассейна. Исследования глубинного строения Фолклендского плато и структур шельфа Фолклендских островов ведутся на протяжении нескольких десятилетий. Первые геофизические материалы, в том числе данные ГСЗ, для этого района были опубликованы в 1964 г. [5]. Однако комплексные глубинные геофизические модели созданы лишь в последние годы [17].

Геоэлектрические профили ВЭРЗ, полученные в сезонных работах 17-й УАЭ (1–1а и 4–4а), пересекли серию структур дна пролива Дрейка и

моря Скоша, а также часть структур Южно-Фолклендского бассейна (блок с банкой Бердвуд, Фолклендский желоб, Южно-Фолклендский шельф), которые в статье объединены под общим названием Южно-Фолклендский бассейн (рис. 2).

Рассмотрим имеющиеся геолого-геофизические данные о морфологии и глубинном строении отдельных тектонических элементов этого бассейна.

Фолклендские острова с прилегающими структурами, расположенными в пределах обширной, вытянутой на восток от континента Южной Америки зоны продолжения Патагонского шельфа, являются своеобразным тектоническим центром западной части Фолклендского бассейна. Острова окружены со всех сторон мезо-кайнозойскими осадочными бассейнами: с севера – Северо-Фолклендским, с востока – бассейном Фолклендского плато, с юга – Южно-Фолклендским, с запада – Мальвинским (рис. 2). На островах обнажается позднедокембрийский гранито-гнейсовый и палеозойский метаморфический фундамент, раннепалеозойские–девонские и верхнепалеозойские отложения чехла, ранне- и среднеюрский рифтогенный

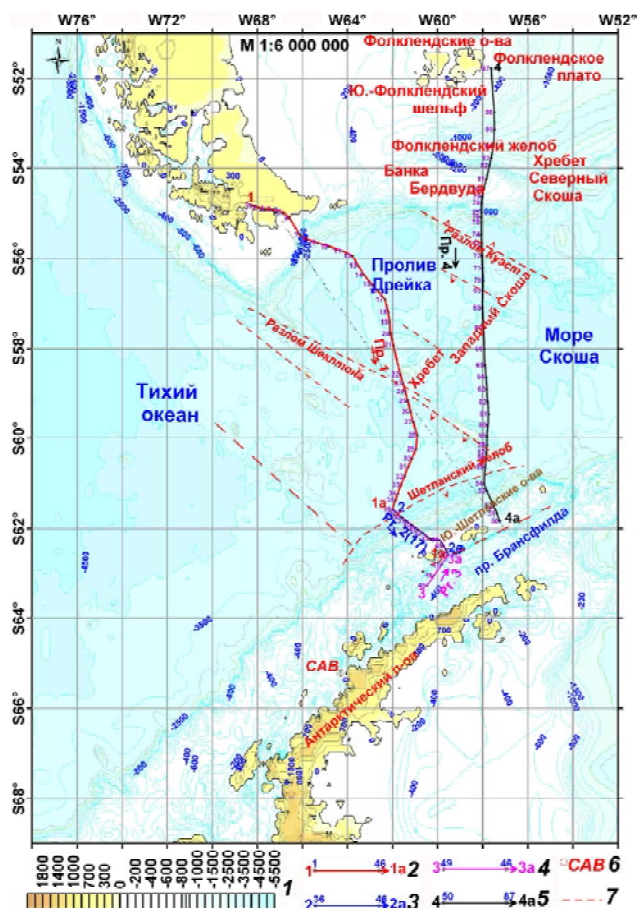


Рис. 2. Схема тектонических элементов, рельефа дна и положения профилей вертикального электрорезонансного зондирования в районе пролива Дрейка, Южных Шетландских и Фолклендских островов (2012): 1 – шкала глубин и высот, м; 2–5 – профили зондирования по ходу судна; 6 – Украинская антарктическая станция “Академик Вернадский”; 7 – тектонические нарушения

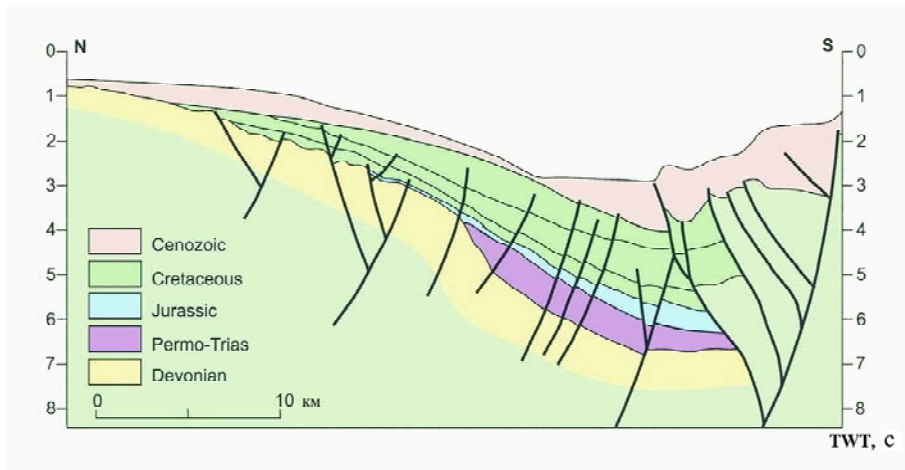


Рис. 3. Схематический меридиональный геологический разрез через структуры Южно-Фолклендского бассейна, по Phil Richards [15]

вулканогенно-обломочный континентальный комплекс, пострифтовые морские отложения верхней юры, мела и кайнозоя. Их формирование связывают с процессами рифтогенной деструкции Гондваны [5].

Южно-Фолклендский бассейн граничит с Мальвинским бассейном на западе и бассейном Фолклендского плато на востоке, формируя складчатые структуры северного окончания “плиты” Скоша на ее границе с Южно-Американской “плитой” (рис. 3). В западной части бассейна осадочный чехол (за пределами желоба) представлен фанерозойскими отложениями, мощность которых варьирует от 0,5 до 1–2 км. Предполагается, что основные геологические характеристики можно оценить исходя из результатов бурения скважин в смежном Мальвинском бассейне, а также имеющихся мате-

риалов глубинного бурения (скважины DSDP – 330 и 511) на Фолклендском плато [5].

Фолклендский желоб представлен разломной впадиной с глубинами от 900 м вблизи Фолклендских островов до 3700 м на Фолклендском плато (48° з. д.), расположенной к северу от Северного хребта Скоша и банки Бердвуд (рис. 4). На юге склон желоба представлен метаморфическими и консолидированными осадочными породами позднепалеозойского и палеогенового возраста, близкими к породам краевых складчатых структур Анд [8]. На северном склоне желоба закартированы древние породы, слагающие основание Фолклендского плато, – древние граниты и гнейсы, перекрытые метаморфическими и осадочными породами палеозойско-мезозойского возраста [5]. Наличие крупной отрицательной аномалии поля силы тяжести над желобом связывают с влиянием толщи осадков (см. рис. 2), общая мощность которых севернее банки Бердвуд превышает 7 км [5, 17].

Блок Бердвуд в виде протяженного (более 900 км) подводного хребта расположен между Южно-Фолклендским желобом на севере и пограничными структурами Северного хребта Скоша на юге (см. рис. 2). Его минимальная глубина (банка Бердвуд) не достигает 50 м, в восточной части средние глубины не превышают 400–450 м. Разрез блока выполнен палеозойскими, верхнемеловыми и палеоген-неогеновыми породами Патагонской ветви Андийского орогена [5].

В юго-западной части блок ограничен зоной разломов куэст (см. рис. 2), что может свидетельствовать о влиянии сдвиговых деформаций на процессы формирования этой структуры.

Сейсмические профили разных лет, пересекающие структуры Фолклендского бассейна, характеризуют особенности глубинного строения земной коры, отличной от типично океанической. Согласно [5, 17], общая мощность земной коры

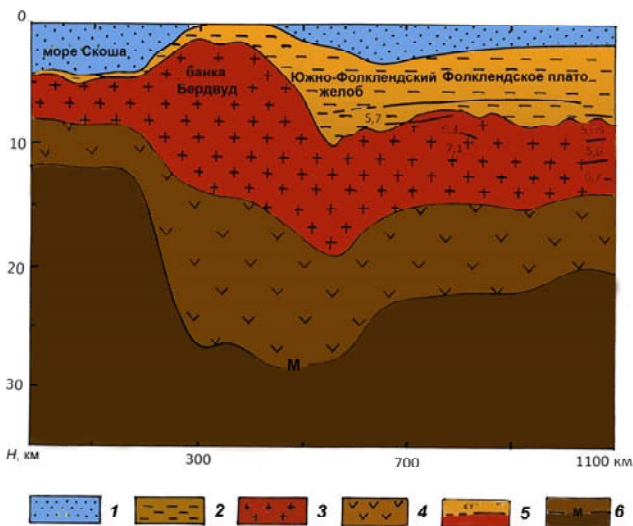


Рис. 4. Модель глубинного строения восточной части Южно-Фолклендского бассейна, по [17]: 1 – вода; 2 – комплекс осадочных пород; 3 – верхняя часть земной коры; 4 – нижняя часть земной коры; 5 – промежуточные границы (и значения скорости) в земной коре по сейсмическим данным; 6 – раздел Мохо. Положение профиля показано на рис. 7

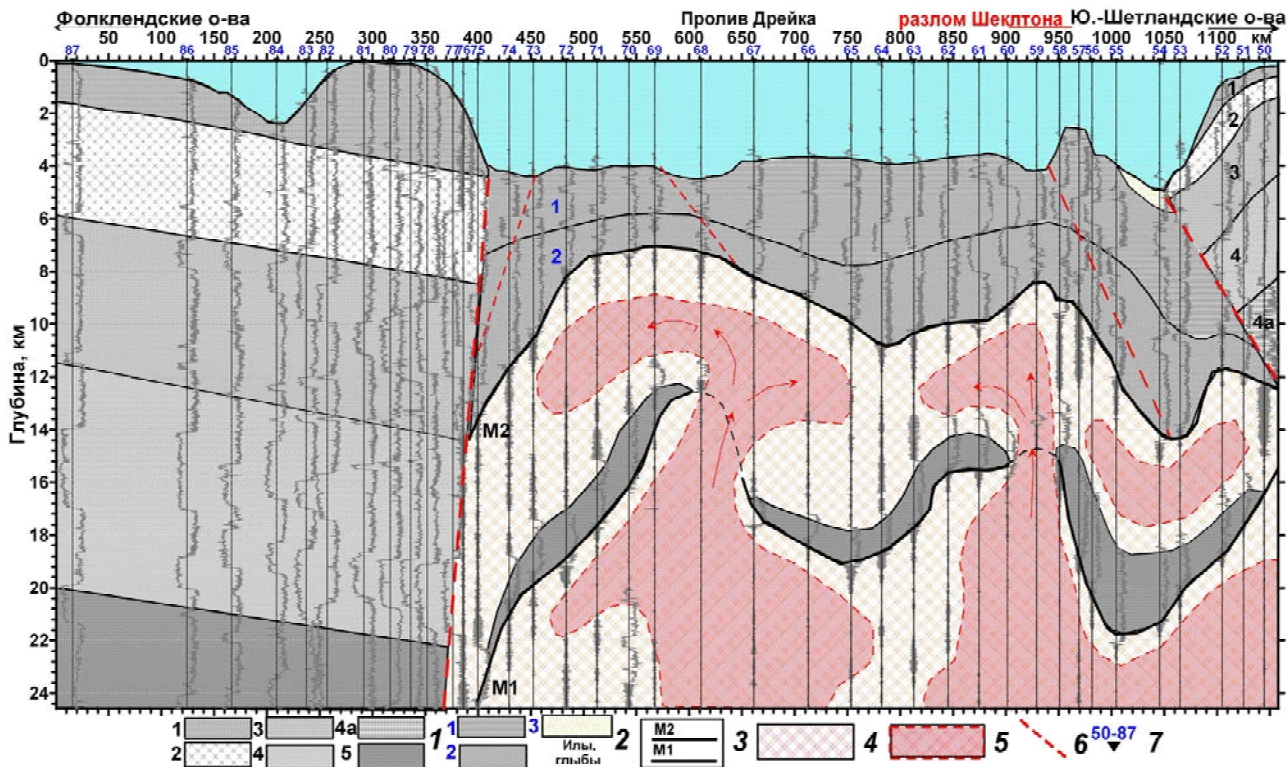


Рис. 5. Строение земной коры в районе пролива Дрейка (Фолклендские – Южные Шетландские острова), по данным ВЭРЗ, 2012 г.: 1 – комплексы пород континентальной коры; 2 – комплексы пород океанической коры; 3 – геоэлектрические границы типа “граница Мохо”; 4 – породы верхней мантии; 5 – высокотемпературные зоны пород верхней мантии; 6 – тектонические нарушения; 7 – пункты ВЭРЗ и их номера. Положение профиля показано на рис. 2

возрастает от 20–28 км под банкой Бердвуд до 30–33 км под Фолклендскими островами (см. рис. 4).

Рассмотрим результаты глубинного зондирования методом ВЭРЗ, полученные вдоль меридионального профиля от Южных Шетландских до Фолклендских островов. Общая протяженность профиля превышает 1150 км (рис. 5).

Положение основных глубинных геоэлектрических границ и характер их контактов вблизи Южных Шетландских и Фолклендских островов свидетельствуют о принципиально различном распределении в структурах пролива коровых слоев и мантийных неоднородностей, формирующих комплексы пород континентальной и океанической коры (рис. 5). На геоэлектрическом профиле ВЭРЗ выделены отдельные сегменты горизонта мощностью 1–3 км, расположенные на разной глубине (12–23 км). В западной части моря Скоша выделяется два разрыва этого горизонта протяженностью до 50–70 км (рис. 5). Как следует из построенных по материалам ВЭРЗ разрезов, разрывы могут быть каналами поступления высокотемпературных глубинных пород верхней мантии. Через данные каналы формировались породы и происходило их распределение ниже геоэлектрического раздела M_2 . Согласно строению разрезов, можно говорить о тектонической мобильности земной коры, неравномерном рас-

пределении мощности отдельных ее слоев и явной геофизической неоднородности литосферных “плит” региона. Все выделенные неоднородности подтверждают предположение о проявлении масштабных нелинейных геодинамических процессов формирования крупных структур океанического дна Мирового океана [6].

О нефтегазоносности структур шельфа Фолклендских островов. Первая лицензия на разведку структур шельфа Фолклендских островов была выдана правительством Великобритании в 1985 г., а в 1993 г. были обнаружены первые залежи нефти в районах, расположенных к северу от островов [15].

Общая площадь перспективных участков Северо-Фолклендского бассейна превышает 400 тыс. км². Она охватывает четыре осадочных бассейна мезокайнозойского возраста. Основная структура этой части Северо-Фолклендского бассейна – Северо-Фолклендский грабен (рифтовая зона), состоящий из системы депрессий, разделенных центральным меридиональным поднятием и разломами. В 1998 г. в регионе было пробурено шесть скважин, лишь частично характеризующих углеводородный потенциал всего бассейна. В разрезах скважин продуктивные горизонты расположены на глубинах от 1600 до 2900 м. По данным бурения в структурах Северо-Фолклендского бассейна обнаружены все необходимые эле-

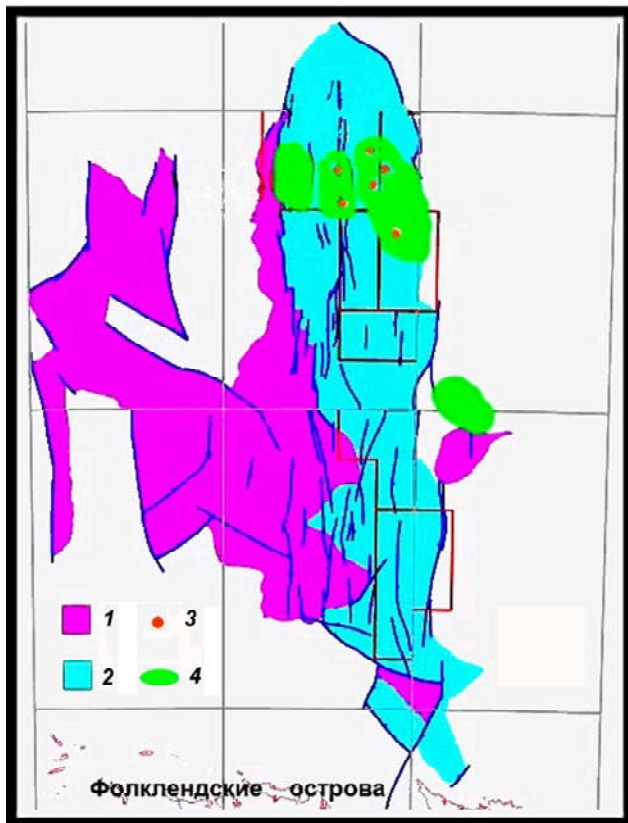


Рис. 6. Структурная схема Северо-Фолклендского бассейна, по [15], с изменениями и дополнениями: 1 – рифтовые эродированные осадки; 2 – верхнеюрские и верхнемеловые синрифтовые осадки зоны грабена; 3 – пробуренные продуктивные скважины; 4 – участки, перспективные на углеводороды, по результатам обработки данных ДЗЗ

менты системы нефтеобразования, что позволяло надеяться на успешные коммерческие результаты при продолжении нефтепоисковых работ. Особый интерес представляют структуры в центральной части бассейна, где существенную роль играют системы разломов, выступающих в роли подводящих вертикальных каналов для глубинной нефти. Это подтверждается и результатами обработки данных ДЗЗ для северных участков Фолклендского шельфа, проведенной в 2012 г. Согласно указанным данным, на нефть перспективны обширные территории, расположенные вблизи уже пробуренных продуктивных скважин, а также отдельные площади за пределами уже известных перспективных участков (рис. 6).

В 2011 г. на участке Sea Lion (рис. 7) было успешно завершено бурение серии новых скважин и получены притоки нефти с глубины 2400–2600 м. Запасы разведанного месторождения превышают 300 млн баррелей, а промышленную добычу нефти этого месторождения планируют начать в 2017 г. [16]. Общие запасы нефти в структурах шельфа по разным оценкам составляют от 8,3 до 60 (!) млрд баррелей, что в несколько раз превышает запасы Великобритании [15, 16]. Следует отметить, что многие эксперты не разделяют мнения о наличии очень крупных запасов углеводородов на шельфе Фолклендских островов.

Интерес к изучению структур региона возрос в последние годы, когда результаты проведенных

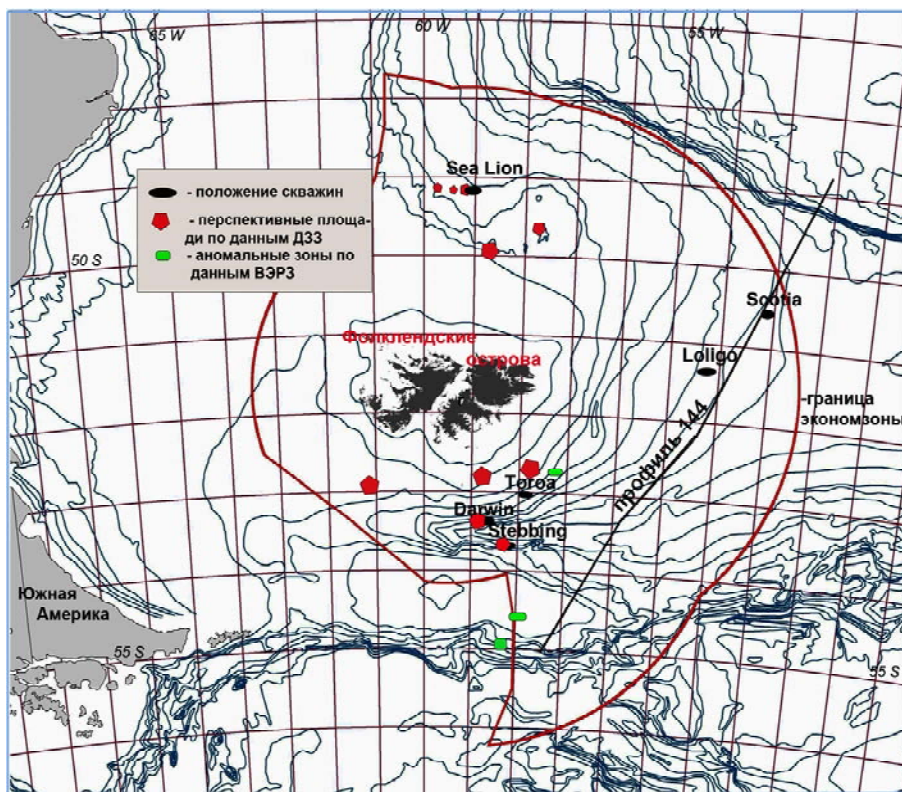


Рис. 7. Схематическая карта расположения основных участков бурения скважин на углеводороды в пределах экономической зоны Фолклендских островов, по [15, 16], с добавлениями. Показано положение сейсмического профиля 144, по [17]

масштабных геофизических работ открыли новые перспективы освоения нефтегазоносной провинции, охватывающей разные участки шельфа Фолклендских островов. Новые материалы, включая данные бурения, позволили получить основные представления о распределении осадочного чехла Фолклендского бассейна, определить элементы тектоники и положение глубинных горизонтов земной коры тектонических структур региона [5, 15, 16].

В пределах Южно-Фолклендского бассейна, в 150 км к югу от Фолклендских островов, в последние годы был выполнен значительный объем высокоточных сейсмических исследований (включая 3D сейсмику). Полученные материалы позволили выделить протяженный структурный пояс мезозойских пород, в которых выявлена серия антиклинальных структур, перспективных на нефть и газ. В процессе исследований были закартированы также участки развития BSR-зон, косвенно указывающие на возможные скопления газогидратов. Следует отметить, что анализ результатов ранее проведенных сейсмических исследований и бурения на участках Северо-Фолклендского бассейна дал основание предполагать, что перспективные залежи нефти в отдельных блоках региона могут залегать и на

глубинах свыше 3000 м, а проявления углеводородов на меньших глубинах могут быть вызваны процессами вертикальной, а не только горизонтальной миграции. Поэтому последующие скважины планировали бурить на глубину до 5000 м и более. Всего в пределах участков Южно-Фолклендского шельфа планировалось в 2012 г. пробурить на нефть пять скважин: Togoа, Darwin, Stebbing, Loligo и Scotia (рис. 8). Ранее буровые работы здесь не проводились.

Ниже рассмотрены возможности применения методики частотно-резонансной интерпретации данных ДЗЗ для картирования аномалий типа “нефтегазовая залежь” [1–4] в структурах шельфа Фолклендских островов. Рекогносцировочная интерпретация спутниковых данных была выполнена с целью исследования возможностей обнаружения и картирования аномалий типа “залежь углеводородов” на тех локальных участках, где есть официальные данные о пробуренных скважинах и их продуктивности.

В продуктивной скважине Darwin, пробуренной летом 2012 г. на глубину 4876 м, мощность нефтесодержащего пласта, представленного нижнемеловыми мелководными песчаниками, которые перекрыты нижнемеловыми сланцами, составила около 70 м [11–16].

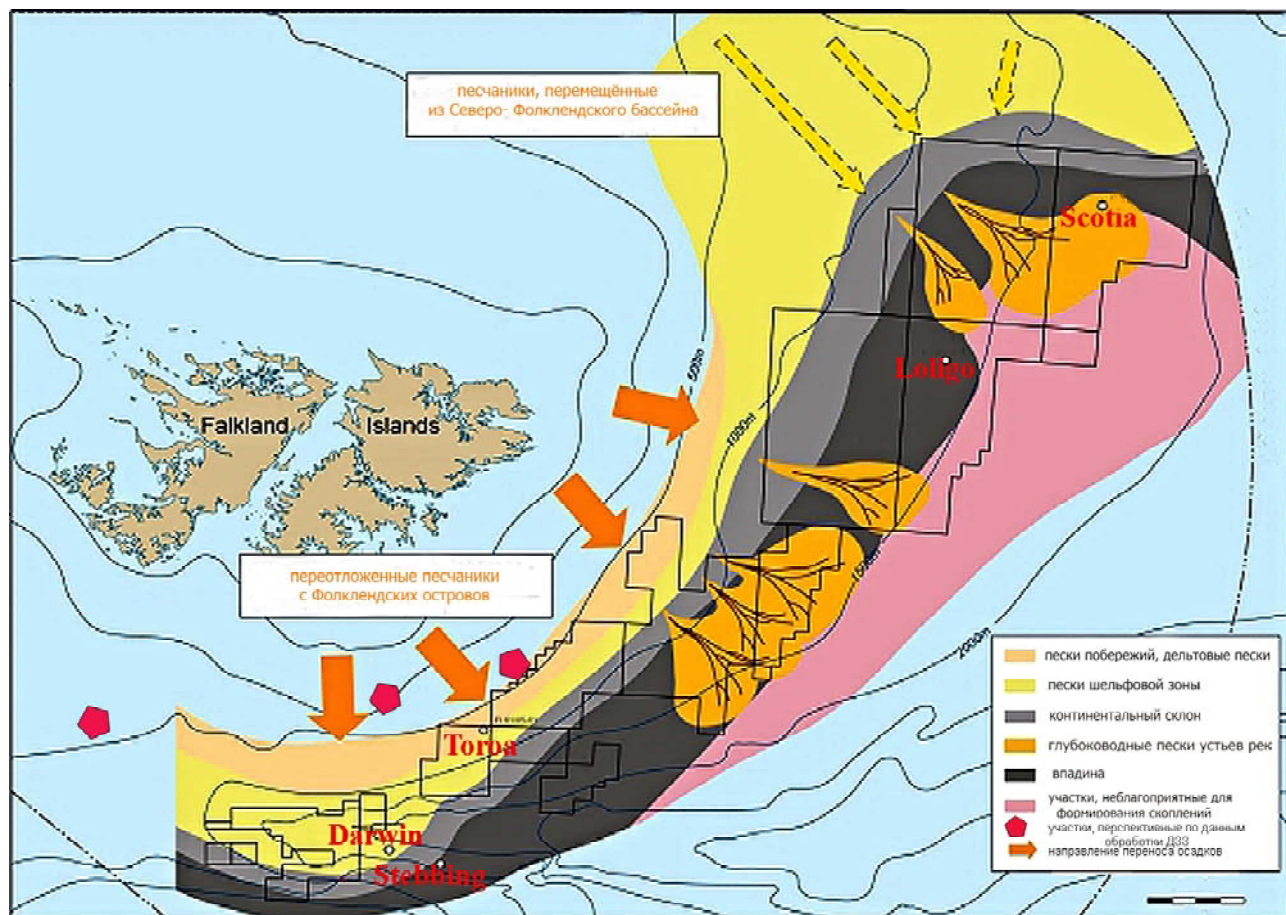


Рис. 8. Схема мест расположения скважин, пробуренных в южной и восточной частях экономической зоны Фолклендских островов, по [15,16]. Показано положение отдельных лицензионных площадей, элементов рельефа и участков, перспективных на углеводороды по данным обработки материалов ДЗЗ

© С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин, Ю.М. Пищаный, В.Г. Бахмутов, В.Д. Соловьев, Д.Н. Божежа

Для интерпретации нами были использованы доступные спутниковые данные ДЗЗ в масштабе 1 : 500 000, а также открытые данные о положении буровых скважин Darwin, Stebbing и Togoa на участке Южно-Фолклендского шельфа [11–16]. При обработке этих данных аномальные эффекты проявились на резонансных частотах газа, газо-конденсата и нефти.

В результате интерпретации выделены три аномальные зоны, две из которых совпадают с положением скважин, а третья (в западной части площади) не оконтурена (рис. 9). По нашим данным, максимальное пластовое давление в пределах пробуренных скважин не превышает 21 МПа, а на резонансных частотах газа при более высоких давлениях аномальные эффекты не проявились. Это значит, что из установленного скважиной Darwin коллектора в интервале глубин 4633–4681 м [16] мощных притоков углеводородов ввиду большой глубины продуктивного горизонта может и не быть. В описаниях результатов бурения скважин отмечается, что коллекторы во всех скважинах представлены переслаиванием песчаников, сланцев и глин, указывается на их плохое качество и слабую пористость. Этими факторами, вероятно, обусловлены относительно невысокие значения пластового давления, полученные в результате обработки данных ДЗЗ на участках Darwin и Stebbing (рис. 9). По результатам исследования материалов бурения предполагается пробурить новые, более глубокие скважины на расстоянии 3–10 км от скважины Darwin, предварительно выполнив здесь трехмерные сейсморазведочные работы общим объемом около 1000 км² [11–16].

Из результатов обработки данных ДЗЗ на участках следует, что если скопления газа в слабо-проницаемых коллекторах фиксируются аномальными зонами типа “залежь газа” с относительно невысокими значениями пластового значения, то предложенная технология обработки и интерпретации данных может применяться и для обнаружения и картирования “Sweet Spots” участков при поисках и разведке скоплений сланцевого газа.

Скважина Stebbing была пробурена летом 2012 г. на общую глубину 3060 м, где аномально высокое давление газа помешало дальнейшему бурению. При бурении скважины Loligo глубиной 4043 м (рис. 8) на глубинах от 2420 до 3720 м была обнаружена газоносная толща, содержащая два продуктивных пласта мощностью 46 и 59 м на глубинах 3462–3558 и 3608–3705 м соответственно. Перспективы нефтеносности данной скважины выяснить не удалось. В конце 2012 г. скважина Scotia достигла пород среднелового возраста на глубине 5555 м. Были обнаружены только признаки наличия углеводородов низкого качества в мелкозернистых песчаниках и аргил-

литах (интервалы 4719–4769 и 4900–5164 м), без формирования притока углеводородов [11–16]. Таким образом, значительных промышленных притоков углеводородов в пробуренных скважинах Darwin и Stebbing получить не удалось, что подтверждает оценку их перспективности по результатам предварительной интерпретации материалов ДЗЗ (рис. 8). Детальное и надежное сопоставление результатов оценки перспективности по предложенной методике для локальных объектов можно провести лишь на основе кондиционных крупномасштабных данных ДЗЗ.

Анализ полученных данных бурения показал необходимость проведения дополнительных трехмерных сейсморазведочных работ в южной части лицензионных площадей в районе развития меловых комплексов конуса выноса Diomedea, а также к западу и северо-западу от газоконденсатного месторождения Darwin. Эти работы общей площадью более 6000 км² были успешно завершены в 2013 г. [16].

Во время проведения сезонных работ на акватории Южно-Фолклендского бассейна методом ВЭРЗ были закартированы и определены параметры (положение в разрезе, мощность аномальных пластов и др.), АПП типа “залежь углеводородов” для трех ранее не известных перспективных участков к югу от Фолклендских островов (см. рис. 7).

Протяженные зоны АПП типа “нефтяная залежь” выявлены на глубинах от 1200 до 2800 м (рис. 10–13), имеют переменную мощность в первые десятки (до сотни) метров и приурочены к глубинам дна порядка 650–800 м. Пластовые давления для этих аномалий составляют 23–

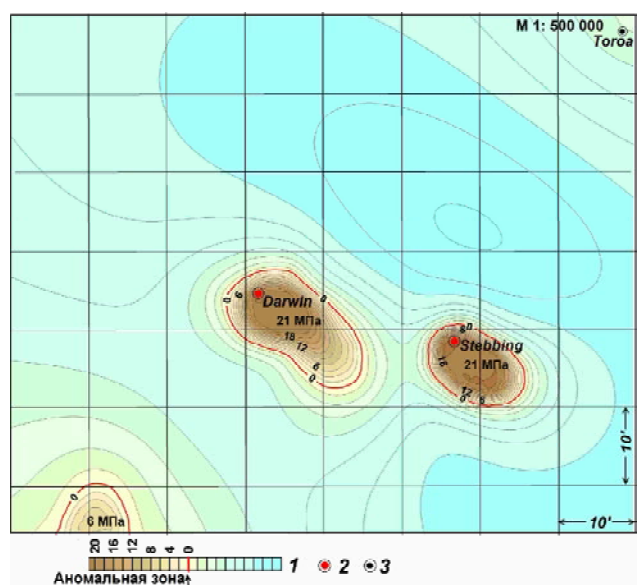


Рис. 9. Карта аномальных зон типа “нефтяная залежь” в районе южных лицензионных площадей Фолклендских островов (по результатам обработки и дешифрирования данных ДЗЗ): 1 – шкала максимальных значений пластового давления, МПа; 2 – положение скважин на участках Darwin и Stebbing; 3 – пустая скважина Togoa

© С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин, Ю.М. Пищаный, В.Г. Бахмутов, В.Д. Соловьев, Д.Н. Божжежа

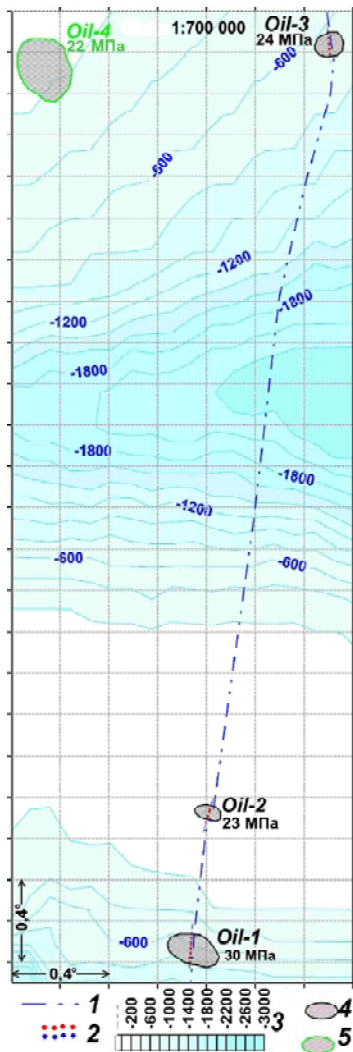


Рис. 10. Положение геоэлектрических аномальных зон типа “нефтяная залежь” к югу от Фолклендских островов (по результатам обработки данных ДЗЗ и морских работ 17-й УАЭ, март 2012 г.): 1 – маршрут движения корабля; 2 – точки съемки методом СКИП (красные – положительные значения, синие – отрицательные); 3 – шкала абсолютных значений глубин, м; 4 – аномальные зоны типа “нефтяная залежь” по результатам обработки данных ДЗЗ и морской съемки; 5 – аномальная зона типа “нефтяная залежь” по результатам обработки данных ДЗЗ

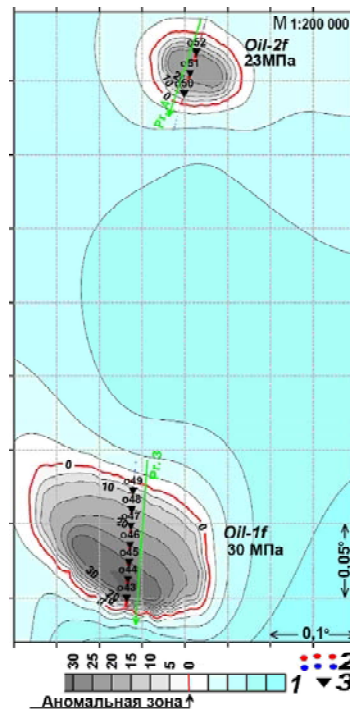


Рис. 11. Карта геоэлектрических аномальных зон типа “нефтяная залежь” Oil-1f, Oil-2f к югу от Фолклендских островов (17 УАЭ, 2012 г.): 1 – шкала значений максимального пластового давления в коллекторах, МПа; 2 – точки съемки методом СКИП (красные – положительные значения, синие – отрицательные); 3 – пункты ВЭРЗ

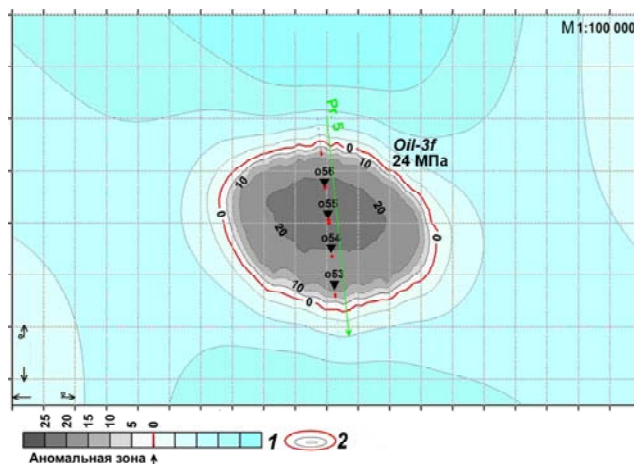


Рис. 12. Карта аномальной зоны типа “нефтяная залежь” Oil-3f на южном шельфе Фолклендских островов (УАЭ, 2012 г.): 1 – шкала значений максимального пластового давления в коллекторах, МПа; 2 – аномальная зона типа “нефтяная залежь”. Остальные условные обозначения см. на рис. 11

© С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин, Ю.М. Пищаный, В.Г. Бахмутов, В.Д. Соловьев, Д.Н. Божежа

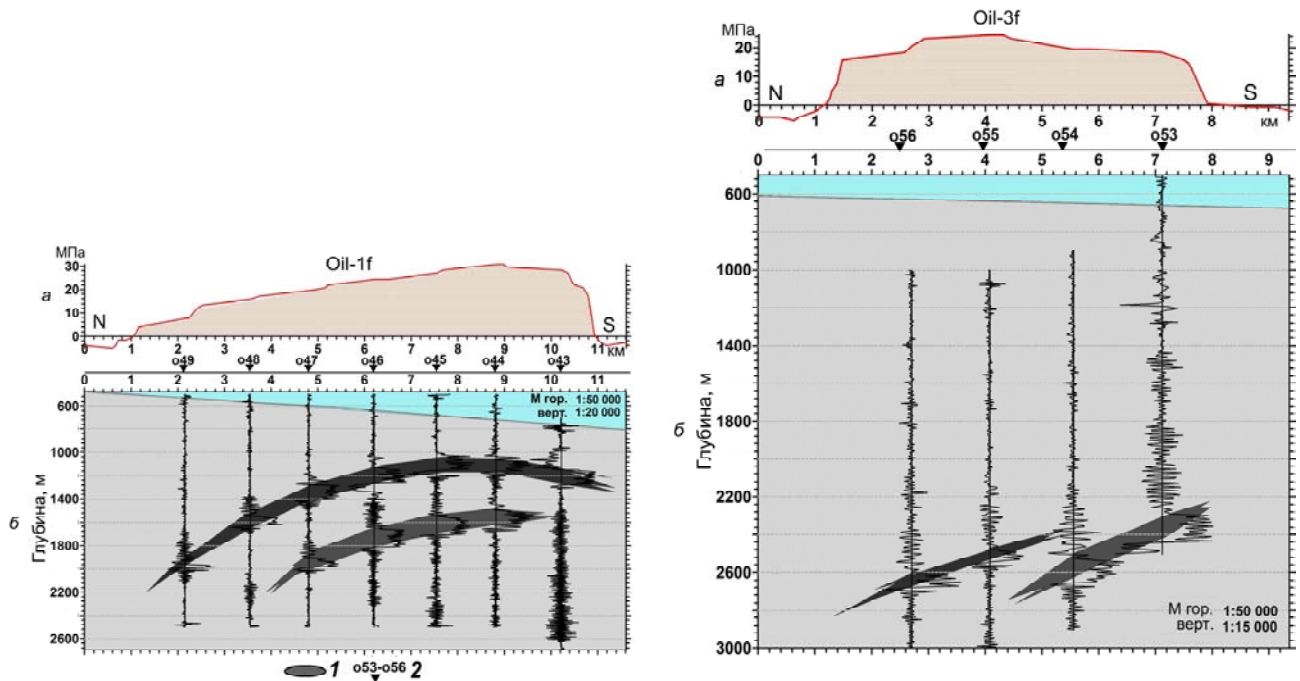


Рис. 13. Вертикальные разрезы вдоль геоэлектрических аномальных зон типа “нефтяная залежь” Oil-1f и Oil-3f на южном шельфе Фолклендских островов (17-я УАЭ, 2012 г.): а – изменение максимального пластового давления в коллекторах; б – вертикальный геоэлектрический разрез; 1 – зоны аномально поляризованных пластов типа “нефтяная залежь”; 2 – пункты ВЭРЗ и их номера

30 МПа, что может указывать на возможность получения притока углеводородов на перспективных участках.

Полученные результаты могут быть использованы при оценке нефтегазоносности структур Южно-Фолклендского бассейна.

Выводы

1. Анализ новых геофизических данных о глубинном строении структур дна западной части моря Скоша, полученных во время проведения сезонных работ 17-й УАЭ (2012 г.), дает основание предполагать, что этот регион состоит из комплекса морфоструктур с разным типом коры. Выявленный характер распределения глубинных геоэлектрических границ и наличие крупных мантийных неоднородностей в различных сегментах региона можно интерпретировать как отражение масштабных процессов формирования и эволюции основных структур дна пролива Дрейка и западной части моря Скоша, а также возможного глубинного преобразования фрагментов первичной коры региона. Интенсивность и продолжительность этих геодинамических процессов в значительной мере зависят не только от особенностей поступления глубинного тепла в верхние геосферы, но и от неравномерного воздействия на Землю космических факторов.
2. Результаты геоэлектрических исследований, свидетельствующие о значительных вариациях мощности земной коры, а также о возможном наличии отдельных зон высокотемпературных пород верхней мантии, могут быть

использованы для оценки механизмов формирования и геодинамической эволюции тектонических структур данного региона.

3. Результаты частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ в районе Фолклендских островов получены в рамках “вещественной” парадигмы геофизических исследований и сопоставлены с новейшими данными бурения скважин в этом районе. Показано, что предложенная технология может использоваться для оперативного рекогносцировочного обследования удаленных и труднодоступных участков и площадей с целью оценки перспектив их региональной и локальной нефтегазоносности. Накопленный опыт исследований позволяет считать, что эффективность геофизических методов, базирующихся на принципах “вещественной” парадигмы, выше эффективности традиционных методов, а совместное применение метода обработки и интерпретации данных ДЗЗ и технологии СКИП–ВЭРЗ на различных этапах геолого-геофизических исследований позволяет существенно оптимизировать и ускорять поисковые и изыскательские этапы геофизических работ.
4. Предложенная технология обработки и интерпретации данных ДЗЗ может быть использована также для обнаружения и картирования “Sweet Spots” участков при поисках и разведке скоплений газа в сланцевых породах.

Благодарности. Авторы выражают благодарность руководству Национального научного ан-

тарктического центра Украины за предоставленную возможность для широкой апробации новых мобильных технологий геофизических исследований в районе Украинской антарктической станции “Академик Вернадский” и акваториях Южного океана.

1. *Левашов С.П.* Частотно-резонансный принцип, мобильная геоэлектрическая технология: новая парадигма геофизических исследований / Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. // Геофиз. журн. – 2012. – Т. 34, № 4. – С. 167–176.
2. *Левашов С.П.* Методические аспекты применения технологии обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли при проведении поисковых работ на нефть и газ в акваториях / Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Самсонов А.И., Божежа Д.Н. // Геоинформатика. – 2012. – № 1. – С. 5–16.
3. *Левашов С.П.* Оценка относительных значений пластового давления флюидов в коллекторах: результаты проведенных экспериментов и перспективы практического применения / Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. // Там же. – 2011. – № 2. – С. 19–35.
4. *Левашов С.П.* Новые возможности оперативной оценки перспектив нефтегазоносности разведочных площадей, труднодоступных и удаленных территорий, лицензионных блоков / Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. // Там же. – 2010. – № 3. – С. 22–43.
5. *Новые идеи в океанологии* / Отв. ред. М.Е. Виноградов, С.С. Лаппо. – М.: Наука, 2004. – Т. 2: Геология. – 407 с.
6. *Пущаровский Ю.М.* Тектоника Атлантики с элементами нелинейной геодинамики / Труды ГИН. – М.: Наука, 1994. – Вып. 481. – 84 с.
7. *Соловьев В.Д.* Новые данные о перспективности шельфа Антарктического полуострова на нефть и газ (по результатам геофизических исследований) / Соловьев В.Д., Корчагин И.Н., Бахмутов В.Г., Левашов С.П., Якимчук Н.А., Божежа Д.Н., Прилуков В.В. // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К., 2011. – С. 33–47.
8. *Удинцев Г.Б.* Пролив Дрейка и море Скоша – океанские ворота Западной Антарктики / Удинцев Г.Б., Береснев А.Ф., Куренцова Н.А., Кольцова А.В., Доморацкая Л.Г., Шенке Г.В., Отт Н., Бахмутов В.Г., Соловьев В.Д., Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. // Строение и история развития литосферы. – М.: Paulsen, 2010. – С. 66–90.
9. *Удинцев Г.Б., Шенке Г.В.* Очерки геодинамики Западной Антарктики. – М.: ГЕОС, 2004. – 132 с.
10. *Barker P.F.* Tectonic development of the Scotia Arc region / Barker P.F., Dalziel W.D., Storey B.C. // The Geology of Antarctica. – Oxford, 1991. – P. 215–248.
11. *Borders & Southern Petroleum Plc.* // Ann. Rep. and Accounts. – 2011. – www.bordersandsouthern.com
12. *Borders & Southern Plugged.* – Abandoned Stebbing Well. – http://www.subseaiq.com/data/Project.aspx?project_id=1184&AspxAutoDetectCookieSupport=1
13. *Falklands: POOR SHOW FOR SCOTIA WELL.* – <http://www.falklandnews.com/public/story.cfm?get=6416&source=3>
14. *Gas condensate find raises Falkland expectations* // First Break. – 2012. – V. 30. – P. 40–41.
15. http://www.falklands-oil-3_com
16. <http://www.senergyworld.com>
17. *Kimbell G.S., Richards P.C.* The three-dimensional lithospheric structure of the Falkland Plateau region based on gravity modeling // J. Geol. Soc. – 2008. – V. 165, N 4. – P. 795–806.

¹*Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, Киев, Украина,*

Поступила в редакцию 16.09.2013 г.

²*Центр менеджмента и маркетинга в области наук о Земле ИГН НАН Украины,*

³*Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины
E-mail: korchagin@karbon.com.ua*

**ПІВДЕННОФОЛКЛЕНДСЬКИЙ БАСЕЙН:
НОВІ ДАНІ ЩОДО ГЛИБИННИХ ГЕОФІЗИЧНИХ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ ТА НАФТОГАЗОНОСНОСТІ
(ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ГЕОЕЛЕКТРИЧНИХ І ДИСТАНЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ)**

За матеріалами геоелектричних вимірювань під час сезонних робіт 17-ї Української антарктичної експедиції в 2012 р. отримано нові дані щодо глибинної будови тектонічної зони між Фолклендськими островами на півночі та Південними Шетландськими островами на півдні. Вони дають можливість оцінити ймовірний характер геодинамічних процесів формування та еволюції, які відбувалися в межах цього регіону. Положення основних глибинних геоелектричних меж і характер їх контактів поблизу Південних Шетландських і Фолклендських островів свідчать про принципову різницю у розподілі в структурах протоки Дрейка корових горизонтів і мантійних неоднорідностей, що формують комплекси порід континентальної та океанічної кори. На акваторії Південнофолклендського басейну методом ВЕРЗ закартовано та визначено параметри аномально поляризованих пластів типу “поклад вуглеводнів” для деяких ділянок шельфової зони. Цими результатами доповнено дані стосовно нафтогазоносності структур басейну.

Ключові слова: Південнофолклендський басейн, дистанційні дослідження, геоелектричні методи, глибинна будова, вуглеводні.

**THE SOUTH FALKLAND BASIN: NEW DATA ON DEEP GEOPHYSICAL INHOMOGENEITIES
AND OIL AND GAS POTENTIAL (BASED ON REMOTE SENSING AND GEOELECTRIC RESULTS)**

Geoelectric measurements made during the 17th Ukrainian Antarctic Expedition (XVII UAE, 2012) allowed to obtain new results on the deep structure of the tectonic zone between the Falkland Islands and the South Shetland Islands. The results make it possible to estimate the probable nature of geodynamic processes in this region. Deep geoelectric boundaries position and the nature of their contacts near the South Shetland Islands and the Falkland Islands show a fundamentally different distribution of the crustal and mantle homogeneities in the Strait structures forming continental and oceanic rock complexes. In the South Falkland Basin shelf, some anomalous zones of “hydrocarbon deposit” type were detected due to special technology of satellite data processing and interpretation. The “deposit” type anomalies were mapped by FSPEF survey and anomalous polarized layers of “the hydrocarbon deposit” type were chosen by VERS sounding within these anomalies. These result contribute in the oil and gas potential data for the South Falkland Basin shelf zone.

Keywords: South Falkland Basin region, remote data processing, geoelectric survey, deep structure, hydrocarbons.