

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЛУБИННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЯХ СТРУКТУР ПРОЛИВА ДРЕЙКА И УГЛЕВОДОРОДНОМ ПОТЕНЦИАЛЕ МАТЕРИКОВОЙ ОКРАИНЫ АНТАРКТИЧЕСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Представлены результаты геоэлектрических исследований структур земной коры Западной Антарктики и оценки минерально-ресурсного потенциала региона, полученные во время проведения сезонных работ 17-й Украинской антарктической экспедиции (март 2012 г.). В окрестностях Украинской антарктической станции “Академик Вернадский”, в проливах Дрейка и Брансфилда, а также в западной части моря Скоша выполнено свыше 85 глубинных зондирований ВЭРЗ (до 24300 м). Общая протяжённость галсов съёмки методом ВЭРЗ составила 2424 км. Выявленный характер распределения глубинных геоэлектрических границ и крупных мантийных неоднородностей в различных сегментах пролива Дрейка отражает масштабные процессы формирования и глубинного преобразования фрагментов континентальной коры под воздействием крупных диапиров частично расплавленных пород верхней мантии. Для четырёх аномалий типа “залежь нефти” общей площадью около 900 км² определены параметры аномальных пластов и их положение в разрезе. Полученные данные подтверждают предположение о возможном существовании в этой части Антарктического шельфа новой нефтегазоносной площади.

Ключевые слова: Антарктика, пролив Дрейка; Южно-Шетландский жёлоб; геоэлектрические и дистанционные методы; нефтегазоносность.

Введение

В комплексной программе геолого-геофизических исследований структур земной коры и литосферы Западной Антарктики Национального антарктического научного центра Украины особое внимание уделяется изучению района расположения Украинской антарктической станции (УАС) “Академик Вернадский”, а также работам на отдельных участках континентальной окраины Антарктического полуострова, перспективных с точки зрения формирования важнейших видов полезных ископаемых. Такие геофизические исследования выполняются во время сезонных экспедиций с использованием новейших разработок и технологий, апробированных в различных регионах Украины и мира [Левашов и др., 2006а, 2006б, 2010, 2011, 2012].

Во время проведения сезонных работ 2004 и 2006 гг. выполнен значительный объём геолого-геофизических исследований в Западной Антарктике, в т.ч. геоэлектрическими методами становления короткоимпульсного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ). В этих экспедициях отработана методика проведения геоэлектрических измерений с использованием технологии СКИП-ВЭРЗ в акваториях морей и океанов, а также определены основные принципы их геологической интерпретации.

Методики исследований

Используемые в работе геоэлектрические методы базируются на изучении геоэлектрических

параметров среды в импульсных неустановившихся геоэлектрических полях, а также исследовании распределения квазистационарного электрического поля Земли и его спектральных характеристик над залежами углеводорода УВ [Левашов и др., 2006а, 2006б]. Экспресс-технология “прямых” поисков и разведки залежей УВ включает мобильные методы СКИП и ВЭРЗ.

Методом СКИП регистрируется процесс становления поля короткого электрического импульса в малогабаритных дипольных ферритовых антеннах. Площадная съёмка этим методом позволяет картировать положительные геоэлектрические аномалии типа “залежь” (АТЗ), характерные для месторождений УВ. Имеющийся на сегодняшний день опыт проведения съёмок на известных месторождениях показал, что во всех случаях над ними фиксировалась аномалия типа “залежь”. Было также показано, что наличие АТЗ указывает на высокую вероятность присутствия залежи УВ, а за её пределами такая вероятность резко падает. Применяя эту технологию (в площадном варианте), можно значительно сократить район поисков на новых площадях и выделить наиболее перспективные участки для постановки детальных геолого-геофизических исследований.

Методом ВЭРЗ в точках зондирования выделяются аномально поляризованные пласты (АПП) типа “нефтяной пласт”, “газовый пласт”, “залежь газогидратов” и др., а также определяются глубины их залегания и мощности. Совместное использование этих методов (СКИП-ВЭРЗ) позволяет выявлять и оконтуривать в пределах перспектив-

ных на нефть и газ площадей аномальные участки типа (АТЗ), а также оценивать суммарную мощность аномально поляризованных пластов (АПП) типа “нефть” и “газ”, определять их мощность и глубины залегания.

В последние годы эти методы используются с целью изучения глубинных неоднородностей и построения схематических разрезов структур земной коры Западной Антарктики на глубину до 24–32 км ([Левашов и др., 2006; Удинцев и др., 2010; Bakhmutov et al., 2010; Levashov et al., 2007; Solovyov et al., 2009, 2011] и др.).

Для повышения оперативности, расширения возможностей и достоверности решения конкретных поисковых задач разработано новую методику комплексирования методов СКИП и ВЭРЗ с нетрадиционным для классической геофизики методом частотно-резонансной обработки и интерпретации (дешифрирования) данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), который уже апробирован на более чем 100 отдельных поисковых объектах, участках и площадях ([Levashov et al., 2010, 2011, 2012] и др.). Проведенные опытные работы показали, что выявленные методом частотно-резонансной обработки спутниковых данных аномальные зоны типа “залежь УВ” уверенно коррелируют с геоэлектрическими СКИП-аномальными зонами.

Ниже представлены результаты применения комплекса геоэлектрических методов (СКИП-ВЭРЗ) и технологии частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ в сезонных (март 2012 г.) работах 17-й Украинской антарктической экспедиции (УАЭ). Они, по нашему мнению, подтверждают возможность использования комплекса этих методов для изучения локальных и глубинных неоднородностей кристаллического фундамента и земной коры акваторий, а также для решения сложных прикладных задач локального и регионального прогноза перспектив нефтегазности, обнаружения и картирования важнейших видов полезных ископаемых в шельфовых зонах континентальной окраины Антарктического полуострова.

Геоэлектрические исследования в сезонных работах 17-й УАЭ

Пролив Дрейка и район континентальной окраины Антарктического полуострова являются относительно доступной частью Западной Антарктики для геолого-геофизического изучения глубинного строения, эволюции и современных тектонических процессов Тихоокеанской континентальной окраины. Конечной целью таких исследований является создание современной схемы геодинамической эволюции, учитывающей весь комплекс геофизических данных о глубинном строении и тектонике структур литосферы Западной Антарктики.

За время сезонных работ экспедиции с борта судна “Polar Pioneer” проведены геоэлектрические

измерения вдоль профилей общей протяженностью 3955 км (рис. 1).

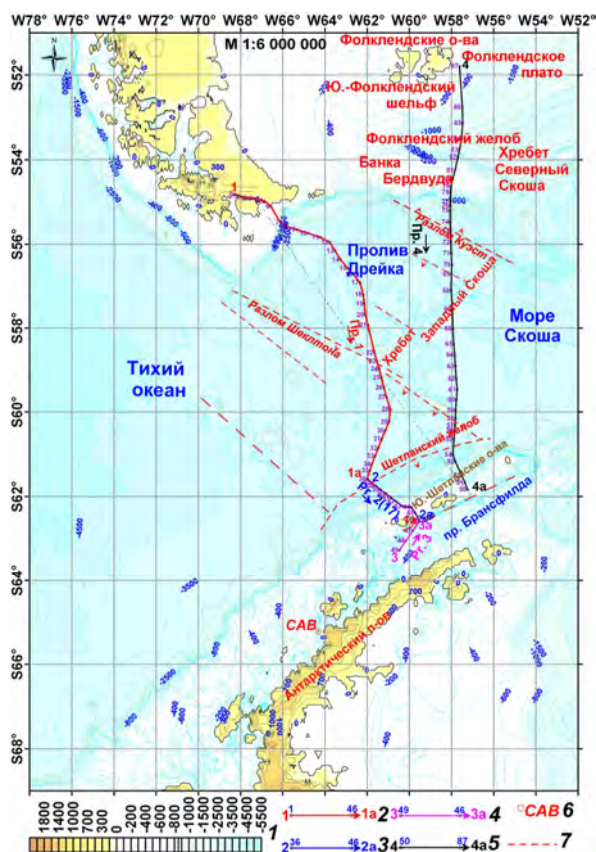


Рис. 1. Расположение профилей вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) в районе пролива Дрейка, Южных Шетландских и Фолклендских островов (17-й УАЭ, 2012 г.): 1 – шкала глубин и высот (метры); 2-5 – профили зондирования по ходу судна; 6 – Украинская антарктическая станция “Академик Вернадский”; 7 – тектонические нарушения

Наблюдения методом ВЭРЗ выполнены до глубины 24300 м с шагом зондирования 10 м, т.е. для каждой точки диаграмма зондирования состояла из 2430 записей. Полученные значения глубин геоэлектрических неоднородностей относятся к середине интервала пространственного перемещения судна за время измерения.

Проанализируем результаты геолого-геофизической интерпретации полученных данных.

Геолого-геофизическим исследованиям глубинного строения структур пролива Дрейка и моря Скоша в последние годы уделялось много внимания, поскольку данные о тектонике и геодинамике этого региона, отражающие многофазные этапы развития Тихоокеанской континентальной окраины, неполные и достаточно противоречивые. Поэтому проведенные исследования могут быть полезными для оценки возможных механизмов формирования и эволюции тектонических структур этого региона.

Формирование и геодинамическую эволюцию гетерогенных структур дна пролива Дрейка и моря Скоша принято считать [Новые..., 2004; Удинцев, Шенке, 2004; Удинцев и др., 2010; Barker et al., 1991] обусловленными взаимодействием между Южно-Американской и Антарктической плитами, наиболее активная фаза которого приходилась на конец олигоцена – начало плиоцена (35 млн. лет назад). Поэтому этот район рассматривается как результат воздействия горизонтальных движений крупных литосферных плит и длительных процессов рифтогенного спрединга в новообразованных океанических котловинах, включающих в себя отдельные континентальные фрагменты. Некоторые исследователи полагают, что тектонический пояс пролива Дрейка – моря Скоша сформировался как ареал крупных фрагментов континентального моста (Южная Америка – Антарктида), испытавших дробление и базификацию в условиях умеренного растяжения и кратковременного рифтогенеза, вызванного воздействием мощного потока мантийного вещества, направленного со стороны Тихого океана к Южно-Сандвичевой островной дуге [Удинцев, Шенке, 2004; Удинцев и др., 2010]. Эти противоречия можно разрешить лишь при наличии значительного объема новых данных о пространственном расположении раздела Мохо, а также сведений о наличии (или отсутствии)

участков с корой переходного типа и крупными мантийными неоднородностями в структурах региона. Сегодня распределение глубинных границ тектонического пояса известно лишь фрагментарно, а полученные по сейсмическим данным значения мощности земной коры в отдельных структурах сильно различаются [Bakhtmutov et al., 2010; Ashcroft, 1972; Grad et al., 1993; Barker et al., 1991]. Поэтому привлечение новых независимых данных, в том числе и материалов геоэлектрических съёмок методами СКИП-ВЭРЗ, может быть полезным для комплексного анализа тектоники и геодинамики этого обширного региона.

Профили через пролив Дрейка (1, 2, 4, рис. 1) общей протяженностью 2420 км пересекают структуры пролива в его центральной и восточной части – от побережья Южной Америки и Фолклендских островов на севере до Южных Шетландских островов на юге. Геоэлектрический профиль 1-1а протяженностью 1250 км пересекает в южном направлении структуры материковой окраины Южной Америки, котловину Яган (Бердвуд), разлом Шеклтона, фрагменты рифтовой зоны Западного хребта Скоша, а в своей юго-восточной части – Южно-Шетландский жёлоб и Южные Шетландские острова (рис. 2).

Построенный геоэлектрический разрез земной коры вдоль профиля 1-1а (рис. 2) характеризует

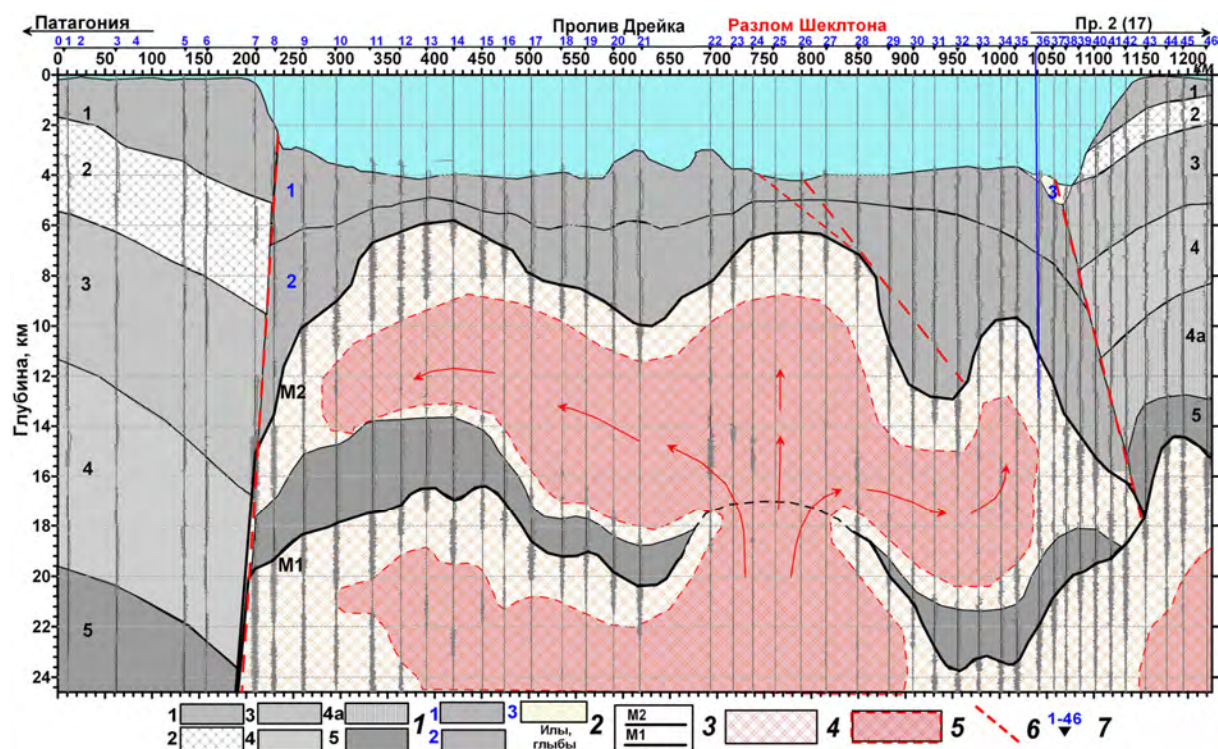


Рис. 2. Схематизированный разрез земной коры вдоль профиля 1-1а через пролив Дрейка (Патагония – Южно-Шетландские о-ва) по данным ВЭРЗ (2012 г.):

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 (возможно, зоны высоких скоростей сейсмических волн); 6 – тектонические нарушения; 7 – пункты ВЭРЗ

строение центральной части пролива Дрейка на глубину до 24 км. Такая глубина исследований позволила выделить характерные границы внутри комплексов пород континентальной и океанической коры, показать сложный характер разломных зон вблизи побережья Южной Америки и Антарктического полуострова, а также выделить крупные мантийные неоднородности. Наличие в разрезе нескольких характерных геоэлектрических границ ниже раздела Мохо, а также выделение возможных высокотемпературных зон пород верхней мантии может свидетельствовать о гетерогенности структур дна пролива и наличии современных процессов тектоно-магматической активизации и рифтогенеза.

Схематизированный разрез земной коры пролива Дрейка вдоль профиля 1-1а подтверждает основные закономерности распределения глубинных неоднородностей, ранее выявленные по результатам геоэлектрических исследований 2006 г. Наблюдаются и определённые отличия глубинных разрезов, полученных в экспедициях 2006 и 2012 гг. Так, рельеф границы М2 вдоль профиля по данным 2012 г. имеет значительно более контрастный характер, чем по данным 2006 г. и сейсмическим данным о положении раздела Мохо. Схематическая карта глубины границы М2 в структурах пролива Дрейка построена по данным глубинных зондирований ВЭРЗ, полученным во время проведения сезонных работ 2006 и 2012 гг. (рис. 3). На карте отчётливо выделяются участки с подъёмом границы М2 на 2–3 км относительно среднего её положения в структурах пролива. Наиболее выразительные минимумы (подъёмы раздела Мохо) приурочены к выраженным в рельефе дна сегментам рифтового хребта Западный Скоша и зоне разломов Шеклтона. Природа минимума в северо-западной части площади остаётся невыясненной, поскольку в рельефе дна этой части пролива нет структурных форм, свидетельствующих о процессах тектонической активизации. Возможно, аномальные вариации положения глубинных границ в разрезах связаны с наличием высокотемпературных диапиров верхней мантии, в разное время внедрившихся на глубину 9–12 км (рис. 2).

Новые данные о глубинном строении самой восточной части пролива Дрейка (Западной котловины Скоша) получены вдоль геоэлектрического профиля 4, проходящего в северо-западном направлении от Южных Шетландских до Фолклендских островов (рис. 4). На этом профиле выделены отдельные сегменты горизонта мощностью 1–3 км, расположенного на разной глубине (12–23 км.). Этот горизонт аналогичен глубинному горизонту, показанному на рис. 2. Но если в центральной части пролива Дрейка зафиксирован лишь один разрыв этого сплошного горизонта протяжённостью около 150 км (рис. 2), то в восточной его части выделяются два таких разрыва

протяжённостью до 50–70 км (рис. 4). Как следует из построенных разрезов, разрывы отражают каналы поступления высокотемпературных пород верхней мантии (рис. 2, 4), благодаря которым формировались нижележащие горизонты под геоэлектрическим разделом М2. Их протяжённость (150–700 км) в глубинных разрезах пролива Дрейка (рис. 2, 4) может определяться положением профилей съёмки по отношению к разлому Шеклтона и сегментам рифтового хребта Западный Скоша.

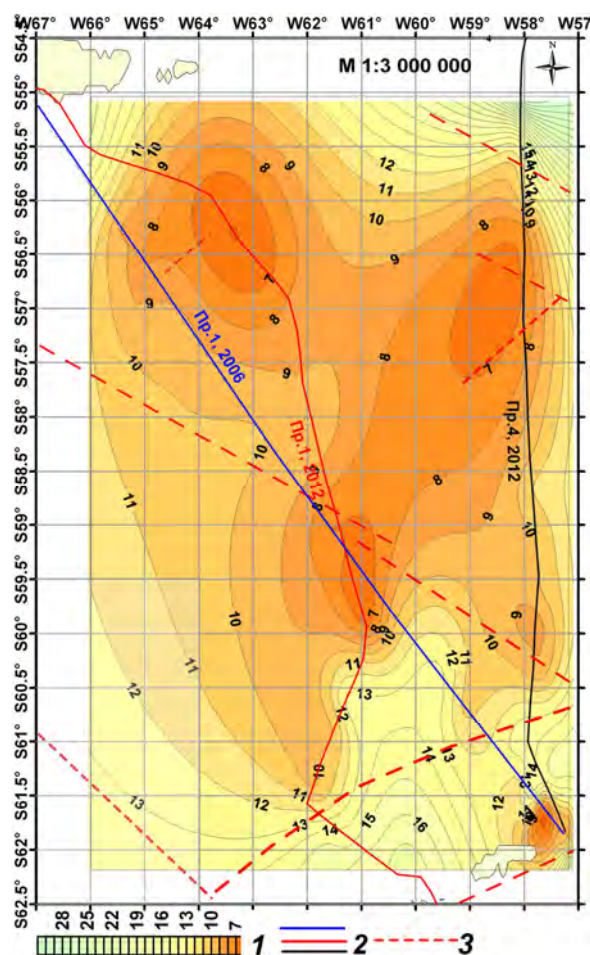


Рис. 3. Схематическая карта глубины границы М2 типа “Мохо” (без осреднения) в районе пролива Дрейка (по результатам ВЭРЗ в сезонных антарктических экспедициях 2006 и 2012 гг.): 1 – шкала глубин границы М2; 2 – профили ВЭРЗ 2006 и 2012 гг.; 3 – тектонические нарушения

Для участков, расположенных вблизи области пересечения зоны разломов Шеклтона и сегментов Западного хребта Скоша, где влияние процессов рифтообразования на формирование глубинных границ проявлялось в наибольшей степени, характерны и вариации глубинного положения раздела Мохо (от 6–8 до 11–12 км). Утонение океанической коры до 6 км протяжённостью более 15 км (рис. 2, ПК 325–475 км) связано с воздействием на

коровые слои открытого канала поступления высокотемпературных пород верхней мантии, удалённого на расстояние более 300 км. С этим же каналом связано утонение земной коры в районе Южно-Шетландского жёлоба (рис. 2, ПК 975-1050 км).

Такая же картина характерна и для изменения мощности коры в восточной части пролива Дрейка, где внедрение разогретого вещества мантии приводит к уменьшению мощности коры на 3–4 км (рис. 4, ПК 450-750, ПК 800-1000).

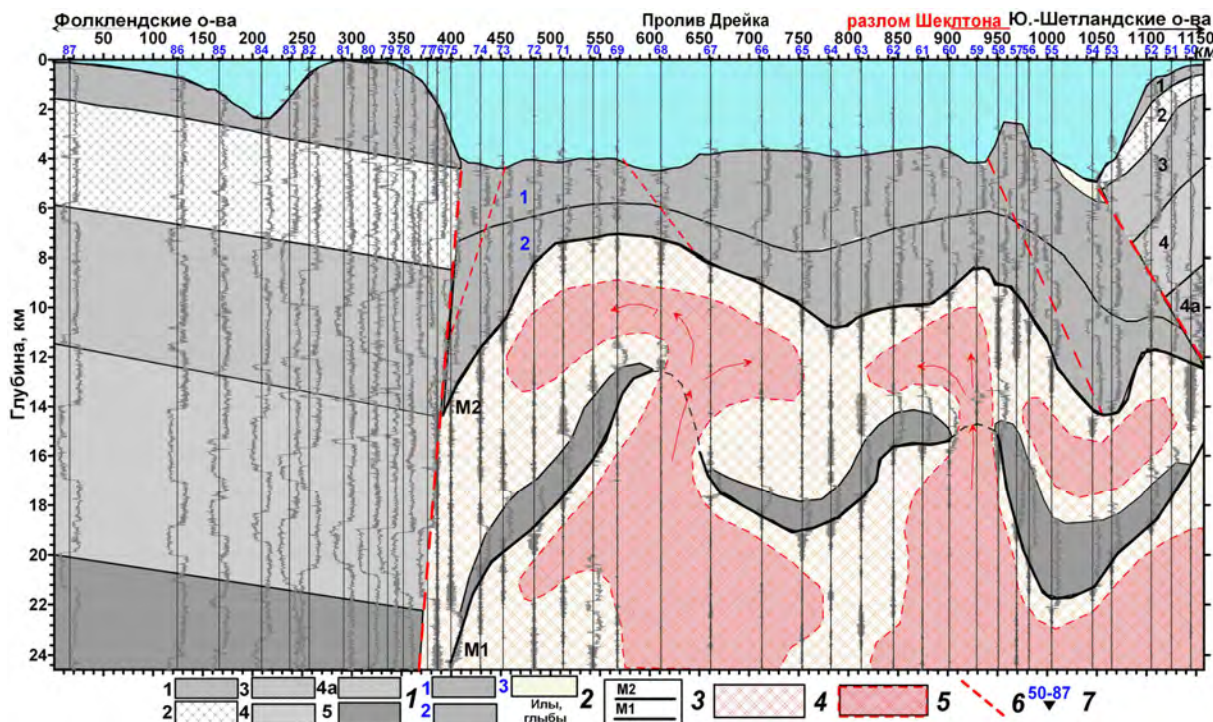


Рис. 4. Схематизированный разрез земной коры вдоль профиля 4 через пролив Дрейка (Южно-Шетландские – Фолклендские острова) по данным ВЭРЗ (2012 г) (условные обозначения см. на рис. 2)

Положение основных глубинных геоэлектрических границ и характер их контактов вблизи Южных Шетландских и Фолклендских островов свидетельствует о принципиально различном распределении в структурах пролива коровых слоёв и мантийных неоднородностей, формирующих комплексы пород континентальной и океанической коры. Поэтому отчётливо выраженные в рельефе дна сегменты рифтового хребта Западный Скоша отражают лишь локальный современный этап масштабных процессов преобразования пород земной коры и верхней мантии пролива Дрейка, выявленных по геоэлектрическим данным.

Геоэлектрические исследования в районе Южно-Шетландского жёлоба

Профили 1-1а и 4 в юго-восточной части пересекли границу океанической и континентальной коры в районе Южно-Шетландского жёлоба, природа возникновения которого однозначно не установлена. Поэтому новые материалы о глубинном строении этой части континентальной окраины Антарктического полуострова представляют особый интерес.

Южно-Шетландский жёлоб вместе с грядой Южно-Шетландских островов, рифтом пролива

Брансфилд и структурами Антарктического полуострова часто рассматривают как единую взаимосвязанную тектоническую систему. Желоб пролегает вдоль Южных Шетландских островов в виде узкой депрессии с глубинами дна моря до 4600 м в юго-западной части и до 5200 м в северо-восточной своей части. На профилях 2 и 4 его глубина составляет около 4400 м (рис. 2, 4).

Часть профиля 1-1а, вынесенная на отдельный рисунок в более крупном масштабе (рис. 5), по локализации точно соответствует положению сейсмического профиля длиной 310 км (DSS-17) польских исследователей, который был отработан в 1987 г. В крест простирания желоба через гряду Южно-Шетландских островов и пролив Брансфилда до Антарктического полуострова [Grad et al., 1993]. Глубина раздела Мохо изменяется вдоль этого профиля от 10 км для океанической коры под проливом Дрейка и Южно-Шетландским желобом до 40 км под Антарктическим полуостровом.

Отметим, что представленный геоэлектрический разрез (рис. 5) существенно отличается от сейсмического разреза DSS-17 как в океанической, так и в континентальной части. В океанической части геоэлектрический разрез содержит на глубине 18–20 км дополнительный горизонт мощнос-

тью 1–3 км, указывающий на наличие мантийных неоднородностей в разрезе. На сейсмическом разрезе мантийные неоднородности в океанической части профиля не выделяются. При переходе в континентальную часть на геоэлектрическом разрезе отмечается значительное погружение непрерывной границы M2 (аналога сейсмического раздела Мохо) с 11 км (пролив Дрейка) до 18 км (Южные

Шетландские острова). Ниже (на глубине 18–22 км) расположены породы верхней мантии, которые в виде единого горизонта подстилают земную кору всего тектонического пояса от пролива Дрейка до пролива Брансфилда, где в глубинном разрезе дополнительно выделяется высокотемпературная зона пород верхней мантии на глубине 19–24 км (рис. 5).

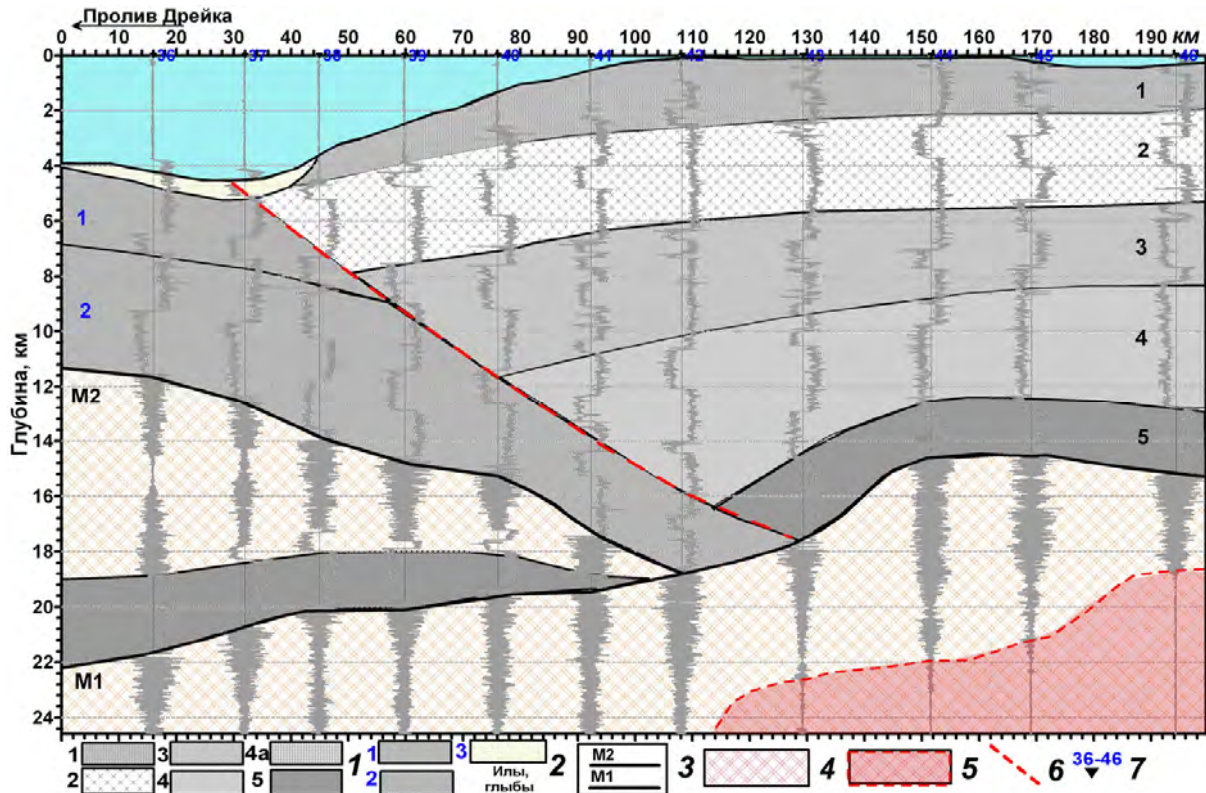


Рис. 5. Схематизированный разрез земной коры вдоль профиля 2 (DSS-17) через Южно-Шетландский жёлоб по данным ВЭРЗ (2012 г.) (условные обозначения см. на рис. 2)

Отметим, что эти мантийные породы располагаются и под частью Южных Шетландских островов, что может свидетельствовать о существовании и перемещениях активного астенолита в этом тектоническом поясе. Наиболее существенные различия глубинных разрезов отмечены под Южными Шетландскими островами, где мощность коры по сейсмическим данным профиля DSS-17 достигает 28–35 км, а самая глубокая геоэлектрическая граница комплекса пород континентальной коры не опускается ниже 19 км. Такие же значительные расхождения в положении наиболее глубинных границ получены и для пролива Брансфилда, где, по сейсмическим данным профиля DSS-17, мощность коры достигает 30–35 км, а наиболее глубокая геоэлектрическая граница комплекса пород континентальной коры не опускается ниже 16 км.

По данным ВЭРЗ, пограничный контакт пород океанической и континентальной коры проходит по крупному наклонному тектоническому нарушению и заканчивается на глубине 17–18 км (рис. 5).

Большинство исследователей разделяют мнение о субдукционной природе Южно-Шетландского жёлоба, возникшего в результате процесса погружения литосферной плиты Феникс под континентальную окраину Антарктического полуострова. Считается, что данные сейсмического профиля ГСЗ DSS-17 убедительно подтверждают это предположение. Предполагается также, что следствием замедления процесса субдукции, произошедшего, по данным интерпретации линейных датированных магнитных аномалий в проливе Дрейка около 4 млн. лет назад, было раскрытие пролива Брансфилда и формирование задугового рифтового бассейна с проявлениями современной вулканической деятельности в его центральной части [Bakhmutov et al., 2010; Grad et al., 1993; Barker et al., 1991].

Существует и альтернативное объяснение механизма формирования структур континентальной окраины, при котором развитие структурной оси жёлоба связывается с нормальными сбросами, что

не требует привлечения механизма субдукции. А значительное увеличение глубины Мохо, характерное для континентальных окраин разного типа, не является доказательством реальности процесса активной субдукции в этом районе [Удинцев, Шенке, 2004; Удинцев и др., 2010].

Приведенный глубинный геоэлектрический разрез вдоль профиля 4 (рис. 4) в своей юго-восточной части также пересекает Южно-Шетландский жёлоб (восточнее о. Кинг Джордж). В его пределах выделены геоэлектрические слои, аналогичные слоям, показанным на профиле 1-1а, хотя мощность отдельных горизонтов варьирует в разных участках жёлоба (рис. 2-4).

Полученные данные ВЭРЗ (рис. 2-4) не подтверждают наличия в разрезе коры признаков отчетливо выраженной субдукции ложа пролива Дрейка под континентальную окраину Южно-Шетландских островов, указывая на значительную роль вертикальных и надвиговых движений в образовании Южно-Шетландского жёлоба. Подобные выводы сделаны ранее и для других сегментов Южных Шетландских островов, ранее пересечённых профилями ВЭРЗ.

Геоэлектрические исследования углеводородного потенциала структур материковой окраины Антарктического полуострова

Длительное и многоэтапное формирование структур материковой окраины Антарктического полуострова в условиях региональной тектонической активизации могло способствовать формированию в этом районе важнейших видов полезных ископаемых. Об этом, в частности, могут свидетельствовать результаты геоэлектрических исследований вблизи о. Анверс (2006 г.), где закартирована геоэлектрическая аномалия типа “залежь”, а методом ВЭРЗ в интервале до 3500 м впервые выделено аномально поляризованные пласты типа “залежь углеводородов” [Левашов и др., 2006].

Проведенные исследования подтвердили наличие общих благоприятных предпосылок формирования залежей углеводородов в этом секторе материковой окраины Антарктического п-ва, что дало возможность планировать программу дальнейших экспедиционных исследований.

Новые возможности картирования залежей полезных ископаемых открывает использование частотно-резонансного метода обработки и дешифрирования (интерпретации) спутниковых данных для поисков и разведки скоплений нефти и газа. Он основан на выделении и обработке резонансных частот электромагнитного поля, характерных для каждого реперного типа углеводорода или интегральных спектров для соединений углеводородов [Левашов и др., 2010, 2011, 2012]. Эта технология частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ была использована для оперативной оценки перспектив нефтегазности участка материковой окраины Антарк-

тического полуострова в районе расположения УАС “Академик Вернадский” [Левашов и др., 2012; Bakhmutov et al., 2010; Solovyov et al., 2011].

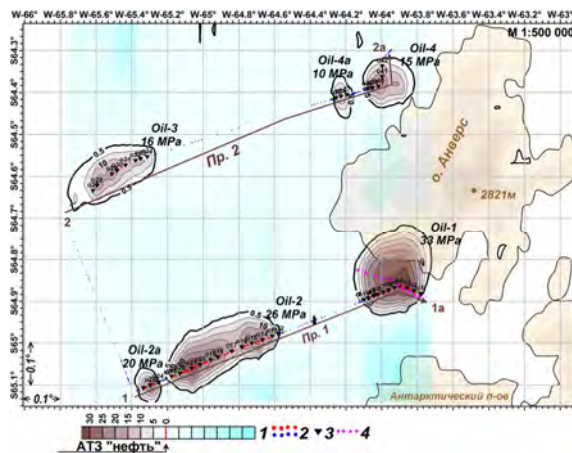


Рис. 6. Карта геоэлектрических аномальных зон типа “нефтяная залежь” на шельфе Антарктического полуострова в районе УАС “Академик Вернадский” (по результатам сезонных работ 17-й УАЭ, 2012 г.):

1 – шкала значений максимального пластового давления в коллекторах; 2 – точки съемки методом СКИП (красные – положительные значения, синие – отрицательные); 3 – пункты ВЭРЗ; 4 – положительные значения съемки методом СКИП по результатам сезонных работ 2006 г.

По этим данным в пределах обследованного сегмента Антарктического шельфа выявлены и околонтурены четыре относительно крупные аномальные зоны типа “залежь нефти”. При этом ранее закартированная профильная геоэлектрическая аномалия типа “залежь углеводородов” полностью попала в одну из аномальных зон, выделенных по результатам обработки и интерпретации спутниковых данных (рис. 6). Как показал опыт проведенных исследований, при обработке данных ДЗЗ реально возможно не только выявить аномалии типа “залежь углеводородов”, но и выполнить предварительную оценку вероятных значений максимальных пластовых давлений в пределах околонтуренных аномалий. Это имеет особое значение для предварительной оценки получения реальных притоков флюидов для каждой выделенной аномалии, а также выделения участков повышенных значений пластового давления, в пределах которых вероятность получения промышленных притоков УВ существенно повышается. Получаемые данные о распределении относительных средних величин пластовых давлений в пределах выделенных АТЗ позволяют локализовать наиболее перспективные участки [Левашов и др., 2011, 2012] для последующих геофизических работ.

Геоэлектрические исследования в районе УАС “Академик Вернадский” были продолжены во

время проведения сезонных работ 17 УАЭ. В эти работы входило зондирование на 57 пунктах методом ВЭРЗ в местах ранее выявленных аномалий (рис. 6, 7). Результаты проведенных исследований подтвердили наличие и перспектив-

ность всех четырёх крупных аномальных зон типа “нефтяная залежь”, закартированных по результатам частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ для этой части антарктического шельфа.

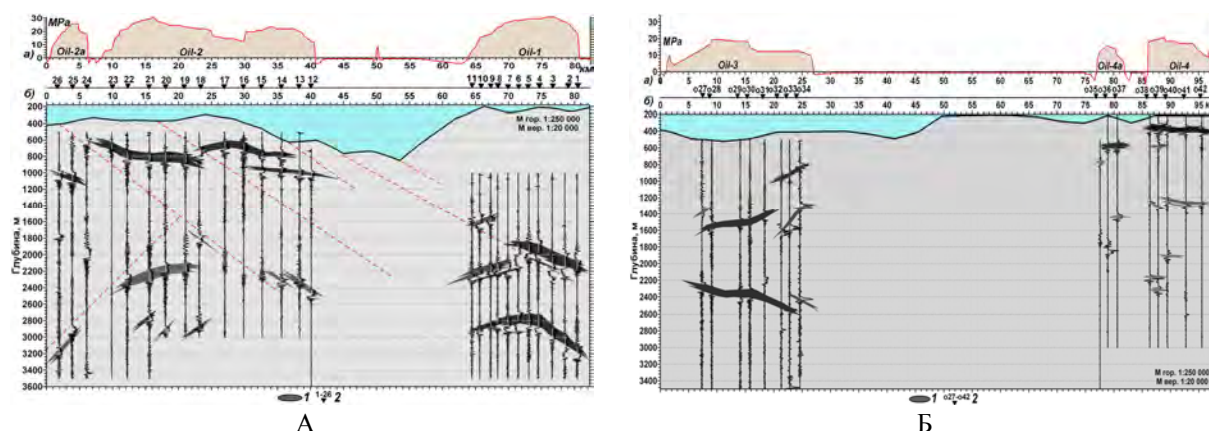


Рис. 7. Вертикальный разрез геоэлектрических аномальных зон типа “нефтяная залежь” (Oil-1 – Oil-4) вдоль профиля 1 (А) и профиля 2 (Б) на шельфе Антарктического полуострова в районе УАС “Академик Вернадский”: аб – график значений максимального пластового давления в коллекторах; б – вертикальный геоэлектрический разрез (1 – зоны аномально поляризованных пластов типа “нефтяная залежь”; 2 – пункты ВЭРЗ)

Глубина залегания продуктивных пластов типа “нефтяная залежь” (мощностью от 40 до 100 м) колеблется от 400 до 3300 м, при этом наиболее крупные и мощные пласты в пределах аномалии Oil-1 залегают на глубине 1600–1800 м. Детальные работы методом СКИП показали, что две аномалии (Oil-2 и Oil-4) распались на отдельные аномалии, каждая из которых характеризуется своим набором аномально поляризованных пластов и их распределением в разрезе на глубине 600–3200 м (рис. 6, 7).

Как указано выше, важную роль в оценке перспективности выявленных залежей нефти играет величина пластовых давлений, определённая по спутниковым данным. Рассмотрение графиков значений максимального пластового давления в выявленных коллекторах Oil-1, Oil-2 и Oil-2а, Oil-3, Oil-4 и Oil-4а (рис. 7) показало, что их средние величины в пределах крупных аномальных зон достаточно стабильны. В пределах более крупных зон (Oil-1, Oil-2 и Oil-2а) величина максимального пластового давления изменяется от 20 до 33 МПа, а для аномальных зон Oil-3, Oil-4 и Oil-4а она не превышает 16 МПа (рис. 6, 7). Предварительные оценки протяжённости отдельных пластов, их положения в разрезе, эффективных площадей аномальных зон, а также величин пластового давления в пределах отдельных выявленных аномалий показывают их достаточную технологическую привлекательность и перспективность. Это подтверждает высказанное ранее предположение о возможном существовании новой перспективной нефтегазоносной площади в этой части Антарктического шельфа.

Выводы

1. Представлены результаты геоэлектрических исследований структур земной коры Западной Антарктики и оценки минерально-ресурсного потенциала региона, полученные во время проведения сезонных работ 17-й Украинской антарктической экспедиции (март 2012 г.).

Вблизи УАС “Академик Вернадский”, в проливах Дрейка и Брансфилда, а также в западной части моря Скоша выполнено свыше 85 глубинных зондирований ВЭРЗ (до 24300 м). Общая протяжённость галсов съёмки методом ВЭРЗ составила 2424 км. По результатам геоэлектрических исследований разных лет построена схематическая карта положения раздела Мохо (границы М2) и границы М1 в глубинном разрезе структур дна пролива Дрейка.

2. Выявленный характер распределения глубинных геоэлектрических границ и крупных мантийных неоднородностей в различных сегментах пролива Дрейка можно интерпретировать как отражение масштабных процессов формирования и эволюции основных структур дна пролива Дрейка и западной части моря Скоша, а также глубинного преобразования фрагментов первичной континентальной коры под воздействием достаточно крупных диапиров частично расплавленных пород верхней мантии.

Результаты геоэлектрических исследований структур земной коры Западной Антарктики подтвердили, что большое значение в формировании структур региона и динамике его развития имело воздействие на коровые слои высокотемпературных пород верхней мантии в условиях умеренного

раздвижения между массивами континентов Южной Америки и Западной Антарктиды. Длительное и многоэтапное формирования структур побережья в условиях региональной тектонической активизации отдельных их сегментов могло способствовать формированию в этом районе важнейших видов полезных ископаемых.

3. Выполнен значительный объём геоэлектрических исследований и получены новые данные о возможных скоплениях углеводородов и минерально-ресурсном потенциале отдельных участков материковой окраины Антарктического полуострова. По материалам зондирований ВЭРЗ определены параметры аномальных пластов и их положение в разрезе для четырёх аномалий типа “залежь нефти”. Общая площадь этих аномалий, выявленных ранее по спутниковым данным, составляет около 900 км². Полученные данные подтверждают высказанное ранее предположение о возможном существовании в этой части Антарктического шельфа новой нефтегазоносной площади, реальные перспективы которой ещё предстоит определить.

Литература

- Левашов С.П., Бахмутов В.Г., Корчагин И.Н., Пищаный Ю.М., Якимчук Н.А. Геоэлектрические исследования во время проведения сезонных работ 11-й Украинской антарктической экспедиции // *Геоинформатика*. – 2006. – № 2. – С. 24–33.
- 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.
- Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Оперативное решение практических задач приповерхностной геофизики: от применения неклассических геоэлектрических методов до новой парадигмы геофизических исследований // *Геоинформатика*. – 2011. – № 1. – С. 22–31.
- 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.
- Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Экспресс-технология “прямых” поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами: результаты практического применения в 2001–2005 гг. // *Геоинформатика*. – 2006. – № 1. – С. 31–43.
- Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. и др. Методические аспекты применения технологии обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли при проведении поисковых работ на нефть и газ в акваториях // *Геоинформатика*. – 2012. – № 1. – С. 5–16.
- Новые идеи в океанологии. / Отв. ред. М.Е. Виноградов, С.С. Лаппо / Ин-т океанологии им. П.П. Ширшова. – М.: Наука. – Т. 2: Геология. – 2004. – 407 с.
- Удинцев Г.Б., Береснев А.Ф., Куренцова и др. Пролив Дрейка и море Скоша – океанские ворота Западной Антарктики / Строение и история развития литосферы. – М.: Paulsen. – 2010. – С.66–90.
- Удинцев Г.Б., Шенке Г.В. Очерки геодинамики Западной Антарктики. – М.: ГЕОС, 2004. – 132 с.
- Ashcroft W.A. Crustal structure of the South Shetland Islands and the Bransfield Strait // *British Antarctic Survey Scientific Reports*. – 1972. – 66. – 43 p.
- Bakhmutov V., Solovyov V., Korchagin I. et al. Drake Passage: crustal structure, tectonic evolution and new prognosis for local HC accumulations along the Antarctic Peninsula margin // *Геофиз. журн.* – 2010. – Т. 32, № 4. – С. 12–15.
- Barker P.F., Dalziel W.D., Storey B.C. Tectonic development of the Scotia Arc region // *The Geology of Antarctica*. – Oxford. – 1991. – P. 215–248.
- Grad M., Guterch A., Janik T. Seismic structure of the lithosphere across the zone of subducted Drake Plate under the Antarctic Plate, West Antarctica // *Geophys. J. Int.* – 1993. – 115. – P. 568–600.
- Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. et al. Geophysical models of Drake Passage and Bransfield Strait crustal structure // *Ukrainian Antarctic Journal*. – 2008. – № 6. – P. 9–14.
- Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. et al. Drake Passage and Bransfield Strait – new geophysical data and modelling of the crustal structure in Antarctica / A. Keystone in a Changing World. Online Proceedings of the 10th ISAES X. Edited by A.K. Cooper and C.R. Raymond / USGS Open-File Report 2007 – 1047.
- Solovyov V.D., Bakhmutov V.G., Korchagin I.N. et al. Gas Hydrates Accumulations on the South Shetland Continental Margin: New Detection Possibilities // *Journal of Geological Research*. 2011. Article ID 514082. 8 pages. doi:10.1155/2011/514082.
- Solovyov V.D., Bakhmutov V.G., Korchagin I.N., Levashov S.P. Crustal structure of Palmer Deep (West Coast of the Antarctic Peninsula) by geophysical data // *Ukrainian Antarctic Journal*. – 2009. – № 8. – P. 85–93.

**НОВІ ДАНІ ПРО ГЛИБИННІ НЕОДНОРІДНОСТІ СТРУКТУР ПРОТОКИ ДРЕЙКА
ТА ВУГЛЕВОДНЕВИЙ ПОТЕНЦІАЛ МАТЕРИКОВОЇ ОКРАЇНИ
АНТАРКТИЧНОГО ПІВОСТРОВА**

С.П. Левашов, М.А. Якимчук, І.М. Корчагін, В.Г. Бахмутов, В.Д. Соловійов, Д.М. Божежа

Представлено результати геоелектричних досліджень структур земної кори Західної Антарктики та оцінки мінерально-ресурсного потенціалу регіону, отримані під час проведення сезонних робіт 17-ї Української антарктичної експедиції (березень 2012 р.). В районі Української антарктичної станції “Академік Вернадський”, в протоках Дрейка і Брансфілд, а також у західній частині моря Скоша виконано понад 85 глибинних зондувань ВЕРЗ (до 24300 м). Загальна протяжність галсів знімачів методом ВЕРЗ досягла 2424 км. Встановлений характер розподілу глибинних геоелектричних границь та значних мантийних неоднорідностей у різних сегментах протоки Дрейка відображає масштабні процеси формування і глибинного перетворення фрагментів континентальної кори під впливом великих діапирів частково розплавлених порід верхньої мантиї. Для чотирьох аномалій типу “поклад нафти” загальною площею близько 900 км² визначено параметри аномальних пластів та їх положення в розрізі. Отримані дані підтверджують припущення про можливе існування у цій частині Антарктичного шельфу нової нафтогазоносною площі.

Ключові слова: Антактика, протока Дрейка; Південно-Шетландський жолоб; геоелектричні та дистанційні методи; нафтогазоносність.

**NEW DATA ABOUT THE DEEP HETEROGENEITIES OF DRAKE PASSAGE STRUCTURES
AND THE HYDROCARBON POTENTIAL OF THE ANTARCTIC PENINSULA
CONTINENTAL MARGIN**

S.P. Levashov, N.A. Yakymchuk, I.N. Korchagin, V.G. Bakhmutov, V.D. Solovyov, D.M. Bozhezha

The results of investigations obtained during the seasonal geophysical works of the 17th Ukrainian Antarctic Expedition (March 2012) are given. The marine geoelectric researches by methods of forming a short-pulsed electromagnetic field (FSPEF) and vertical electric-resonance sounding (VERS) had been conducted in this region. In the vicinity of the Ukrainian Antarctic station (UAS) “Academician Vernadsky”, in the Drake Passage and Bransfield, as well as in the western Scotia Sea made more than 85 deep-sounding VERS (to a depth of 24300 m). The total length of tacks taken by the VERS was 2424 km. According to the results of geoelectric studies four deep profile sections and a schematic map of Moho boundary were created. The deep geoelectric boundaries and large mantle heterogeneities distribution in different segments of the Drake Passage can be interpreted as large-scale processes of formation and deep transformation of the continental crust fragments under the influence of sufficiently large diapirs of partially molten upper mantle rocks. Four “hydrocarbon deposit” type anomalies were detected on Antarctic margin in the region of UAS “Academician Vernadsky” due the special technology of satellite data processing and interpretation using. Some anomalous parameters of polarized layers were chosen by VERS sounding within these anomalies. The total area of these anomalies previously identified from satellite data is about 900 km². These data confirm the assumption about the possible existence of the new oil and gas area in this part of the Antarctic continental margin.

Key words: Antartics, Drake Passage; South Shetland Trench; geoelectric methods; remote data processing; hydrocarbon deposit.

¹*Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии,
г. Киев*

Поступила 10.10.2012

²*Центр менеджмента и маркетинга в области наук о Земле ИГН НАНУ,
г. Киев*

³*Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, г. Киев*