

С. П. Левашов, член-корреспондент НАН Украины **Н. А. Якимчук**,
И. Н. Корчагин, **А. И. Самсонов**, **Д. Н. Божежа**

Новые данные о перспективах нефтегазоносности шельфа Черного моря в районе расположения структур Субботина и Палласа

Представлены новые результаты оценки перспектив нефтегазоносности мелководной части Причерченского шельфа и структуры Палласа, полученные с использованием оригинальной технологии частотно-резонансной обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с целью “прямых” поисков и разведки месторождений углеводородов, рудных полезных ископаемых, водоносных коллекторов. В результате проведенных экспериментальных исследований получен значительный объем новой (дополнительной) и независимой информации об указанных выше перспективах. В комплексе с имеющимися геолого-геофизическими материалами эту информацию можно использовать для выбора объектов первоочередного детального изучения и разбуривания. С помощью технологии частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ может быть выполнена оперативная оценка перспектив нефтегазоносности всех участков и структур в украинских секторах Черного и Азовского морей. Закартированные аномальные зоны сопоставляются с аномалиями над месторождениями “Белый Тигр” и “Дракон” на шельфе Вьетнама.

В последнее время в мире интенсифицировались геолого-геофизические работы с целью поисков и разведки скоплений углеводородов (УВ) на шельфе и в глубоководных областях внутренних морей и Мирового океана. Для Украины одним из наиболее перспективных нефтегазоносных регионов являются украинские секторы Азовского и Черного морей, в пределах которых уже открыто 17 месторождений УВ (13 газовых, 3 газоконденсатных, 1 нефтяное) [1]. Объем поисковых и разведочных работ в акваториях этого региона планируется в ближайшей перспективе существенным образом увеличить.

Однако не секрет, что материальные, финансовые и временные затраты на поиски, разведку и добычу нефти и газа в акваториях морей и океанов существенно возрастают по сравнению с аналогичными работами на суше. Еще более крупные ресурсы необходимы на освоение арктических и антарктических регионов. В связи с этим проблема интенсификации, ускорения и оптимизации геологоразведочного процесса поисков и разведки месторождений нефти, газа, газогидратов в морских акваториях является весьма актуальной.

В этом плане на начальных этапах поисковых работ определенную помощь в повышении эффективности разведочного процесса в целом могут оказать мобильные и оперативные геофизические технологии и, в первую очередь, технологии и методы, базирующиеся на обработке и интерпретации (дешифрировании) данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), которые активно применяются для решения поисковых, экологических и мониторинговых задач. Обработка и дешифрирование данных ДЗЗ позволяет оперативно, в сжатые сроки выделять в пределах изучаемой территории наиболее перспективные участки существенно ограниченного размера для детального обследования традиционными геофизическими методами. Одна из технологий дистанционного опосредованного поиска перспективных территорий описана в статье [2].

В 2010 г. авторы также начали целенаправленную апробацию нового метода частотно-резонансной обработки и интерпретации (дешифрирования) данных ДЗЗ с целью “прямых” поисков горючих и рудных полезных ископаемых [3–6]. Апробация этого метода засвидетельствовала о возможности существенного ускорения геологоразведочного процесса на нефть и газ при его применении. На начальном этапе апробации метода его потенциальные возможности и разрешающая способность изучались на известных месторождениях нефти и газа в различных регионах мира. Полученные на данном этапе результаты продемонстрировали его работоспособность и целесообразность практического использования в геологоразведочном процессе на нефть и газ, а также рудные полезные ископаемые [3–7]. На последующей стадии апробации технологии начали отрабатывать более детально методические особенности ее применения при проведении поисковых работ как на рудные, так и горючие полезные ископаемые [4–6]. Ниже приводятся некоторые результаты выполненных экспериментальных исследований — анализируются методические аспекты и особенности применения этой мобильной технологии при поисках скоплений УВ в морских акваториях.

Апробация мобильных геофизических технологий. Уже более десяти лет авторы работают над продвижением в практику инновационных технологий геофизических исследований (в том числе “прямых” поисков и разведки скоплений УВ, рудных полезных ископаемых, воды). Компонентами одной из таких технологий являются геоэлектрические методы становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) (экспресс-технология СКИП–ВЭРЗ) [8, 9]. Практическое применение как технологии в целом, так и отдельных ее методов дает возможность оперативно и с приемлемыми финансовыми затратами получать новую (или же дополнительную), но главное — *независимую информацию* о перспективах нефтегазоносности, рудоносности и водоносности изучаемых объектов, площадей и месторождений. Возможность проведения площадной съемки методом СКИП в движении (с автомобиля и/или летательного аппарата) позволяет оперативно обследовать поисковые площади крупных размеров в сжатые сроки. Примеры практического применения технологии СКИП–ВЭРЗ при поисках УВ в различных регионах приведены в работах [8, 9]. Апробирована также методика проведения поисковых работ с использованием этих методов в морских акваториях [10]. В 2009–2011 гг. технология СКИП–ВЭРЗ прошла апробацию на пяти лицензионных площадях в районе крупного Ванкорского нефтегазового месторождения (Красноярский край, РФ), материалы выполненных работ на трех участках детально анализируются в [11], здесь же рекомендуется включить методику в комплекс геофизических методов при поисках и разведке залежей УВ.

На протяжении всего периода практического применения методов СКИП и ВЭРЗ авторы стремились повысить эффективность (и, в первую очередь, оперативность) решения конкретных практических задач с их помощью как за счет совершенствования методических и технических особенностей технологии СКИП–ВЭРЗ непосредственно, так и путем комплексирования этих методов с другими геофизическими методами (в том числе и с нетрадиционными). В последнее время в этом направлении активно изучаются перспективы расширения практических возможностей технологии СКИП–ВЭРЗ за счет включения в ее состав нового метода частотно-резонансной обработки и интерпретации (дешифрирования) данных ДЗЗ. Метод позволяет обнаруживать и картировать аномальные зоны типа залежь нефти, залежь газа, залежь газогидратов, золоторудная залежь, водоносная залежь и т. д. На данный момент метод частотно-резонансной обработки результатов ДЗЗ уже прошел

апробацию на более чем 70 участках и площадях (как нефтегазоносных, так и рудных). Приведенные в работах [3–7] материалы апробации свидетельствуют о том, что технология позволяет оперативно обнаруживать и картировать аномальные зоны типа залежь нефти и/или залежь газа, которые обусловлены крупными и средними месторождениями УВ. В публикации [3] также показано, что при обработке и интерпретации данных ДЗЗ крупного масштаба (1 : 10000 и крупнее) и разрешения могут быть обнаружены и закартированы объекты небольших размеров (100–300 м).

В рамках технологии частотно-резонансной обработки полученных результатов ДЗЗ разработана и начала апробироваться дополнительная методика предварительной оценки пластовых давлений в нефтегазовых коллекторах [4]. Выявление в пределах закартированных аномалий типа залежь аномально поляризованных пластов (АПП) типа нефть, газ, газоконденсат с повышенными пластовыми давлениями существенно повышает вероятность получения притоков флюидов (в том числе и в промышленных объемах).

Авторы также активно проводили апробацию мобильных геоэлектрических методов и технологии частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ в морских акваториях в различных регионах земного шара. Ниже приводятся и анализируются результаты частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ, в том числе и с использованием методики оценки средних значений пластовых давлений флюидов, в районе Прикерченского шельфа и структуры Палласа.

Картирование аномалий типа залежь. На начальном этапе апробации указанной технологии проведена предварительная оценка перспектив нефтегазоносности двух регионов Украины — Прикерченского шельфа Черного моря (мелководная часть) и северной части шельфа Азовского моря. Обработка данных ДЗЗ в пределах расположения структуры Палласа на первоначальном этапе не проводилась. Полученные в этот период работ результаты опубликованы в [7].

На указанном этапе работ в пределах Прикерченского шельфа по результатам обработки и дешифрирования данных ДЗЗ обнаружено и закартировано семь аномалий типа залежь, в том числе и над известной структурой (нефтегазовым месторождением) Субботина (см. рис. 1 в [7]). Слева и справа от структуры Субботина также зафиксированы аномальные зоны типа нефть + газ и оставшиеся аномальные зоны — типа газ. Аномальная зона в пределах структуры Субботина практически полностью ее покрывает. К северо-западу от этой аномалии расположена аномальная зона с максимальными значениями аномального отклика в пределах обследованной площади.

Оценка значений пластового давления. Определенный методический и практический интерес представляло для авторов проведение обработки данных ДЗЗ с использованием методики оценки средних значений пластового давления в пределах обнаруженных и закартированных аномалий типа залежь УВ на Прикерченском шельфе (в том числе и на структуре Субботина). Эта проблема стала актуальной вдвойне в связи с планируемым детальным изучением (и освоением) потенциала структуры Палласа.

Данные ДЗЗ этого района в ноябре 2011 г. были обработаны повторно с применением методики оценки средних пластовых давлений [4]. При этом область обследования была расширена — к ней добавлен участок акватории, на котором расположена структура Палласа.

Из-за увеличения площади обследования уменьшился масштаб обработки — до 1 : 300 000 (на начальном этапе использовался масштаб 1 : 200 000). В процессе проведения обработки более пристальное внимание уделялось тем участкам обследования, где были обнаруже-

ны аномалии типа залежь УВ на первом этапе дешифрирования данных ДЗЗ. Полученные результаты представлены на рис. 1. Как следует из рисунка, во всех обнаруженных и закартированных ранее аномальных зонах типа залежь УВ выделены участки с повышенными значениями среднего пластового давления. Как и ранее, над структурными зонами Керченская, Морская (Моряна), Глубокая, Союзная, Кавказская и Дрейфовая аномалии типа залежь УВ не зафиксированы. Зона с повышенными значениями пластового давления обнаружена также в пределах аномалии типа залежь УВ, расположенной восточнее структуры Кавказская (аномальная зона Безымянная).

Представленные на рис. 1 материалы обработки данных ДЗЗ позволяют сделать вывод о том, что дальнейшие поисковые работы первоочередного характера целесообразно проводить в пределах структур Южнокерченская, Абиха, Лычагина и аномальной зоны Безымянная.

Обработка данных ДЗЗ в районе структуры Субботина. Практический опыт применения технологии обработки и интерпретации данных ДЗЗ показал, что при дешифрировании материалов ДЗЗ более крупного масштаба в некоторых случаях площадь выделяемых и картируемых аномалий типа газ, нефть, золото и т. д. уменьшается. Вполне закономерно также возник практический интерес изучить эту особенность технологии на материалах обследуемого участка.

В качестве объекта более детального обследования (в масштабе 1 : 50 000) была взята наиболее изученная структура (месторождение) Субботина. Отличительная особенность этой структуры — наличие трех пробуренных скважин. Сведения о геологическом строении структуры Субботина приводятся в монографии [1]. Результаты дешифрирования данных ДЗЗ масштаба 1 : 50 000 в районе расположения структуры Субботина представлены на рис. 2.

В целом на обработанном фрагменте выделена достаточно крупная аномальная зона в районе центральной части структуры Субботина и еще три небольшие по площади аномальные зоны: одна севернее Центральной и две южнее. Общая площадь аномальной зоны (по изолинии с нулевым значением) — 10,3 км².

Учитывая, что скважина № 2, в которой не установлены продуктивные горизонты в отложениях майкопа, находится за пределами изолинии 30 МПа, то следующие скважины целесообразно размещать в пределах площади, которую оконтуривает эта изолиния. Площадь аномальной зоны по этой изолинии составляет 4,95 км².

Акцентируем также внимание и на то обстоятельство, что при детализации закартированной аномальной зоны геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ с борта судна общая площадь перспективной для бурения части аномалии может уменьшиться. Во всяком случае, при проведении заверочных работ наземными методами СКИП и ВЭРЗ такие ситуации наблюдались неоднократно.

Детальные исследования в районе структуры Палласа. Данные ДЗЗ в районе структуры Палласа также обработаны дополнительно в более крупном масштабе — 1 : 100 000 (рис. 3). В этом масштабе в область обследования попадает вся структура Палласа, выделенная по сейсмическим данным. В результате в пределах самой структуры непосредственно выделено и закартировано три аномальных зоны типа залежь УВ различного размера и интенсивности: Западная, Центральная и Восточная. Площадь Западной аномальной зоны — 12,3 км² (изолиния 0), 4,6 км² (изолиния 20), 0,0 км² (изолиния 30); Центральной — 95,9 км² (изолиния 0), 62,2 км² (изолиния 20), 43,3 км² (изолиния 30); Восточной — 14,8 км² (изолиния 0), 5,55 км² (изолиния 20), 2,35 км² (изолиния 30).

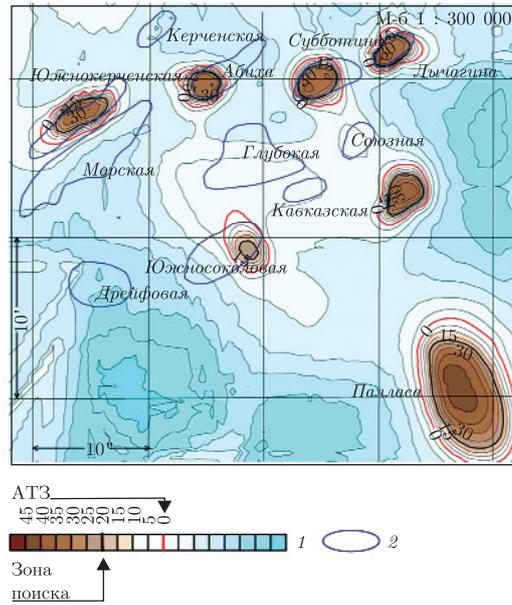


Рис. 1. Карта аномальных зон типа нефтегазовая залежь в пределах мелководной части Прикерченского шельфа и структуры Палласа (по результатам дешифрирования данных ДЗЗ):
 1 — шкала интенсивности аномального отклика (в средних значениях пластового давления, МПа);
 2 — контуры известных структур (по сейсмическим данным)

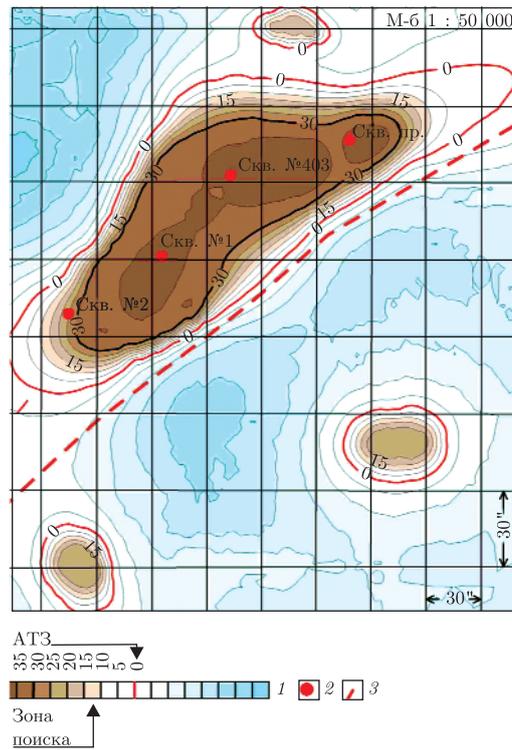


Рис. 2. Карта аномальных зон типа нефтегазовая залежь в районе структуры Субботина (по результатам дешифрирования данных ДЗЗ):
 1 — шкала интенсивности аномального отклика (в средних значениях пластового давления, МПа);
 2 — скважины; 3 — зоны тектонических нарушений (по данным дешифрирования)

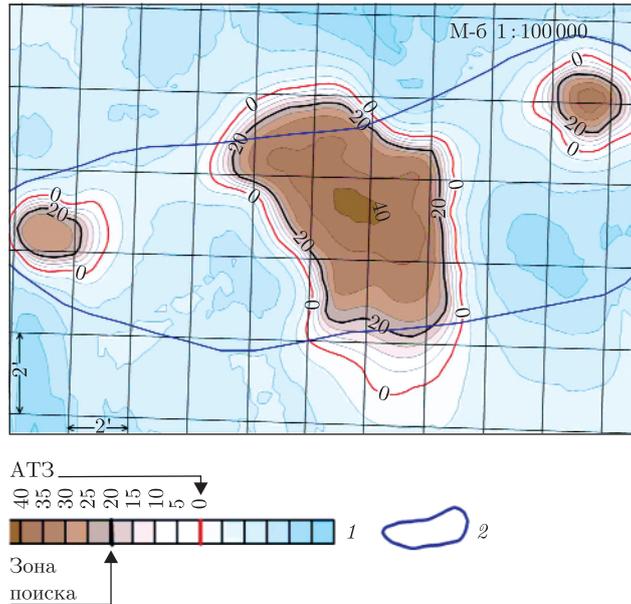


Рис. 3. Карта аномальных зон типа нефтегазовая залежь в пределах структуры Палласа (по результатам дешифрирования данных ДЗЗ):
 1 — шкала интенсивности аномального отклика (в средних значениях пластового давления, МПа);
 2 — контуры структуры Палласа (по карте месторождений и структур Южного нефтегазоносного региона Украины, ЛО УкрГГРИ, на 01.01.2004)

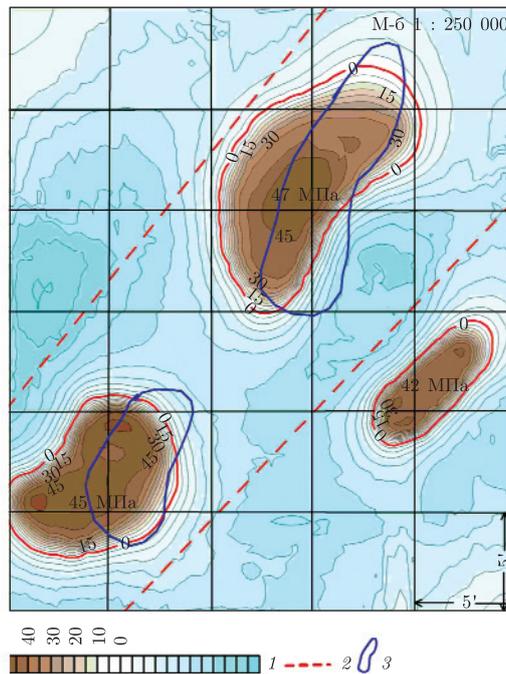


Рис. 4. Карта аномальных зон типа нефтяная залежь района расположения нефтяных месторождений “Белый Тигр” и “Дракон” на шельфе Вьетнама (по результатам обработки и дешифрирования данных ДЗЗ):
 1 — шкала интенсивности аномального отклика (в максимальных значениях пластового давления, МПа); 2 — тектонические нарушения (по результатам обработки данных ДЗЗ); 3 — приближенные контуры структур, скопированные из опубликованных источников

С учетом полученных данных на структуре Субботина (см. рис. 2) можно сделать вывод, что наиболее перспективные участки для детального изучения и бурения расположены в пределах изолинии 30.

Сопоставление результатов обработки данных ДЗЗ с геолого-геофизическими материалами. Следует отметить, что на начальном этапе авторы обратили внимание на то, что простирание основной (Центральной) аномальной зоны, практически перпендикулярное простиранию структуры Палласа (см. рис. 1, 3). Однако сопоставление закартированных аномальных зон со схемой разломной тектоники консолидированной коры в работе [12] в определенной степени прояснило ситуацию. Оказалось, что закартированная аномальная зона расположена практически параллельно линейной зоне газовых сипов, обнаруженных морскими геолого-геофизическими исследованиями. Скорее всего, эта зона сипов трассирует местоположение субмеридионального разлома. В связи с этим можно предположить, что наличие сипов может свидетельствовать о существенном разрушении покрывки в этой части структуры, а следовательно, и невозможности формирования относительно крупной залежи газа в районе их расположения.

Сопоставление аномальных зон на Прикерченском и Вьетнамском шельфах. Для более объективной оценки полученных результатов дополнительно выполнена обработка данных ДЗЗ района расположения известных месторождений нефти и газа “Белый Тигр” и “Дракон” на шельфе Вьетнама (рис. 4). В районе обследования выделены и закартированы аномальные зоны следующих размеров: “Белый Тигр” — нулевая (красная) изолиния — 234,9 км², изолиния 30 МПа — 136,04 км²; “Дракон” — нулевая (красная) изолиния — 158,06 км², изолиния 30 МПа — 101,49 км²; “Восточная” — нулевая (красная) изолиния — 65,76 км², изолиния 30 МПа — 36,38 км².

Таким образом, представленные выше материалы, а также опубликованные результаты экспериментальной апробации технологии частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ [3–7] позволяют констатировать следующее.

1. В результате проведенных экспериментальных исследований **получен значительный объем новой (дополнительной) и независимой информации о перспективах нефтегазоносности мелководной части Прикерченского шельфа и структуры Палласа.** Эта информация в комплексе с имеющимися геолого-геофизическими материалами **может быть использована для выбора объектов первоочередного детального изучения и разбуривания.**

2. Полученные практические результаты в целом наглядно и в достаточной степени убедительно демонстрируют работоспособность мобильной технологии частотно-резонансной обработки и интерпретации (дешифрирования) данных ДЗЗ в морских акваториях.

3. Учитывая, что технология позволяет оперативно получать оценки перспектив нефтегазоносности обследуемых участков и крупных площадей, ее практическое применение может существенным образом ускорить и оптимизировать геологоразведочный процесс на нефть и газ как на суше, так и в морских акваториях.

Дополнительно в пределах отдельных структур и аномалий могут быть выполнены следующие работы:

обработка спутниковых данных более крупного масштаба и разрешения, что позволит еще более уверенно локализовать участки для оптимального расположения поисковых и разведочных скважин;

проведение исследований геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ с борта судна. Съемка СКИП дает возможность уточнить контуры наиболее перспективных аномальных

зон. Зондирование ВЭРЗ позволяет установить (оценить) глубины и мощности аномально поляризованных пластов типа газ и нефть. Такого рода работы с борта судна позволяют получить необходимые параметры залежей для предварительной оценки запасов УВ в пределах обнаруженных и закартированных аномальных зон типа залежь [10].

Следует отметить, что с помощью технологии частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ может быть выполнена оперативная оценка перспектив нефтегазоносности всех участков и структур в украинских секторах Черного и Азовского морей.

1. *Гожик П. Ф., Багрій І. Д., Войцицький З. Я., Гладун В. В., Маслун Н. В., Знаменська Т. О., Аксьом С. Д., Клошина Г. В., Іванік О. М., Клочко В. П., Мельничук П. М., Палій В. М., Цьоха О. Г.* Геолого-структурно-термоатмогеохімічне обґрунтування нафтогазоносності Азово-Чорноморської акваторії. – Київ: Логос, 2010. – 419 с.
2. *Ковалев Н. И., Гох В. А., Иващенко П. Н., Солдатова С. В.* Опыт практического использования аппаратуры комплекса “Поиск” для обнаружения и оконтуривания углеводородных месторождений // *Геоинформатика*. – 2010. – № 4. – С. 46–51.
3. *Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н.* Новые возможности оперативной оценки перспектив нефтегазоносности разведочных площадей, труднодоступных и удаленных территорий, лицензионных блоков // *Там же*. – 2010. – № 3. – С. 22–43.
4. *Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н.* Оценка относительных значений пластового давления флюидов в коллекторах: результаты проведенных экспериментов и перспективы практического применения // *Там же*. – 2011. – № 2. – С. 19–35.
5. *Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н.* Возможности мобильных геофизических технологий при поисках и разведке скоплений метана в угольных бассейнах и других нетрадиционных горючих ископаемых // *Там же*. – 2011. – № 3. – С. 5–25.
6. *Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н.* О целесообразности оперативной оценки перспектив обнаружения новых скоплений углеводородов на территории Украины по данным дистанционного зондирования Земли // *Там же*. – 2011. – № 4. – С. 5–16.
7. *Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н., Самсонов А. И., Божсежа Д. Н., Якимчук Ю. Н.* Новые данные о перспективах нефтегазоносности восточной части Азово-Черноморского региона Украины // *Теоретические и прикладные аспекты геоинформатики*. – Киев, 2011. – С. 13–32. – [Сб.].
8. *Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н.* Экспресс-технология “прямых” поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами: результаты практического применения в 2001–2005 гг // *Геоинформатика*. – 2006. – № 1. – С. 31–43.
9. *Шуман В. Н., Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н.* Радиоволновые зондирующие системы: элементы теории, состояние и перспективы // *Геоинформатика*. – 2008. – № 2. – С. 22–50.
10. *Solovyov V. D., Bakhmutov V. G., Korchagin I. N. et al.* Gas Hydrates Accumulations on the South Shetland Continental Margin: New Detection Possibilities // *J. Geol. Res.* – 2011. – Article ID 514082, 8 p.
11. *Кринин В. А., Проскураков А. Л., Пьявко А. М. и др.* Применение геоэлектрических методов СКИП-ВЭРЗ для поисков нефти и газа в районе Ванкорского месторождения // *Нефтян. хозяйство*. – 2011. – № 11. – С. 18–21.
12. *Русаков О. М., Пашкевич И. К., Лебедь Т. В., Макаренко И. Б.* Строение поднятия Палласа по комплексной геолого-геофизической интерпретации и перспективы его нефтегазоносности в Украинском секторе Черного моря // *Азово-Черноморский полигон изучения геодинамики и флюидодинамики формирования месторождений нефти и газа: Тез. докл. IX Междунар. конф. “Крым-2011”*. – Симферополь, 2011. – С. 27–29.

*Институт прикладных проблем экологии,
геофизики и геохимии, Киев
Центр менеджмента и маркетинга в области
наук о Земле Института геологических наук
НАН Украины, Киев
Институт геофизики им. С. И. Субботина
НАН Украины, Киев*

Поступило в редакцию 13.02.2012

С. П. Левашов, член-кореспондент НАН України **М. А. Якимчук**,
І. М. Корчагін, **О. І. Самсонов**, **Д. М. Божежа**

Нові дані про перспективи нафтогазоносності шельфу Чорного моря в районі розташування структур Субботіна та Палласа

Представлено нові результати оцінки перспектив нафтогазоносності мілководної частини Прикерченського шельфу та структури Палласа, що отримані з використанням оригінальної технології частотно-резонансної обробки та інтерпретації даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з метою “прямих” пошуків і розвідки родовищ вуглеводнів, рудних корисних копалин, водоносних колекторів. У результаті проведених експериментальних досліджень отримано значний обсяг нової (додаткової) і незалежної інформації про вказані вище перспективи. У комплексі з наявними геолого-геофізичними матеріалами цю інформацію можна використовувати для вибору об’єктів першочергового детального вивчення та розбурювання. За допомогою технології частотно-резонансної обробки і дешифрування даних ДЗЗ може бути виконана оперативна оцінка перспектив нафтогазоносності усіх ділянок і структур в українських секторах Чорного та Азовського морів. Закартовані аномальні зони зіставляються з аномаліями над родовищами “Білий Тигр” та “Дракон” на шельфі В’єтнаму.

S. P. Levashov, Corresponding Member of the NAS of Ukraine **N. A. Yakymchuk**,
I. N. Korchagin, **A. I. Samsonov**, **D. N. Bozhezha**

New data on the oil-and-gas prospects of the Black Sea offshore in the location area of the Subbotin and Pallas structures

The new results of oil and gas prospect assessments of the shallow part of the Kerch shelf and the Pallas structure are given. They were obtained with the help of an original technology of frequency-resonance processing and interpretation of remote sensing data for the “direct” searching and prospecting of hydrocarbons, ore minerals, and water-bearing reservoirs. As a result of experimental studies, a significant amount of new (additional) and, most importantly, independent information about the oil and gas potential of the shallow part of the Kerch shelf and the Pallas structure is obtained. This information jointly with available geological and geophysical materials can be used to select the priority sites for a detailed study and a drilling. With the technology of frequency-resonance processing and the interpretation of remote sensing data, the rapid assessment of the hydrocarbon potential of all sites and structures in the Ukrainian sector of the Black and Azov Seas can be carried out. The mapped anomalous zones are compared with anomalies over “White Tiger” and “Dragon” oilfields on the Vietnam offshore.