

**ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ
ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ ФЛЮИДОВ В КОЛЛЕКТОРАХ:
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ**

© С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин, 2011

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

The results to experimental approbation of the methods of estimation of reservoir pressure of fluids within the framework of technology of the remote sensing (RS) data processing and interpretation for the “direct” prospecting and exploration the hydrocarbon (HC) deposits are given. Technology allows to find and map operatively the anomalous zones of “oil deposit” and (or) “gas deposit” type, which are conditioned by the HC deposits of different sizes and under different (including zero) values of reservoir pressure of fluids. Zones with raised reservoir pressure within mapped anomalies fix the areas, within which the probability of receiving of payable inflow of HC are substantially above. The practical application of method allows to narrow essentially the areas of conducting the detailed exploration investigation of priority character and the exploratory boreholes location. Technology of the RS data processing and interpretation is actively used in complex with land-based geoelectric methods of forming short-pulsed electromagnetic field (FSPEF) and vertical electric-resonance sounding (VERS) that allows to raise essentially theirs efficiency and informational value. Essential effect can be received from this technology integration with other geophysical methods and, in the first place, with high-resolution 3D-seismic prospecting method.

Keywords: oil, gas, deposit, satellite data, technology, direct prospecting, processing, interpretation, reservoir pressure, geoelectric methods.

Введение. Невысокая подтверждаемость вводимых в бурение объектов, а также низкая эффективность продуктивных скважин при разбуривании перспективных ловушек углеводородов (УВ) связывается многими исследователями [1, 2, 4, 24–26, 29, 30] с широким распространением малоразмерных залежей, сложным структурно-тектоническим строением исследуемых объектов, нетрадиционными коллекторами в кристаллических породах. Это обстоятельство ставит на повестку дня вопрос о целесообразности дополнительной оценки выдаваемых на бурение рекомендаций. Специалисты также акцентируют внимание на необходимости разработки новых геофизических технологий, обеспечивающих повышение детальности и достоверности обнаружения малоразмерных и слабоконтрастных залежей УВ на различных (в том числе глубинных) структурных этажах [4].

Прогресс в разработке инновационных технологий связывается также с привлечением современных концепций нефтегазообразования и установления на их основе геофизических критериев регионального и локального прогнозов нефтегазоперспективности [4]. В публикациях отмечается продуктивность (перспективность) концепции полигенного нафтидогенеза [3], геосолитонной

теории [1, 2], гипотезы изначально гидридной Земли [7], представления о структурах мантийного заложения (СМЗ) в земной коре под всеми рудными районами [24, 25] и др. В результате анализа различных концепций нефтегазообразования и гипотез строения Земли (в том числе перечисленных выше) выделены следующие факторы, благоприятствующие формированию скоплений УВ в осадочном чехле:

- эндогенные процессы в глубоких слоях мантии, генетически связанные с основными и ультраосновными магмами повышенной щелочности;
- флюидодинамические процессы, приводящие к дезинтеграции структурных особенностей земной коры, образованию разноуровневых зон разуплотнения;
- системы разломов в виде линейных и радиально-концентрических дислокаций земной коры, участки их пересечений;
- субвертикальные зоны деструкции (СЗД) горных пород;
- вертикальная тектонопетрологическая расчлененность литосферы и верхней мантии, сопровождающаяся чередованием зон уплотнения и разуплотнения [4].

С одной стороны, приведенные факторы указывают на то, что одним из основных инструментов проверки рассмотренных концепций и гипотез нефтегазообразования могут быть глубинные геофизические исследования с использованием сейсморазведки, гравиразведки, электромагнитных методов, а также дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). С другой стороны, результаты геофизических исследований могут служить фактическим материалом для выработки новых критериев нефтегазоносности как обширных слабоизученных территорий, так и локальных площадей и участков. Ниже приводятся и анализируются экспериментальные результаты применения оригинальных геоэлектрических методов, а также технологий обработки и дешифрирования данных ДЗЗ для локального и регионального прогнозов перспектив нефтегазоносности.

Некоторые особенности структуры месторождений и залежей углеводородов. Результаты детального изучения геологического строения, разведки и разработки месторождений нефти и газа в различных нефтегазоносных регионах позволили сформировать достаточно адекватные научные взгляды на структурные особенности месторождений, их формирование и геолого-тектоническую обусловленность. В основном, современное представление о сложном строении как месторождений УВ в целом, так и отдельных их залежей дают приведенные ниже выдержки из многочисленных публикаций, посвященных данной проблеме.

Так, в диссертационной работе [26] “в результате анализа основных проблем разведки и разработки нефтяных залежей показано, что месторождения Широкого Приобья имеют гораздо более сложную структуру, чем предполагалось ранее, обусловленную дизъюнктивно-блоковым строением природных резервуаров. Автором показано, что значительная часть скоплений УВ сосредоточена не в своде, а на склонах и периклинальных окончаниях поднятий в тектонически экранированных ловушках. В связи с тем что значительная доля запасов УВ аккумулируется в тектонически экранированных ловушках, автор обосновывает необходимость работ не только на сводах антиклинальных поднятий. Обводненность сводовых скважин не означает бесперспективность участка, а свидетельствует о более сложном размещении залежей”.

В публикации [29] отмечается, что “для залежей нефти и газа осадочного чехла и фундамента НГБ (нефтегазоносных бассейнов. – Прим. авт.) установлены специфические особенности строения, обусловленные их генетической связью с проницаемыми зонами земной коры и глубинными источниками энергии и вещества. Наиболее характерные особенности строения залежей: 1) резкая изменчивость коллекторских свойств по-

род по площади и разрезу; 2) локально-пятнистое (островное) распространение коллекторов на фоне низкопроницаемых (непроницаемых) нормально-осадочных, метаморфических и магматических пород; 3) столбообразное (конусообразное) строение проницаемых зон и пластово-жильное строение связанных с ними коллектирующих интервалов в разрезе, благоприятных для поро(каверно)образования; 4) гидротермально-метасоматическая природа эпигенетических коллекторов. Характерной особенностью залежей УВ является совпадение в плане ареалов развития глубинных физико-химических аномалий (гидродинамических и гидрохимических), резервуаров метасоматического выщелачивания и залежей нефти и газа с локальными зонами растяжения земной коры, контролирующими очаги гидротермальной деятельности и глубинного массопереноса.

В строении залежей УВ (независимо от типа контролирующей ловушки) выделяются корневая (питающая) зона, расходящиеся стволы “деревя” залежи и, наконец, разветвленная “крона” залежи, представляющая собой ореол рассеяния (облако разгрузки) УВ под флюидоупорами”.

“Благодаря внедрению технологии сейсморазведки 3D в пределах осадочных нефтегазоносных бассейнов (НГБ) мира выявлены и получили детальную характеристику структуры горизонтального сдвига (СГС) [30]. Со СГС генетически связаны структуры растяжения земной коры, которые являются очагами разгрузки глубинных флюидов в чехле и фундаменте ОБ (осадочных бассейнов. – Прим. авт.). Структуры растяжения на телах СГС контролируют очаговую проницаемость земной коры, выраженную в концентрированной форме транспорта глубинных флюидов. Со СГС связаны “трубы” дегазации П.Н. Кропоткина в форме локализованной разгрузки в верхней части земной коры глубинных (внутрикоровых и мантийных) флюидогенных минеральных ассоциаций и основные виды месторождений флюидогенной природы, включая рудную минерализацию. Они контролируют структурные формы аккумуляции (концентрации) флюидогенных залежей и рудных полей в чехле и фундаменте ОБ, связанные с жильной, трубчатой и конической морфологией контролирующих их флюидопроводников на телах СГС” [30].

Авторы геосолитонного механизма нефтегазообразования отмечают [1, 2, 4], “что традиционные методы поиска и разведки, ориентированные на очень крупные по пространственным параметрам залежи, совершенно не эффективны для разведки малоразмерных залежей. Только предварительная высокоразрешающая объемная сейсморазведка (3D-сейсморазведка) в состоянии гарантировать успешное попадание разведочных и эксплуатационных скважин в малоразмерные залежи УВ, контролируемые отдельной СЗД”.

Ранее уже приводились утверждения исследователей [1, 2, 4, 29, 30], что наиболее надежным геофизическим методом, обеспечивающим детальное картирование СГС и СЗД, является высоко-разрешающая 3D-сейсморазведка. Для выделения малоразмерных и слабоконтрастных объектов в настоящее время активно используются технологии “прямого” прогноза залежей УВ на основе атрибутивного анализа волнового поля, базирующегося как на известных кинематических и динамических, так и на новых информативных атрибутах низкочастотного резонанса сейсмической эмиссии [4]. В технологии интегрированного анализа геофизических полей одновременно с атрибутами волнового поля используются атрибуты данных несейсмических методов: эффект выполаживания гравитационных аномалий над залежью по методике гравитационного обнаружения нефти и газа (ГОНГ) [23]; эффект разуплотнения в разрезах эффективной плотности, построенных по результатам пересчета гравитационного поля в нижнее полупространство по методу полного нормированного градиента В.М. Березкина или модифицированному методу Б.А. Андреева; положительные или отрицательные аномалии электропроводности и вызванной поляризации. Интегрированный анализ данных разных геофизических методов на фоне сейсмического разреза обеспечивает наилучшие условия для локализации изменения физических свойств и геометрии среды с целью обнаружения малоразмерных и слабоконтрастных залежей УВ [4].

Одной из характеристик крупных и продуктивных залежей нефти и газа является аномально высокое пластовое давление (АВПД), которое может влиять на геофизические поля, особенно электромагнитные. Это может быть связано с механоэлектрическими преобразованиями энергии в окрестностях зон АВПД, а также с электрокинетическими явлениями, которые зависят от интенсивности движения флюидов. Методы и технологии определения, оценки и прогнозирования давлений пластовых флюидов базируются на трех основных методологиях исследования геологической среды – процессе бурения скважин, геофизических исследованиях скважин, интерпретации данных волнового поля МОГТ. Исследования в рамках последнего направления начали активно развиваться параллельно с совершенствованием компьютерных средств обработки сейсмической информации [27, 28].

Оригинальный метод оценки давления газа разработан в рамках комплекса глубинного зондирования Земли “Поиск”, которым осуществляется дистанционная идентификация нефти и коллекторов на глубинах до 5 км. Принцип работы данного комплекса базируется на использовании резонансных явлений вещества при воз-

действии радиочастотных излучений на атомы элементов, входящих в состав конкретного вида нефти или пород-коллекторов (спектроскопия методом ядерно-магнитного резонанса) [5, 6].

В последнее время в рамках используемых мобильных геофизических технологий авторы провели значительное количество экспериментов по изучению возможности оценки пластовых давлений флюидов. Результаты некоторых экспериментальных работ приводятся и анализируются в настоящей статье.

Апробация мобильных геофизических технологий. Уже практически 10 лет авторы активно работают над продвижением в практику проведения геофизических исследований неклассической инновационной технологии оперативных геофизических исследований (в том числе “прямых” поисков и разведки скоплений нефти и газа, а также рудных полезных ископаемых, водоносных горизонтов и коллекторов). Основные компоненты этой технологии – нетрадиционные геоэлектрические методы становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) (экспресс-технология СКИП–ВЭРЗ) [8–12, 15, 16, 21, 31, 39]. Практическое применение как технологии в целом, так и отдельных ее методов дает возможность оперативно и с приемлемыми финансовыми затратами получать новую (или же дополнительную) информацию о перспективах нефтегазоносности, рудоносности и водоносности изучаемых объектов, площадей, территорий 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. Опубликованы многочисленные примеры практического применения технологии СКИП–ВЭРЗ при проведении нефтегазопроисковых работ в различных нефтегазоносных регионах [8, 10, 12–16, 19, 20, 31, 38, 39].

Следует отметить, что на протяжении всего периода применения методов СКИП и ВЭРЗ авторы стремились повысить эффективность (и в первую очередь оперативность) решения конкретных практических задач путем как совершенствования методических и технических особенностей технологии СКИП–ВЭРЗ непосредственно, так и комплексирования этих методов с другими геофизическими методами (в том числе нетрадиционными). В последнее время активно изучаются перспективы расширения возможностей геоэлектрической технологии СКИП–ВЭРЗ при включении в ее состав оригинального метода специальной обработки и интерпретации спутниковых данных, с помощью которого могут быть обнаружены и закартированы аномальные зоны типа “залежь нефти”, “залежь газа”, “залежь газогид-

ратов”, “золоторудная залежь”, “водоносная залежь” и др. Есть веские основания полагать, что применение указанного метода совместно (в комплексе) с методами СКИП и ВЭРЗ позволит существенно сократить сроки проведения наземных полевых работ в удаленных и труднодоступных регионах (тундре, тайге, горных участках, мелководной части шельфа и др.), а также их стоимость. В настоящее время метод прошел практическую апробацию на более чем 70 отдельных объектах, участках и площадях (нефтегазоносных и рудных). Некоторые результаты экспериментальной апробации в 2009–2010 гг. оригинальной технологии обработки и интерпретации спутниковых данных с целью “прямых” поисков и разведки месторождений УВ, рудных полезных ископаемых, водоносных коллекторов представлены в работах [17–20]. Показано, что технология дает возможность оперативно обнаруживать и картировать аномальные зоны типа “залежь нефти” и (или) “залежь газа”, которые обусловлены крупными и средними месторождениями УВ. Это подтверждают материалы обработки спутниковых данных в районах расположения месторождений УВ в различных нефтегазоносных регионах: Шибелинское, Кобзевское и Субботинское (Украина), Тенгиз, Терен-Узюк, Кошкимбет, Каратон (Республика Казахстан), Ромашкинское и Ванкорское (Россия), Довлетабад-Донмез и Южный Иолотань (Туркменистан) и др. При обработке и интерпретации спутниковых данных крупного масштаба (1 : 10 000 и крупнее) и высокого разрешения могут быть обнаружены и закартированы аномальные объекты небольших размеров (100–300 м) [17]. Комплексирование технологии обработки спутниковых данных с наземными методами СКИП и ВЭРЗ (экспресс-технология СКИП–ВЭРЗ) дает возможность значительно повысить эффективность и информативность последних.

В целом уже выполненный объем экспериментальных работ позволяет сделать вывод [17–20], что оперативная “спутниковая” технология оценки перспектив нефтегазоносности может найти применение при рекогносцировочных обследованиях труднодоступных и удаленных регионов, в том числе Арктического и Антарктического шельфов. Применение этой технологии в комплексе с традиционными геофизическими методами при проведении нефтегазопроисловых работ может повысить эффективность и информативность геологоразведочного этапа работ – уменьшить материальные и временные затраты, а также финансовые риски на их проведение.

Согласно результатам экспериментов, выявленные и закартированные методом специальной обработки спутниковых данных аномальные зоны типа “залежь” достаточно уверенно коррелируют-

ся с геоэлектрическими аномальными зонами, закартированными наземной съемкой методом СКИП. Это важное обстоятельство свидетельствует, что аномальные зоны типа “залежь”, обнаруженные и закартированные наземными методами СКИП и ВЭРЗ, могут быть оперативно доисследованы “спутниковым” методом и наоборот.

Однако обнаружение и картирование как геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ, так и методом специальной обработки спутниковых данных аномалий типа “залежь углеводородов (УВ)” не гарантирует получения притоков флюидов (и тем более в промышленных (коммерческих) объемах) из скважин, пробуренных в произвольных точках этих аномалий. Естественно, что при наличии в пределах закартированных аномалий типа “залежь” (АТЗ) аномально поляризованных пластов (АПП) типа “нефть”, “газ”, “газоконденсат” с повышенными пластовыми давлениями вероятность получения притоков флюидов (в том числе промышленных объемов) существенно возрастает. В связи с этим проблеме предварительной оценки пластовых давлений авторы уделили более пристальное внимание.

Ниже приводятся и анализируются некоторые результаты обработки данных ДЗЗ с использованием методики оценки относительных значений пластового давления. Результаты обработки представлены в относительных значениях среднего пластового давления (для газа), изолиния 50 условных единиц картирует участки повышенных значений давления, в пределах которых вероятность получения промышленных притоков УВ повышается.

Западно-Радченковская площадь (Полтавская обл., Украина). На площади съемкой методом СКИП выделена геоэлектрическая АТЗ (рис. 1) [15, 38]. Скважиной 202бис, расположенной в пределах аномальной зоны, вскрыт газоносный пласт мощ-

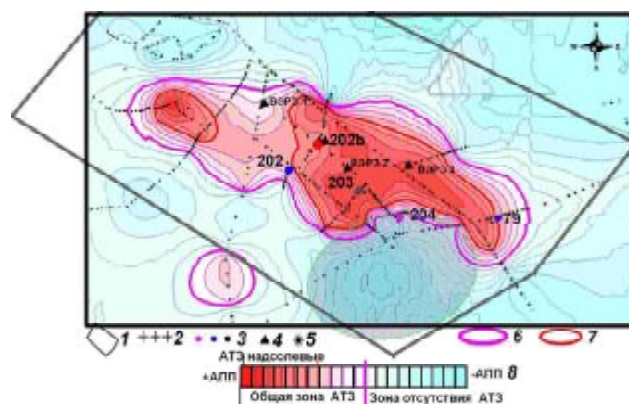


Рис. 1. Карта геоэлектрических аномалий СКИП в пределах Западно-Радченковской площади (Полтавская обл., Украина): 1 – контур площади; 2 – точки съемки методом СКИП; 3 – пробуренные и проектные скважины; 4 – пункт ВЭРЗ; 5 – точка измерения вариации E ; 6 – общая граница аномалии типа залежь (АТЗ); 7 – контур поиска углеводородов; 8 – шкала интенсивности поля СКИП

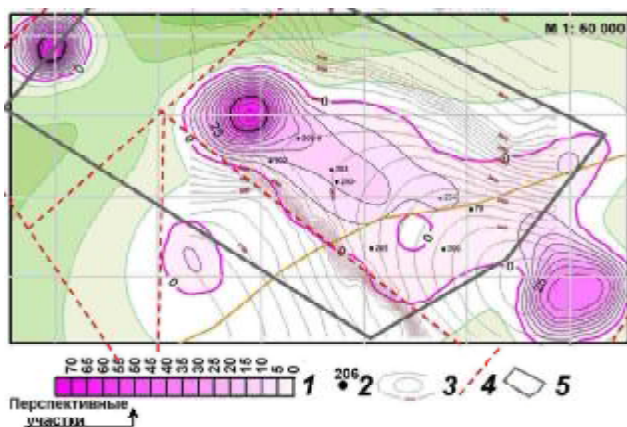


Рис. 2. Карта аномальных зон типа “залежь углеводородов” в единицах относительных значений пластового давления в пределах Западно-Радченковской площади, по результатам обработки данных ДЗЗ: 1 – шкала относительных значений среднего пластового давления; 2 – скважина и ее номер; 3 – изолинии глубин залегания структурного горизонта по сейсмическим данным, м; 4 – тектонические нарушения по результатам дешифрирования данных ДЗЗ; 5 – контур площади

ностью порядка 20 м. В районе пробуренной и проектных скважин, а также в других точках по данным ВЭРЗ построен корреляционный субширотный разрез через аномальную зону от точки 1 ВЭРЗ в западной части площади до проектной скв. 204 в восточной части (рис. 1). Выделенный газосодержащий пласт в скв. 202бис прослежен зондированием во всей центральной части аномалии. Его мощность (20 м) оказалась выдержанной во всех точках.

К сожалению, через некоторое время скв. 202бис обводнилась.

На площади проведены также сейсмические работы 2D по отдельным профилям, по результатам которых выделена антиклинальная структура (рис. 2). Детальные геоэлектрические исследования методами СКИП и ВЭРЗ позволили уточнить строение площади и выделить подсолевые АПП типа “газ” [38].

С учетом сейсмических материалов были пробурены скважины ближе к центру структуры, в том числе скв. 203. Однако, как и в скв. 202бис, коллекторы, выделенные зондированием в надсолевом горизонте, оказались обводненными.

Для выяснения возможных причин обводненности коллекторов спутниковые данные площади были обработаны по методике оценки относительных значений среднего пластового давления флюидов в коллекторах. Полученные результаты (рис. 2) в полной мере оказались неожиданными. Во-первых, обнаружены только две небольшие по площади аномальные зоны с относительно повышенными значениями пластового давления – в центральной части площади и на ее западной границе. Еще одна зона повышенных пластовых давлений расположена в вос-

точной части, за пределами исследуемой площади. Во-вторых, продуктивная на начальном этапе скв. 202бис оказалась ближе всего к центральной аномальной зоне повышенных значений пластового давления.

Полученные новые и независимые данные позволяют высказать предположение о негерметичности покрышки в центральной части антиклинальной структуры, что и является причиной отсутствия залежи газа в выделенных и закартированных коллекторах.

Костанайская площадь (Республика Казахстан). Экспериментальная обработка данных ДЗЗ в пределах площади является естественным продолжением работ, проведенных здесь в 2006–2007 гг. наземными методами (и аэрометодами) СКИП и ВЭРЗ [13, 14]. В целом, согласно результатам обработки данных ДЗЗ, выделяемые этими методами аномалии типа “залежь УВ” в подавляющем большинстве случаев совпадают с геоэлектрическими АТЗ, которые обнаружены и закартированы площадной съемкой методом СКИП (наземным и аэрометодом).

На площади апробирована также модификация “спутникового” метода получения оценок относительных значений среднего пластового давления в пределах выделенных аномальных зон типа “залежь УВ”. Согласно результатам методики, оценки относительных значений пластового давления служат важной (дополнительной) информацией для выбора пунктов расположения поисковых, разведочных и добывающих скважин. Данные ДЗЗ обработаны этой модификацией метода в пределах АТЗ “Черниговская”, “Харьковская”, “Аккудукская”, “Семиозерная”, “Косагал”, “Косагал Западный”.

Результаты применения геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ (рис. 3), а также обработки и интерпретации спутниковых данных в пределах участка расположения АТЗ “Косагал” и “Косагал Западный” (рис. 4) демонстрируют, что в пределах АТЗ “Косагал” три участка относительного повышения среднего пластового давления наибо-

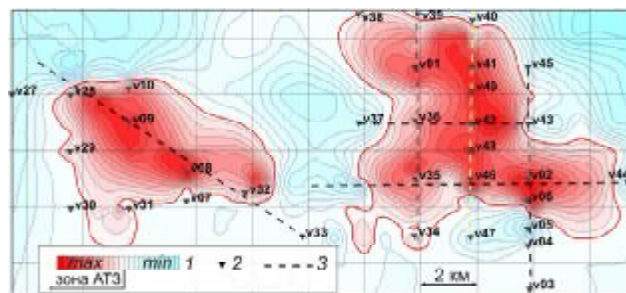


Рис. 3. Карта геоэлектрических аномальных зон типа “залежь” “Косагал”, “Косагал Западный”, по данным методов СКИП и аэроСКИП (Костанайская обл., Республика Казахстан): 1 – шкала интенсивности поля СКИП; 2 – пункт зондирования ВЭРЗ; 3 – линии вертикальных разрезов по данным ВЭРЗ

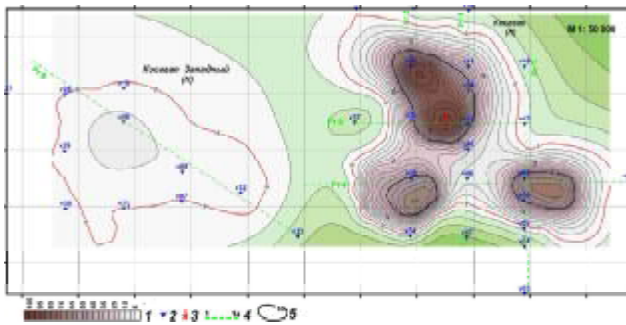


Рис. 4. Карта аномальных зон типа “нефтяная залежь” в районе геоэлектрических АТЗ “Косагал” и “Косагал Западный” в единицах относительных значений пластового давления, по результатам обработки данных ДЗЗ: 1 – шкала относительных значений пластового давления; 2 – пункт ВЭРЗ; 3 – рекомендуемое место заложения поисковой скважины; 4 – разрезы по данным ВЭРЗ; 5 – наиболее перспективные участки для поиска нефти

лее оптимальны для заложения поисковых скважин. Новая информация указывает также на нецелесообразность бурения поисковых скважин на данном этапе изучения участка в пределах АТЗ “Косагал Западный”.

Восточная Сибирь. Первая апробация работоспособности технологии СКИП–ВЭРЗ в геолого-тектонических условиях Сибирской платформы проведена на Собинском нефтегазоконденсатном месторождении в Красноярском крае. Здесь впервые выполнены измерения методом СКИП с борта самолета, что положило начало созданию модификации съемки аэроСКИП [16]. В дальнейшем на Костанайской площади (8042 км²) в Республике Казахстан была отработана методика рекогносцировочных обследований крупных территорий методом аэроСКИП и детализационных работ наземными модификациями методов СКИП и ВЭРЗ с целью выбора оптимальных мест заложения поисковых скважин [13].

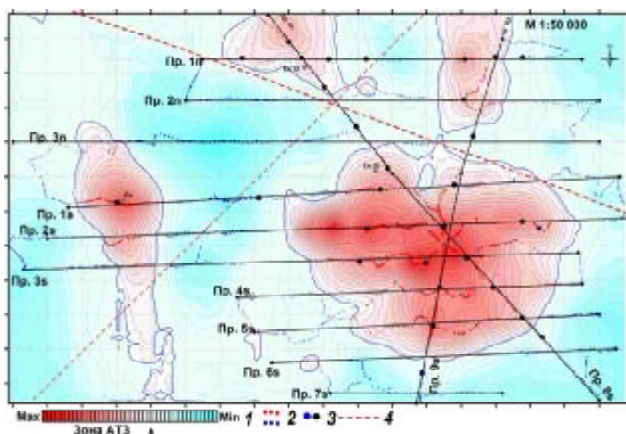


Рис. 5. Карта аномальных геоэлектрических зон типа “залежь” на нефтеперспективном участке в Восточной Сибири, по данным съемки СКИП: 1 – шкала интенсивности поля СКИП; 2 – точки съемки СКИП (красные – положительные значения, синие – отрицательные); 3 – пункты ВЭРЗ; 4 – тектонические нарушения по геоэлектрическим данным

В Красноярском крае в марте–апреле 2009 г. и 2010 г. были проведены экспериментальные исследования методами СКИП–ВЭРЗ на трех участках в зоне развития многолетнемерзлых пород [20]. Основные задачи: а) обнаружение и картирование АТЗ в пределах перспективных участков методом СКИП; б) выделение в разрезе, а также определение глубин залегания и мощностей АПП типа “нефть” и “газ” по данным ВЭРЗ в пределах АТЗ; в) оценка возможностей определения мощности и изучения внутреннего строения криогенной зоны методом ВЭРЗ; г) подготовка предложений и рекомендаций по применению методов СКИП и ВЭРЗ для поисков нефти и газа в условиях Сибирской платформы.

На одном из обследованных участков обнаружены и закартированы четыре аномальные геоэлектрические АТЗ – “Центральная”, “Западная”, “Северная” и “Северо-Восточная” (рис. 5).

Наиболее интенсивная и крупная по площади аномалия “Центральная” выявлена в пределах локального поднятия как наиболее перспективная для проведения поисковых работ и бурения. Перспективные горизонты для поисков залежей нефти здесь расположены в интервалах глубин, м: 3125–3690 (район пункта ВЭРЗ vs01); 3070–3500; 3630–3740 (vs08). Перспективные интервалы установлены и в других пунктах зондирования. Методом ВЭРЗ также выявлены уменьшение мощности мерзлого слоя и увеличение мощности талых вод под ним [20].

Оперативно полученная новая информация свидетельствует о целесообразности бурения поисковых скважин на участке работ и позволяет определить оптимальные места их заложения. Решающие факторы следующие: а) наличие локальных поднятий; б) наличие АТЗ над поднятиями; в) наличие пачки АПП типа “нефть” и “газ”

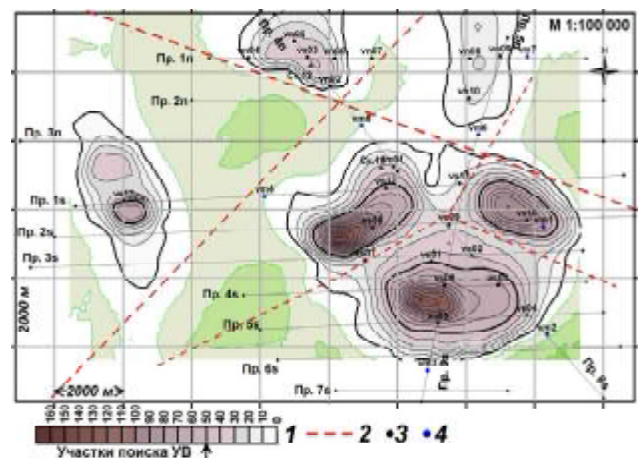


Рис. 6. Карта аномальных зон типа “залежь углеводородов” в относительных единицах среднего пластового давления на нефтеперспективном участке в Восточной Сибири, по результатам обработки и интерпретации данных ДЗЗ: 1 – шкала относительных значений среднего пластового давления; 2 – тектонические нарушения по геоэлектрическим данным; 3 – пункт ВЭРЗ в интервале глубин 0–1000 и 1800–4000 м; 4 – пункт ВЭРЗ в интервале глубин 0–1000 м

в разрезе; г) уменьшение мощности мерзлого слоя; д) увеличение мощности талых вод.

В результате обработки данных ДЗЗ участка с использованием методики оценки относительных значений среднего пластового давления (рис. 6) выделены зоны повышенных пластовых давлений. Эти зоны фиксируют области, в которых вероятность получения промышленных притоков УВ существенно выше. Отсутствие таких областей в пределах выделенных и закартированных аномальных зон свидетельствует о нецелесообразности проведения дальнейших поисковых работ на таких участках в первую очередь.

Комплексирование технологии обработки спутниковых данных с наземными методами СКИП и ВЭРЗ дает возможность повысить эффективность и информативность последних.

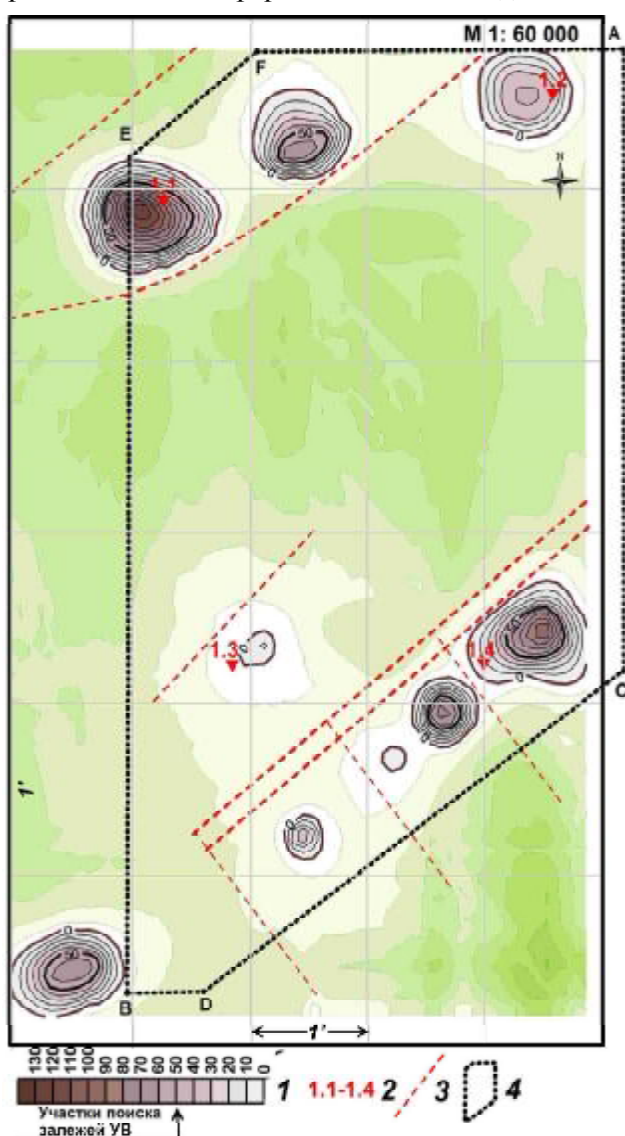


Рис. 7. Карта аномальных зон типа “залежь углеводородов” в единицах относительных значений среднего пластового давления на одном из участков нефтегазоносной области Республики Казахстан, по результатам обработки данных ДЗЗ: 1 – шкала относительных значений среднего пластового давления; 2 – предполагаемые места проектных скважин (?); 3 – тектонические нарушения по результатам дешифрирования данных ДЗЗ; 4 – контур участка

Площадь в Тургайской впадине (Республика Казахстан). Структурными элементами в этом районе являются приразломные инверсионные складки внутренней части грабен-синклинали. Залежи приурочены к юрско-неокомским отложениям. Осадочный комплекс распространен до глубин 2,5–3,0 км, ниже залегает протерозойский фундамент.

По результатам обработки данных ДЗЗ на площади выделено шесть относительно крупных аномальных зон типа “залежь УВ” и три зоны небольших размеров и слабой интенсивности (рис. 7). Обращает на себя внимание факт расположения аномальных участков вдоль разломных зон. По результатам обработки наиболее перспективные участки поисков УВ установлены в районе пунктов 1.1 и 1.4 (рис. 7).

Участок шельфа в Средиземном море. На площади рекогносцировочных работ обнаружены и закартированы две относительно крупные аномалии типа “залежь УВ” и три небольших размеров (рис. 8). За-

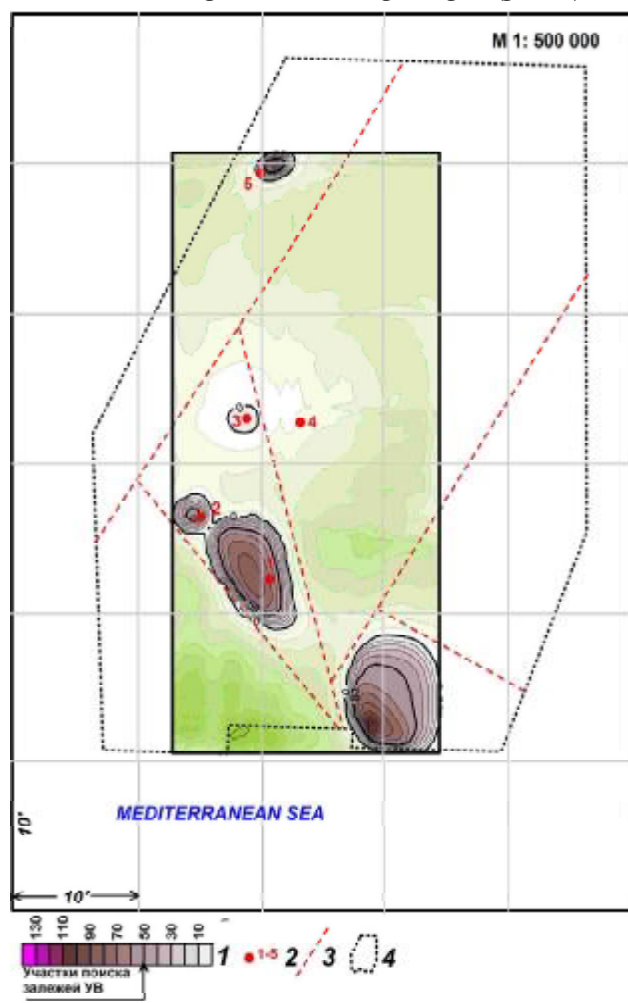


Рис. 8. Карта аномальных зон типа “залежь углеводородов” в единицах относительных значений среднего пластового давления в пределах нефтеперспективного блока в Средиземном море, по результатам дешифрирования спутниковых данных: 1 – шкала относительных значений среднего пластового давления; 2 – проектные разведочные скважины (?); 3 – тектонические нарушения по результатам дешифрирования данных ДЗЗ; 4 – контур блока

картированные аномалии построены в относительных значениях среднего пластового давления. Для детального изучения и бурения перспективных участков аномалий в пределах изолиний со значением 50 условных единиц. По спутниковым данным выделены также зоны тектонических нарушений. При обработке этих данных более крупного масштаба контуры аномальных зон могут быть уточнены.

Полученные независимые данные свидетельствуют, что бурить скв. 3–5 нецелесообразно, так как они не попадают в интервалы аномальных зон с относительно высокими значениями среднего пластового давления. Заслуживает также первоочередного внимания для детального изучения и бурения крупная аномальная зона в правом нижнем углу обследованного участка.

Газоперспективный участок в Днепроовско-Донецкой впадине (ДДВ) (Полтавская обл., Украина). На рис. 9 представлены результаты обработки спутниковых данных фрагмента перспективной на газ площади, в пределах которой расположен лицензионный участок. Площадь участка примерно в 3 раза меньше площади обработки данных ДЗЗ. В восточной части обработанной площади сейсмическими исследованиями выделены четыре структуры антиклинального типа (на рис. 9 не показаны). Основная задача исследований – выбор оптимальных мест заложения разведочных скважин.

В результате обработки и дешифрирования данных ДЗЗ обнаружено и закартировано семь аномальных зон типа “залежь газа”, в пределах которых зафиксированы участки с относительно повышенными значениями среднего пластового давления (рис. 9, зоны 1–7, участки оконтурены жирными изолиниями черного цвета). Кроме того, дополнительно выявлено шесть аномальных зон типа “залежь газа” относительно малых размеров и слабой интенсивности (т. е. без участков повы-

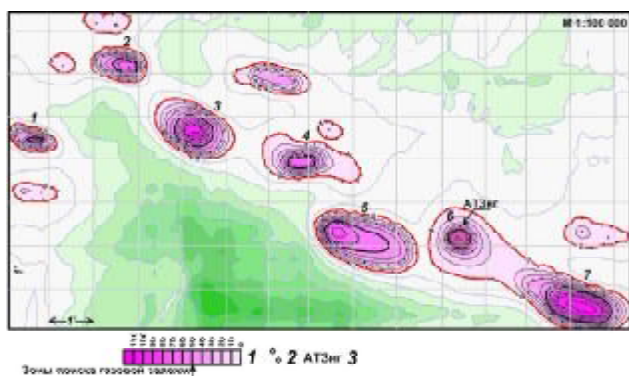


Рис. 9. Карта аномалий типа “газовая залежь”, построенная по результатам детальной (углубленной) обработки спутниковых данных в пределах газоперспективного участка в ДДВ (Полтавская обл., Украина): 1 – шкала интенсивности аномального отклика (в относительных значениях среднего пластового давления); 2 – пункты регистрации отклика; 3 – аномалия типа “нефтегазовая залежь”

шенного давления): три – в западной части площади, две – в центральной и одна – в восточной.

Акцентируем внимание на следующих характерных особенностях полученных результатов.

1. Сопоставление положения аномальных зон с картой сейсмических структур показало, что АТЗ 4 (рис. 9) находится на южном крыле первой структуры; АТЗ 6 – в юго-восточной части второй структуры; АТЗ 7 – на юго-восточном фрагменте третьей структуры; АТЗ 5 – в пределах южного крыла четвертой структуры. Практически аномальные зоны в центральных частях антиклинальных структур не обнаружены. Это, в принципе, согласуется с основными выводами в работе [26]. Отметим, что на лицензионную площадь попадает только небольшой фрагмент аномальной зоны 7.
2. Участки с повышенными значениями среднего пластового давления в пределах закартированных аномалий типа “залежь газа” занимают относительно небольшую площадь по сравнению с общей площадью аномальных зон. Они характеризуются близкой к изометричной формой, являются малоразмерными объектами, что укладывается в “геосолитонную” концепцию [1, 2].
3. В пределах АТЗ 6 зафиксирована также АТЗ типа “залежь нефти”.
4. В целом оперативно выполненные в пределах обследованной площади обработка и дешифрирование данных ДЗЗ позволили закартировать наиболее перспективные участки для последующего детального изучения и бурения разведочных скважин. Детализационные работы в пределах закартированных аномальных зон могут также быть проведены мобильными геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ.

Северная часть Прикерченского шельфа Черного моря. Процесс практической апробации “спутниковой” технологии поисков и разведки скоплений УВ предоставил возможность провести оперативную оценку перспектив нефтегазоносности двух известных и перспективных регионов Украины – Прикерченского шельфа Черного моря и северной части шельфа Азовского моря [22].

В пределах Прикерченского шельфа по спутниковым данным обнаружено и закартировано семь АТЗ, в том числе над известной структурой (нефтегазовым месторождением) Субботина [22]. На участке, расположенном севернее, при обработке спутниковых данных обнаружено и закартировано пять относительно крупных аномальных зон с повышенными значениями аномального отклика и шесть небольших аномалий с относительно низкими значениями отклика (рис. 10). Отличительная особенность трех самых крупных аномалий в западном районе участка состоит в том, что северные фрагменты их расположены на

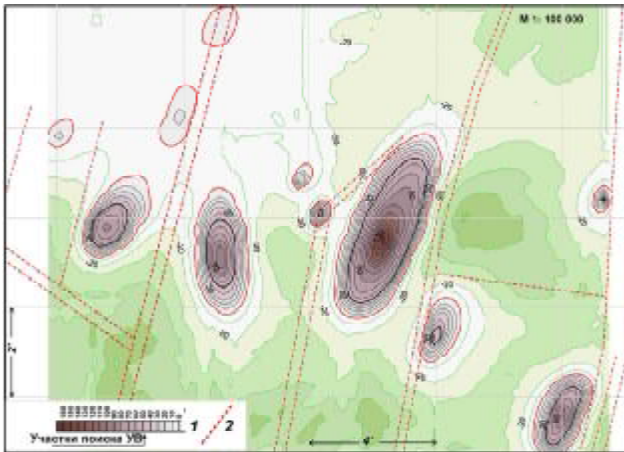


Рис. 10. Схематическая карта аномалий типа “залежь углеводородов” в северной (прибрежной) части Прикерченского шельфа, по результатам обработки и интерпретации спутниковых данных: 1 – шкала интенсивности аномального отклика, в единицах относительных значений среднего пластового давления; 2 – зоны тектонических нарушений по результатам дешифрирования данных ДЗЗ

суше (Керченском полуострове). Данное обстоятельство позволяет проводить при дальнейшем изучении этих аномалий поисковое бурение с суши непосредственно, наклонными скважинами. Стоимость буровых работ в такой ситуации будет значительно уменьшена.

Участок в Северной Америке (США). На начальном этапе бурения разведочной скважины глу-

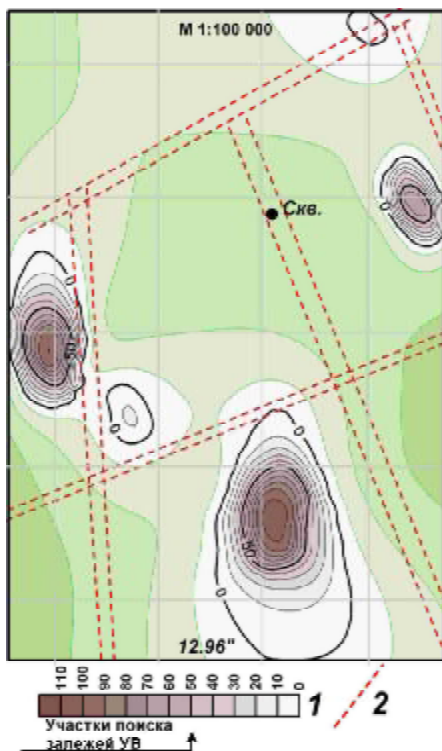


Рис. 11. Карта аномальных зон типа “залежь углеводородов”, выделенных по результатам обработки спутниковых данных (нефтеспективный участок, США): 1 – шкала интенсивности аномального отклика, в единицах относительных значений среднего пластового давления; 2 – тектонические нарушения по результатам дешифрирования данных ДЗЗ

биной порядка 2,5 км (рис. 11) была выполнена оценка нефтегазоперспективности участка специальным методом обработки и дешифрирования спутниковых данных. В результате проведенных работ обнаружены и закартированы три относительно крупные аномальные зоны типа “залежь УВ”, в которых выявлены зоны с относительными значениями среднего пластового давления выше 50 условных единиц. Эти зоны наиболее перспективны для заложения поисковых скважин. На участке выделены также две относительно небольшие аномальные зоны с низкими значениями среднего пластового давления, которые не могут быть рекомендованы для разбуривания.

К сожалению, запроектированная скважина не попала в пределы выделенных аномальных зон. В процессе обработки спутниковых данных было установлено, что она расположена в зоне тектонического нарушения, по которому может происходить (и в большинстве случаев имеет место) миграция УВ. Вполне естественно, что “чувствительными” прямыми методами наличие УВ в разломной зоне может быть зафиксировано (что, в принципе, и произошло). Однако крупные скопления УВ (месторождения различного размера) могут сформироваться только в ловушках, из которых миграция УВ практически невозможна.

Район расположения угольной шахты “Распадская” (Кемеровская обл., Россия). Геоэлектрическая технология СКИП–ВЭРЗ неоднократно использовалась в Донбассе для обнаружения и картирования зон скопления свободного газа (метана) в шахтных полях угольных шахт [11, 19]. Такого рода исследования проводились в 2001–2010 гг. на угольных шахтах им. А.Ф. Засядько, М.И. Калинина [11], Суходольская Восточная.

В 2010 г. в Донбассе апробирован также специальный метод обработки и интерпретации спутниковых данных [19]. Полученные при этом результаты продемонстрировали практическую возможность применения “спутниковой” технологии для обнаружения и картирования зон скопления свободного газа (метана) в пределах распространения угленосных формаций, а также целесообразность проведения такого же рода экспериментов и в других угольных бассейнах.

Вследствие известных трагических событий была выполнена обработка данных ДЗЗ участка расположения угольной шахты “Распадская” в Кузбассе. Здесь в обследованном фрагменте территории обнаружено и закартировано 15 аномальных зон типа “зона скопления свободного газа” различного размера и интенсивности (рис. 12). Одна из аномальных зон закартирована непосредственно в районе расположения шахтного ствола, две другие – относительно недалеко от него.

Закартированные аномальные зоны могут быть сопоставлены с положением шахтных выра-

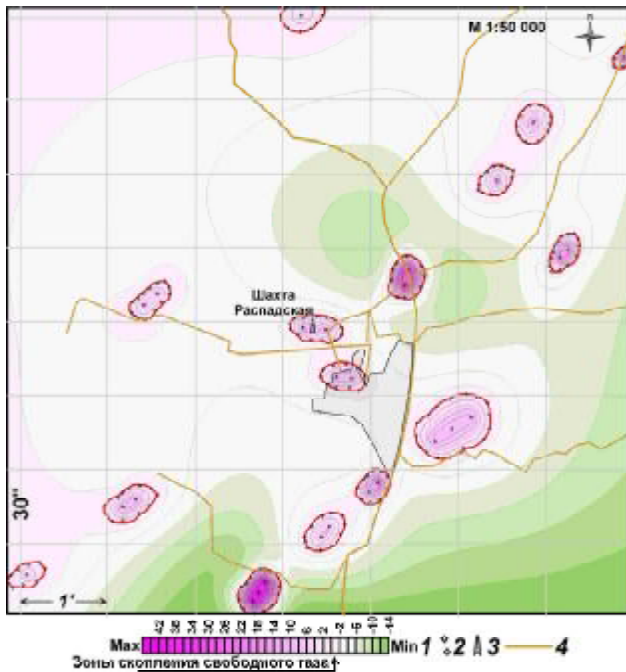


Рис. 12. Схематическая карта зон скопления свободного газа в разрезе в районе шахтного поля угольной шахты “Распадская” (Кузбасс, Россия), по результатам обработки спутниковых данных: 1 – шкала интенсивности значений аномального отклика; 2 – пункты регистрации аномального отклика; 3 – положение ствола шахты (?); 4 – дороги

боток и имеющимися геолого-геофизическими материалами. Не исключается возможность попадания метана в шахтные выработки из участков его скопления в пределах закартированных аномальных зонах.

В результате экспериментальных исследований в Донбассе и Кузбассе сделаны следующие выводы.

1. В Кузнецом угольном бассейне, а также в шахтных полях Донбасса имеются отдельные тектоногеологические участки, где могут быть скопления свободного газа (метана).
2. Можно также предположить, что в определенных геолого-тектонических условиях (в зонах развития надвигов и разломов, в частности) в пределах бассейна могут формироваться микроместорождения свободного газа (метана).
3. Технология специальной обработки спутниковых данных может использоваться для оперативного обнаружения и картирования аномальных зон типа “зона скопления свободного газа”.
4. В шахтных полях практические работы по добыче и утилизации шахтного метана целесообразно начинать в пределах обнаруженных и закартированных аномальных зон.

Мексиканский залив. Метод специальной обработки спутниковых данных был апробирован в районе расположения аварийной скважины в Мексиканском заливе. Здесь по результатам обработки данных ДЗЗ выделена и закартирована доста-

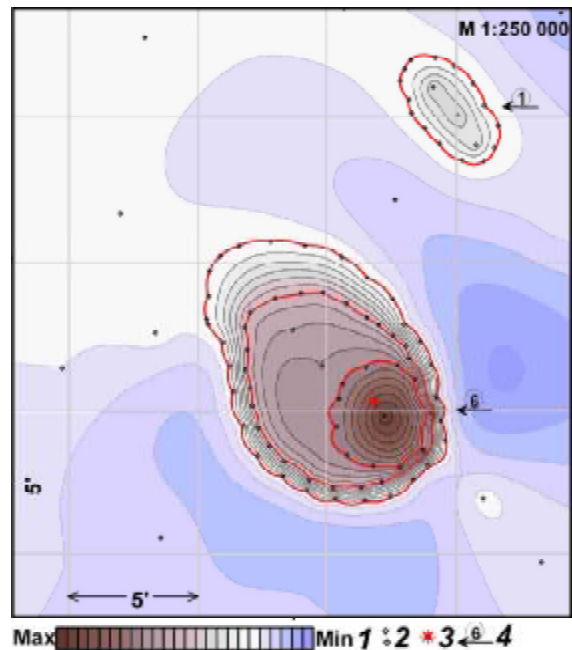


Рис. 13. Карта аномалий типа “нефтяная залежь” в районе расположения аварийной скважины в Мексиканском заливе, по результатам обработки спутниковых данных: 1 – шкала относительных значений пластового давления; 2 – точки регистрации аномального отклика; 3 – положение аварийной скважины; 4 – относительная величина пластового давления в аномальной зоне

точно интенсивная аномалия типа “залежь нефти” (рис. 13). Сама скважина попадает в область максимальных значений пластовых давлений. С одной стороны, это обстоятельство указывает на принципиальную важность получения оценок давлений. С другой стороны, повышенные значения относительного пластового давления могут свидетельствовать о более высокой вероятности получения промышленных притоков флюидов.

По результатам обработки данных ДЗЗ в районе скважины обнаружены и закартированы пять аномальных зон типа “газогидратные отложения”.

Лицензионные блоки на шельфе Венесуэлы. В статье [32], а также в ресурсах Интернета [33–36] приводятся сведения о некоторых результатах геофизических исследований и бурения (положительных и отрицательных) в пределах лицензионных блоков Urumaco I, Urumaco II, Cardon III, Cardon IV на шельфе Венесуэлы. Положение этих блоков относительно береговой линии показано на рис. 14. Обработанные и проинтерпретированные данные ДЗЗ, в принципе, согласуются с результатами бурения и позволяют констатировать следующее.

1. Выявленное тремя скважинами крупное газоконденсатное месторождение в пределах блока Cardon IV [33] картируется крупной аномалией типа “залежь газа”. В южной части аномалии закартирована также аномалия типа “залежь нефти” меньшего размера. В восточной части блока обнаружено и закартировано еще две ано-

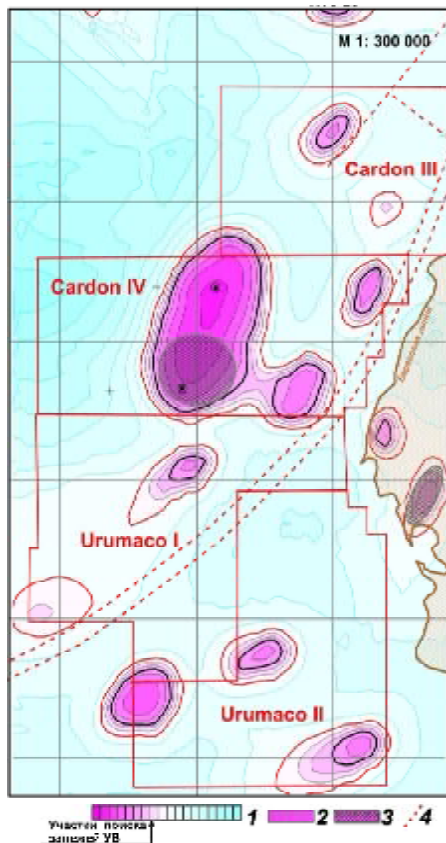


Рис. 14. Карта аномальных зон типа “залежь углеводородов” в районе расположения лицензионных блоков Urumaco I, Urumaco II, Cardon III, Cardon IV в Венесуэльском заливе (шельф Венесуэлы), по результатам обработки и дешифрирования спутниковых данных: 1 – шкала интенсивности аномального отклика; аномальные зоны: 2 – типа “газ”, 3 – типа “газ+нефть”; 4 – тектонические нарушения по спутниковым данным

малии типа “залежь газа” небольших размеров. Тем не менее наличие в них зон с относительно повышенными значениями пластовых давлений свидетельствует о целесообразности проведения поисковых работ и бурения.

2. На участке Urumaco I обнаружены две небольшие по площади аномалии типа “залежь газа”. Аномалия в левом нижнем углу блока (рис. 14) не представляет практического интереса, так как характеризуется относительно невысокими значениями аномального отклика. В центре верхней части блока зафиксирована аномалия с зоной повышенных значений аномального отклика. Однако имеется большая вероятность того, что пробуренная оператором блока скважина не попала в эту зону с повышенными значениями аномального отклика и оказалась непродуктивной [34, 35].

В районе блока Urumaco II обнаружены три относительно небольшие аномальные зоны типа “залежь газа”. Наибольший интерес представляет западная, самая крупная по площади аномалия.

Следует отметить, что в пределах блоков Urumaco I и Urumaco II выполнены сейсми-

ческие работы 3D общей площадью 500 и 400 км² соответственно [36].

3. Полученные результаты ставят под сомнение целесообразность проведения дальнейших поисковых работ на площади блока Urumaco I. Детальный анализ этих материалов и их сопоставление с имеющимися геолого-геофизическими данными могут также способствовать принятию решения о проведении дальнейших поисковых работ в районе блока Urumaco II.
4. В пределах блока Cardon III пробурена скважина, которая оказалась сухой [33]. На площади блока закартированы еще две небольшие аномалии, одна из которых не имеет зоны повышенного пластового давления. Скорее всего, в зону с повышенным значением пластового давления эта скважина не попала (на рисунке в работе [32] она обозначена практически у верхней границы блока).
5. На рис. 14, в правой его части, имеется еще одна сухая скважина. Аномалия типа “залежь УВ” здесь выявлена. Тем не менее в центральной части полуострова обнаружены и закартированы две небольшие аномалии с зонами повышенных значений пластового давления.

Оперативная оценка перспектив нефтегазоносности участков для лицензирования. Технология специальной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ может использоваться (и с достаточно высокой эффективностью) для получения оперативной оценки перспектив нефтегазоносности слабоизученных участков, а также участков, предложенных (выставленных) соответствующими регулятивными органами на открытые аукционы. Получение новых (дополнительных и независимых) данных о том или другом участке позволяет конкретному инвестору (недропользователю) принять в достаточной степени обоснованное решение о целесообразности участия в торгах или покупки конкретной нефтегазоносной (нефтегазоперспективной) площади. Примеры применения “спутниковой” технологии для этих целей демонстрируют рис. 15 и 16.

Так, на участке 3 (рис. 15) в результате обработки данных ДЗЗ обнаружены и закартированы четыре аномальные зоны типа “залежь газа” при нулевых значениях среднего пластового давления. При этом практически все аномалии расположены в западной части участка обследования. На востоке участка ввиду отсутствия аномальных зон изолинии аномального отклика не строились. Дополнительное применение методики оценки среднего пластового давления показало, что из четырех обнаруженных аномальных зон практический интерес представляет только АТЗ-1, расположенная в юго-западном углу участка 3.

На участках 4, 5 (рис. 16), расположенных рядом, обнаружены и закартированы две аномаль-

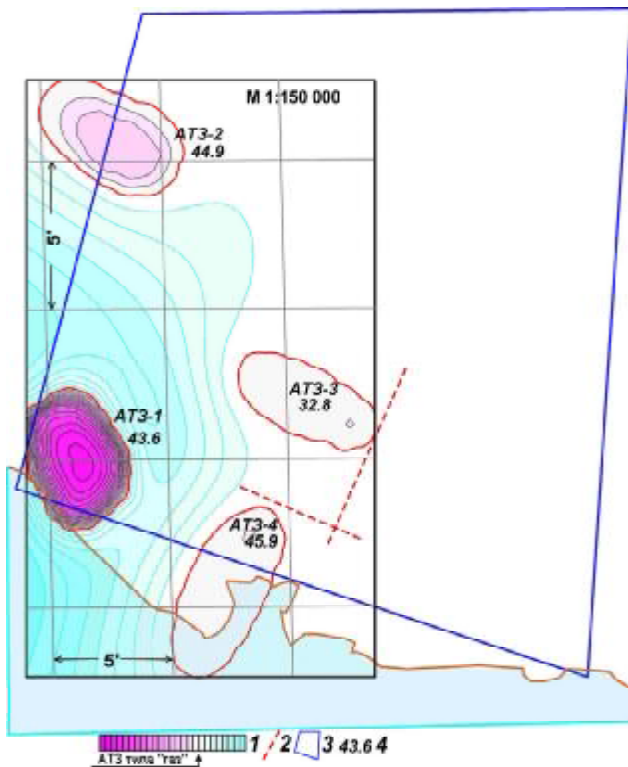


Рис. 15. Карта аномалий типа “залежь газа” на участке 3, по результатам обработки спутниковых данных: 1 – шкала интенсивности аномального отклика; 2 – тектонические нарушения; 3 – контур участка; 4 – площадь аномальной зоны, км²

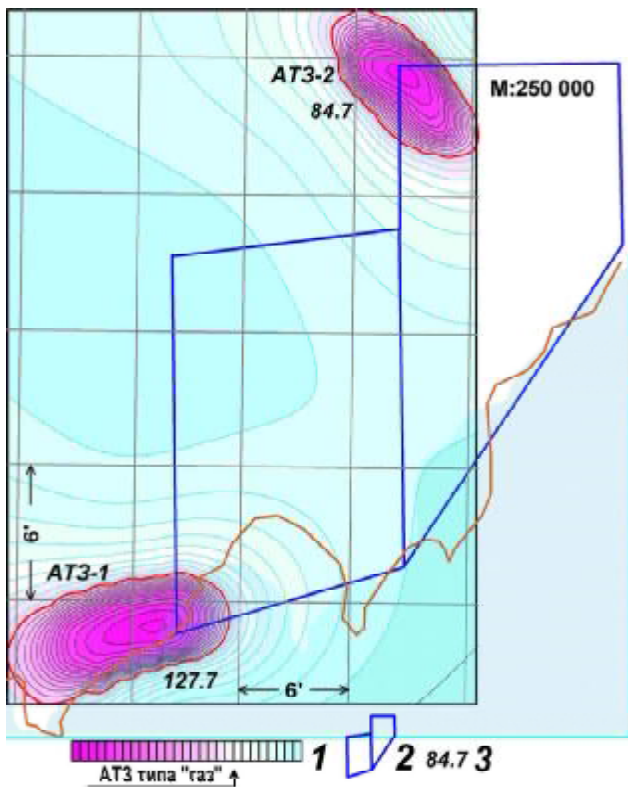


Рис. 16. Карта аномалий типа “залежь газа” на участках 4, 5, по результатам обработки спутниковых данных: 1 – шкала интенсивности аномального отклика; 2 – контуры участков; 3 – площадь аномальной зоны, км²

ные зоны типа “залежь газа”. В них выявлены участки с относительно повышенными значениями пластового давления. Однако только небольшой фрагмент АТЗ-1 попадает в контуры участка 4 (в юго-западном углу), и примерно половина АТЗ-2 расположена на участке 5 (в северо-западном углу). В целом большая площадь участков 4 и 5 не представляет практического интереса для лицензирования – заслуживают внимания только отдельные их фрагменты.

Газовый кратер в Дарвазе (Туркменистан). Благодаря многочисленным видеороликам в Интернете (рис. 17) кратер шириной около 60 м и глубиной 20 м уже получил неофициальное название “Врата Ада”. Путешественники называют его также “Дверь в преисподнюю”. Кратер расположен в центре пустыни Каракумы (“Черные пески”), он образовался при геологоразведочных работах в 1971 г. В момент бурения в кратер провалилась буровая установка. Было принято решение сжечь находящийся в пустотах газ, однако он продолжает гореть до сих пор (40 лет), привлекая к кратеру немало туристов. Недалеко от горящего кратера находятся еще два подобных провала аналогичного происхождения. Эти кратеры не горят, напор газа здесь гораздо слабее. Специалисты утверждают, что с помощью наклонно направленного бурения из более плотных участков две залежи могут эксплуатироваться.

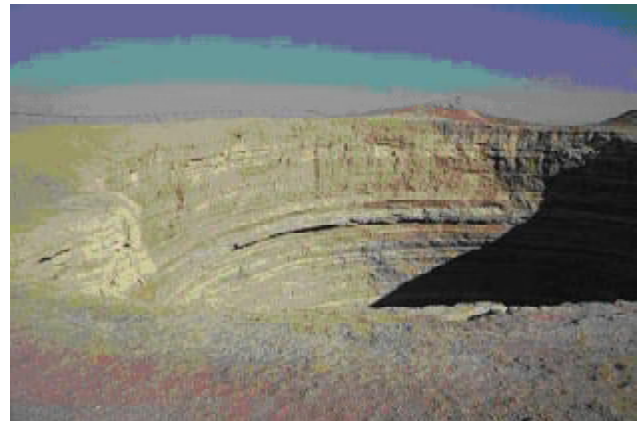


Рис. 17. Газовый кратер в Дарвазе

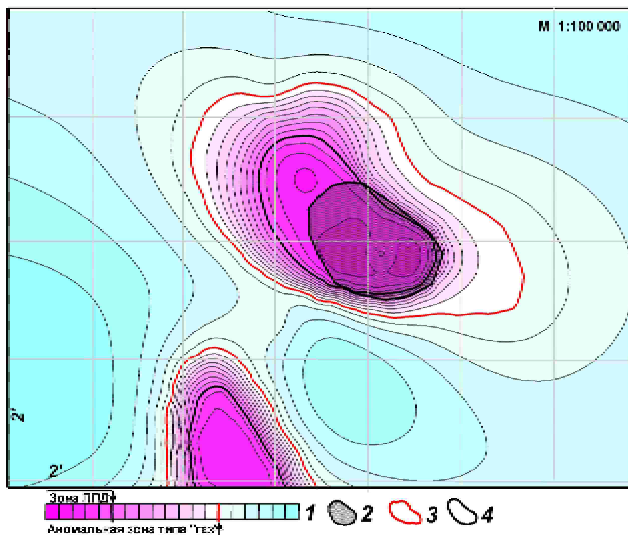


Рис. 18. Аномальная зона типа “газовая залежь” в районе газового кратера в Дарвазе, по результатам обработки данных ДЗЗ: 1 – шкала интенсивности аномального отклика; 2 – аномалия типа “газ”; 3 – контур аномальной зоны типа “газ”; 4 – участок повышенного давления в аномальной зоне типа “газ”

Недалеко от огненного кратера имеются законсервированные скважины.

Спутниковые данные относительно небольшого фрагмента территории в районе расположения кратера были обработаны с целью обнаружения и картирования аномальных зон типа “залежь газа” и “залежь нефти”. В результате на обработанной площади обнаружены две аномальные зоны типа “залежь газа” с участками повышенных значений среднего пластового давления. Сам кратер расположен в центральной аномальной зоне, в контуре повышенных пластовых давлений. В пределах этой аномалии выделена и оконтурена также аномальная зона типа “залежь нефти” (рис. 18). Вторая аномальная зона примыкает к южной границе участка обследования и полностью в южной направлении не прослежена.

Размеры аномалии в районе кратера (без учета нижней) 11×6 км²; площадь аномалии типа “газ” – 48 км², участка повышенного давления – 16, аномалии типа “нефть” – 10,2 км².

Дополнительные и независимые данные позволяют констатировать следующее: а) кратер расположен в районе среднего по размерам месторождения газа; б) можно предположить, что по причине негерметичности покрышки идет процесс разрушения месторождения; в) наличие в пределах аномальной зоны участка с повышенными значениями пластового давления свидетельствует о том, что в этом районе могут быть получены промышленные (коммерческие) притоки газа; г) наличие второй (южной) аномальной зоны указывает на возможность обнаружения в этом районе дополнительных аномальных зон типа “залежь газа” и “залежь нефти”; д) в целом район следует

считать перспективным для проведения поисковых работ на нефть и газ.

Выводы. Приведенные выше результаты, а также другие материалы выполненных экспериментов [17] свидетельствуют, что технология обработки и дешифрирования (интерпретации) данных ДЗЗ позволяет оперативно обнаруживать и картировать в первом приближении аномальные зоны типа “залежь нефти” и (или) “залежь газа”, которые в большинстве случаев могут быть обусловлены месторождениями УВ. Результаты обработки и дешифрирования – это **новая (дополнительная) и, главным образом, независимая информация**, которая может быть полезной и востребованной на любом этапе геологоразведочного процесса на нефть и газ. Целесообразно также акцентировать внимание на еще одну **характеристическую особенность этой информации – оперативность ее получения.**

Аномалии типа “залежь УВ”, выделяемые в результате обработки и дешифрирования данных ДЗЗ, в зависимости от масштаба обработки можно считать локальными и региональными критериями нефтегазоносности. Более того, эта новая и независимая информация во многих случаях может быть “прямым индикатором нефтегазоносности” (ПИНГ). Ее следует использовать при принятии обоснованных решений о целесообразности проведения на изучаемых площадях дополнительных исследований и бурения, а также для ранжирования обследованных в рекогносцировочном режиме объектов по показателю очередности проведения детальных работ и бурения.

Методика обработки данных ДЗЗ позволяет выделять и картировать аномальные зоны типа “залежь УВ” для различных (в том числе нулевых) значений среднего пластового давления. Традиционно при нулевых значениях среднего пластового давления в результате обработки фиксируется максимальная площадь аномальных зон типа “залежь УВ”. Площадь аномальных зон для повышенных значений среднего пластового давления всегда меньше (во многих случаях существенно меньше) площади аномалий при нулевых значениях давления. Зоны повышенных пластовых давлений в пределах закартированных аномалий фиксируют области, в которых вероятность получения промышленных притоков УВ намного выше. Отсутствие таких областей на участках выделенных и закартированных аномальных зон свидетельствует о нецелесообразности проведения дальнейших поисковых работ на таких участках в первую очередь. В принципе, **применение методики оценки относительных значений средних пластовых давлений позволяет еще более сузить области (участки) проведения детальных поисковых работ первоочередного характера и задания разведочных скважин.**

Результаты применения метода обработки и дешифрирования данных ДЗЗ в целом подтверждают вывод автора работы [26], “что значительная часть скоплений УВ сосредоточена не в своде, а на склонах и периклинальных окончаниях поднятий в тектонически экранированных ловушках”.

Морфология и структура аномальных зон с повышенными значениями пластового давления свидетельствуют о практической возможности их формирования, согласно геосолитонной теории нефтегазообразования [1, 2]. Во многих случаях подчеркиваются малоразмерность и слабая контрастность перспективных поисковых объектов [4].

Технология обработки и интерпретации (дешифрирования) спутниковых данных в настоящее время активно применяется в комплексе с наземными геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ, что дает возможность повысить эффективность и информативность последних. Значительный эффект может быть также получен при комплексировании этой технологии с другими геофизическими методами, и в первую очередь с высокоразрешающей 3D-сейсморазведкой.

Оценка перспектив нефтегазоносности по результатам обработки и интерпретации данных ДЗЗ может найти применение при рекогносцировочных обследованиях труднодоступных и удаленных регионов, в том числе Арктического и Антарктического шельфов. Методика рекогносцировочных исследований практически отработана и используется для получения оперативной информации о перспективах нефтегазоносности тех и иных площадей. Средние и крупные месторождения УВ могут быть обнаружены и закартированы при их наличии на участках обследования в рекогносцировочном режиме. Оперативная оценка перспектив нефтегазоносности лицензионных блоков и площадей с помощью технологии обработки и интерпретации спутниковых данных будет способствовать снижению финансовых рисков, а также материальных и временных затрат при проведении поисковых работ на нефть и газ.

Опыт проведения апробации технологии в различных регионах [17–20] показывает, что при обработке и интерпретации спутниковых данных более крупного масштаба (1 : 10 000 и крупнее) и высокого разрешения могут быть обнаружены и закартированы аномальные объекты небольших размеров (100–300 м).

В статье [21] охарактеризованы отличия геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ от классических электрических и электромагнитных методов, а также отмечен их вклад **в становление новой парадигмы геофизических исследований**, суть которой состоит **в “прямых” поисках конкретного физического вещества**: газа, нефти, газогидратов, воды, рудных минералов и пород (золото, платина, серебро, цинк, уран, алмазы, кимберлиты

и др.). Начальным этапом в становлении данной парадигмы можно считать первые исследования и разработки по “прямым” методам поисков нефти и газа. Тогда же в геолого-геофизическую терминологию было введено известное и широко используемое в настоящее время (в том числе авторами) выражение “аномалия типа «залежь»” (АТЗ). В связи с этим целесообразно также отметить, что определенный вклад в становление “вещественной парадигмы” геофизических исследований вносит оригинальный метод обработки и интерпретации данных ДЗЗ [19, 20], практическая апробация которого проводится авторами начиная с 2010 г. Метод ориентирован на обнаружение и картирование по спутниковым данным аномалий типа “залежь нефти”, “залежь газа”, “водоносный горизонт”, “зона золоторудной минерализации” и др. Совместное использование методов обработки и интерпретации данных ДЗЗ и технологии СКИП–ВЭРЗ на различных этапах геолого-геофизических исследований позволяет оптимизировать и ускорить поисковые и изыскательские этапы геофизических работ.

Многие специалисты и эксперты придерживаются мнения, что в настоящее время практически любая техническая задача может быть решена. **Для этого необходимо только достаточное количество времени и финансовых ресурсов.** Указанное также справедливо и при решении таких важных практических задач, как обеспечение Украины собственными энергетическими ресурсами. Согласно результатам выполненных исследований в 2001–2010 гг. на ряде площадей в различных регионах Украины, содействовать этому может активное применение оперативных и мобильных технологий “прямых” поисков и разведки скоплений УВ (в том числе экспресс-технологии СКИП–ВЭРЗ и специального метода обработки и интерпретации данных ДЗЗ). Авторы уверены, что включение такого рода технологий в традиционный комплекс поисковых геолого-геофизических методов будет способствовать как минимизации финансовых затрат на решение данной задачи, так и сокращению времени на ее практическую реализацию.

В заключение обратим внимание на электронную публикацию компании Energy Exploration Technologies Inc. (NXT), в которой предлагается “революционная” технология, изменяющая процесс поисков нефти и газа. В статье [37] вначале анализируется традиционный процесс поисковых исследований, который характеризуется значительными рисками и существенными преимуществами для крупных E&P компаний. Далее объясняется, как оперативная технология Stress Field Detection (“SFD”) “оживляет” процесс исследований, уменьшая риски и финансовые издержки, что приводит к “уравновешиванию игрового поля”

между крупными и мелкими компаниями. И наконец, в публикации представляется модель финансово-промышленной группы под условным названием “Embassy Domestic” для инвестирования нефтепоисковых проектов.

Подобного рода технологическая схема финансирования может быть реализована и на базе геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ, а также специального метода обработки и дешифрирования спутниковых данных.

1. *Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р.* Геосолитоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработки месторождений углеводородов. – Тюмень: Вектор Бук, 2003. – 344 с.
2. *Бембель Р.М., Мегеря В.М., Бембель С.Р.* Поиски и разведка месторождений углеводородов на базе геосолитонной концепции дегазации Земли. – <http://www.geoinform.ru/?an=bembel>.
3. *Готтих Р.П., Писоцкий Б.И.* Роль эндогенных флюидов в формировании углеводородосодержащих пород в геологическом разрезе нефтегазоносных провинций // Докл. АН РФ. – 2006. – 412. – С. 534–539.
4. *Карасевич А.М., Земцова Д.П., Никитин А.А.* Новые технологии геофизических исследований при поисках и прогнозе углеводородного сырья. – М.: Страх. ревю, 2010. – 140 с.
5. *Ковалев Н.И., Гох В.А., Солдатова С.В., Лямцева И.В.* Использование дистанционного геологического комплекса “Поиск” по определению границ нефтегазоносных участков и выбора точек под бурение скважин // Геоинформатика. – 2009. – № 3. – С. 83–87.
6. *Ковалев Н.И., Гох В.А., Иващенко П.Н., Солдатова С.В.* Опыт практического использования аппаратуры комплекса “Поиск” для обнаружения и оконтуривания углеводородных месторождений // Там же. – 2010. – № 4. – С. 46–51.
7. *Ларин В.Н.* Наша Земля. – М.: Ангар, 2005. – 243 с.
8. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Таскинбаев К.М.* Поиски и разведка скоплений углеводородов геоэлектрическими методами на нефтяных месторождениях Западного Казахстана // Георесурсы. – 2003. – № 1. – С. 31–37.
9. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н.* Электро-резонансное зондирование и его использование для решения задач экологии и инженерной геологии // Геол. журн. – 2003. – № 4. – С. 24–28.
10. *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.
11. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. и др.* Обнаружение и картирование геоэлектрическими методами зон повышенного газонасыщения на угольных шахтах // Геофизика. – 2006. – № 2. – С. 58–63.
12. *Левашов С.П., Бахмутов В.Г., Корчагин И.Н. и др.* Геоэлектрические исследования во время проведения сезонных работ 11-ой Украинской антарктической экспедиции // Геоинформатика. – 2006. – № 2. – С. 24–33.
13. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. и др.* Реконструированные и детальные геоэлектрические исследования при поисках углеводородов на Костанайской нефтегазоперспективной площади // Геоинформатика. – 2007. – № 1. – С. 27–37.
14. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. и др.* Детальные геоэлектрические исследования нефтегазоперспективных участков при выборе мест заложения скважин // Георесурсы. – 2007. – № 4(23). – С. 24–27.
15. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. и др.* Поиск и разведка скоплений нефти и газа геоэлектрическими методами // Газ. пром-сть. – 2007. – № 4. – С. 22–28.
16. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Червоный Н.П.* Экспресс-технология прямых поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами // Нефть. хоз-во. – 2008. – № 2. – С. 28–33.
17. *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.
18. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Божжежа Д.Н.* Оперативное решение задач оценки перспектив рудоносности лицензионных участков и территорий в районах действующих промыслов и рудных месторождений // Там же. – 2010. – № 4. – С. 23–30.
19. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н.* Картирование геоэлектрическими и дистанционными методами скоплений метана в угленосных бассейнах // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей: Материалы 38-й сес. Междунар. науч. семинара имени Д.Г. Успенского, Пермь, 24–28 янв. 2011 г. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2011. – С. 170–173.
20. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Червоный Н.П.* Опыт применения геоэлектрических и дистанционных методов с целью поисков скоплений углеводородов в Сибирском регионе // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей: Материалы 38-й сес. Междунар. науч. семинара имени Д.Г. Успенского, Пермь, 24–28 янв. 2011 г. – Пермь: ГИ УрО РАН, 2011. – С. 177–180.
21. *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.
22. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. и др.* Новые данные о перспективах нефтегазоносности восточной части Азово-Черноморского региона Украины // Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – Киев, 2011. – С. 13–32.
23. *Михайлов И.Н.* Рабочая гипотеза о физических основах интерпретации по методике ГОНГ // Прикл. геофизика. – 1995. – № 129. – С. 119–124.
24. *Поликарпов В.К.* Проблема возобновляемости запасов разрабатываемых месторождений углеводородов // Геофиз. вестн. – 2010. – № 4. – С. 9–15.
25. *Поликарпов В.К., Журилович И.А.* Связь месторождений полезных ископаемых со структурами мантийного заложения // Геофизика. – 2003. – № 6. – С. 64–68.
26. *Сапрыкина А. Ю.* Особенности строения и формирования нефтяных залежей в связи с дизъюнктивно-бло-

- ковым строением верхнеюрских и неокомских природных резервуаров Широкого Приобья: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – М., 2002. – 14 с.
27. Стародуб Ю.П., Брич Т.Б. Оцінка та прогнозування пластових і порових тисків у гірському масиві шляхом математичного моделювання // Геодинаміка. – 2009. – 1, № 8. – С. 84–90.
 28. Стародуб Ю., Карпенко В., Брич Т., Купльовський Б. Моделювання напруженого стану гірського масиву для прогнозування пластового тиску // Вісн. Львів. ун-ту. Сер геол. – 2009. – Вип. 23. – С. 89–100.
 29. Тимурзиев А.И. Современное состояние практики и методологии поисков нефти и газа // Актуальные проблемы поздней стадии освоения нефтегазодобывающих регионов. Материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Казань: ФЭН, 2008. – С. 393–398.
 30. Тимурзиев А.И. От теории труб дегазации П.Н.Кропоткина к технологии картирования очагов разгрузки глубинных флюидов // Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды; нефть и газ; углеводороды и жизнь. Материалы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рождения акад. П.Н. Кропоткина, г. Москва, 18–22 окт. 2010 г. – М.: ГЕОС, 2010. – С. 567–570.
 31. Шуман В.Н., Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Радиоволновые зондирующие системы: элементы теории, состояние и перспектива // Геоинформатика. – 2008. – № 2. – С. 22–50.
 32. Holden A. Aruba: A re-evaluation of petroleum prospectivity following the recent discoveries in the Gulf of Venezuela // First Break. – 2010. – 28, № 11. – P. 71–77.
 33. <http://energyland.info/news-show-tek-neftegaz-59872>
 34. <http://www.indpg.ru/nik/2010/11/36653.html>
 35. <http://www.rian.ru/economy/20101015/285947600.html>
 36. http://www.zargaz.ru/geo_ve_en.html
 37. http://www.nxtenergy.com/nxt/images/gallery/EMBASSY%20DOMESTIC%20final_April8-08.pdf
 38. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. et al. Over-salt and sub-salt gas-bearing layers mapping by geoelectric methods within the salt dome region in Dniepr-Donetsk Depression // 69nd EAGE conf. and Techn. Exhibition. London, United Kingdom, 11–14 June 2007. – CD-ROM Abstracts volume. P167, 4 p.
 39. Yakymchuk N.A., Levashov S.P., Korchagin I.N. Express-technology for direct searching and prospecting of hydrocarbon accumulation by geoelectric methods // Int. petroleum technology conf., 3–5 Dec. 2008. – Kuala Lumpur, Malaysia. – Paper IPTC-12116-PP. Conf. CD-ROM Proceed. – 11 p.

Поступила в редакцию 19.04.2011 г.

С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин

ОЦЕНКА ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ ФЛЮИДОВ В КОЛЛЕКТОРАХ: РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Приводятся результаты экспериментальной апробации методики оценки пластовых давлений флюидов в рамках технологии обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с целью “прямых” поисков и разведки месторождений углеводородов (УВ). Технология дает возможность оперативно обнаруживать и картировать аномальные зоны типа “залежь нефти” и (или) “залежь газа”, которые обусловлены скоплениями УВ разных размеров при различных (в том числе нулевых) значениях пластового давления флюидов. Зонами повышенных пластовых давлений в пределах закартированных аномалий фиксируются области, в пределах которых вероятность получения промышленных притоков УВ намного выше. Практическое применение методики позволяет сузить области (участки) проведения детальных поисковых работ первоочередного характера и задания разведочных скважин. Технология обработки и дешифрирования данных ДЗЗ активно применяется в комплексе с наземными геоэлектрическими методами становления короткоимпульсного поля и вертикального электрорезонансного зондирования. Это значительно повышает эффективность и информативность последних. Существенный эффект может быть получен от комплексирования указанной технологии с другими геофизическими методами, и в первую очередь с высокоразрешающей 3D-сейсморазведкой.

Ключевые слова: нефть, газ, месторождение, спутниковые данные, технология, прямые поиски, обработка, интерпретация, пластовое давление, геоэлектрические методы.

С.П. Левашов, М.А. Якимчук, І.М. Корчагін

ОЦІНКА ВІДНОСНИХ ЗНАЧЕНЬ ПЛАСТОВОГО ТИСКУ ФЛЮЇДІВ У КОЛЛЕКТОРАХ: РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТІВ І ПЕРСПЕКТИВИ ПРАКТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Наведено результати експериментальної апробації методики оцінки пластових тисків флюїдів у межах технології обробки та інтерпретації даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з метою “прямих” пошуків і розвідки родовищ вуглеводнів (ВВ). Технологія дає змогу оперативно виявляти та картувати аномальні зони типу “поклад нафти” і (або) “поклад газу”, які зумовлені скупченнями ВВ різних розмірів за різних (у тому числі нульових) значень пластового тиску флюїдів. Зонами підвищених пластових тисків у межах закартованих аномалій фіксуються ділянки, у межах яких імовірність одержання промислових припливів ВВ істотно вища. У разі застосування методики можна суттєво звужити зони (ділянки) проведення детальних пошукових робіт першочергового характеру та закладення розвідувальних свердловин. Технологію обробки і дешифрування

даних ДЗЗ активно застосовують у комплексі із наземними геоелектричними методами становлення короткоімпульсного поля та вертикального електрорезонансного зондування. Це суттєво підвищує ефективність та інформативність останніх. Значний ефект може бути отриманий від комплексування вказаної технології з іншими геофізичними методами, і в першу чергу з високороздільною 3D-сейморозвідкою.

Ключові слова: нафта, газ, родовище, супутникові дані, технологія, прямі пошуки, обробка, інтерпретація, пластовий тиск, геоелектричні методи.