

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ПОИСКОВ СКОПЛЕНИЙ НЕФТИ В РАЙОНАХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ

С.П. Левашов^{1,2}, Н.А. Якимчук^{1,2}, И.Н. Корчагин³, Д.Н. Божежа², И.С. Пидлисна⁴

¹Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, пер. Лабораторный, 1, Киев 01133, Украина

²Центр менеджмента и маркетинга в области наук о Земле ИГН НАНУ,

пер. Лабораторный, 1, Киев 01133, Украина

³Институт геофизики им. С.И. Субботина НАНУ,

пр. Паладина, 32, Киев 03680, Украина, e-mail: korchagin@karbon.com.ua

⁴Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, ул. Васильковская, 90, Киев 03022, Украина

Приводятся результаты экспериментального применения мобильного метода обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для поисков скоплений углеводородов (УВ) в районе распространения отложений баженовской свиты на лицензионном участке (ЛУ) в Западной Сибири. На обследованном ЛУ обнаружено шесть аномалий типа “залежь нефти”, в пределах которых выделены зоны с повышенными значениями пластового давления в коллекторах. Это новая (дополнительная) и, главное, независимая информация о потенциальных зонах скопления в пределах ЛУ “легкой нефти”. В отличие от сейсмических и других геофизических данных ее можно классифицировать как “прямой признак нефтеносности”. Такая информация может быть использована для локализации участков проведения детальных поисковых работ, а также для выбора оптимальных мест заложения разведочных и добывающих скважин. В целом результатами исследований наглядно продемонстрированы потенциальные возможности метода обработки данных ДЗЗ при проведении в сжатые сроки рекогносцировочного обследования крупных по площади (и труднодоступных) нефтегазоносных территорий. Применение этой технологии может принести значительный эффект и при поисках скоплений УВ в нетрадиционных коллекторах (в том числе в районах распространения пород баженовской свиты). Мобильная технология также заслуживает применения при исследованиях слабоизученных участков и блоков в пределах известных нефте- и газоносных бассейнов. С помощью технологии частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ может быть выполнена оперативная оценка нефтегазоносности наиболее перспективных участков в труднодоступных и удаленных регионах Западной и Восточной Сибири.

Ключевые слова: данные ДЗЗ, обработка, интерпретация, баженовская свита, аномалия типа “залежь нефти”, газ, нефть, пластовое давление, лицензионный участок, месторождение.

Введение. Проблема интенсификации, ускорения и оптимизации геолого-разведочного процесса поисков и разведки промышленных скоплений углеводородов (УВ) в коллекторах различного типа (в том числе в нетрадиционных) в настоящее время является исключительно актуальной. Такое положение дел в нефтегазовой отрасли обусловлено исчерпанностью крупных и средних структур (ловушек структурного типа), необходимостью поисков и разведки малоразмерных и слабоконтрастных (перспективных) объектов и освоения больших глубин, проведения поисковых работ в удаленных и труднодоступных регионах мира [5]. Особенное внимание уделяется оптимизации процесса поисков нефти и газа в коллекторах нетрадиционного типа — угленосных породах, сланцах, кристаллических породах, плотных песчаниках.

По мнению авторов, существенно содействовать решению этой проблемы может более активное и целенаправленное применение в поисковом геолого-разведочном процессе мобильных и опе-

ративных геофизических технологий. К такого рода технологиям можно также отнести комплекс методов — частотно-резонансной обработки и интерпретации (дешифрирования) данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с целью “прямых” поисков и разведки полезных ископаемых конкретного типа [10–14], геоэлектрические методы становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) (экспресс-технология СКИП–ВЭРЗ) [9, 13]. Эти мобильные методы уже на протяжении многих лет успешно применяются для оперативного решения широкого класса геолого-геофизических задач, в том числе поисков рудных и горючих полезных ископаемых. Некоторые результаты применения как всей технологии в целом, так и отдельных мобильных методов анализируются в публикациях [9–19].

Перечисленные выше мобильные геофизические методы достаточно широко апробированы

также при поисках и разведке скоплений УВ в коллекторах нетрадиционного типа — угленосных массивах, сланцах, кристаллических породах, плотных песчаниках и др. [12, 14–19].

Вопросы, связанные с проблемами поисков и разведки скоплений нефти и газа в нетрадиционных коллекторах — угленосных породах, сланцах, кристаллических породах, плотных песчаниках, активно рассматриваются на международных и национальных конференциях в различных регионах мира. В частности, в ноябре 2013 г. такого рода конференции прошли в Москве [8, 17] и Киеве [18].

На конференции в Москве широко обсуждались результаты исследований отложений баженовской свиты [1–4, 7, 8, 23]. Важное значение и сложность проблемы изучения баженовских отложений наиболее четко отмечены в статье [1, с. 26]: “Баженовская свита (БС) является одним из наиболее изучаемых, но при этом наименее предсказуемых объектов нефтегазовой геологии в России. Достаточно сказать, что с начала изучения баженовской свиты прошло уже более 50 лет, более 10 % всех защищенных диссертаций по нефтяной геологии посвящено этим отложениям. Исследования проводятся постоянно, появляются новые публикации, однако это не делает баженовскую свиту более предсказуемой. В настоящее время известно более 70 месторождений с промышленными запасами нефти в БС, однако бурение скважин с целью получения гарантированного притока нефти даже в оконтуренных залежах по-прежнему проводится методом “дикий кошки”. Месторождения нефти в БС открываются случайно, унифицированной методики подсчета запасов по пласту Ю₀ нет. Поэтому вполне объяснимо, что и оценки запасов порой различаются более чем на порядок (от 600 млн до 30 млрд т).

Опыт эксплуатации Салымского месторождения свидетельствует об отсутствии надежных технологий рентабельной разработки БС”.

В связи с таким интересом к баженовским отложениям нами проведены дополнительные исследования с целью изучения возможности применения мобильной технологии частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ [10–14] для поисков и разведки скоплений УВ в пределах распространения пород баженовской свиты (Западная Сибирь) [1–4, 7, 8, 23]. В качестве объекта исследований выбран Восточно-Вуемский лицензионный участок. Результаты исследований обсуждались на конференциях в Москве [8, 17] и Киеве [18].

Ниже в статье более детально анализируются полученные результаты дополнительной апробации технологии частотно-резонансной обработки и интерпретации (дешифрирования) данных ДЗЗ в пределах обследованного участка распространения баженовских отложений [1, 2–4, 7, 8, 23].

О мобильной геофизической технологии. Практическое применение мобильных технологий в геолого-разведочном процессе на различные полезные ископаемые позволяет существенно ускорить сам процесс поисков, а также повысить его эффективность и информативность.

Компоненты технологии и аппаратура: 1) частотно-резонансный метод обработки и интерпретации (дешифрирования) данных ДЗЗ (спутниковых данных) [10–14]; 2) площадная съемка методом СКИП [9, 13]; 3) ВЭРЗ [9, 13]; 4) компьютеризованные аппаратные комплексы полевых наблюдений, GPS-приемник, программное обеспечение регистрации, обработки и интерпретации данных измерений, методика проведения полевых наблюдений.

Решаемые задачи: а) выявление и картирование аномалий типа “залежь” (АТЗ), которые могут быть обусловлены скоплениями УВ, рудными полезными ископаемыми или водоносными коллекторами в разрезе; б) определение глубины залегания и мощностей аномально поляризованных пластов (АПП) типа “нефть”, “газ”, “рудноносный пласт”, “водоносный горизонт”; в) проведение в сжатые сроки рекогносцировочных обследований крупных и труднодоступных нефтегазоперспективных и рудоперспективных территорий; г) выполнение детализационных работ в пределах отдельных аномальных зон и перспективных объектов с целью выбора мест заложения скважин, оценки прогнозных запасов УВ и рудных минералов, принятия решений о направлениях дальнейших геолого-геофизических работ и бурения; д) обнаружение и картирование в пределах шахтных полей зон повышенного газонасыщения в угольных пластах и вмещающих их породах; е) картирование разломных зон и скоплений УВ в нарушенных частях кристаллического фундамента; з) проведение нефтегазоперспективных работ с борта судна в акваториях морей; и др.

Апробация и эффективность. Мобильная технология прошла апробацию на более чем 150 рудных объектах, месторождениях нефти и газа и перспективных на различные полезные ископаемые площадях [9–19]. География апробации включает более 19 стран.

Этапы проведения работ. Этап 1 — оценка перспектив нефтегазонасыщенности (рудонасыщенности, водоносности) обследуемых площадей и участков по результатам обработки и интерпретации данных ДЗЗ. Этап 2 — детальное обследование обнаруженных перспективных участков и аномальных зон наземными методами СКИП и ВЭРЗ.

Особенности технологии. Отличительные особенности используемой мобильной технологии сформулированы и описаны в многочисленных публикациях исполнителей работ [9–19]. Ниже

акцентируем внимание на следующие принципиальные моменты.

1. Частотно-резонансный метод обработки и интерпретации данных ДЗЗ [10–14] позволяет обнаруживать и картировать в областях распространения нетрадиционных коллекторов – угленосных пород, сланцев, плотных песчаников, кристаллических комплексов – зоны “Sweet spots”, в пределах которых из пробуренных скважин могут быть получены промышленные (коммерческие) притоки углеводородов.
2. Применение мобильных методов при поисках и разведке скоплений УВ в нетрадиционных коллекторах (угленосных и кристаллических породах, сланцах, плотных песчаниках) дает возможность оптимизировать расположение поисковых, разведочных и добывающих (эксплуатационных) скважин, а следовательно, существенно сократить их количество и вредное воздействие (экологическую нагрузку) на окружающую среду.
3. Оперативная обработка данных ДЗЗ участков поисков УВ и бурения скважин предоставляет значительный объем новой (дополнительной) и, главное, независимой информации, с помощью которой при использовании имеющихся геолого-геофизических материалов можно сформировать более полное (адекватное) представление о перспективах их нефтегазоносности. Независимый характер этой информации обусловлен тем, что она может быть получена и без привлечения материалов геолого-геофизических исследований прошлых лет. Особенно важно, что материальные (финансовые) и временные затраты на получение новой (дополнительной) информации несопоставимы с затратами (временными и финансовыми) предыдущих лет на геолого-геофизическое изучение поисковых участков.
4. Данные, полученные с помощью мобильных методов, можно классифицировать как “прямые признаки нефтегазоносности” обследованных участков. Также материалы более определенно указывают на наличие скоплений УВ в разрезе, их использование позволяет конкретнее очертить участки поисков залежей, а также существенно сузить области оптимального заложения поисковых и разведочных скважин.
5. Без привлечения мобильных геофизических технологий и, прежде всего, “базирующихся” на принципах “вещественной” парадигмы геофизических исследований [13] решить в Украине проблему поисков, разведки и промышленной (коммерческой) добычи УВ из нетрадиционных коллекторов (угленосных и кристаллических пород, сланцев, плотных песчаников) вряд ли удастся в ближайшее время.

Район исследований. Для апробации технологии частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ выбран Восточно-Вуемский лицензионный участок, так как на сайте Нефтяной компании ООО “Бурнефтегаз” в Интернете [20] были обнаружены сведения, необходимые для проведения обработки данных ДЗЗ (рис. 1, 2.)

В территориальном и тектоническом плане участок обследования находится на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры в Нефтеюганском районе, на границе с южной окраиной Тюменской области. Участок расположен во Фроловской нефтегазоносной области, Салымском нефтегазоносном районе и занимает зону сочленения Верхнесалымского мегавала и Ямского прогиба. С севера и запада к участку примыкает неразрабатываемый Восточно-Салымский лицензионный участок НК “Роснефть”, с востока – неразрабатываемый лицензионный участок Юганский-5 ОАО “Сургутнефтегаз” (рис. 1). Основные перспективные объекты – ниже-средне-верхнеюрский комплекс, неокомские отложения, мощность этажа нефтегазоносности достигает (по данным соседних участков) 1300 м. Общая площадь участка 317,1 км² [20].

Результаты обработки. Спутниковый снимок Восточно-Вуемского лицензионного участка обработан в масштабе 1 : 80 000. В процессе обработки и дешифрирования данных ДЗЗ использовалась технология оценки максимальных значений пластового давления флюидов в коллекторах [11]. Результаты обработки представлены на рис. 3. Дополнительно они также нанесены на карту-схему расположения сейсмических профилей и пробуренных скважин (рис. 4) и спутниковый снимок местности (рис. 5).

Всего на обследованной площади обнаружено и закартировано шесть аномальных зон типа “залежь нефти” (рис. 3–5). В четырех из них выделены также небольшие аномальные участки типа “залежь газа” (“газовые шапки”), для которых рассчитанные оценки значений максимальных давлений пластовых флюидов в коллекторах оказались выше (28–30 МПа), чем в аномальных зонах без “газовых шапок” (17, 23 МПа).

Как и в других регионах, обнаруженные и закартированные аномальные зоны типа “залежь нефти” Восточно-Вуемского участка “тяготеют” к выделенным тектоническим нарушениям (разломным зонам) субмеридионального простираения (рис. 3–5)

Примечание 1. Результаты практического применения частотно-резонансного метода обработки данных ДЗЗ на многочисленных месторождениях и перспективных площадях в различных нефтегазоносных регионах показали, что при дешифрировании спутниковых снимков в мелком масштабе значительное количество небольших перспектив-

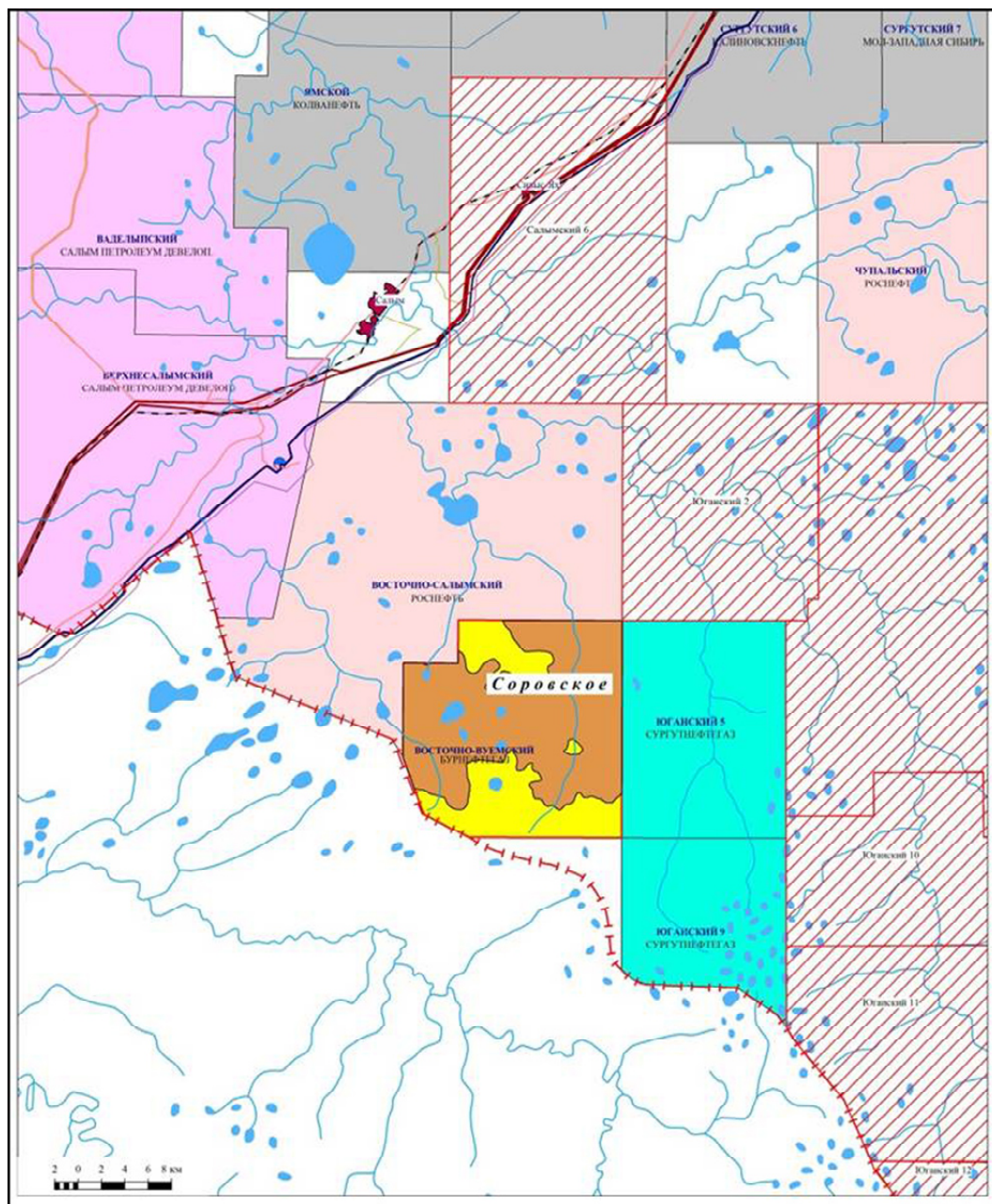


Рис. 1. Положение Восточно-Вуемского лицензионного участка в Салымском нефтегазоносном районе [20]

ных объектов может быть пропущено. В связи с этим рекомендуется: а) обработку данных ДЗЗ регионального (рекогносцировочного) характера проводить в масштабе не меньше 1 : 50 000; б) детальную обработку данных ДЗЗ проводить в масштабе 1 : 15 000 и крупнее.

Примечание 2. В процессе обработки данных ДЗЗ использовались усредненные (среднестатистические) значения резонансных частот нефти, которые были уточнены (оптимизированы) на участках пробуренных скважин.

Учитывая приведенные выше примечания, обратим внимание на следующее.

1. Точность (информативность) результатов обработки данных ДЗЗ лицензионного участка может быть повышена, если при обработке данных ДЗЗ использовать резонансные частоты

нефти, установленные (измеренные) на образцах нефти из района работ.

2. В пределах лицензионного участка выполнена обработка данных ДЗЗ только регионального (рекогносцировочного) характера, в мелком масштабе. Небольшие перспективные объекты при этом могли быть пропущены.
3. Целесообразно выполнить детальную обработку данных ДЗЗ всего участка в масштабе 1 : 15 000. В таком случае контуры выделенных аномальных зон могут быть детализированы.
4. Возможна также обработка данных ДЗЗ в масштабе 1 : 15 000 и крупнее наиболее перспективных аномальных зон.
5. Обнаруженные аномальные зоны могут быть также детализированы наземными методами

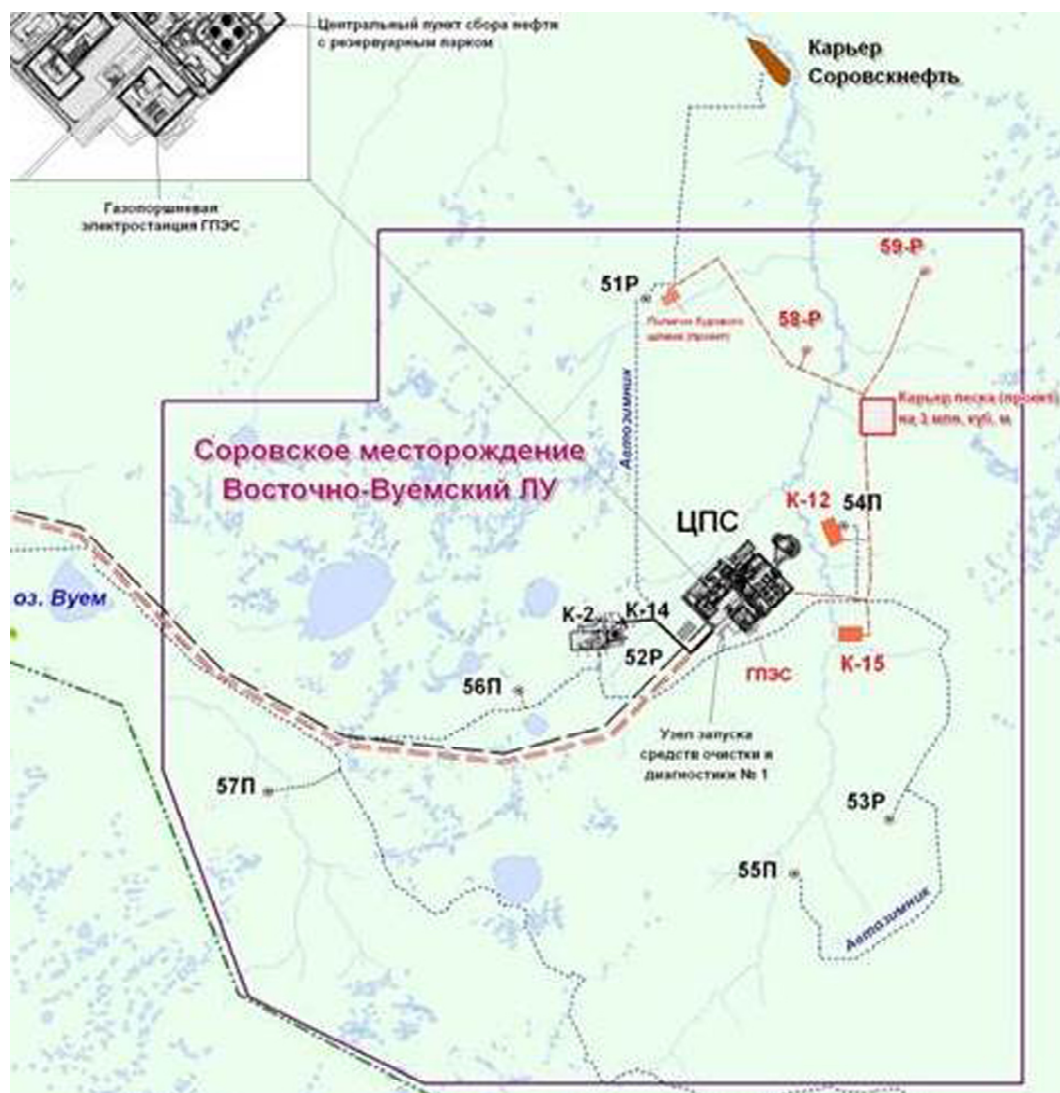


Рис. 2. Фрагмент карты-схемы обустройства Соровского месторождения Восточно-Вуемского лицензионного участка [20]

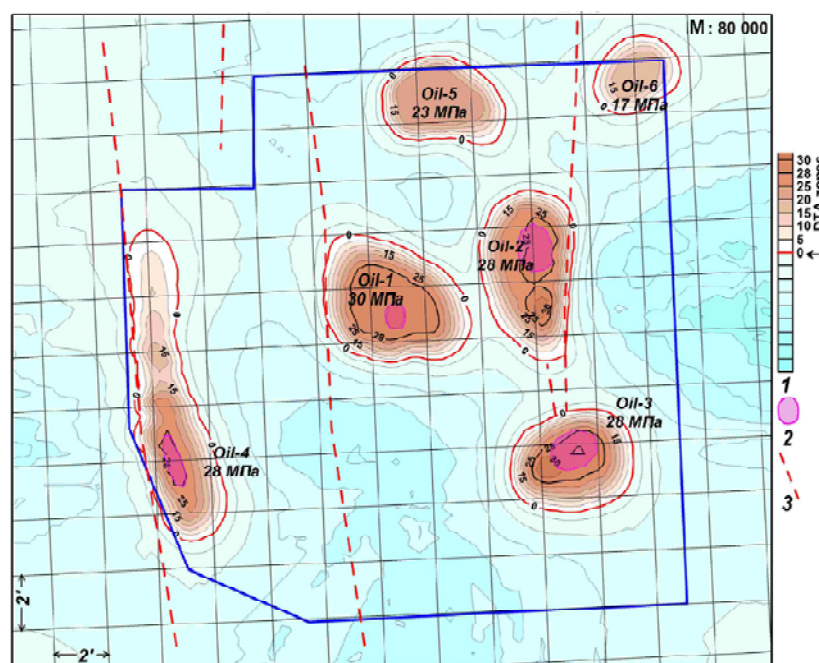


Рис. 3. Карта аномальных зон типа “залежи углеводородов” на Восточно-Вуемском лицензионном участке (Россия), по результатам частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: 1 – шкала максимальных значений пластового давления флюидов в коллекторах, МПа (комплексный параметр); 2 – “газовая шапка”; 3 – тектоническое нарушение

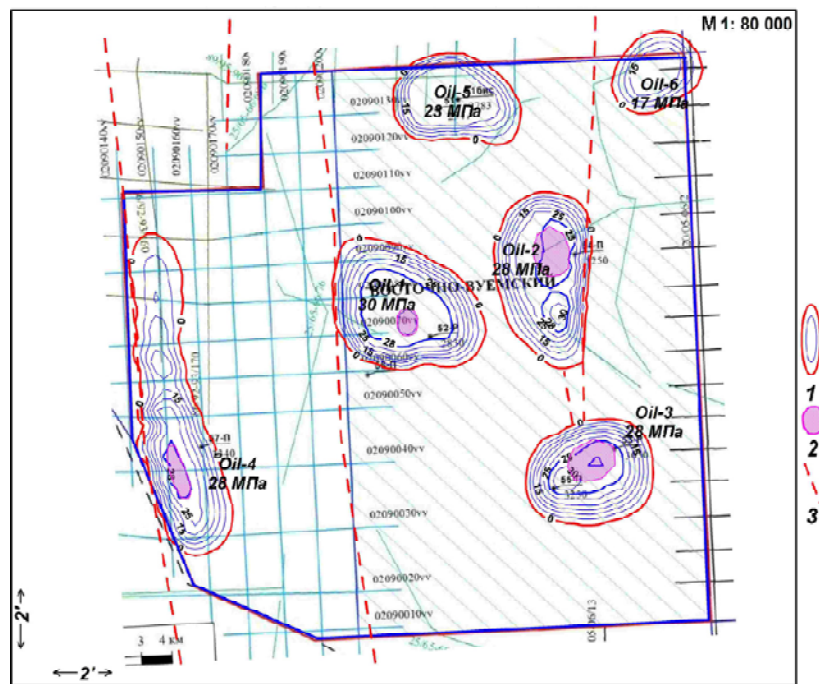


Рис. 4. Карта аномальных зон типа “запасы углеводородов” на Восточно-Вуемском лицензионном участке (Россия) на карте-схеме расположения сейсмических профилей и пробуренных скважин, по результатам частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ: 1 – изолинии максимальных значений пластового давления флюидов в коллекторах, МПа (комплексный параметр); 2 – “газовая шапка”; 3 – тектоническое нарушение

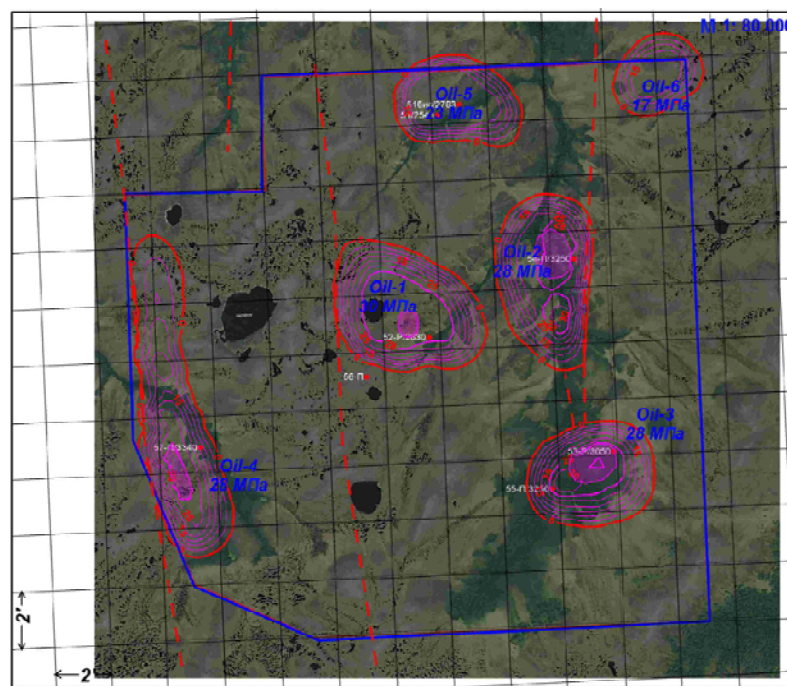


Рис. 5. Карта аномальных зон типа “запасы углеводородов” на Восточно-Вуемском лицензионном участке (Россия) на спутниковом снимке местности, по результатам частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ. Условные обозначения см. на рис. 4

СКИП и ВЭРЗ [9, 13]. Применение метода ВЭРЗ позволит оценить глубины залегания и мощности продуктивных горизонтов, рассчитать их площади распространения, их объемы, а также приближенно оценить потенциальные ресурсы нефти и газа в пределах отдельных аномальных зон.

6. В повышение достоверности и информативности обработки спутниковых данных Восточно-Вуемского лицензионного участка в крупном масштабе весомый вклад может внести использование (учет) в процессе дешифрирования имеющихся геолого-геофизических материалов по участку (результатов бурения и сейсмических исследований в первую очередь).

Выводы. Выполненные экспериментальные исследования в пределах Восточно-Вуемского участка позволяют констатировать, что мобильная технология частотно-резонансной обработки и интерпретации (дешифрирования) данных ДЗЗ может быть использована для оперативного обнаружения и картирования потенциальных скоплений УВ в Западной Сибири (в том числе в районах распространения баженовской свиты).

Информация, изложенная в докладах на конференции в Москве [8, 17], а также другие сведения из публикаций [1–4, 7, 8, 23] по результатам частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ Восточно-Вуемского участка позволяют констатировать следующее.

1. Имеется высокая вероятность того, что обнаруженные и закартированные в пределах участка аномальные зоны типа “залежь нефти” обусловлены “легкой нефтью, скопления которой сформировались на позднем этапе” [2, с. 14].
2. “Потенциальные ресурсы неконвенциональной нефти, «законсервированной» в катагенетически преобразованном с участием глубинных углеводородных флюидов первичном (седиментационном) органическом веществе” [2, с. 14], могут быть оценены частотно-резонансным методом обработки данных ДЗЗ только после определения резонансных частот нефти на ее образцах из этого региона.
3. Детальная обработка данных ДЗЗ участка в более крупном масштабе и с использованием имеющейся геолого-геофизической информации (в том числе резонансных частот нефти, определенных на ее образцах) позволит существенно повысить достоверность и информативность такой обработки.
4. На начальных этапах геологического изучения лицензионных участков детальные исследования и бурение скважин целесообразно проводить в пределах обнаруженных аномальных зон типа “залежь нефти (газа)”.

5. Поисковые скважины необходимо бурить на участках аномальных зон с максимальными оценками значений пластового давления флюидов в коллекторах.
6. Обнаруженные и закартированные аномальные зоны типа “залежь нефти” целесообразно принимать во внимание при проектировании строительства наклонных и горизонтальных скважин.

Обсуждение результатов.

1. Приступая к обработке данных ДЗЗ Восточно-Вуемского лицензионного участка (к дополнительной апробации частотно-резонансной технологии обработки данных ДЗЗ) авторы не сомневались в том, что полученные результаты будут положительными. Такая уверенность основывалась на многочисленных результатах применения (апробации) технологии в пределах традиционных известных месторождений нефти и газа, а также при поисках и разведке скоплений УВ в коллекторах нетрадиционного типа. Полученные результаты (притом только рекогносцировочного характера) в полной мере подтвердили ожидания авторов.

2. Более того, результаты обработки данных ДЗЗ Восточно-Вуемского участка в полной степени согласуются с материалами детального изучения этих отложений, представленных в многочисленных публикациях. Обратимся к некоторым материалам выполненных исследований.

А. Б.М. Валяев в статье [2, с. 14] констатирует: “В США начинается «бум» сланцевой нефти. В этом направлении обнадеживающие результаты получены и в России по баженовской свите Западной Сибири. Первые промышленные притоки нефти из этой свиты были получены еще в 1968 г. на Салымском месторождении. При дальнейшем разбуривании там выявлена аномальная по нефтенасыщенности субмеридиональная зона. Она оказалась связана с зоной глубинных разломов на западном склоне Сургутского свода, где распространены участки повышенной деформированности кремнисто-глинистых образований баженовской свиты. Для трещинно-кавернозного коллектора характерно несколько систем проницаемости, наложенных деформаций и импрегнации углеводородных флюидов в залежь. Для этих же участков залежи характерны максимальные аномалии пластовых давлений (коэффициент аномальности k_a достигает значений 1,86) и температур. Участки повышенной продуктивности находятся в прямой корреляции с аномальностью пластовых температур и давлений, а также с повышенной пустотностью баженовских аргиллитов. Эти параметры являются свидетельством вторжения и вторичности природы легкой нефти в залежи, а также продолжающегося ее вторжения на современном этапе.

Имеющиеся ныне расхождения в оценке нефтяных ресурсов, сконцентрированных в баженовской свите, различаются в десятки раз, от 5–10 млрд до 70–170 млрд т. И во многом эти расхождения объясняются тем, происходит ли **оценка ресурсов только легкой нефти**, скопления которой сформировались на позднем этапе, или учитываются и **потенциальные ресурсы неконвенциональной нефти**, «законсервированной» в катагенетически преобразованном с участием глубинных углеводородных флюидов первичном (седиментационном) органическом веществе.

В сущности, до настоящего времени вся нефть, добытая из баженовской свиты, относилась к ее скоплениям первого типа. Эффективное извлечение «законсервированной» в органическом веществе нефти требует использования более сложных технологий с высокотемпературным термогазовым воздействием, и до рентабельности такой разработки баженовской свиты еще далеко”.

Б. В другой статье Б.М. Валяев [3, с. 407–409] приводит следующие сведения: “По материалам баженовской свиты Западной Сибири можно видеть, как на стадиях катагенеза происходит локализованное возобновление подтоков углеводородных флюидов. В результате вблизи каналов подтоков происходит формирование вторичных нефтегазовых залежей, сопровождающееся формированием аномально высокого пластового давления и геотермических аномалий.

Для Салымского месторождения аномальные зоны нефтенасыщенности, контролируемые зонами глубинных разломов субмеридионального простирания, были выявлены около тридцати лет назад. Тогда же проявились и резкие различия дебитов скважин в пределах таких зон. Эти особенности нашли объяснение, когда выяснилось, что коллекторские свойства баженовской свиты во многом обусловлены трещиноватостью, расщепленностью, разрыхлением пород при выщелачивании, т. е. вторичными наложенными процессами. Участки, «пятна» аномальной продуктивности также оказались связаны с вторичными процессами, с импрегнацией углеводородных флюидов.

Эти аномальные разрезы ассоциируются с зонами разрывных нарушений, в том числе связанных со сдвигами. В тех случаях, когда разрывные нарушения прослеживаются сквозь баженовскую свиту вверх по разрезу, значимых скоплений нефти в ней не обнаруживается.

Низкая эффективность поисков нефти в баженовской свите (более 70 % скважин оказались «сухими») прежде всего была связана с неравномерностью распространения в ней этих специфических залежей”.

В. Т.А. Киреева в статье [7] пишет: “Выявление гидротермально измененных разностей в породах баженовской свиты позволило прогнозировать

формирование коллектора в узких приразломных зонах, по ширине не превышающих 1 км. Мощность измененной зоны зависит от первоначальной пористости пород. Так, для песчаников она изменяется от 0,3 до 1 км. Следовательно, для плотных глинистых пород, обладающих пористостью в среднем на порядок ниже, чем песчаники, мощность вторично разуплотненных пород, вероятно, будет еще меньше” [с. 351].

“Также была обнаружена тесная связь между продуктивностью площадей баженовской свиты и структурой разломов в подстилающих породах и подтверждена линзовидная форма нефтенасыщенных тел, что вполне соответствует высказанному положению о гидротермальной природе баженовского коллектора” [там же, с. 351–352].

“Полученные данные по кислотному выщелачиванию и вторичной гидротермальной минерализации в баженовских породах позволяют утверждать, что образование коллектора в глинистых породах возможно только в результате внешнего воздействия агрессивных высокотемпературных флюидов, а не в результате внутренних резервов породы (структурной перестройки глинистых минералов и процессов нефтеобразования)” [там же, с. 352].

Г. В тезисах доклада Т.А. Киреевой [8, с. 103] констатируется: “Таким образом, изучение структуры пустотного пространства позволяет охарактеризовать тип коллектора в БС как трещинно-каверново-«псевдопоровый» и связать его формирование с кислотным выщелачиванием и образованием аутигенной сульфатной минерализацией”.

Д. В докладе ОАО “Газпромнефть” (докладчик К.В. Стрижнев) на конференции в Москве [8, 17] (к сожалению, в материалах конференции он не представлен) были продемонстрированы положительные результаты применения “трещинной” модели коллектора при поисках и разбуривании перспективных участков (зон) в пределах Пальяновской площади Краснотеневского месторождения. В 2012 г. компания осуществила бурение первой наклонно направленной скважины в зону трещиноватости разломно-блоковой структуры Бажено-Абалакского комплекса месторождения. На скважине получен фонтанирующий приток газонефтяной смеси дебитом 80 м³/сут. Исследования отобранного керна и испытание перспективных горизонтов пласта подтверждают наличие высокопроводимых каналов в пластах сланцевой нефти [4].

Е. В статье А.И. Тимурзиева [23] “на основе анализа геологического явления, связанного с проявлением в пределах Западной Сибири в разрезе баженовской свиты верхней юры так называемого «аномального бажена», выраженного в наличии локальных участков, связанных с резкими

раздувами мощностей баженовской свиты на фоне ее нормального залегания, дано обоснование флюидодинамической природы феномена «аномального бажена»» [23, с. 1352]. Автор делает вывод, что “в соответствии с флюидодинамической моделью формирования залежей нефти и газа, связанных с проницаемыми зонами земной коры, раздувы баженовской толщи и формирование «аномального бажена» должны происходить на участках, где разломы фундамента затухают в кровле баженовской толщи (в подошве ачимовской толщи), а вертикальные флюидопотоки разгружаются внутри баженовской толщи и над глинистыми фрагментами ачимовки” [там же, с. 1358].

Таким образом, можно констатировать, что полученные результаты обработки и интерпретации данных ДЗЗ в пределах Восточно-Вуемского лицензионного участка не противоречат изложенным выше обобщенным материалам многолетнего изучения отложений баженовской свиты.

3. В [24, с. 1720] “на примерах месторождений Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции рассмотрены закономерности пространственно-стратиграфического распределения залежей и локализации запасов нефти и газа в пределах осадочных бассейнов. Объяснение наблюдаемым связям и закономерностям нефтегазоносности недр Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции даны с позиций их глубинного абиогенно-мантийного генезиса (1), молодого возраста и среднемиоцен-четвертичного времени формирования (2) и, наконец, генетической и пространственной связи с активизированными на неотектоническом этапе сдвиговыми деформациями земной коры (3). Показаны возможности обоснования глубинного интервала распределения залежей и локализации запасов углеводородов при обосновании перспектив нефтегазоносности выявленных сейсморазведкой МОГТ-3D объектов для постановки поискового бурения”.

Выводы автора наглядно и убедительно подтверждают приведенные на снимках Google-map примеры водородной деструкции континентальной коры в форме карстовых и гидровулканических воронок и грифонов на территориях Канадского Арктического архипелага (там же, с. 1753) и шельфа Восточной Сибири (с. 1754), а также карты сопоставления распределения соотношения H_2/CH_4 по данным геохимической съемки с положением сквозных вертикальных каналов деструкции, выделенных на сейсмических профилях (с. 1756–1757).

В принципе, такие же признаки водородной деструкции коры (правда, в существенно меньшем масштабе) могут быть обнаружены и в районе Восточно-Вуемского лицензионного участка (см. рис. 1, 2, 5), что можно считать дополни-

тельным свидетельством наличия здесь участков скопления “легкой нефти” [2, с. 14].

4. В настоящее время ведущим (основным) методом поисков промышленных скоплений нефти и газа (в том числе в нетрадиционных коллекторах) является сейсморазведка – это признается практически всеми и везде. Тем не менее обратим внимание на цитату из статьи [22, с. 60]: “Прямых технических методов поисков в настоящее время не существует. Сейсморазведка – основной метод подготовки объектов под поисковое бурение, даже в трехмерном исполнении не позволяет выявлять залежи нефти. Она лишь с большей степенью достоверности картирует ловушки, которые при определенных благоприятных условиях могут содержать залежи, а могут и не содержать. Подтвердит эту неопределенность только долото. Вопрос лишь, какой ценой?...”.

Подтверждают такую оценку и многие другие публикации и материалы. Остановимся на некоторых из них.

А. Выше уже приведена выдержка из статьи [3], что при поисках нефти в баженовской свите более 70 % скважин оказались “сухими”.

Б. Целесообразность привлечения для выбора мест заложения поисковых и разведочных скважин дополнительной и независимой информации следует также из результатов исследований, изложенных в статье [6, с. 3]. В ней, в частности, констатируется, что “ведение поисковых работ на юге Западной Сибири (на юге Тюменской области) показало несостоятельность правила структурного (антиклинального) размещения скважин, что указывает на необходимость смены стратегии и методических подходов в организации здесь нефтегазопроисводческого процесса (и не только здесь)”.

В. В статье [14] представлены материалы апробации технологии частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ в пределах блока “Атырау”, где пробурено 11 скважин (в том числе одна глубокая – 7050 м). Все эти скважины не дали промышленных притоков УВ.

Г. В информационных сообщениях [25, 26] приводятся сведения о результатах бурения в 2012 г. на шельфах Норвегии и Англии. На шельфе Норвегии в 2012 г. пробурено 43 поисковые и разведочные скважины, сделано 14 открытий [25]. За это же время бурение 66 скважин на шельфе Англии привело только к двум открытиям [26]!

Перечень отрицательных результатов разбуривания перспективных структур в различных регионах мира можно продолжить. Однако и приведенных материалов вполне достаточно: все они свидетельствуют о целесообразности привлечения дополнительной информации для оценки перспектив нефтегазоносности подготовленных сейсморазведкой и другими геофизическими метода-

ми перспективных объектов для последующего разбуривания.

5. Так сложились обстоятельства, что с самого начала работ (исследований) над мобильными методами “прямых” поисков скоплений УВ авторы используют термин (выражение) “аномалия типа залежь” (АТЗ) для обозначения картируемых этими методами аномалий (перспективных объектов). Напомним, что этот термин был введен в геофизическую терминологию исследователями на начальном этапе становления так называемых прямых методов поисков и разведки скоплений УВ.

Другой подход пропагандируют авторы технологии “Томко” [21]. Они считают, что их метод квантово-оптической фильтрации данных ДЗЗ позволяет напрямую (в прямом смысле) обнаруживать и картировать участки скопления УВ. Поэтому картируемые с помощью технологии “Томко” аномалии они называют “прогнозируемые залежи (скопления) УВ”. В принципе, такой подход вполне логичен и закономерен.

Поскольку частотно-резонансным методом обработки данных ДЗЗ также регистрируются аномальные эффекты на резонансных частотах “большого количества” конкретного вещества (нефти, газа), есть также смысл считать (называть) картируемые этим методом аномалии проекциями на земную поверхность “прогнозируемых месторождений (скоплений) УВ (нефти, газа, конденсата)”.

6. В статье [2] всесторонне анализируется и изучается “природа и особенности пространственного распространения нетрадиционных ресурсов углеводородов и их скоплений”. В ней же обсуждаются проблемы формирования зон “Sweet spots” в областях распространения нетрадиционных коллекторов. С учетом указанного в предыдущем пункте такими же зонами “Sweet spots” можно считать и аномальные участки с повышенными значениями пластового давления флюидов в коллекторах (см. рис. 3–5). В их пределах вероятность получения коммерческих притоков нефти из пробуренных скважин существенно выше.

Это обстоятельство позволяет сделать вывод, что использование при поисках и разведке скоплений УВ в нетрадиционных коллекторах мобильных методов и технологий, позволяющих получать **новую информацию с “прямыми признаками нефтегазоносности”**, будет способствовать существенному сокращению количества поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин, а следовательно, и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Для многих стран (Украины в том числе) экологические вопросы при разведке УВ в нетрадиционных коллекторах имеют принципиальное значение.

Заключение. В очередной раз экспериментальными исследованиями рекогносцировочного характера продемонстрирована работоспособность час-

тотно-резонансной технологии обработки и интерпретации (дешифрирования) данных ДЗЗ в Западной Сибири, а также показана целесообразность ее практического применения при проведении поисковых геолого-разведочных работ на нефть и газ в этом регионе.

Для района расположения Восточно-Вуемского лицензионного участка получена новая (дополнительная) и, главное, независимая информация о потенциальных участках скопления в его пределах “легкой нефти”. В отличие от сейсмических и других геофизических данных ее можно классифицировать как “прямой признак нефтеносности”. Эта информация может быть использована для локализации участков проведения детальных поисковых работ, а также для выбора оптимальных мест заложения разведочных и добывающих скважин.

При обработке данных ДЗЗ Восточно-Вуемского участка в более крупном масштабе в его пределах могут быть обнаружены и закартированы аномальные зоны значительно меньших размеров (средние и мелкие). Акцентируем внимание при этом на следующее: практический опыт проведения обработки данных ДЗЗ в крупном масштабе свидетельствует, что успешность бурения в таких случаях может приближаться к 90 %.

Если учесть, что временные затраты на обработку данных ДЗЗ несопоставимы с затратами на проведение сейсмических и других геофизических исследований, то более широкое использование этой технологии в комплексе с традиционными геофизическими (сейсмическим, в первую очередь) методами может способствовать существенному ускорению и оптимизации в целом геолого-разведочного процесса на нефть и газ в Сибирском регионе.

Технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ может быть использована для предварительной оценки перспектив нефтегазоносности того или другого лицензионного блока.

Многочисленные результаты практической апробации мобильной технологии частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ в различных регионах земного шара дают авторам основание констатировать, что сервисные компании геолого-геофизического профиля, проводящие поисковые геолого-геофизические работы на конкретных перспективных площадях и участках, могут быть заинтересованы в ее применении на начальных (рекогносцировочных) этапах поисковых работ. Применение этой технологии позволит оперативно получить дополнительную (и, главное, независимую) информацию о перспективах нефтегазоносности изучаемых площадей. Выявленные и закартированные аномальные зоны в дальнейшем могут быть более детально изучены традиционными (сейсмическими

прежде всего) геофизическими методами. В целом, это даст возможность более обоснованно и уверенно выделить перспективные участки для заложения поисковых скважин.

Применение технологии частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ на начальных этапах поисковых работ позволит проводить в пределах обнаруженных и закартированных аномалий типа “залежь УВ” сейсмические исследования 3D повышенной детальности. Использование технологии для дополнительной оценки перспектив нефтегазоносности выявленных сейсморазведкой структур и объектов даст возможность оптимизировать расположение первых поисковых скважин. Целенаправленное применение технологии при поисках и разведке скоплений УВ позволит ускорить и оптимизировать геолого-разведочный процесс в целом.

Представленными выше результатами исследований наглядно продемонстрированы потенциальные возможности метода обработки данных ДЗЗ при проведении в сжатые сроки рекогносцировочного обследования крупных по площади (труднодоступных) нефтегазоносных территорий. Применение этой технологии может принести значительный эффект и при поисках скоплений УВ в нетрадиционных коллекторах (в том числе в районах распространения пород баженовской свиты). Мобильная технология также заслуживает применения при исследованиях слабоизученных участков и блоков в пределах известных нефте- и газоносных бассейнов. С помощью технологии частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ может быть выполнена оперативная оценка нефтегазоносности наиболее перспективных участков в труднодоступных и удаленных регионах Западной и Восточной Сибири.

1. *Афанасьев И.С.* Баженовская свита. Общий обзор, нерешенные проблемы / И.С. Афанасьев, Е.В. Гаврилова, Е.М. Бирун, Г.А. Калмыков, Н.С. Балущкина // *Rogtec. Российские нефтегазовые технологии.* — 2011. — № 25. — С. 26–37.
2. *Валяев Б.М.* Природа и особенности пространственного распространения нетрадиционных ресурсов углеводородов и их скоплений // *Газовая промышленность. Нетрадиционные ресурсы нефти и газа.* — (Приложение к журналу). — 2012. — С. 9–16.
3. *Валяев Б.М.* Нетрадиционные ресурсы и скопления углеводородов: особенности процессов нефтегазонакопления. Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений (к 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кропоткина). — М.: ГЕОС, 2012. — С. 400–415.
4. “*Газпромнефть*” завершила испытание скважины для исследования запасов сланцевой нефти Красноленинского месторождения [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/1094166/>
5. *Карасевич А.М.* Новые технологии геофизических исследований при поисках и прогнозе углеводородного сырья / А.М. Карасевич, Д.П. Земцова, А.А. Никитин — М.: Страховое ревю, 2010. — 140 с.
6. *Карпов В.А.* Состояние и перспективы развития нефтегазопроисловых работ в Западной Сибири // *Геология нефти и газа.* — 2012. — № 3. — С. 2–6.
7. *Киреева Т.А.* Гидротермальный коллектор в глинистых породах баженовской свиты. Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений (к 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кропоткина). — М.: ГЕОС, 2012. — С. 339–353.
8. *Киреева Т.А.* Структура пустотного пространства пород баженовской свиты // *Нетрадиционные ресурсы углеводородов: распространение, генезис, прогнозы, перспективы развития. Материалы Всерос. конф. с междунар. участием, Москва, 12–14 ноября 2013 г.* — М.: ГЕОС, 2013. — С. 100–103.
9. *Левашов С.П.* Экспресс-технология прямых поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами / С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин, Н.П. Червонный // *Нефтяное хозяйство.* — 2008. — № 2. — С. 28–33.
10. *Левашов С.П.* Новые возможности оперативной оценки перспектив нефтегазоносности разведочных площадей, труднодоступных и удаленных территорий, лицензионных блоков / С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин // *Геоинформатика.* — 2010. — № 3. — С. 22–43.
11. *Левашов С.П.* Оценка относительных значений пластового давления флюидов в коллекторах: результаты проведенных экспериментов и перспективы практического применения / С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин // *Геоинформатика.* — 2011. — № 2. — С. 19–35.
12. *Левашов С.П.* Возможности мобильных геофизических технологий при поисках и разведке скоплений метана в угольных бассейнах и других нетрадиционных горючих ископаемых / С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин // *Геоинформатика.* — 2011. — № 3. — С. 5–25.
13. *Левашов С.П.* Частотно-резонансный принцип, мобильная геоэлектрическая технология: новая парадигма геофизических исследований / С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин // *Геофиз. журн.* — 2012. — Т. 34, № 4. — С. 167–176.
14. *Левашов С.П.* Использование мобильных геофизических технологий для оценки перспектив нефтегазоносности крупных блоков и глубинных горизонтов разреза (Прикаспийская впадина, Республика Казахстан) / С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин // *Геоинформатика.* — 2012. — № 4. — С. 5–18.
15. *Левашов С.П.* О возможности обнаружения скоплений газа в плотных песчаниках мобильными геофизическими методами / С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин, И.С. Пидлисна // *Геодинамика.* — 2013. — № 2 (15). — С. 210–212.
16. *Левашов С.П.* Опыт применения мобильных геофизических технологий при поисках и разведке скоплений углеводородов в коллекторах нетрадиционного типа / С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин // *Геолог Украины.* — 2013. — № 3 (43). — С. 141–147.
17. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н.* Нетрадиционные ресурсы углеводородов: применение мобильных геофизических методов для поисков и разведки

- их промышленных скоплений // Нетрадиционные ресурсы углеводородов: распространение, генезис, прогнозы, перспективы развития. Материалы Всерос. конф. с международным участием, Москва, 12–14 ноября 2013 г. — М.: ГЕОС, 2013. — С. 133–137.
18. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Опыт применения мобильных геофизических методов для поисков промышленных скоплений углеводородов в нетрадиционных коллекторах / Материалы Междунар. науч. конф. “Нетрадиционные источники углеводородов в Украине: поиски, разведка, перспективы”, Киев, 27–29 ноября 2013 г. — Киев, 2013. — С. 93–95.
 19. Левашов С.П. Мобильные геофизические технологии: опыт применения для поисков залежей углеводородов в кристаллических породах [Электронный ресурс] / С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин // Электрон. журн. “Глубинная нефть”. — 2013. — Т. 1, № 8. — С. 1117–1141. — Режим доступа: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-7-2013/3_Levashov-Iakimchuk-Korchagin_1-8-2013.pdf
 20. Нефтяная компания ООО “Бурнефтегаз” [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.buroil.ru/>
 21. Ростовцев В.В. К большой нефти России / В.В. Ростовцев, В.В. Лайнвебер, В.Н. Ростовцев // Геоматика. — 2011. — № 1. — С. 60–62.
 22. Тимурзиев А.И. К созданию новой парадигмы нефтегазовой геологии на основе глубинно-фильтрационной модели нефтегазообразования и нефтегазонакопления // Геофизика. — 2007. — № 4. — С. 49–60.
 23. Тимурзиев А.И. Флюидодинамическая природа “аномального бажена” Западной Сибири [Электронный ресурс] // Электрон. журн. “Глубинная нефть”. — 2013. — Т. 1, № 9. — С. 1352–1363. — Режим доступа: URL: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-9-2013/5_Timurziev_1-9-2013.pdf
 24. Тимурзиев А.И. Закономерности пространственно-стратиграфического распределения залежей нефти и газа Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции на основе представлений об их глубинном генезисе, молодом возрасте и новейшем времени формирования [Электронный ресурс] // Электрон. журн. “Глубинная нефть”. — 2013. — Т. 1, № 11. — С. 1720–1760. — Режим доступа: URL: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-11-2013/5_Timurziev_1-11-2013.pdf
 25. Norway looks forward to continuing offshore fortunes // First Break. — 2013. — V. 31, N 2. — P. 26.
 26. Poor exploration results could blight UK's offshore progress, Wood Mackenzie report suggests // First Break. — 2013. — V. 31, N 2. — P. 28.

ПРО МОЖЛИВОСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ГЕОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПОШУКІВ СКУПЧЕНЬ НАФТИ В РАЙОНАХ ПОШИРЕННЯ ВІДКЛАДІВ БАЖЕНОВСЬКОЇ СВИТИ

Левашов С.П., Якимчук М.А., Корчагин І.М., Божжежа Д.М., Підлісна І.С.

¹Інститут прикладних проблем екології, геофізики та геохімії, пров. Лабораторний, 1, Київ 01133, Україна

²Центр менеджменту та маркетингу в галузі наук про Землю ІГН НАН України, пров. Лабораторний, 1, Київ 01133, Україна

³Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, пр. Паладіна, 32, Київ 03680, Україна, e-mail: korchagin@karbon.com.ua

⁴Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Васильківська, 90, Київ 03022, Україна

Наведено результати експериментального застосування мобільного методу обробки та інтерпретації даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для пошуків скупчень вуглеводнів (ВВ) у районі поширення відкладів баженовської світи на ліцензійній ділянці (ЛД) у Західному Сибіру. На обстеженій ЛД виявлено шість аномалій типу “поклад нафти”, в межах яких виділено зони з підвищеними значеннями пластового тиску в колекторах. Це нова (додаткова) і, головне, незалежна інформація про потенційні зони скупчення в межах ЛД “легкої нафти”. На відміну від сейсмічних та інших геофізичних даних, її можна класифікувати як “пряму ознаку нафтоносності”. Ця інформація може бути використана для локалізації ділянок проведення детальних пошукових робіт, а також для вибору оптимальних місць закладення розвідувальних і видобувних свердловин. У цілому, результатами досліджень наочно продемонстровано потенційні можливості методу обробки даних ДЗЗ під час проведення у стислі терміни рекогносцирувального обстеження великих за площею (і важкодоступних) нафтогазоносних територій. Застосування цієї технології може давати значний ефект і під час пошуків скупчень ВВ у нетрадиційних колекторах (зокрема, в районах поширення порід баженовської світи). Мобільна технологія також заслуговує на застосування при дослідженнях недостатньо вивчених ділянок і блоків у межах відомих нафто- та газозносних басейнів. За допомогою технології частотно-резонансної обробки та дешифрування даних ДЗЗ можна виконувати оперативну оцінку нафтогазоносності найперспективніших ділянок у важкодоступних і віддалених регіонах Західного та Східного Сибіру.

Ключові слова: дані ДЗЗ, обробка, інтерпретація, баженовська світа, аномалія типу “поклад нафти”, газ, нафта, пластовий тиск, ліцензійна ділянка, родовище.

ABOUT THE POSSIBILITY OF MOBILE GEOPHYSICAL METHODS USING FOR OIL ACCUMULATIONS PROSPECTING IN AREAS OF BAZHEN FORMATION SPREADING

S.P. Levashov^{1,2}, N.A. Yakymchuk^{1,2}, I.N. Korchagin³, D.N. Bozhezha², I.S. Pydlynska⁴

¹Institute of Applied Problems of Ecology, Geophysics and Geochemistry, Laboratny lane, 1, Kyiv 01133, Ukraine

²Management and Marketing Center of Institute of Geological Science NAS Ukraine,
Laboratny lane, 1, Kyiv 01133, Ukraine

³Institute of Geophysics of Ukraine National Academy of Science,
Palladin av., 32, Kiev 03680, Ukraine, e-mail: korchagin@karbon.com.ua

⁴Kiev National University of Taras Shevchenko, Vasilkovskaya St, 90, Kiev 03022, Ukraine

Results of an experimental application of mobile method remote sensing (RS) data processing and interpretation for hydrocarbons (HC) accumulations prospecting in the area of the Bazhen Formation sediment spreading within the license block (LB) in Western Siberia are given. Six anomalies of the “oil reservoir” type were found on surveyed area, within which the regions with high values of reservoir pressure in the reservoirs were mapped. This is a new (additional) and, most importantly, independent information about the potential areas of “light oil” accumulations location within the LB. Unlike seismic and other geophysical data, these data can be classified as “direct indication of the oil-bearing”. This information can be used for detecting areas of detailed prospecting, as well as to select the optimal locations for the exploration and production wells laying. In general, the results of research graphically demonstrate the potential of the remote sensing data processing method when the reconnaissance survey conducting in a short time within large (and difficult of access) oil and gas bearing areas. Application of this technology could have a significant effect during the hydrocarbon accumulations prospecting in unconventional reservoirs (the areas of the Bazhen Formation sediments spreading, including). It is also worthy to use the mobile technologies in poorly studied areas and blocks within the known oil- and gas-bearing basins. An operative assessment of the most promising oil and gas bearing areas in difficult of access and remote regions of Western and Eastern Siberia can be carried out with the technology of frequency-resonance processing and decoding of remote sensing data using.

Keywords: remote sensing data processing, interpretation, Bazhen Formation, anomaly of “oil reservoir” type, gas, oil, reservoir pressure, license area, hydrocarbon field .

References:

1. Afanasiev I.S., Gavrilova E.V., Birun E.M., Kalmykov G.A., Balushkina N.S. *Bazhenovskaja svita. Obshhij obzor, nereshennyye problemy* [Bazhenov formation. General overview and unresolved problems]. *Rogtec. Rossijskie neftegazovye tehnologii* [Rogtec. Russian oil and gas technologies], 2011, no. 25, pp. 26–37.
2. Valyaev B.M. *Priroda i osobennosti prostranstvennogo rasprostraneniya netradicionnykh resursov uglevodorodov i ih skoplenij* [Nature and characteristics of the spatial distribution of unconventional hydrocarbon resources and their accumulations]. *Gazovaja promyshlennost', Netradicionnye resursy nefii i gaza. (Prilozhenie k zhurnalu)* [Gas industry, Unconventional oil and gas resources. – Supplement to the journal], 2012, pp. 9–16.
3. Valyaev B.M. *Netradicionnye resursy i skopleniya uglevodorodov: osobennosti processov neftegazonakopleniya* [Unconventional resources and hydrocarbon accumulations: peculiarity of oil and gas accumulation processes]. *Degazaciya Zemli i genezis neftegazovykh mestorozhdenij (k 100-letiju so dnja rozhdenija akademika P.N. Kropotkina)* [The degassing of the Earth and the genesis of oil and gas fields (on the 100th anniversary of the birth of Academician P.N. Kropotkin)], Moscow, *GEOS*, 2012, pp. 400–415.
4. “Gazprom neft” *zavershila ispytanie skvazhiny dlja issledovaniya zapasov slancevoj nefi Krasnoleninskogo mestorozhdenija* [“Gazprom Neft” has completed the test of well for oil shale resource research of Krasnoleninskoye field]. Available at: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/1094166/>
5. Karasevich A.M., Zemtsova D.P., Nikitin A.A. *Novye tehnologii geofizicheskikh issledovanij pri poiskah i prognoze uglevodorodnogo syr'ja* [New technologies geophysical research for the hydrocarbons search and forecasting of]. Moscow, *Strahovoe revju*, 2010, 140 p.
6. Karpov V.A. *Sostojanie i perspektivy razvitiya neftegazoposkovykh rabot v Zapadnoj Sibiri* [Status and prospects of oil and gas exploration in Western Siberia]. *Geologiya nefi i gaza* [Oil and gas geology], 2012, no. 3, pp. 2–6.
7. Kireyeva T.A. *Gidrotermal'nyj kollektor v glinistykh porodah bazhenovskoj svity* [Hydrothermal reservoir in clay rocks of the Bazhen Formation]. *Degazaciya Zemli i genezis neftegazovykh mestorozhdenij (k 100-letiju so dnja rozhdenija akademika P.N. Kropotkina)* [The degassing of the Earth and the genesis of oil and gas fields (on the 100th anniversary of the birth of Academician P.N. Kropotkin)], Moscow, *GEOS*, 2012, pp. 339–353 .
8. Kireyeva T.A. *Struktura pustotnogo prostranstva porod bazhenovskoj svity* [The structure of the void space of the Bazhen Formation rocks]. *Netradicionnye resursy uglevodorodov: rasprostranenie, genezis, prognozy, perspektivy razvitiya. Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Unconventional hydrocarbon resources: distribution, genesis, forecasts, prospects of development. All-Russian conference with international participation, Moscow, 12–14 November 2013]. Moscow, *GEOS*, 2013, pp. 100–103 .
9. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Chervonyi N.P. *Jekspress-tehnologija prjamykh poiskov i razvedki skoplenij uglevodorodov geoelektricheskimi metodami* [Express-technology of direct prospecting and exploration of hydrocarbon accumulations by geoelectric methods]. *Neftjanoe hozjajstvo* [Oil industry], 2008, no. 2, pp. 28–33.

10. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. *Novye vozmozhnosti operativnoj ocenki perspektiv neftegazonosnosti razvedochnyh ploshhadej, trudnodostupnyh i udalennyh territorij, licenzionnyh blokov* [New opportunities for rapid assessment of the hydrocarbon potential of exploration areas, difficult of access and remote areas, and license blocks]. *Geoinformatika* [Geoinformatics (Ukraine)], 2010, no. 3, pp. 22-43.
11. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. *Ocenka odnositel'nyh znachenij plastovogo davlenija fljuidov v kollektorah: rezul'taty provedennyh jeksperimentov i perspektivy prakticheskogo primenenija* [Evaluation of the relative values of fluid pressure in the reservoir: results of experiments and practical perspective]. *Geoinformatika* [Geoinformatics (Ukraine)], 2011, no. 2, pp. 19-35.
12. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. *Vozmozhnosti mobil'nyh geofizicheskikh tehnologij pri poiskah i razvedke skoplenij metana v ugol'nyh bassejnah i drugih netradicionnyh gorjuchih iskopaemyh* [Capabilities of mobile geophysical technologies during methane accumulations prospecting in coal basins and other unconventional fossil fuels]. *Geoinformatika* [Geoinformatics (Ukraine)], 2011, no. 3, pp. 5-25.
13. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. *Chastotno-rezonansnyj princip, mobil'naja geoelektricheskaja tehnologija: novaja paradigma geofizicheskikh issledovanij* [Frequency-resonance principle, mobile geoelectric technology: a new paradigm of Geophysical Research]. *Geofizicheskij zhurnal* [Geophysical Journal], 2012, vol. 34, no. 4, pp. 167-176.
14. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. *Ispol'zovanie mobil'nyh geofizicheskikh tehnologij dlja ocenki perspektiv neftegazonosnosti krupnyh blokov i glubinnnyh gorizontov razreza (Prikaspijskaja vpadina, Respublika Kazahstan)* [The use of mobile technologies for geophysical evaluation of petroleum potential of large blocks and cut deep horizons (Caspian Basin, Kazakhstan)]. *Geoinformatika* [Geoinformatics (Ukraine)], 2012, no. 4, pp. 5-18.
15. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Pidlisna I.S. *O vozmozhnosti obnaruzhenija skoplenij gaza v plotnyh peschanikah mobil'nymi geofizicheskimi metodami* [On the possibility of gas accumulations detecting in tight sands by mobile geophysical methods]. *Geodinamika* [Geodynamics (Ukraine)], 2013, no. 2(15), pp. 210-212.
16. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. *Opyt primenenija mobil'nyh geofizicheskikh tehnologij pri poiskah i razvedke skoplenij uglevodorodov v kollektorah netradicionnogo tipa* [Experience of the mobile geophysical technologies application during the hydrocarbon accumulations prospecting in unconventional reservoirs]. *Geolog Ukrainy* [Ukrainian Geologist], 2013, no. 3(43), pp. 141-147.
17. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. [Unconventional hydrocarbon resources: mobile application of geophysical methods for prospecting and exploration of industrial clusters]. *Netradicionnye resursy uglevodorodov: rasprostranenie, genezis, prognozy, perspektivy razvitiia. Materialy Vserossijskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Unconventional hydrocarbon resources: distribution, genesis, forecasts, prospects of development. All-Russian conference with international participation, Moscow, 12–14 November 2013], Moscow, *GEOS*, 2013, pp. 133-137.
18. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. *Opyt primenenija mobil'nyh geofizicheskikh metodov dlja poiskov promyshlennyh skoplenij uglevodorodov v netradicionnyh kollektorah* [Experience in the of mobile geophysical methods application for the industry hydrocarbons accumulations prospecting in unconventional reservoirs]. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii "Netradicionnye istochniki uglevodorodov v Ukraine: poiski, razvedka, perspektivy"* [Proceed. Inter. Sci. conf. Unconventional hydrocarbons in Ukraine: exploration and prospects, Kyiv, 27–29 November, 2013, pp. 93-95], Kyiv, 2013.
19. Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. *Mobil'nye geofizicheskie tehnologii: opyt primenenija dlja poiskov zalezhej uglevodorodov v kristallicheskih porodah* [Mobile geophysical technologies: experience of the application for the hydrocarbons prospecting in crystalline rocks]. *Jelektronnyj zhurnal "Glubinnaja neft"* [Electronic Journal "Deep oil"], 2013, vol. 1, no. 8, pp.1117-1141. Available at: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-7-2013/3_Levashov-Iakimchuk-Korchagin_1-8-2013.pdf
20. *Neftjanaja kompanija OOO "Burneftegaz" (sajt)* [Oil company "Burneftegaz" (site)]. Available at: <http://www.buroil.ru/>
21. Rostovtsev V.V., Laynveber V.V., Rostovtsev V.N. *K bol'shoj nefti Rossii* [To large Russian oil]. *Geomatika* [Geomatiks], 2011, no. 1, pp. 60-62.
22. Timurziyev A.I. *K sozdaniyu novoj paradigmy neftegazovoj geologii na osnove glubinno-fil'tracionnoj modeli neftegazoobrazovaniia i neftegazonakoplenija* [Towards a new paradigm of Petroleum Geology based on the depth-filtration model of oil and gas origin and accumulation]. *Geofizika* [Geophysics (Russia)], 2007, no. 4, pp.49-60.
23. Timurziyev A.I. *Fljuidodinamicheskaja priroda "anomal'nogo bazhena" Zapadnoj Sibiri* [Fluidodynamic nature of the "anomalous Bazhen" of Western Siberia]. *Jelektronnyj zhurnal "Glubinnaja neft"* [Electronic Journal "Deep oil"], 2013, vol. 1, no. 9, pp. 1352-1363. Available at: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-9-2013/5_Timurziev_1-9-2013.pdf
24. Timurziyev A.I. *Zakonomernosti prostranstvenno-stratigraficheskogo raspredelenija zalezhej nefti i gaza Zapadno-Sibirskoj neftegazonosnoj provincii na osnove predstavlenij ob ih glubinnom genezise, molodom vozraste i novejshej vremeni formirovaniia* [Laws of spatially-stratigraphic allocation of oil and gas accumulations within the West-Siberian oil-and-gas bearing province on the basis of the submissions about their deep origin and the young age and middle-late neogene time of formation]. *Jelektronnyj zhurnal "Glubinnaja neft"* [Electronic Journal "Deep oil"], 2013, vol. 1, no. 11, pp. 1720-1760. Available at: http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-11-2013/5_Timurziev_1-11-2013.pdf
25. Norway looks forward to continuing offshore fortunes. *First Break*, 2013 vol. 31, no. 2, p. 26.
26. Poor exploration results could blight UK's offshore progress, Wood Mackenzie report suggests. *First Break*, 2013 vol. 31, no. 2, p. 28.

Поступила в редакцию 26.01.2014 г.

Received 26/01/2014