

УДК 550.837

С. Левашов, канд. физ.-мат. наук  
Н. Якимчук, д-р физ.-мат. наук, проф., чл.-кор. НАН Украины,  
И. Корчагин, д-р физ.-мат. наук

## **ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ И РУДОНОСНОСТИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ И ЛОКАЛЬНОМ ЭТАПАХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. С.А. Вижвою)

Описываются особенности и возможности мобильной геофизической технологии включающей специальный метод обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли, площадное картирование методом становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП), метод вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ), компьютеризированные измерительные приборы, программное обеспечение регистрации, обработки и интерпретации данных измерений, методику проведения полевых наблюдений. Включение такой технологии в традиционный комплекс поисковых геолого-геофизических методов будет способствовать как минимизации финансовых затрат на решение нефтегазопроисловых задач, так и существенному сокращению времени на их практическую реализацию.

*The particularities and possibility of mobile geophysical technology are described. Technology include a special method of the remote sensing data processing and interpreting, aerial mapping method of the forming short-pulsed electromagnetic field (FSPEF), method of vertical electric-resonance sounding (VERS), computerized measuring instruments, software of the measurement data registrations, processing and interpretation, methods of the field observations conducting. Inclusion of such technologies in traditional complex of exploration geological-geophysical methods will promote both minimization of the financial expenses on the oil-and-gas exploration problems solving, and essential reduction of time for their practical realization.*

**Введение.** Невысокая подтверждаемость вводимых в бурение объектов, а также низкая эффективность продуктивных скважин при разбуривании перспективных ловушек углеводородов (УВ), связывается многими исследователями с широким распространением малоразмерных залежей, сложным структурно-тектоническим строением исследуемых объектов, нетрадиционными коллекторами в кристаллических породах. Это обстоятельство ставит на повестку дня вопрос о целесообраз-

ности дополнительной оценки выдаваемых на бурение рекомендаций. Специалистами также акцентируется внимание на необходимость разработки новых геофизических технологий, обеспечивающих повышение детальности и достоверности обнаружения малоразмерных и слабоконтрастных залежей УВ на различных (в том числе и глубинных) структурных этапах.

Применение мобильных технологий в процессе геологоразведочных работ на нефть и газ, рудных полез-

ных ископаемых и водоносных пластов позволяет "революционным образом" ускорить сам процесс поисков, а также повысить его эффективность. Особенности одной из таких технологий анализируются ниже [1–9].

**Компоненты технологии и аппаратура.** Мобильная и оперативная геофизическая технология включает:

- специальный метод обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли [7–8];
- площадное картирование методом становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП) [2–5];
- метод вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) [1];
- компьютеризированные измерительные приборы для полевых наблюдений;
- программное обеспечение для регистрации данных измерений, их обработки и интерпретации;
- методику проведения полевых наблюдений.

Оригинальные неклассические геоэлектрические методы СКИП и ВЭРЗ базируются на изучении геоэлектрических параметров среды в импульсных неуставившихся геоэлектрических полях, а также квазистационарного электрического поля Земли и его спектральных характеристик над залежами углеводородов, месторождениями рудных полезных ископаемых, водоносными коллекторами [9]. Возможность проведения площадной съемки методом СКИП с автомобиля или летательного аппарата позволяет оперативно обследовать крупные (в том числе и труднодоступные) площади в сжатые сроки и с минимальными материальными затратами.

**Решаемые задачи.** Мобильная технология в целом, а также отдельные ее методы позволяют оперативно:

- провести предварительную оценку перспектив нефтегазоносности (рудноносности, водоносности) исследуемых участков, площадей и территорий с помощью специального метода обработки и интерпретации (дешифрирования) данных дистанционного зондирования Земли (спутниковых данных) [7–8];
- обнаружить и закартировать аномалии типа "залежь" (АТЗ), которые могут быть обусловлены скоплениями углеводородов в разрезе, рудных полезных ископаемых, водоносных коллекторов [2, 4–6];
- определить глубины залегания и мощности аномально поляризованных пластов (АПП) типа "нефть", "газ", "вода", "рудное тело", и т.д. [1–6];
- проводить в сжатые сроки рекогносцировочное обследование крупных по площади и труднодоступных нефтегазоносных территорий и рудоносных районов [5, 7–8];
- выполнять детальные полевые работы в пределах отдельных аномальных зон и перспективных объектов с целью выбора мест для заложения скважин, предварительной оценки запасов УВ, принятия решений о дальнейших направлениях геолого-геофизических работ и бурения;
- находить и картировать в пределах шахтных полей зоны с повышенным содержанием свободного газа (метана) в угольных пластах и вмещающих их породах [3];
- картировать соляные купола и соленосные отложения [4, 9];
- обнаруживать и прослеживать надсолевые и подсолевые (подкарнизные) залежи УВ [4, 9];
- картировать зоны разломов и скоплений УВ в нарушенных частях кристаллического фундамента [6];
- проводить поиски нефти и газа с борта судна в морских и океанических акваториях;
- выявлять и прослеживать по площади подземные водные потоки естественного и техногенного происхождения, картировать водонасыщенные коллекторы [1, 9];
- обнаруживать и картировать геоэлектрические аномальные зоны типа "зона уранового оруденения", а

также определить в пределах закартированных аномальных зон глубины залегания и мощности аномально поляризованных пластов типа "урановая залежь" зондированием ВЭРЗ [6].

**Апробация и эффективность методов СКИП и ВЭРЗ.** Мобильная технология СКИП-ВЭРЗ прошла апробацию на более чем 65 известных месторождений нефти и газа. Аномалии типа "залежь" (АТЗ) зафиксированы съемкой СКИП в пределах всех обследованных (!) нефтяных и газовых месторождений. Аномально поляризованные пласты (АПП) типа "нефть" и "газ" выявлены зондированием ВЭРЗ в разрезе всех закартированных аномалий. Аномалии типа "залежь" были также обнаружены методом СКИП в пределах более 70 перспективных структур и отдельных участков.

Достигнутая оперативность решения конкретных практических задач позволяет формулировать предварительные выводы и рекомендации по результатам выполненных работ прямо в поле, сразу же после окончания стадии измерений на изучаемых территориях. Результаты практического применения технологии на различных площадях, объектах и участках описаны в многочисленных публикациях [1–9].

**Апробация метода обработки и дешифрирования спутниковых данных.** Полученные на настоящий момент результаты экспериментальной апробации специального метода обработки и дешифрирования (интерпретации) спутниковых данных свидетельствуют, что эта технология позволяет оперативно обнаруживать и картировать в первом приближении аномальные зоны типа "залежь нефти" и (или) "залежь газа", которые в большинстве случаев обусловлены крупными и средними месторождениями УВ. Об этом свидетельствуют материалы обработки спутниковых данных районов расположения крупных и средних месторождений УВ в различных нефте- и газоносных регионах мира. Это: Шебелинское и Кобзевское ГКМ (Днепропетровская область, Украина), Субботинское НГМ (Прикарпатский шельф, Украина), нефтяные месторождения Тенгиз, Терен-Узюк, Кошкимбет, Каратон (Прикаспийский регион, Республика Казахстан), Тажигали (Каспийский шельф, Республика Казахстан), супергигантское Ромашкинское нефтяное месторождение (Татарстан, Россия), крупное Ванкорское нефтегазовое месторождение (Красноярский край, Россия), супергигантские газовые месторождения Довлетабад-Донмез и Южный Иолотань (Туркменистан), нефтяное месторождение Зуумбанан (пустыня Гоби, Монголия), и т.д. [7].

Практический опыт проведения такого рода экспериментальных работ в различных регионах показывает также, что при обработке и интерпретации спутниковых данных более крупного масштаба (1:10000 и крупнее) и разрешения могут также быть обнаружены и закартированы аномальные объекты небольших размеров (100–300 м).

Результаты проведенной экспериментальной апробации свидетельствуют, что в перспективе технология обработки и интерпретации спутниковых данных зондирования Земли может найти применение на различных этапах нефтепоисковых работ. Это:

а) рекогносцировочное обследование крупных, удаленных и труднодоступных регионов (территорий) с целью оперативного выбора перспективных участков и блоков для проведения поисковых работ более крупного масштаба;

б) оценка перспектив нефтегазоносности выявленных геофизическими методами (сейсморазведкой) структур антиклинального типа, а также перспективных объектов и ловушек неструктурного типа: стратиграфических, литологических, тектонически экранированных;

в) опісування на нафту і газ окремих ділянок і площ, безпосередньо прилеглих до розробляємим і вивчаємим родовищам УВ;

г) виявлення і картирування ділянок і зон підвищеного скоплення вільного газу (метану), а також мікро-родовищ і родовищ газу в межах (на площах) розвитку вугленосних формацій (угільних басейнів) і в межах окремих шахтних полів угільних шахт;

д) пошуки і картирування ділянок скоплення вуглеводородів в розломних зонах кристалічних щитів, кристалічному фундаменті, в межах окремих кристалічних масивів;

е) опісування ділянок мелководного шельфу, перехідних зон між сушею і морем і глибоководних областей океанів і морів;

ж) вивчення перспектив нафтогазоносності арктичного і антарктичного регіонів світу;

з) оперативна оцінка перспектив нафтогазоносності ліцензійних ділянок і блоків (на суші і в морі).

На даний момент, експериментальна апробація технології обробки і інтерпретації супутникових даних виконана на більш ніж 50 об'єктах, ділянках і площах різного масштабу – від 1:10000 до 1:1000000. В межах оброблених площ розташовано багато відомих родовищ як нафти і газу, так і рудних корисних копалин. Практично над усіма відомих родовищами виділені і картировані аномальні зони типу "залеж...". Багато таких аномалій виявлено також і за межами відомих родовищ. Однак це не означає, що кожна аномалія – це родовище корисних копалин. С іншої сторони, ці результати дозволяють повністю обґрунтовано стверджувати, що ймовірність виявлення промислових скоплень вуглеводородів або ж рудних мінералів за межами АТЗ невисока. Слідователно, площі АТЗ виступають першочерговими об'єктами пошуку скоплень корисних копалин, що, в принципі, дозволяє суттєвим чином звужувати територію детальних пошуково-розведочних робіт в кожному конкретному випадку. В цілому, можна повністю обґрунтовано надіятися, що результати обробки і інтерпретації супутникових матеріалів можуть виступати важливими ознаками нафтогазоносності (рудноносності, водонасиченості).

**Отличительные особенности мобильных методов.** Багаторічний позитивний досвід застосування мобільних методів для вирішення широкого класу пошукових геофізических, інженерно-геологічних, гідрогеологічних завдань дозволяє зробити певні загальні висновки про ці методи, а також більш рельєвно (обґрунтовано) охарактеризувати їх відмінні риси від класических геоелектрических (а також інших геофізических) методів.

1. Результатами застосування класических геофізических методів виступають схеми, моделі, розрізи розподілу різних фізических властивостей гірських порід – швидкості, щільності, магнітної вразливості (інтенсивності намагнічення), опору (провідності), і т.д. Такі моделі (розподіли) зазвичай будуються за результатами вирішення обернених завдань геофізики або ж комп'ютерного моделювання в режимі вирішення прямих завдань (ручного підбору). В результаті наступної геологічної інтерпретації отриманих розподілів фізических властивостей розріз вивчаємим об'єктів і площ розповнюється відповідними структурними елементами і гірськими породами, з якими можуть бути пов'язані певні типи рудних і горючих корисних ко-

палин, водоносні колектори, підземні водні потоки, і т.д.

2. В некласических геоелектрических методах СКІП і ВЭРЗ акцент робиться не на вимірювання відповідних компонентів геоелектрических (електромагнітних) полів і визначення за виміряними значеннями фізических властивостей розрізу (опору, провідності), а на виділення і картирування аномалій типу "залеж" (АТЗ) і аномально поляризованих пластів (АП) суворо визначеного типу. Так, площинною зйомкою методом СКІП виділяються і картируються АТЗ типу "залеж УВ", "залеж нафти", "залеж газу", "золоторудна залеж", "водоносний горизонт", і т.д. Зондуванням методом ВЭРЗ в розрізі вивчаємим площей виділяються АП типу "нафтеносний пласт", "газоносний пласт", "водоносний пласт", "солоносний пласт", "кристаліческий фундамент", "пласт з золоторудною мінералізацією", "пласт з платиновидною мінералізацією", "пласт з урановидною мінералізацією", і т.д. Глибини залегання і потужності аномально поляризованих пластів визначаються при цьому з достатньо високою точністю.

3. В процесі виконання зйомки методом СКІП в кожній точці реєстрації відклику серед оператора миттєво отримує інформацію, знаходиться ли він в межах АТЗ, або ні. Це дозволяє оперативно оптимізувати проведення вимірювань, з однієї сторони, а також ефективно і в повному об'ємі оконтурити аномалії типу "залеж", з іншої. Більш того, виділення АТЗ безпосередньо в полі, в процесі проведення зйомки СКІП надає можливість для оптимального розміщення пунктів зондування методом ВЭРЗ в наступному, на наступному етапі польових робіт. Ще одним важливим достоїнством технології СКІП-ВЭРЗ є те обставина, що зондуванням ВЭРЗ глибини залегання і потужності АП конкретного типу також визначаються в процесі вимірювань, безпосередньо в полі. В принципі, це дозволяє оперативно і ефективно, з мінімальними витратами часу прослідкувати по площі глибини залегання в розрізі і потужності, представляючих практический пошуковий інтерес горизонтів і пластів, встановлених бурінням, зондуванням ВЭРЗ в базових точках або ж іншими геофізическими методами.

4. На даному етапі застосування геоелектрических методів СКІП і ВЭРЗ в послідовності етапів польових спостережень, обробка даних вимірювань, інтерпретація отриманих матеріалів не застосовуються традиційно використовуємі алгоритми, методи і комп'ютерні технології рішення прямих і обернених завдань геоелектрики (геофізики). Основний внесок в ефективність і оперативність цих методів **вносять техніческі засоби** – оригінальні апаратні розробки (комплекс антен, генераторів, реєстраторів), а також програмне забезпечення реєстрації і обробки даних вимірювань безпосередньо в полі. В принципі, в перспективі можливості цих методів при вирішенні практических геолого-геофізических завдань можуть бути розширені за рахунок включення в графі проведення досліджень цими методами інтерпретаційних етапів рішення прямих і обернених завдань геоелектрики.

5. Всі відзначені вище відмінності геоелектрических методів СКІП і ВЭРЗ від класических електромагнітних методів, а також багаторічний досвід їх успішного практического застосування для вирішення широкого кола геолого-геофізических, інженерно-геологіческих і гідрогеологіческих завдань дозволяє авторам повністю обґрунтовано стверджувати про їх суттєвий внесок **в становлення нової парадигми гео-**

физических исследований, в рамках которой эти методы и позволяют оперативно и эффективно решать разнообразные практические задачи поискового, изыскательского и экологического характера. Характеристическая особенность геофизических исследований в рамках этой парадигмы – это **"прямые" поиски конкретного физического вещества:** газа, нефти, газогидратов, воды, рудных минералов и пород (золото, платина, серебро, цинк, уран, алмазы, кимберлиты, и т.д.). Начальным этапом в становлении этой парадигмы можно считать первые исследования и разработки по "прямым" методам поисков нефти и газа. Следует также напомнить, что в это же время в геолого-геофизическую терминологию было введено известное и широко используемое в настоящее время (в том числе и авторами) выражение – аномалия типа "залечь" (АТЗ).

6. Отметим также, что определенный вклад в становление "вещественной парадигмы" геофизических исследований вносит также и оригинальный метод обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), практическая апробация которого проводилась авторами на протяжении 2010 г. [7–8]. Этот метод также ориентирован на обнаружение и картирование по спутниковым данным аномалий типа "залечь нефти", "залечь газа", "водоносный горизонт", "зона золоторудной минерализации", и т.д. Совместное использование метод обработки и интерпретации данных ДЗЗ и технологии СКИП-ВЭРЗ на различных этапах геолого-геофизических исследований позволяет существенным образом оптимизировать и ускорить поисковые и изыскательские этапы геофизических работ.

**Пример применения технологии.** В статье [10], а также в ресурсах Интернета [11–14] 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. 1. Данные ДЗЗ в пределах этих лицензионных блоков были обработаны и проинтерпретированы. Полученные результаты представлены на рис. 1. Они, в принципе, согласуются с результатами бурения и позволяют констатировать следующее:

1. Выявленное тремя скважинами крупное газоконденсатное месторождение в пределах блока Cardon IV [11] картируется крупной аномалией типа "залечь газа". В южной части этой аномальной зоны выявлена также аномалия типа "залечь нефти" меньшего размера. В восточной части блока обнаружено и закартировано еще две аномальные зоны типа "залечь газа" небольших размеров. Тем не менее, наличие в их пределах зон с относительно повышенными значениями пластовых давлений позволяет сделать вывод о целесообразности проведения в их пределах поисковых работ и бурения.

2. В пределах лицензионного блока Urumaco I обнаружено две небольшие по площади аномалии типа "залечь газа". Аномалия в левом нижнем углу блока 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 этого блока скважина не попала в эту аномальную зону с повышенными значениями аномального отклика. И как следствие – оказалась непродуктивной [12–13].

В пределах блока Urumaco II обнаружено три относительно небольшие по площади аномальные зоны типа "залечь газа". Наибольший интерес представляет западная, самая крупная по площади аномалия.

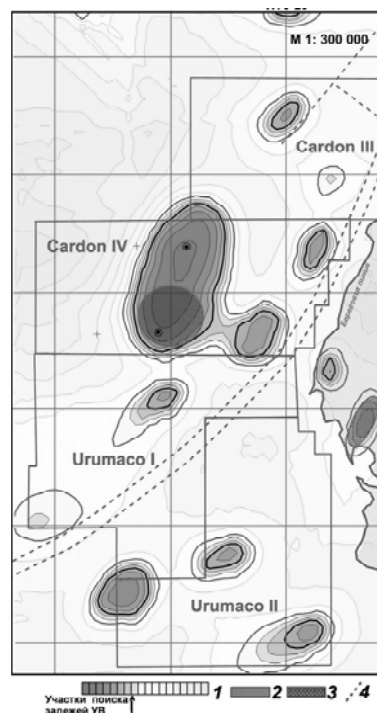


Рис. 1. Карта аномальных зон типа "залечь УВ" Венесуэльском заливе (по "спутниковым" данным). 1 – шкала интенсивности аномального отклика; 2 – аномалия типа "газ"; 3 – аномалия зоны типа "газ+нефть"; 4 – тектонические нарушения

Необходимо также добавить, что в пределах блоков Urumaco I и Urumaco II выполнены сейсмические работы 3Д общей площадью 500 и 400 км<sup>2</sup>, соответственно [14].

3. Полученные результаты ставят под сомнение целесообразность проведения дальнейших поисковых работ в пределах лицензионного блока Urumaco I. Детальный анализ этих материалов и их сопоставление с имеющимися геолого-геофизическими данными может также помочь в принятии решения о проведении дальнейших поисковых работ в пределах блока Urumaco II.

4. Целесообразно также отметить, что скважина пробурена также и в пределах блока Cardon III. Она оказалась сухой [11]. В пределах блока также закартированы две небольших аномалии, одна из которых не имеет зоны относительно повышенного пластового давления. Скорее всего, в зону с повышенным значением пластового давления эта скважина не попала (на рисунке в [10] она обозначена практически у верхней границы блока).

5. На рис. 1, в правой ее части и в нижней части полуострова имеется еще одна сухая скважина. Аномалия типа "залечь УВ" в этой части обследованной площади не выявлена. Тем не менее, выше, в центральной части полуострова обнаружено и закартировано две небольших аномалии с зонами повышенных значений пластового давления.

**Выводы.** В электронной публикации [15] компанией Energy Exploration Technologies Inc. (NXT) предлагается "революционная" технология, которая изменяет процесс поисков нефти и газа. В статье, вначале делается обзор традиционного процесса исследований, который характеризуется значительным риском и существенными преимуществами для крупных E&P компаний. Затем, объясняется как технология Stress Field Detection ("SFD") "оживляет" процесс исследований, существенным образом уменьшая риски и финансовые издержки, что приводит к "уравниванию игрового поля" между крупными и мелкими компаниями. И, наконец, в публикации пред-

ставляется модель финансово-промышленной группы под условным названием 'Embassy Domestic' для инвестирования нефтепоисковых проектов.

Такого же рода модель инвестирования поисков углеводородов может быть реализована и на базе описанной выше мобильной технологии. Отметим также, что во многих публикациях большинство несейсмических методов поисков и разведки скоплений углеводородов характеризуются такими прилагательными, как "легкие", "мобильные", "малозатратные", "экономичные". Многолетний опыт практического применения геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ для поисков скоплений УВ дает автором право классифицировать экспресс-технологию СКИП-ВЭРЗ как "сверхлегкую", "супермобильную", "сверхмалозатратную", "суперэкономичную".

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.** Это также справедливо, скорее всего, и в отношении решения такой важной практической задачи, как обеспечение Украины своими собственными энергетическими ресурсами. Результаты выполненных исследований в 2001–2010 гг. на ряде площадей в Украине свидетельствуют, что содействовать этому может активное применение оперативных и мобильных технологий "прямых" поисков и разведки скоплений УВ (в том числе и экспресс-технологии СКИП-ВЭРЗ). Авторы уверены, что включение такого рода технологий в традиционный комплекс поисковых геолого-геофизических методов будет способствовать как минимизации финансовых затрат на решение упо-

мянутой выше задачи, так и существенному сокращению времени на ее практическую реализацию.

1. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Электрорезонансное зондирование и его использование для решения задач экологии и инженерной геологии // Геологический журнал. – 2003. – № 4. – С. 24–28.
2. 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.
3. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Дегтярь Р.В., Божежа Д.Н. Обнаружение и картирование геоэлектрическими методами зон повышенного газонасыщения на угольных шахтах // Геофизика. – 2006. – № 2. – С. 58–63.
4. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Зазекало И.Г., Сорока А.И. Поиск и разведка скоплений нефти и газа геоэлектрическими методами // Газовая промышленность. – 2007. – № 4. – С. 22–28.
5. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Червонный Н.П. Экспресс-технология прямых поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 28–33.
6. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Разин Д.В., Юзленко А.Т. О возможности картирования геоэлектрическими методами скоплений углеводородов в кристаллических породах // Геоинформатика. – 2010. – № 1. – С. 22–32.
7. 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.
8. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Божежа Д.Н. Оперативное решение задач оценки перспектив рудоносности лицензионных участков и территорий в районах действующих промыслов и рудных месторождений // Геоинформатика. – 2010. – № 4. – С. 23–30.
9. Шуман В.Н., Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Радиоволновые зондирующие системы: элементы теории, состояния и перспектива // Геоинформатика. – 2008. – № 2. – С. 22–50.
10. Alan Holden. Aruba: A re-evaluation of petroleum prospectivity following the recent discoveries in the Gulf of Venezuela // First Break. – V. 28, № 11. – 2010. – P. 71–77.
11. <http://energyland.info/news-show-tek-neftegaz-59872>.
12. <http://www.indpg.ru/nik/2010/11/36653.html>.
13. <http://www.ran.ru/economy/20101015/285947600.html>.
14. [http://www.zargaz.ru/geo\\_ve\\_en.html](http://www.zargaz.ru/geo_ve_en.html).
15. [http://www.nxtenergy.com/nxt/images/gallery/EMBASSY%20DOMESTIC%20final\\_April8-08.pdf](http://www.nxtenergy.com/nxt/images/gallery/EMBASSY%20DOMESTIC%20final_April8-08.pdf).

Надійшла до редколегії 07.02.12