

Для розробки єдиної схеми ідентифікації ерозійно несприятливих ландшафтів, в структуру якої нами пропонується ввести методи ультрадетальних магнітних досліджень, використовують ряд нормативних документів. Однією з найбільш широко вживаних у світі моделей площинного змиву є Універсальне рівняння втрат ґрунту (USLE), розроблене американськими дослідниками на основі детальних експериментальних досліджень кількісного впливу чинників ерозії, яке успішно застосовується при великомасштабному картографуванні у США (1:60 000) [13]. Воно призначене для моделювання ефектів площинного змивання та мікро-струмкової ерозії без урахування процесів лінійного розмивання. Це рівняння стало загально визнаним інструментом ерозійного аналізу у США (де є офіційним інструментом у природоохоронному плануванні) та багатьох інших країнах. Наразі і регламентована нормативними документами USLE [5] і поширювана у Європі та США WEPP потребують серйозних доопрацювань для введення у повсякденний вжиток землевпорядних організацій та господарюючих суб'єктів.

**Висновки.** Таким чином, зйомка майбутнього – це прогнозна геологічна зйомка, де від віртуальних об'єктів, типу формацій, свит, горизонтів, комплексів, переходять до окремих елементів (так звані тектонодомени) – рудоносних, родючих, забруднених, що представлені реально існуючими природними об'єктами. Лише в такому випадку з'являється можливість для підвищення ефективності зйомки, а конкретні геологічні об'єкти не провалюються крізь сітку спостережень. Однією із задач, що вирішуються при ультрадетальних магнітометричних дослідженнях є вирішення проблем аграрного комплексу. Магнітні методи при цьому є економічно доцільними за рахунок своєї експресності та головне дешевизни. При цьому результати, що отримані нами вже на даному етапі демонструють високу ефективність

УДК 550.837

ультрадетальної магнітометрії при контролі родючості аграрно-виробничих ділянок, визначенні ступеня ерозійності та деградації ландшафтів.

1. Алексеев, А.О. Геохимические закономерности формирования состояния соединений железа в почвах сопряженных ландшафты Центрального Предкавказья [Текст] / А.О. Алексеев, Т.В. Алексеева, Е.Г. Моргунов // Литология и полезные ископаемые. – 1996. – №1. С. 12–22.
2. Алексеев, А.О. Магнитные свойства и минералогия соединений железа в степных почвах [Текст] / А.О. Алексеев, Т.В. Алексеева, Б.А. Махер // Почвоведение. – 2003. – №1. – С. 62–74.
3. Вадюнина, А.Ф. Использование магнитной восприимчивости для изучения почв и их картирования [Текст] / А.Ф. Вадюнина, Ю.А. Смирнов // Почвоведение. – 1978. – №7. – С. 87–96.
4. Водяницкий Ю.Н. Оксиды железа и их роль в плодородии почв [Текст] / Водяницкий Ю.Н. – М.: Наука, 1989. – 129 с.
5. ГОСТ 17.4.03-86 "Охрана природы. Грунты. Методы определения потенциальной опасности эрозии под действием дождя" [Текст].
6. Круглов, О.В. Магнитная сприйнятливость верхнего горизонта ґрунтів Лівобережжя України [Текст] / автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.22 / Круглов Олександр Вікторович; Київський національний ун-т ім. Т. Шевченка. – К., 2008. – 20 с.
7. Лукшин А. А. Магнитная восприимчивость фракций механических элементов почв / А. А. Лукшин, Т. И. Румянцева, В. П. Ковриго // Вопросы почвоведения и применения удобрений в Удмуртской АССР. – 1974. – С.131–138.
8. Медведев, В.В. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. Введение в проблему [Текст] / В.В. Медведев. – Харьков: 13 типография, 2007. 296 с.
9. Меньшов О. I. До питання про магнітне поле трактора / О. I. Меньшов, А. В. Сухорада, Р. В. Хоменко // Мониторинг безпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: VIII міжнародна наукова конференція: матеріали. – К., 2007. – С. 184–185.
10. Сухорада, А.В. Геофізика педосфери – от идеологии к технологии [Текст] / А.В. Сухорада, М.А. Сухорада // Материали V міжнар. конф. "Мониторинг безпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – К., 2004. – С.140-141.
11. Сухорада, А.В. Геофізика педосфери – проблемы и методология их решения [Текст] / А.В. Сухорада, М.А. Сухорада // Тез.Доп.ІV міжнар. конф. "Мониторинг безпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – К., 2003. – С. 128–129.
12. Сухорада, А.В. Родючість ґрунтів як предмет агрогеофізичних досліджень [Текст] / А.В. Сухорада, О.В. Круглов // Вісн.Київ. ун-ту. Геологія. – 2004. – Вип. 29–30. – С. 76–79.
13. Wischmeier W.H. Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning / W.H. Wischmeier, D. D. Smith // USDA Agriculture Handbook No. 537. –Washington D.C.: US Department of Agriculture, 1978.

Надійшла до редколегії 04.11.11

С. Левашов, канд. физ.-мат. наук  
Н. Якимчук, д-р физ.-мат. наук, проф., чл.-кор. НАН України,  
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 неустановившихся 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 проследить 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 проследить 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 газосносных 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 розроблюваних і вивчаємих родовищ 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 вуглеводородних формацій (угільних басейнів) і в межах окремих шахтних полів вугільних 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 нинішній 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 нафти і газу, так і рудних корисних копалин. Практично над всіма відомих родовищами виділені і картировані аномальні зони типу "заліжжя...". Багато таких аномалій виявлено також і в межах відомих родовищ. Однак це означає, що кожна аномалія – це родовище корисних копалин. С іншої сторони, ці результати дозволяють повністю обґрунтовано стверджувати, що ймовірність виявлення промислових скоплення вуглеводородів або ж рудних мінералів за межами АТЗ невисока. Слідователно, площі АТЗ є першочерговими об'єктами пошуку скоплення корисних копалин, що, в принципі, дозволяє суттєво скоротити територію детальних пошуково-розвідочних робіт в кожному конкретному випадку. В цілому, можна повністю обґрунтовано надіятися, що результати обробки і інтерпретації супутникових матеріалів можуть вважатися важливими ознаками нафтогазоносності (рудносності, водонасиченості).

**Отличительные особенности мобильных методов.** Многолетний положительный опыт применения мобильных методов для решения широкого класса поисковых геофизических, инженерно-геологических, гидрогеологических задач позволяет сделать определенные обобщающие выводы об этих методах, а также более рельефно (обоснованно) охарактеризовать их отличительные черты от классических геоэлектрических (а также других геофизических) методов.

1. Результатами применения классических геофизических методов являются схемы, модели, разрезы распределения различных физических свойств горных пород – скорости, плотности, магнитной восприимчивости (интенсивности намагниченности), сопротивления (проводимости), и т.д. Такие модели (распределения) обычно строятся по результатам решения обратных задач геофизики или же компьютерного моделирования в режиме решения прямых задач (ручного подбора). В результате последующей геологической интерпретации полученных распределений физических свойств разрезов изучаемых объектов и площадей наполняются соответствующими структурными элементами и горными породами, с которыми могут быть связаны определенные типы рудных и горючих полезных иско-

паемых, водоносные коллектора, подземные водные потоки, и т.д.

2. В неклассических геоэлектрических методах СКІП и ВЭРЗ акцент делается не на измерение соответствующих компонент геоэлектрических (электромагнитных) полей и определение по измеренным значениям физических свойств разреза (сопротивления, проводимости), а на выделение и картирование аномалий типа "заліжжя" (АТЗ) и аномально поляризованных пластов (АПП) строго определенного типа. Так, площадной съемкой методом СКІП выделяются и картируются АТЗ типа "заліжжя УВ", "заліжжя нафти", "заліжжя газу", "золоторудная заліжжя", "водоносный горизонт", и т.д. Зондированием методом ВЭРЗ в разрезе изучаемых площадей выделяются АПП типа "нефтеносный пласт", "газоносный пласт", "водоносный пласт", "соленосный пласт", "кристаллический фундамент", "пласт с золоторудной минерализацией", "пласт с платинорудной минерализацией", "пласт с урановой минерализацией", и т.д. Глубины залегания и мощности аномально поляризованных пластов определяются при этом с достаточной высокой точностью.

3. В процессе выполнения съемки методом СКІП в каждой точке регистрации отклика среды оператор мгновенно получает информацию, находится ли он в пределах АТЗ, или нет. Это позволяет оперативно оптимизировать проведение измерений, с одной стороны, а также эффективно и в полном объеме оконтуривать аномалии типа "заліжжя", с другой. Более того, выделение АТЗ непосредственно в поле, в процессе проведения съемки СКІП предоставляет возможность для оптимального размещения пунктов зондирования методом ВЭРЗ в дальнейшем, на следующем этапе полевых работ. Еще одним важным достоинством технологии СКІП-ВЭРЗ является то обстоятельство, что зондированием ВЭРЗ глубины залегания и мощности АПП конкретного типа также определяются в процессе измерений, непосредственно в поле. В принципе, это позволяет оперативно и эффективно, с минимальными затратами времени прослеживать по площади глубины залегания в разрезе и мощности, представляющих практический поисковый интерес горизонтов и пластов, установленных бурением, зондированием ВЭРЗ в базовых точках или же другими геофизическими методами.

4. На данном этапе применения геоэлектрических методов СКІП и ВЭРЗ в последовательности этапов полевые наблюдения, обработка данных измерений, интерпретация полученных материалов не применяются традиционно используемые алгоритмы, методы и компьютерные технологии решения прямых и обратных задач геоэлектрики (геофизики). Основной вклад в эффективность и оперативность этих методов **вносят технические средства** – оригинальные аппаратные разработки (комплекс антенн, генераторов, регистраторов), а также программное обеспечение регистрации и обработки данных измерений непосредственно в поле. В принципе, в перспективе возможности этих методов при решении практических геолого-геофизических задач могут быть расширены за счет включения в графы проведения исследований этими методами интерпретационных этапов решения прямых и обратных задач геоэлектрики.

5. Все отмеченные выше отличия геоэлектрических методов СКІП и ВЭРЗ от классических электрических и электромагнитных методов, а также многолетний опыт их успешного практического применения для решения широкого круга геолого-геофизических, инженерно-геологических и гидрогеологических задач позволяет авторам полностью обосновано стверджувати об их существенном вкладе в становление новой парадигмы 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 "залежь" (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 "залежь нефти", "залежь 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 "залежь газа". В южной части этой аномальной зоны выявлена также аномалия типа "залежь нефти" меньшего размера. В восточной части блока обнаружено и закартировано еще две аномальные зоны типа "залежь 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 "залежь 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 "залежь газа". Наибольший интерес представляет западная, самая крупная по площади аномалия.

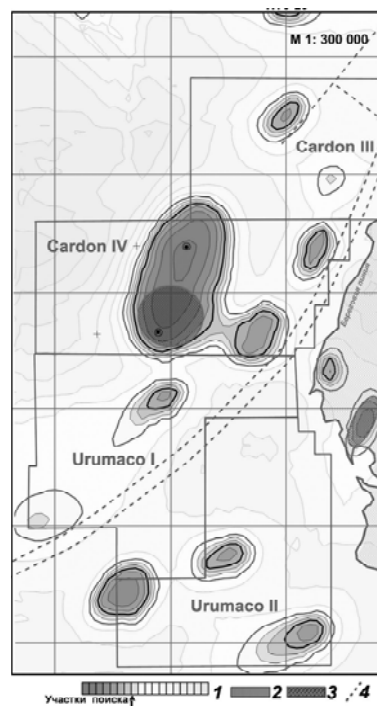


Рис. 1. Карта аномальных зон типа "залежь УВ" Венесуэльском заливе (по "спутниковым" данным). 1 – шкала интенсивности аномального отклика; 2 – аномалия типа "газ"; 3 – аномалия зоны типа "газ+нефть"; 4 – тектонические нарушения

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 "залежь 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-

ставляється модель фінансово-промислової групи под условним називанням "Embassy Domestic" для інвестування нафтопошукових проєктів.

Такого ж роду модель інвестування пошуку вуглеводородів може бути реалізована і на базі описаної вище мобільної технології. Отметим також, що во многих публикациях большинство несейсмических методов пошуку і розвідки скоплений вуглеводородів характеризуються такими прилагательными, як "легкие", "мобильные", "малозатратные", "экономичные". Многолетний опыт практического применения геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ для пошуку скоплений УВ дает автором право классифицировать экспрестехнологию 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 г. на ряде площадей в Украине свидетельствуют, что содействовать этому может активное применение оперативных и мобильных технологий "прямых" пошуку і розвідки скоплений УВ (в том числе и экспрестехнологии СКИП-ВЭРЗ). Авторы уверены, что включение такого рода технологий в традиционный комплекс пошукув 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. Экспрестехнология "прямых" пошуку і розвідки скоплений вуглеводородів 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., Червоный Н.П. Экспрестехнология прямых пошуку і розвідки скоплений вуглеводородів 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 вуглеводородів 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, состояние 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.rian.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\\_April-08.pdf](http://www.nxtenergy.com/nxt/images/gallery/EMBASSY%20DOMESTIC%20final_April-08.pdf).

Надійшла до редколегії 07.02.12

УДК 550.832.5

М. Бондаренко, канд. геол. наук, В. Кулик, канд. фіз.-мат. наук, А. Кетов, мол. наук. співроб., С. Дейнеко, канд. геол. наук, С. Іващенко, асп.

## ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОГЕННИХ І ПРИРОДНИХ ҐРУНТІВ КОМПЛЕКСОМ РАДІОІЗОТОПНОГО КАРОТАЖУ (НА ПРИКЛАДІ ЗОЛОВІДВАЛІВ ТРИПІЛЬСЬКОЇ ТЕС)

(Рекомендовано членом редакційної колегії Д-ром геол.-мін. наук, проф. В.М. Курганським)

Визначено розширену сукупність інженерно-геологічних і петрофізичних параметрів ґрунтів на території золовідвалу Трипільської теплової електричної станції (ТЕС) на основі об'єктно-адаптивної методики комплексування методів радіоізотопного каротажу (РК). Показана висока інформативність комплексу методів РК при дослідженні техногенних ґрунтів – золовідвалів ТЕС.

The expanded set of engineering geology and petrophysical parameters of soils in territory of ash dump of Trypillian heat power station on the basis of an object-adaptive procedure of radioisotope loggings methods (RL) complexation is determined. It is shown high informativity of complex of RL-methods at technogenic soils investigations – ash dumps of heat power station.

**Постановка задачі.** В Україні значна частка електроенергії виробляється на теплових електричних станціях (ТЕС). На сучасних ТЕС вугілля спалюють у подрібненому (пилоподібному) стані при температурі 1200–1700 °С. Такий спосіб спалювання дає 80–90 % відходів у вигляді золи, що виноситься з димовими газами [1]. Зола уловлюється і накопичується в спеціальних бункерах, звідки її за допомогою системи гідровидалення транспортують у золовідвали.

Золовідвали ТЕС становлять серйозну екологічну проблему, оскільки вимагають відведення значних територій, які стають непридатними для господарської чи іншої діяльності, є накопичувачами важких металів, радіоактивних елементів. Негативний екологічний вплив золовідвалів на довкілля виникає із-за розпорошення золи вітром, фільтрації води крізь стінки і дно золовідвалів, а також в результаті передбачених технологією скидів освітлених вод [5]. З часом, можливо, ці відвали необхідно буде прибрати, утилізувавши цінні

елементи, мінерали та інші корисні компоненти [1, 5]. У зв'язку з цим існує необхідність вивчення складу і властивостей зольних мас.

На даному етапі через обмеженість площ, відведених для золовідвалів, виникла необхідність нарощування їх вертикальної потужності. Це вимагає оцінки інженерно-геологічних параметрів золовідвалів та природного ґрунту, який служить їх основою. Для розв'язання цих задач може бути використаний комплекс методів радіоізотопного каротажу (РК): нейтрон-нейтронний каротаж (ННК), густинний гамма-гамма-каротаж (ГГК), інтегральний гамма-каротаж природної радіоактивності (ГК).

Нами виконано дослідження золовідвалів і природних ґрунтів комплексом РК на основі приладів ВПГР і ППГР на території Трипільської ТЕС (ТТЕС).

**Зола ТЕС.** Золи різних ТЕС містять: SiO<sub>2</sub> (37–63 %), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (9–37 %), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO (4–17 %), CaO (1–32 %), MgO (0,1–5 %), SO<sub>3</sub> (0,05–2,5 %), Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O (0,5–5 %). Втрати при прожарюванні (в.п.п.), що характеризують