

С. П. Левашов, канд. физ.-мат. наук, заместитель директора
(Институт прикладных проблем экологии, геофизики
и геохимии), *slevashov@mail.ru*,

Н. А. Якимчук, д-р. физ.-мат. наук, член-кор. НАН Украины,
профессор, директор (Центр менеджмента и маркетинга в области наук
о Земле Института геологических наук НАН Украины),
yakymchuk@gmail.com,

И. Н. Корчагин, д-р. физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник
(Институт геофизики НАН Украины им. С. И. Субботина),
korchagin@karbon.com.ua,

Д. Н. Божежа, научный сотрудник (Центр менеджмента и маркетинга
в области наук о Земле Института геологических наук НАН Украины),
admin@karbon.com.ua,

Д. Р. Шуст, директор (ООО "Геофизика-777") (Украина, Киев)

О ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СКОПЛЕНИЙ ГАЗОКОНДЕНСАТА В ПРЕДЕЛАХ УКРАИНСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ЩИТА

Анализируются результаты применения технологии частотно-резонансной обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), а также геоэлектрических методов становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) при поисках скоплений углеводородов (УВ) на перспективном участке в пределах Украинского кристаллического щита (УКЩ). В результате обработки данных ДЗЗ в пределах участка обнаружена и закартирована аномальная зона типа "залежь газоконденсата". Аномалия подтверждена и детализирована съемкой методом СКИП. В ее пределах глубины залегания аномально поляризованных пластов (АПП) типа "газоконденсат" определены зондированием ВЭРЗ. Выделен наиболее перспективный участок для заложения поисковой скважины. Результаты исследований свидетельствуют, что мобильные методы могут применяться при поисках и разведке скоплений углеводородов в кристаллических массивах и тектонически нарушенных (разломных) зонах кристаллического фундамента. С помощью мобильных геофизических технологий может быть выполнена оперативная оценка перспектив нефтегазоносности недостаточно изученных участков и площадей в различных регионах Украины.

Ключевые слова: геоэлектрическая съемка, электрорезонансное зондирование, аномалия типа залежь, газ, газоконденсат, разломная зона, кристаллический массив, фундамент, спутниковые данные, технология, прямые поиски, обработка, интерпретация.

Введение. В настоящее время материальные, финансовые и временные затраты на поиски, разведку и добычу углеводородов (УВ) существенно возросли в свя-

зи с необходимостью освоения удаленных и труднодоступных регионов, в том числе арктического и антарктического шельфов. Положение в освоенных районах

усложняется исчерпанностью крупных и средних структур (ловушек структурного типа), необходимостью поисков и разведки малоразмерных и слабоконтрастных объектов и освоения больших глубин (Карасевич и др., 2010 г.). В связи с этим, проблема интенсификации, ускорения и оптимизации геологоразведочного процесса поисков и разведки месторождений нефти, газа, газогидратов в труднодоступных районах и морских акваториях является исключительно актуальной.

В таких ситуациях на начальных этапах геологоразведочных работ определенную помощь в повышении эффективности разведочного процесса в целом могут оказать мобильные и оперативные геофизические технологии “прямых” поисков скоплений полезных ископаемых различного типа, в том числе технологии и методы, базирующиеся на обработке и интерпретации данных ДЗЗ.

Мобильные геоэлектрические методы СКИП и ВЭРЗ (экспресс-технология СКИП-ВЭРЗ) [6–9, 15, 17] уже более десяти лет успешно применяются для оперативного решения широкого класса геолого-геофизических задач, в том числе и поисков рудных и горючих полезных ископаемых. В 2009–2011 гг. технология СКИП-ВЭРЗ прошла апробацию на пяти лицензионных площадях в районе Ванкорского нефтегазового месторождения (Красноярский край, Россия). Материалы выполненных работ на трех участках анализируются в статье [6], авторы которой рекомендуют использовать технологию в комплексе геолого-геофизических методов при поиске и разведке залежей УВ.

В последнее время практические возможности технологии СКИП-ВЭРЗ существенно расширены за счет включения в ее состав оригинального метода частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ [10–15]. Этот метод позволяет обнаруживать и картировать аномальные зоны типа “залежь нефти”, “залежь газа”, “залежь газогидратов” и т. д. В рамках технологии частотно-резонансной обра-

ботки данных ДЗЗ разработана также дополнительная методика предварительной оценки значений пластовых давлений в нефтегазовых коллекторах [11]. Применение этого метода в комплексе с методами СКИП и ВЭРЗ позволяет существенным образом сократить как сроки проведения наземных полевых работ в удаленных и труднодоступных регионах (тундра, тайга, горные участки, мелководная часть шельфа и т. д.), так и их стоимость.

Перечисленные выше мобильные технологии активно используются при поисках скоплений УВ в кристаллических породах, в том числе и в пределах УКЩ [5, 16]. Такого рода исследования представляют существенный интерес. С одной стороны, они могут способствовать открытию (Гаврилов, 2006 г.) “нового возможного нефтегазоносного этажа земной коры”. С другой стороны, обнаружение значительных скоплений УВ в пределах кристаллических щитов может быть одним из весомых (дополнительных) аргументов их глубинного происхождения.

В статье анализируются результаты применения мобильных технологий для детального опознания перспективного на скопления УВ объекта в кристаллических породах на западе Киевской области.

О принципиальных особенностях исследований. Отличительные особенности проведенных работ обусловлены следующими моментами.

1. В силу господства биогенной теории происхождения нефти и газа целенаправленные поисковые работы на углеводороды в пределах кристаллических щитов не проводились. В связи с этим отсутствуют (не разработаны) как методики проведения такого рода работ, так и не определен комплекс традиционных геофизических методов, который позволит эффективно решать поисковые задачи в этих условиях.

2. Мобильные и оперативные геофизические технологии “прямых” поисков скоплений УВ позволили авторам провести серию экспериментальных поисковых работ рекогносцировочного характера в пределах УКЩ.

3. Впервые в Киевской области (район УКЩ) перспективные на УВ объекты (аномальные зоны) в пределах поисковых площадей под условными названиями “Север” (один объект) “Юг” (четыре объекта) и “Запад” (один объект) были обнаружены и закартированы с помощью нетрадиционной мобильной технологии “Поиск” [4].

4. В 2013 г. в пределах поисковых площадей “Север”, “Юг” и “Запад” проведены детальные исследования с использованием частотно-резонансного метода обработки данных ДЗЗ и геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ. Основные задачи исследований:

а) подтверждение наличия перспективных объектов в пределах поисковых площадей “Север”, “Юг” и “Запад” частотно-резонансным методом обработки и интерпретации ДЗЗ;

б) проведение в пределах подтвержденных аномальных зон наземных исследований методами СКИП и ВЭРЗ с целью детального изучения обнаруженных объектов и приближенной оценки потенциальных ресурсов нефти, газа, газоконденсата;

в) выбор наиболее оптимального объекта в пределах трех поисковых площадей для заложения первой поисковой скважины;

г) выбор оптимального участка заложения первой поисковой скважины в пределах первоочередного объекта для разбуривания.

В целом по объему выполненных полевых измерений и детальности работ проведенные исследования в пределах кристаллического щита можно считать уникальными.

5. В настоящее время активно исследуются проблемы, связанные с нетрадиционными скоплениями УВ, к которым, согласно работе [2], относятся также залежи УВ в кристаллических породах (фундаменте).

6. В информационных сообщениях [18–19] приводятся сведения о результатах бурения в 2012 г. на шельфах Норвегии и Англии. На шельфе Норвегии в 2012 г.

пробурено 43 поисковых и разведочных скважин, сделано 14 открытий [18]. За это же время бурение 66 скважин на шельфе Англии привело только к двум открытиям [19].

Перечисленное выше свидетельствует, что проблемы как поисков скоплений УВ в кристаллических породах непосредственно, так и применения мобильных геофизических технологий для ускорения и оптимизации поискового процесса являются актуальными и заслуживают внимания.

О мобильной геофизической технологии. Практическое применение технологии в геологоразведочном процессе на различные полезные ископаемые позволяет существенным образом ускорить сам процесс поисков, а также повысить его эффективность.

Компоненты технологии и аппаратура: 1) частотно-резонансный метод обработки и интерпретации (дешифрирования) данных ДЗЗ (спутниковых данных) [10–15]; 2) площадная съемка методом СКИП [6–9, 15, 17]; 3) метод ВЭРЗ [6–9, 15, 17]; 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 АПП типа “нефть”, “газ”, “рудноносный пласт” (золото, серебро, цинк, уран и т. д.), “водоносный горизонт”;

в) проведение в сжатые сроки рекогносцировочных обследований крупных по площади 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, а также в кристаллических массивах;

ё) проведение нефтегазопроисловых работ с борта судна в акваториях морей и т. д.

Этапы проведения работ. Традиционно на первом этапе осуществляется оценка перспектив нефтегазоносности (рудноносности, водоносности) обследуемых площадей по результатам обработки и интерпретации данных ДЗЗ (спутниковых данных). На втором этапе проводится детальное обследование обнаруженных перспективных участков и аномальных зон наземными методами СКИП и ВЭРЗ.

Апробация и эффективность. Мобильная технология прошла апробацию на более чем 150 рудных объектах, месторождениях нефти и газа и перспективных на различные полезные ископаемые площадях в различных регионах мира. Это Украина, Республика Казахстан, Россия, Беларусь, Туркменистан, Сирия, Колумбия, США, Болгария, Монголия, Турция, Словакия; Черное, Азовское, Баренцево, Каспийское, Печорское, Средиземное моря; Мексиканский залив; шельфы Камчатки, Вьетнама, Камбоджи, Индонезии, Венесуэлы, Тринидада и Тобаго, Антарктического п-ова, Фолклендских о-вов [5–17].

Отличительные особенности мобильной технологии детально охарактеризованы в статье [15]. Работы по теоретическому обоснованию геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ в настоящее время активно ведутся – некоторые разработки теоретического характера по этой проблеме излагаются и анализируются в работе [17]. Феноменологическое описание базовых принципов технологии ВЭРЗ изложено в международном патенте [20].

Результаты исследований. *Общие сведения.* Поисковый участок “Запад” расположен на западе Киевской области. Впервые он был обнаружен с помощью технологии “Поиск” [4]. В тектоническом плане поисковый участок “Запад” находится на западном фланге Росинско-Тикичского блока УКЩ.

По данным зондирования ВЭРЗ мощность осадочного комплекса на участке колеблется от 70 до 120 м. Наибольшая мощность осадков установлена в долине реки, протекающей через участок в северо-западном направлении.

В осадочном комплексе установлено два водоносных горизонта. Первый на глубинах от 6 до 12 м, второй расположен вдоль кровли гранитоидов, в зоне выветрелых пород.

Обработка данных ДЗЗ. Частотно-резонансным методом обработки и интерпретации данных ДЗЗ на поисковой области обнаружена и закартирована крупная аномальная зона типа “залежь газоконденсата” с относительно повышенными значениями пластового давления флюидов в коллекторах (рис. 1). Тектоническим нарушением северо-восточного простирания (вдоль реки) аномальная зона разбита на два фрагмента – Западный и Восточный.

Приближенные интервалы глубин поисков залежей газоконденсата по данным частотно-резонансного сканирования данных ДЗЗ в точке V1: 1) 1660–1715 м; 2) 1780–1835 м; 3) 2120–2135 м; 4) 2700–2760 м; 5) 3835–3865 м.

Полученные результаты обработки и дешифрирования данных ДЗЗ засвидетельствовали о целесообразности проведения в пределах поискового участка наземных полевых работ детализационного характера мобильными геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ.

Наземная съемка методом СКИП. Полевые геоэлектрические работы методами СКИП и ВЭРЗ на площади проводились в марте-апреле 2013 г. с целью картирования аномальных зон и определения глубины залегания возможных газоконденсатных залежей.

Частотно-резонансный анализ естественного электромагнитного поля показал, что аномальные геоэлектрические зоны проявляются как “газоконденсатные залежи”.

По данным съемки СКИП аномальная зона также разделена на два блока, которые расположены по разные стороны тектонического нарушения (рис. 2) – Западный и Восточный. По размерам аномалия Восточного блока в два раза больше аномалии Западного блока.

В пределах Восточного блока расположен небольшой земельный участок, который может быть использован для отвода земли под разведочную скважину. В связи с этим, данный блок исследован более детально.

Максимальное пластовое давление в пределах двух блоков равняется 30,0 МПа. Учитывая при этом характер изменения гидростатического давления с глубиной, можно допустить, что возможные ловушки газоконденсата не могут быть расположены глубже 2900–3000 м. В соответствии с этим,

в интервале от 0 до 3000 м выполнялось вертикальное зондирование ВЭРЗ с целью определения интервалов глубин расположения возможных скоплений газоконденсата.

Вертикальное электрорезонансное зондирование выполнено в пяти точках (четыре точки расположены в пределах блока Восточный и одна – блока Западный) (рис. 2, 3).

По данным зондирования для двух блоков построена карта суммарной мощности АПП типа “газоконденсат” (рис. 3). В центральных частях аномальных зон суммарная мощность достигает 80 м. Контуры (изолинии) мощностей пластов нанесены также на топографическую карту местности и на спутниковый снимок участка.

Результаты зондирования в точке V00 показаны на рис. 4. По данным ВЭРЗ через поисковый участок построен также корреляционный вертикальный разрез (рис. 5).

По данным зондирования в блоке Восточный выделено два основных поисковых

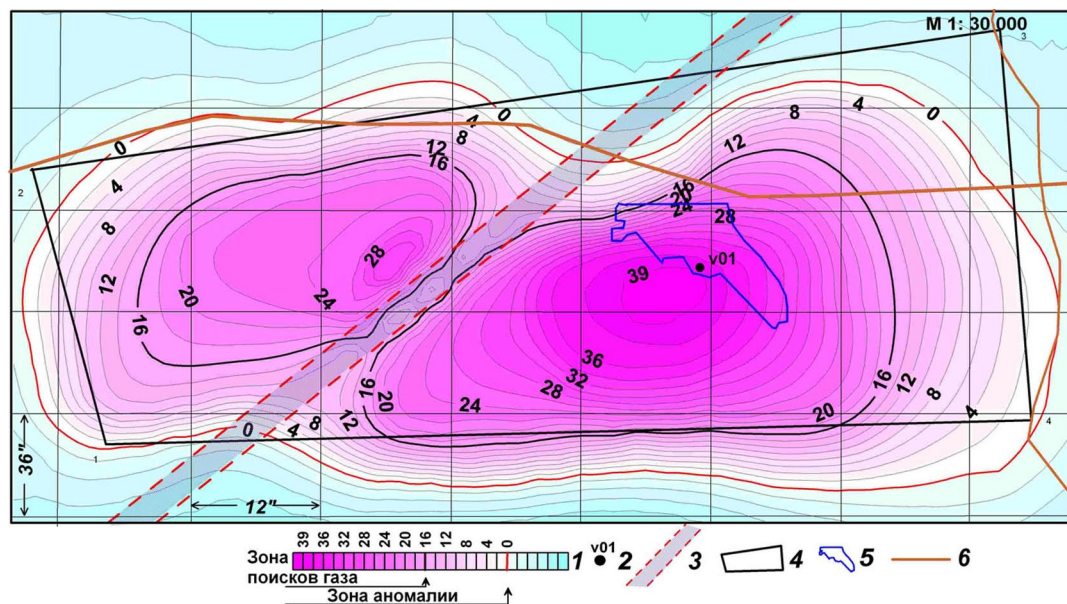


Рис. 1. Карта аномальных зон типа “нефтяная залежь” на поисковом участке “Запад” (обработка данных Д33):

1 – шкала максимальных значений пластового давления, МПа; 2 – точка вертикального сканирования; 3 – тектоническое нарушение; 4 – участок работ; 5 – локальный участок; 6 – дороги

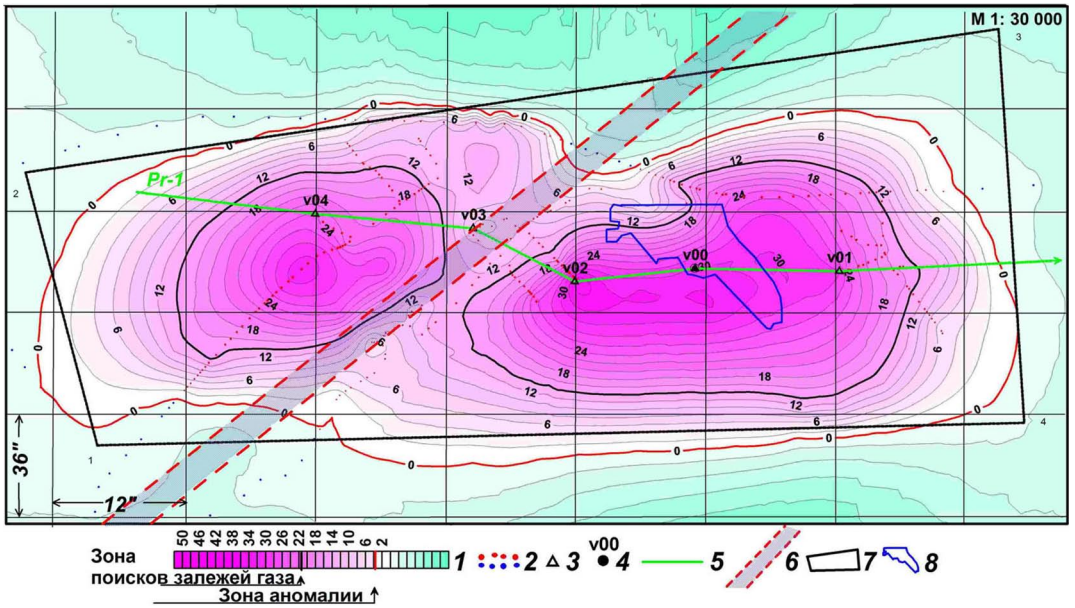


Рис. 2. Карта аномальных геоэлектрических зон типа “газоконденсатная залежь” на поисковом участке “Запад” (по результатам съемки СКИП и частотно-резонансного анализа данных ДЗЗ):
 1 – шкала максимальных значений пластового давления, МПа; 2 – точки съемки СКИП (красные – положительные (аномальные) значения, синие – отрицательные); 3 – точки ВЭРЗ; 4 – точка возможного расположения скважины; 5 – линия вертикального профиля; 6 – зона тектонического нарушения; 7 – контур участка; 8 – локальный участок

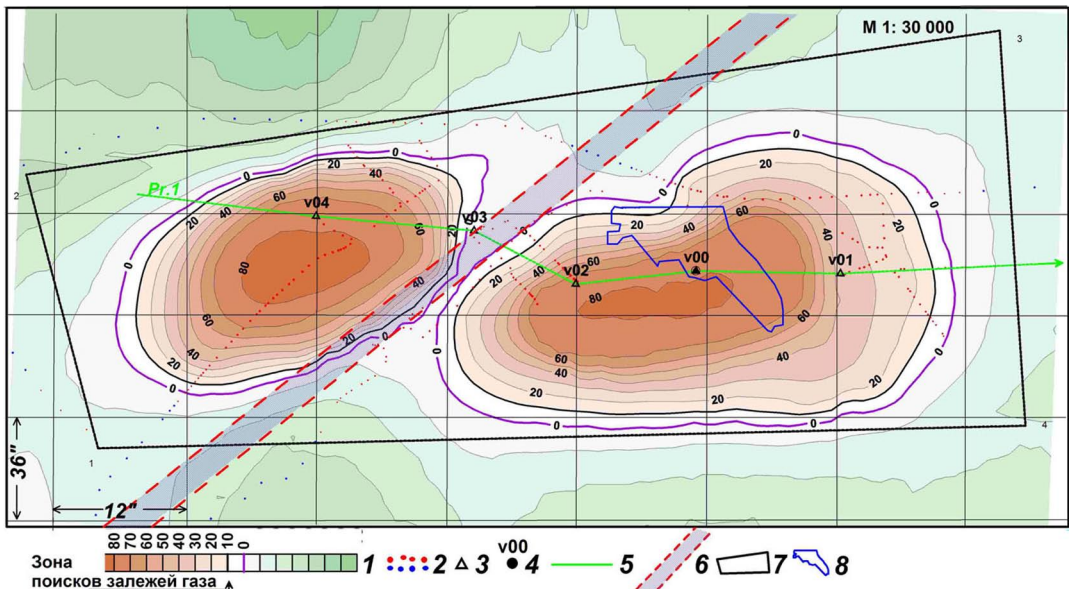


Рис. 3. Карта суммарной мощности АПП типа “газоконденсатная залежь” на поисковом участке “Запад” (по результатам зондирования ВЭРЗ):
 1 – шкала суммарной мощности АПП, метры; 2 – точки съемки СКИП (красные – положительные (аномальные) значения, синие – отрицательные); 3 – точки ВЭРЗ; 4 – точка возможного расположения скважины; 5 – линия вертикального профиля; 6 – зона тектонического нарушения; 7 – контур участка; 8 – частный участок

интервала глубин (рис. 5). В первом интервале (1 680–2 250 м) установлено шесть АПП типа “газоконденсат”. Мощность пластов изменяется от 3 до 10 м. Пластовое давление для всех пластов выше

гидростатического. В нижних частях пластов установлены зоны водных горизонтов (увлажненные зоны). Во втором интервале (2 700–2 800 м) выделено три АПП типа “газоконденсат” мощностью

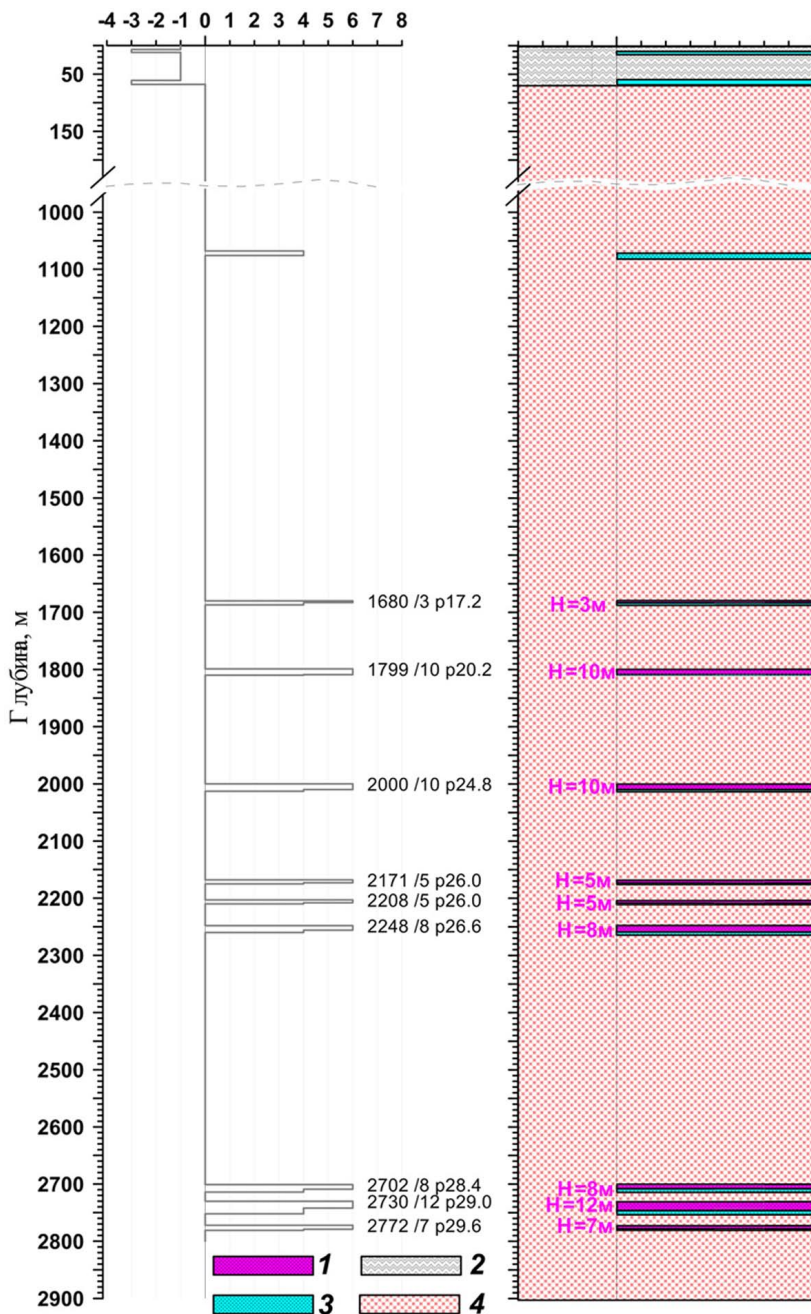


Рис. 4. Результаты вертикального электрорезонансного зондирования в точке V00:
1 – АПП типа “газоконденсат”; 2 – осадочные породы; 3 – АПП типа “газ+вода”; 4 – граниты

от 7 до 12 м. Пластовое давление также выше гидростатического.

В пределах Западного блока АПП расположены ближе к поверхности (рис. 5). В первом интервале (925–1040 м) зафиксировано два пласта мощностью 4 и 6 м, во втором (1600–2320 м) – восемь пластов мощностью от 3 до 15 м. Наиболее перспективные горизонты расположены в интервале 1600–1700 м.

Выделенные пласты АПП в пределах двух блоков имеют пластовое давление немного выше гидростатического.

Акцентируем внимание на то, что в пределах водоносных горизонтов наличия загрязнений углеводородами не установлено. Таким образом, выявленные аномальные геоэлектрические зоны не связаны с техногенным загрязнением территории и являются естественным проявлением возможной ловушки газо-

конденсата в зоне дробления гранитных пород.

Оценка потенциальных ресурсов газоконденсатной залежи. Общая площадь двух аномальных зон по данным зондирования ВЭРЗ и данным съемки СКИП равна 21,39 км². Для расчета потенциальных ресурсов взята площадь, где суммарная мощность пластов превышает 10,0 м. Эта площадь равна $S = 17,39 \text{ км}^2$.

Общий объем “ловушки” газоконденсата для площади 21,39 км² составляет 0,8622 км³. Для расчетной площади 17,39 км² объем равен $V = 0,668 \text{ км}^3$.

Для значений коэффициента пористости $K = 0,1$ (условное) и температурного коэффициента $T = 0,8$ оценка потенциальных ресурсов газоконденсата составляет 55,44 млн т.

Выводы и рекомендации. Залежи углеводородов в пределах УКЩ на данный

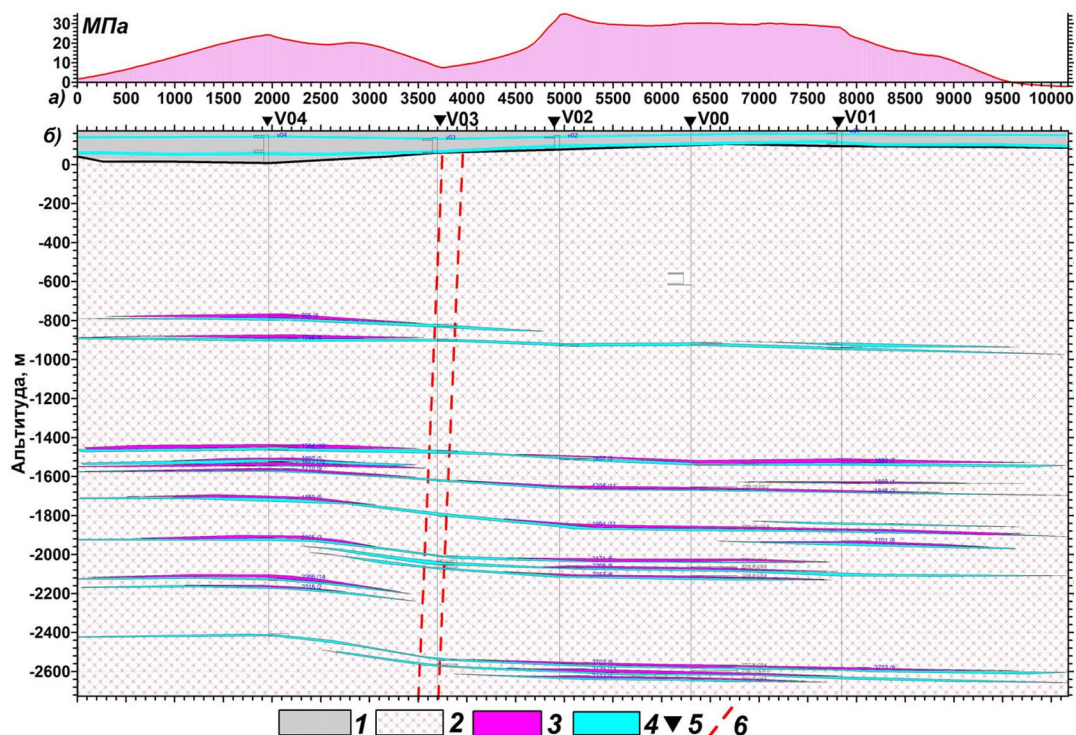


Рис. 5. Вертикальный корреляционный разрез “газоконденсатных залежей” на поисковом участке “Запад”:

1 – осадочный комплекс; 2 – гранитоиды; 3 – АПП типа “газоконденсат”; 4 – АПП типа “увлажненный горизонт”; 5 – пункты ВЭРЗ; 6 – зона тектонического нарушения

момент неизвестны. Некоторые проявления газа были выявлены в гранитоидных массивах, которые связаны с участками тектонических нарушений.

В районе обследованного участка “Запад” установлена зона тектонического нарушения, вдоль которого могла происходить миграция газоконденсата. В пределах поисковой площади в результате тектонических движений образовались латеральные зоны нарушения гранитных пород, которые могли сформировать ловушки для миграционных потоков газоконденсата. Однако коэффициент пористости для латеральных зон дробления гранитных пород для данного района неизвестен. Поэтому однозначное решение вопроса о промышленной продуктивности потенциальных залежей газоконденсата на данной территории возможно только разведочным бурением.

Наиболее перспективным для бурения поисковой скважины является Западный блок поисковой площади. В этом блоке перспективные горизонты расположены выше, чем в Восточном блоке.

При расположении разведочной скважины на частном участке наиболее перспективным местом является район точки зондирования V00.

Геохимической съемкой в районе зоны тектонического нарушения могут быть выявлены газовые и газоконденсатные аномалии. Целесообразность проведения геохимической съемки не исключается.

Дополнительные исследования в Черкасской области. Целесообразность обработки данных ДЗЗ в этом регионе обусловлена информацией, которую сообщил авторам участник одной из полевых экспедиций. В 80-х годах XX ст. в пределах Украинского кристаллического щита они наблюдали, как на южной окраине одного села в Черкасской области местные жители черпали из неглубоких углублений жидкость, которая воспламенялась и горела при поджигании. На находящейся в этом районе речке также наблюдались маслянистые пятна. В этом

районе об этом феномене известно еще с довоенных времен.

В 2013 году на трех участках в различных районах Киевской области (в том числе и на площади “Запад”) в кристаллических породах методом частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ были обнаружены и закартированы аномальные зоны типа “залежь нефти”, “залежь газа”, “залежь газоконденсата”. Вполне понятно, что в этой ситуации актуальным является вопрос – связаны ли эти аномалии с возможными скоплениями УВ в разрезе. Здесь важной может быть любая дополнительная информация. И тут закономерно возникла очередная интересная задача: если в районе упомянутого выше села УВ просачиваются на поверхность с глубины, то в этом районе могут быть также зафиксированы аномальные зоны типа “залежь газа” и (или) “залежь газоконденсата”. В связи с этим была проведена обработка данных ДЗЗ этого района.

Результаты обработки данных ДЗЗ в масштабе 1:30 000 представлены на рис. 6. В обследованном районе обнаружено и закартировано две аномальные зоны типа “газоконденсатная залежь” с относительно высокими значениями пластового давления – 17 и 18 МПа соответственно.

Целесообразно также отметить, что обнаруженные аномальные зоны попадают в область крупной разломной зоны. Добавим к этому, что все три другие аномальные зоны в Киевской области также обнаружены в крупных разломных зонах.

Результаты проведенных экспериментов в существенной степени повышают вероятность того, что закартированные аномалии типа “залежь УВ” в Киевской области могут быть обусловлены скоплениями УВ в кристаллических породах УКЩ.

Обсуждение результатов

1. Следует отметить, что авторы работ неоднократно проводили экспериментальные исследования с использованием мобильных технологий в пределах УКЩ [5, 16]. Однако исследования такого мас-

штаба и детальности, а главное с целью выбора объекта разбуривания и участка для заложения поисковой скважины в его пределах, выполнены впервые!

2. Результаты детальных исследований в пределах поисковых блоков “Юг” и “Север” также представляют существенный интерес.

3. Исполнители работ считают, что проводить на площади “Запад” дополнительные исследования с использованием традиционных геофизических методов (в том числе сейсмического) нецелесообразно. Во-первых, методические и практиче-

ские вопросы поисков и разведки скоплений УВ в кристаллических породах традиционными геофизическими методами не разработаны. Во-вторых, окончательный вердикт о промышленной нефтегазоносности выделенных объектов (получении или неполучении коммерческих притоков флюидов) **может дать только бурение**. В-третьих, затраты на дополнительные геофизические (сейсмические) исследования сопоставимы с затратами на бурение поисковой скважины глубиной до 1500 м. Более того, на проведение такого рода работ и последующую обработку

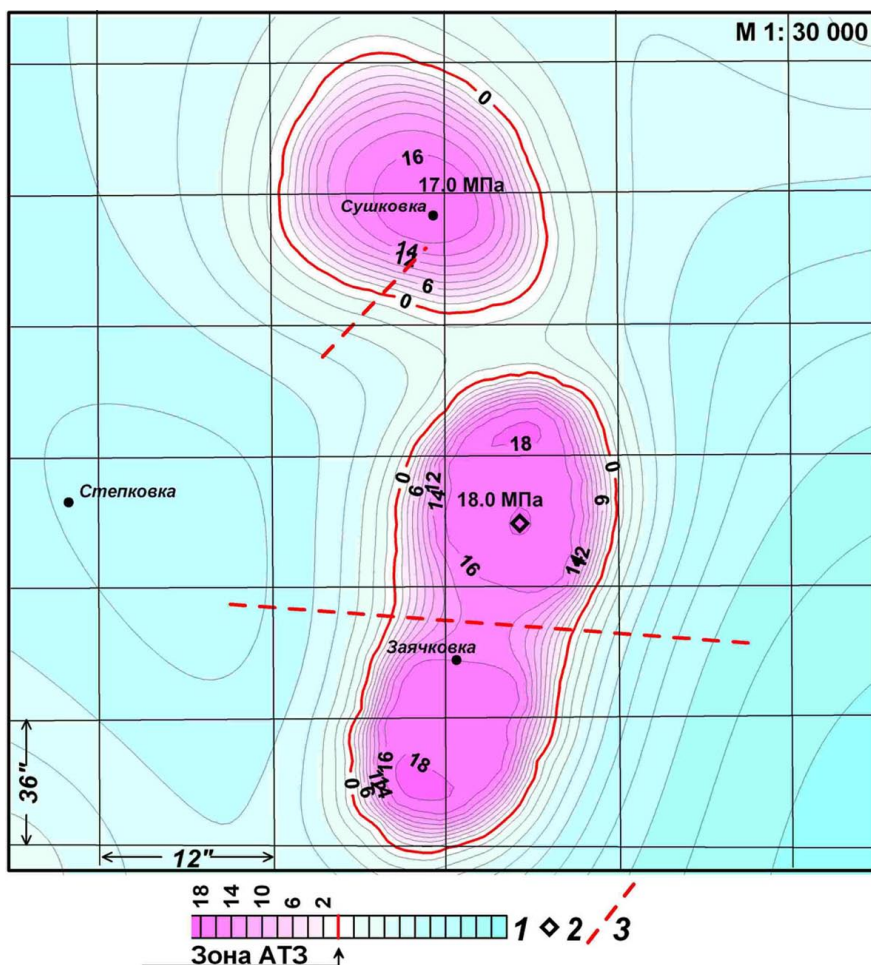


Рис. 6. Карта аномальных зон типа “газоконденсатная залежь” района обследования (Черкасская область) (по результатам частотно-резонансной обработки и интерпретации данных ДЗЗ):

1 – шкала максимальных значений пластового давления, МПа; 2 – точка максимальных значений аномального отклика; 3 – тектонические нарушения

и интерпретацию полученных материалов необходимо затратить значительное количество времени, что еще дальше отодвинет начало бурения скважины.

4. В контексте предыдущего параграфа целесообразно еще раз акцентировать внимание на упоминавшиеся выше информационные сообщения о результатах бурения (не совсем успешных) в 2012 г. на шельфах Норвегии и Англии [18–19]. Эти материалы по бурению, с одной стороны, в полной мере демонстрируют “эффективность” и “информативность” современных геофизических исследований, в первую очередь сейсмических (практически всегда скважины закладываются по сейсмическим материалам). С другой стороны, они свидетельствуют о необходимости использования любой “легко доступной” информации для задания местоположения поисковых и разведочных скважин.

5. Целесообразность привлечения для выбора мест заложения поисковых и разведочных скважин дополнительной и независимой информации следует также из результатов исследований, изложенных в работе [3, с. 3]. Здесь, 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 нефтегазопроцесса **(и не только здесь)**”.

Этим выводам соответствуют и результаты исследований в Прикаспийской впадине [14]. Так, в пределах блока “Атырау” с использованием структурного принципа заложения уже пробурено 11 скважин (в том числе и одна глубокая). Однако сведения о полученных притоках УВ в публикациях по этому блоку (приводятся в [14]) отсутствуют.

6. Оперативная обработка данных ДЗЗ лицензионных участков и блоков, а также наземные геоэлектрические исследования детализационного характера по-

зволяют получать значительный объем **новой (дополнительной), и главное, независимой информации**, которая вместе с имеющимися геолого-геофизическими материалами позволяет сформировать более полное представление о перспективах нефте- и газоносности конкретных площадей. Независимый характер этой информации обусловлен тем обстоятельством, что она может быть получена без привлечения имеющихся материалов геолого-геофизических исследований прошлых лет. И что особенно существенно, материальные (финансовые) и временные затраты на получение этой информации несопоставимы с затратами (временными и финансовыми) предыдущих лет на геолого-геофизическое изучение лицензионных участков традиционными геофизическими методами.

7. И еще одна отличительная особенность полученных с использованием мобильных технологий данных – их можно классифицировать как “прямые признаки нефтегазоносности” обследованных участков. Полученные материалы более определенно указывают на наличие скоплений газа в разрезе. Они более конкретно очерчивают участки поисков залежей, а также существенно сужают области оптимального заложения скважин.

Использование при поисках и разведке скоплений УВ в традиционных и нетрадиционных коллекторах мобильных методов и технологий, позволяющих получать новую информацию с “прямыми признаками нефтегазоносности”, дает возможность существенным образом сократить количество поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин, а следовательно, и негативное воздействие на окружающую среду. Для Украины (и других стран) экологические вопросы при разработке УВ в нетрадиционных коллекторах имеют принципиальное значение.

8. Отмеченные в пунктах 6 и 7 отличительные особенности полученной информации обусловлены в первую очередь тем, что частотно-резонансная технология обработки и интерпретации данных ДЗЗ, а

также неклассические геоэлектрические методы СКИП и ВЭРЗ “работают” в рамках новой, **“вещественной”** парадигмы геофизических исследований, суть которой состоит в **“прямом” поиске конкретного физического вещества:** газа, нефти, газогидратов, воды, рудных минералов и пород (золото, платина, серебро, цинк, уран, алмазы, кимберлиты и т. д.). Об этом отмечалось в публикациях авторов неоднократно [14–16]. 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). Есть основания считать, что эффективность геофизических методов, базирующихся на принципах **“вещественной”** парадигмы, выше традиционных. Совместное использование метода 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.

9. Для объяснения механизма формирования скоплений УВ в кристаллических породах можно привлечь “геосолитонную” концепцию их образования [1]. В рамках этой концепции допускается формирование участков коллекторов с улучшенными коллекторскими свойствами в процессе “работы” геосолитонного импульса – вихревого энергомассопереноса.

10. Целесообразно акцентировать внимание на то, что практические результаты обнаружения и картирования потенциальных скоплений УВ в нетрадиционных коллекторах в полной мере подтверждают (или соответствуют) основные положения и выводы статьи [2, с. 9], в которой всесторонне анализируются и изучаются “природа и особенности пространствен-

ного распространения нетрадиционных ресурсов углеводородов и их скоплений”.

Заключение

Применение мобильных геофизических технологий в комплексе с традиционными геолого-геофизическими методами (в первую очередь высокоразрешающей сейсморазведкой) при проведении поисковых и разведочных работ на рудные и горючие (что особенно важно!) полезные ископаемые позволяет существенно ускорить, интенсифицировать и оптимизировать геологоразведочный процесс. Особое место в комплексе современных мобильных технологий могут занять как классические, так оригинальные методы и технологии обработки и интерпретации данных ДЗЗ.

Результаты практической апробации мобильных геофизических технологий, реализованных в рамках “вещественной” парадигмы геофизических исследований (т. е. прямого поиска конкретного физического вещества), свидетельствуют, что их применение может принести значительный эффект при поисках скоплений УВ в нетрадиционных коллекторах – кристаллических комплексах пород, сланцах, породах угольных бассейнов. Такого рода технологии заслуживают также более активного применения при исследованиях слабоизученных участков в пределах известных нефте- и газоносных бассейнов.

При обработке данных ДЗЗ конкретных площадей достаточно часто проводится выделение и прослеживание крупных разломных зон (тектонических нарушений) по резонансным частотам воды и (или) гелия. В принципе, технология частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ может быть использована и для оперативной (в том числе и количественной) оценки масштабов водородной дегазации Земли.

Приведенные результаты свидетельствуют о целесообразности более детального изучения разломных зон кристаллических щитов с целью обнаружения возможных скоплений углеводородов в

районах их распространения. Мобильные геофизические методы и технологии также могут быть использованы при проведении такого рода работ.

Сервисные компании геолого-геофизического профиля, проводящие поисковые геолого-геофизические работы на конкретных перспективных площадях и участках, могут (и должны!) быть заинтересованы в применении на начальных (рекогносцировочных) этапах поисковых работ мобильной технологии частотно-резонансной обработки и дешифрирования данных ДЗЗ. Использование 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 (в первую очередь сейсмическими повышенной детальности) геофизическими методами. В целом это позволит более обоснованно и уверенно выделить перспективные участки для заложения поисковых скважин.

Нефтяные компании, операторы конкретных лицензионных участков и блоков также должны быть заинтересованы в использовании технологии частотно-резонансной обработки данных ДЗЗ на различных этапах проведения поисковых геологоразведочных работ. Ее использование на начальных этапах поисковых работ позволит в пределах обнаруженных и закартированных аномалий типа “залежь УВ” проводить сейсмические исследования 3D повышенной детальности. Применение технологии для дополнительной оценки перспектив нефтегазоносности выявленных сейсморазведкой структур и объектов позволит оптимизировать расположение первых поисковых скважин. В целом применение технологии позволит ускорить, интенсифицировать и оптимизировать геологоразведочный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бембель Р. М., Мегеря В. М., Бембель С. Р. Геосолитоны: функциональная система Земли, концепция разведки и разработ-

ки месторождений углеводородов. Тюмень: Вектор Бук, 2003. 344 с.

2. *Валеев 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. *Карпов В. А.* Состояние и перспективы развития нефтегазопроисковых работ в Западной Сибири//Геология нефти и газа. 2012. № 3. С. 2–6.

4. *Ковалев Н. И., Гох В. А., Иващенко П. Н., Солдатова С. В.* Опыт практического использования аппаратуры комплекса “Поиск” для обнаружения и оконтуривания углеводородных месторождений//Геоинформатика. 2010. № 4. С. 46–51.

5. *Корчагин И. Н., Левашов С. П., Якимчук Н. А.* О возможности применения мобильных геофизических технологий для поисков скоплений углеводородов в кристаллических породах// Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти “Кудрявцевские чтения”. Россия-Москва-ЦГЭ, 22–25 октября 2012 г. Тезисы докладов http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/tema/047_Korchagin-Levashov-Jakimchuk_Theses.pdf.

6. *Кринин В. А., Проскуряков А. Л., Пьявко А. М., Червоный Н. П., Левашов С. П.* Применение геоэлектрических методов СКИП-ВЭРЗ для поисков нефти и газа в районе Ванкорского месторождения//Нефтяное хозяйство. 2011. № 11. С. 18–21.

7. *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.

8. *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, ЕАГО. 2006. № 2. С. 58–63.

9. *Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н., Червоный Н. П.* Экспресс-технология прямых поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами: новые возможности ускорения геологоразведочного процесса на нефть и газ//Нефтяное хозяйство. 2008. № 2. С. 112–117.

10. *Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н.* Новые возможности оперативной оценки перспектив нефтегазоносности разведочных площадей, труднодоступных и удален-

ных территорий, лицензионных блоков//Геoinформатика. Киев, 2010. № 3. С. 22–43.

11. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. Оценка относительных значений пластового давления флюидов в коллекторах: результаты проведенных экспериментов и перспективы практического применения//Геoinформатика. Киев, 2011. № 2. С. 19–35.

12. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. Возможности мобильных геофизических технологий при поисках и разведке скоплений метана в угольных бассейнах и других нетрадиционных горючих//Геoinформатика. Киев, 2011. № 3. С. 5–25.

13. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. О целесообразности оперативной оценки перспектив обнаружения новых скоплений углеводородов на территории Украины по данным дистанционного зондирования Земли//Геoinформатика. 2011. № 4. С. 5–16.

14. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. Использование мобильных геофизических технологий для оценки перспектив нефтегазоносности крупных блоков и глубинных горизонтов разреза (Прикаспийская впадина, Республика Казахстан)//Геoinформатика. 2012. № 4. С. 5–18.

15. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. Частотно-резонансный принцип,

мобильная геоэлектрическая технология: новая парадигма геофизических исследований//Геофизический журнал. 2012. Т. 34. № 4. С. 167–176.

16. Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н., Божжежа Д. Н., Прилуков В. В., Якимчук Ю. Н., Пидлисна И. С. Опыт применения мобильных геофизических технологий для поисков залежей углеводородов в кристаллических породах//В сб.: Теоретические и прикладные аспекты геoinформатики. Киев, 2013. С. 4–31.

17. Шуман В. Н., Левашов С. П., Якимчук Н. А., Корчагин И. Н. Радиоволновые зондирующие системы: элементы теории, состояние и перспектива//Геoinформатика. 2008. № 2. С. 22–50.

18. Norway looks forward to continuing offshore fortunes//First Break. 2013. 31. № 2. P. 25–26.

19. Poor exploration results could blight UK's offshore progress, Wood Mackenzie report suggests//First Break. 2013. 31, № 2. 28 p.

20. Weaver Barry W., Warren Roy K. Electric power grid induced geophysical prospecting method and apparatus. International Patent No WO 2004/106973 A2, Dec. 9, 2004.

Рукопис отримано 14.10.2013.

Проаналізовано результати застосування технології частотно-резонансної обробки та інтерпретації даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), а також геоелектричних методів становлення короткоімпульсного електромагнітного поля (СКИП) й вертикального електрорезонансного зондування (ВЕРЗ) під час пошуків скупчень вуглеводнів (ВВ) на перспективній ділянці в межах Українського кристалічного щита (УКЩ). У результаті обробки даних ДЗЗ в межах ділянки виявлена й закартована аномальна зона типу "поклад газоконденсату". Аномалія підтверджена та деталізована зйомкою методом СКИП. В її межах глибини залягання аномально поляризованих пластів (АПП) типу "конденсат" визначені зондуванням ВЕРЗ. Виділено найперспективнішу ділянку для закладення пошукової свердловини. Результати досліджень свідчать, що мобільні методи можуть застосовуватися під час пошуків та розвідки скупчень вуглеводнів у кристалічних масивах та тектонічно порушених (розломних) зонах кристалічного фундаменту За допомогою мобільних геофізичних технологій може бути виконана оперативна оцінка перспектив нафтогазоносності недостатньо вивчених ділянок і площ у різних регіонах України.

Ключові слова: геоелектрична зйомка, електрорезонансне зондування, аномалія типу поклад, газ, газоконденсат, розломна зона, кристалічний масив, фундамент, супутникові дані, технологія, прями пошуки, обробка, інтерпретація.

The results of the application of technology of frequency-resonance processing and interpretation of remote sensing (RS) data and geoelectric methods of forming short-pulsed electromagnetic field (FSPEF) and vertical electric-resonance sounding (VERS) (FSPEF-VERS express-technology) for

the hydrocarbons accumulation searching on the prospect area within the Ukrainian crystalline shield are analyzed. The anomalous zone of the “reservoir of condensate” type was detected and mapped within the area by the remote sensing data processing. This anomaly was confirmed and detailed by the FSPEF survey. The bedding depths of the anomalous polarized layers (APL) of gas-condensate type were determined by VERS sounding within anomalous zone. The most promising area was selected for the exploratory well laying. The investigation results show that mobile technologies can be used for exploration and prospecting the hydrocarbon accumulations in crystalline massifs and tectonic fracture (fault) zones of the crystalline basement. The operative assessment of petroleum potential of insufficiently studied sites and areas in different regions of Ukraine can be made with mobile geophysical technologies using.

Keywords: *geoelectric survey, electric-resonance sounding, anomaly “deposit” type, gas, gas condensate, fault zone, crystalline massif, basement, satellite data, technology, direct searching, processing and interpretation.*