

РЕКОГНОСЦИРОВОЧНЫЕ ВОЗДУШНЫЕ
И ДЕТАЛИЗАЦИОННЫЕ НАЗЕМНЫЕ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НА КОСТАНАЙСКОЙ НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ

© С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин,
М.Д. Жулдаспаев, В.И. Якубовский, Д.Н. Божежа, 2008

Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, Киев, Украина
Центр менеджмента и маркетинга в области наук о Земле ИГН НАН Украины, Киев, Украина
Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Киев, Украина
Карагандинский завод асбестоцементных изделий, пос. Актау, Республика Казахстан
Кустанайская поисково-съёмочная экспедиция, Костанай, Республика Казахстан

The results of geoelectric exploration of Kostanaiskaya oil-and-gas promising area are presented for consideration. AEROSKIP survey has discovered and mapped practically all possible anomalies graded as DTA. Terrestrial SKIP survey has verified mentioned anomalies. The employment of VERS sounding within anomalous boundaries has ascertained producing intervals of bed position with anomalous polarity. The results of prospecting have been portrayed by maps of geoelectric anomalies, diagrams, columns of sounding and correlating cross sections. The detailed sounding within the limits of Kosagal DTA has been conducted with purport to construct the structural model of the territory so as to constitute the project of trial well drilling. The area of the location of borehole has been recommended. The application of short-pulsed field method of survey from the aircraft has established both efficient and economical technology for operational examination of vast, remote and harsh terrains with an oil and gas search objective point. Practical utilization of this technology at the starting point of oil and gas search leads to considerable enhancement of oil and gas geological-prospecting process as a whole.

Введение. Одно из важнейших направлений обеспечения энергетической безопасности Украины связано в настоящее время с проблемой увеличения объемов добычи нефти и газа в пределах территории страны. Намеченные планы в этом направлении могут быть реализованы при активном освоении шельфов Черного и Азовского морей, глубинных нефтегазоперспективных горизонтов в Днепровско-Донецкой впадине, перспективных территорий Причерноморского региона. Однако решить эту задачу в относительно короткие сроки можно только с использованием инновационных технологий поисков и разведки нефти и газа. Ниже на примере практического применения в 2006–2007 гг. эффективной экспресс-технологии «прямых» поисков и разведки скоплений углеводородов (УВ) геоэлектрическими методами становления короткоимпульсного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) (технология СКИП–ВЭРЗ) [1–8] на Костанайской нефтегазоперспективной площади (Республика Казахстан) сделана попытка продемонстрировать, каким образом современные геофизические технологии могут способствовать решению важнейшей задачи увеличения объемов добычи УВ в Украине в короткие сроки.

Этапы исследований. Геолого-геофизические исследования на территории Костанайской площади проводились в следующей последовательности.

1. В сентябре 2005 г. закончена переинтерпретация имеющихся геолого-геофизических материалов и проведено геоплотностное моделирование продуктивных толщ верхнего девона – нижнего карбона.
2. В октябре 2005 г. – марте 2006 г. ООО «Акссион-М» (Р.П. Ковалев, г. Москва) выполнило космогеофизическое прогнозирование контуров залежей УВ методом расшифровки их микролептонного излучения на фотоснимках из космоса в пределах выделенной первоочередной для поисков УВ территории – 4000 км².
3. В конце мая – начале июня 2006 г. выполнены обследование и разбраковка космогеофизических аномалий на первоочередной части площади с использованием экспресс-технологии СКИП–ВЭРЗ «прямых» поисков и разведки скоплений УВ геоэлектрическими методами [1–4]. Методом СКИП картировались аномалии типа «залежь» (АТЗ). В пределах выделенных аномальных зон проводилось зондирование методом ВЭРЗ с целью определения интервалов глубин залегания аномально поляризованных пластов (АПП) типа «газосодержа-

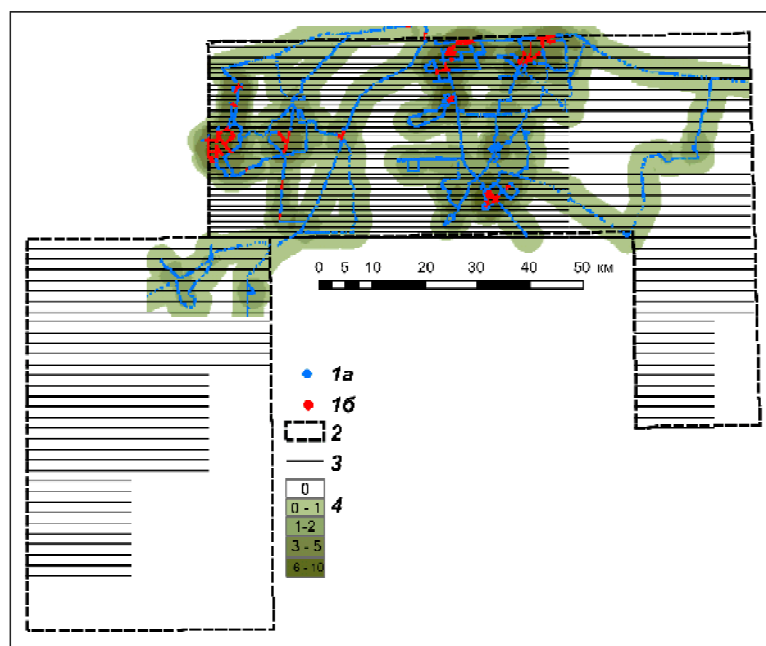


Рис. 1. Схема изученности Костанайской площади геоэлектрическими методами в 2006 г.: 1 – точки съемки СКИП: а – отрицательные значения, б – положительные значения (аномалии типа «залежь»); 2 – граница лицензионного участка; 3 – запроектированные аэропрофили СКИП; 4 – шкала плотности изученности территории методом СКИП, точек/км²

щий пласт» и «нефте содержащий пласт». Съёмки методом СКИП проводились с автомобиля, профили съёмки прокладывались, в основном, через аномальные зоны, выделенные по данным космогеофизического прогнозирования.

В результате проведения полевых работ в пределах центрального блока Костанайской площади выполнено 895 пог. км съёмки методом СКИП. По данным съёмки СКИП построена карта аномалий типа «залежь», на которой выделены следующие крупные аномальные

зоны: 1) Тимофеевская – газонефтяная; 2) Диевская – газонефтяная; 3) Аккудукская – нефтяная; 4) Харьковская – нефтяная; 5) Юльевская – нефтяная (рис. 1–3).

На площади исследований закартировано также несколько небольших по размерам аномальных зон: 1) Тимофеевская-1 – газовая; 2) Тимофеевская-2 – газовая; 3) Диевская-1 – газовая; 4) Диевская-2 – газовая; 5) Кургуская – газовая; 6) Аккудукская-1 – газовая; 7) Юльевская-1 – газовая [5].

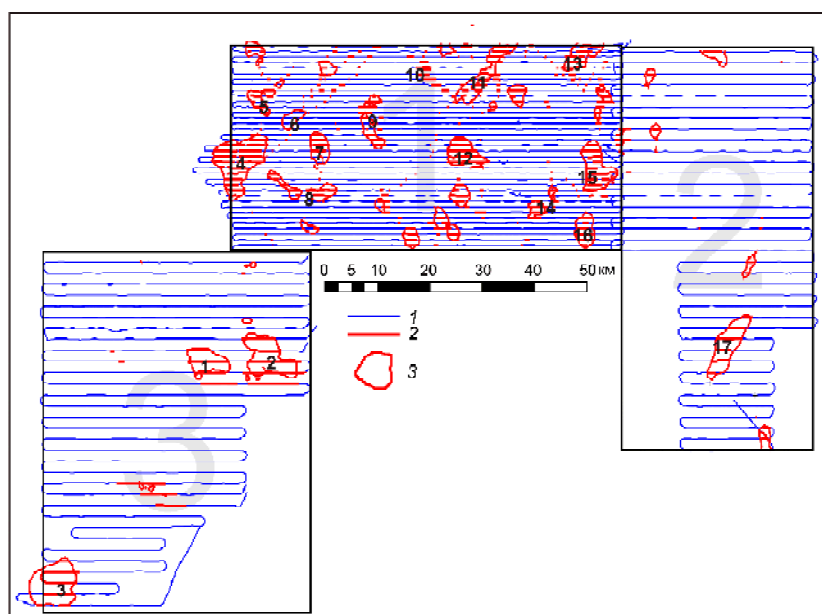


Рис. 2. Схема маршрутов самолетной съемки методом аэроСКИП на Костанайской нефтегазопоисковой площади: 1 – маршруты съемки аэроСКИП; 2 – участки АТЗ по аэроСКИП; 3 – контуры аномалии типа «залежь» (АТЗ), цифры на схеме: 1 – Косагал Западный (Н); 2 – Косагал (Н); 3 – Раздольная (Н); 4 – Тимофеевская (ГН); 5 – Тимофеевская-2 (Г); 6 – Тимофеевская-1 (Г); 7 – Диевская (ГН); 8 – Диевская-1 (Г); 9 – Кургуская (Г); 10 – Семиозерная (Н); 11 – Аккудукская (Н); 12 – Сайкудук (Н); 13 – Харьковская (Н); 14 – Юльевская (Н); 15 – Шили (Н), 16 – Юльевская-Восточная (Н); 17 – Шолокай (Н). Сокращения: Н – нефтяная, ГН – газонефтяная, Г – газовая

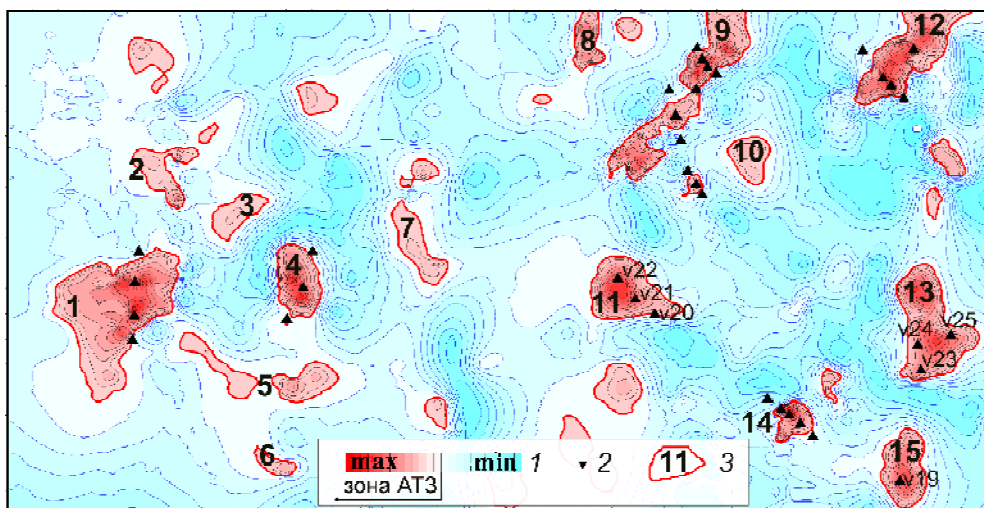


Рис. 3. Карта геоэлектрических аномалий Костанайской нефтегазопоисковой площади. Блок 1 (по данным методов СКИП и аэроСКИП): 1 – значения поля СКИП; 2 – пункты зондирования методом ВЭРЗ; 3 – контуры АТЗ: 1 – Тимофеевская (ГН), 2 – Тимофеевская-2 (Г), 3 – Тимофеевская-1 (Г), 4 – Диевская (ГН), 5 – Диевская-1 (Г), 6 – Диевская-2 (Г), 7 – Кургусская (Г), 8 – Семиозерная (Н), 9 – Аккудукская (Н), 10 – Аккудукская-1 (Г), 11 – Сайкудук (Н), 12 – Харьковская (Н), 13 – Шили (Н), 14 – Юльевская (Н), 15 – Юльевская Восточная (Н)

В пределах выделенных геоэлектрических аномалий выполнено зондирование ВЭРЗ в 27 пунктах, что позволило установить интервалы глубин залегания АПП. Зоны АПП отличаются по знаку и интенсивности поляризации, что дает возможность относить выделенные пласты к определенным комплексам пород: а) содержащие углеводороды; б) туфогенный комплекс; в) глины, алевролиты (экран); г) битумы; д) палеозойский фундамент; е) интрузив. Для некоторых геоэлектрических аномалий выделено несколько глубинных интервалов АПП. По результатам зондирования построены разрезы через аномальные участки площади.

В результате из 40 космогеофизических аномалий, в том числе 8 интенсивностью 80 – 100 усл. ед., 16 – 60 – 80 и 16 – 40 – 60 усл. ед., только две самой высокой интенсивности в эпицентрах большей частью своего контура совпали с АТЗ УВ по методу СКИП – Тимофеевская газонефтяная и Юльевская нефтяная.

4. В августе 2006 г. проведены полевые работы по детализации участков аномальных зон Аккудукская и Харьковская. В пределах этих участков выполнено 190 пог. км съемки СКИП. На участке Аккудукской аномальной зоны дополнительно проведено зондирование ВЭРЗ в 23 точках, Харьковской – 18 точек зондирования. В результате проведенных работ методом СКИП уточнены границы аномальных зон, по данным ВЭРЗ построены разрезы и карты основных структурных горизонтов. По материалам проведенных работ рекомендованы места для заложения первых разведочных скважин [5].
5. На очередном этапе исследований нефтегазоперспективной площади (октябрь 2007 г.) геоэлектрической съемкой в модификации аэроСКИП с борта самолета АН-2 по регулярной

сети широтных профилей с шагом между профилями 1 км (центральный участок) и 2 км (западный и восточный участки) (см. рис. 1, 2) покрыта практически вся территория площади. В пределах неисследованных западного и восточного блоков выявлены четыре крупные по площади АТЗ, в центральном блоке, обследованном в 2006 г. автомобильной съемкой СКИП, обнаружены дополнительно три аномальные зоны. Уточнены контуры небольших аномалий.

Полевые геофизические измерения осуществлялись с использованием аппаратных комплексов GEMA и ВЭРЗ [1, 2]. Основной объем площадных работ выполнен в режиме воздушной съемки с борта самолета АН-2. Привязка точек съемки осуществлялась станцией спутниковой навигации GPS. Наиболее крупные аномальные зоны заверены наземной съемкой СКИП, зондированием ВЭРЗ в их пределах установлены глубины залегания и мощности аномально поляризованных пластов типа «нефть».

Всего на площади исследований выполнено 5400 км аэросъемки методом аэроСКИП, 120 км наземной автомобильной съемки СКИП, а также проведено ВЭРЗ в 50 пунктах.

Результаты геофизических работ. Геоэлектрическая съемка в режиме аэроСКИП позволила оперативно обследовать практически все нефтеперспективные участки Костанайской площади. Полученные результаты позволяют обоснованно утверждать, что на территории Костанайской площади обнаружены практически все мелкие и крупные АТЗ, которые могут быть непосредственно связаны с залежами УВ. При этом в пределах юго-западного блока 3 территории обнаружены наиболее крупные по площади аномалии (рис. 2, 4). Выполненное в пределах этих зон зондирование

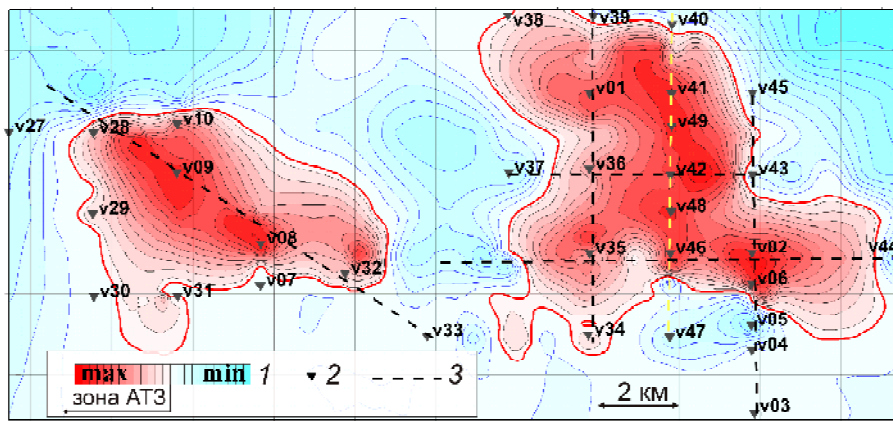


Рис. 4. Карта геоэлектрических аномальных зон «Косагал», «Косагал Западный» (по данным методов СКИП и аэро-СКИП): 1 – значения поля СКИП; 2 – пункты зондирования методом ВЭРЗ; 3 – линии вертикальных разрезов по данным ВЭРЗ

методом ВЭРЗ показало также, что АПП типа «нефть» расположены здесь на относительно небольшой глубине (в интервале 600–1400 м). Оперативная предварительная обработка результатов аэроСКИП и данных первых ВЭРЗ позволила еще на этапе выполнения полевых работ сделать вывод о целесообразности изменения намеченного плана бурения первых разведочных скважин в пределах Аккудукской и Харьковской АТЗ. В результате было принято вполне обоснованное полученными новыми данными полевых геофизических измерений решение о переносе бурения

одной из первой разведочных скважин с Аккудукской АТЗ на площадь вновь выявленной аномальной зоны в пределах блока 3 территории. Одним из достаточно веских аргументов в пользу принятого решения следует также считать отсутствие в пределах блока 3 траппового комплекса (что подтверждено также зондированиями методом ВЭРЗ), который вызывает определенные проблемы при бурении (поломка бурового инструмента, медленная скорость проходки). Это практически проявилось в процессе бурения скважины на Новонежинской площади, расположенной к северу от Костанайской. В связи с оперативным изменением планов по бурению на участке вновь выявленных аномалий в пределах блока 3 был выполнен наибольший объем зондирований методом ВЭРЗ для составления проекта бурения скважины.

По данным полевых измерений методами аэроСКИП, СКИП и ВЭРЗ построена серия графических иллюстраций: а) информационная карта профилей геоэлектрических измерений (см. рис. 1, 2); б) карты АТЗ для всех трех блоков территории работ (см. рис. 2, 3), а также карты значений поля СКИП для наиболее крупных аномальных зон (см. рис. 4); в) диаграммы и колонки зондирования ВЭРЗ (рис. 5); г) корреляционные геоэлектрические разрезы ВЭРЗ через крупные аномальные зоны типа «залежь» (рис. 6). Графические материалы позволяют заинтересованным специалистам сформировать достаточно полное и адекватное представление об основных параметрах (положение на площади и в пространстве) нефтеперспективных объектов.

Остановимся на характеристике наиболее ярких «геоэлектрических» объектов, выявленных по данным полевых измерений, которые представляют интерес для проведения дополнительных геолого-геофизических исследований и разведочно-го бурения.

Юго-западная площадь (блок 3). В пределах блока съемкой аэроСКИП по профилям выявля-

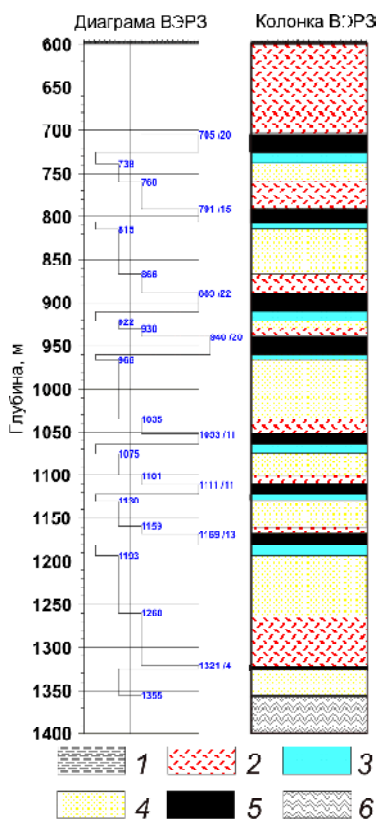


Рис. 5. Результаты зондирования методом ВЭРЗ в точке 48 на участке АТЗ «Косагал» (интервал расположения АПП типа «нефть»): 1 – слой А; 2 – опорный слой В; 3 – АПП типа обводненный слой; 4 – слой С (нефтегазоперспективный); 5 – АПП типа «нефть», 6 – слой D

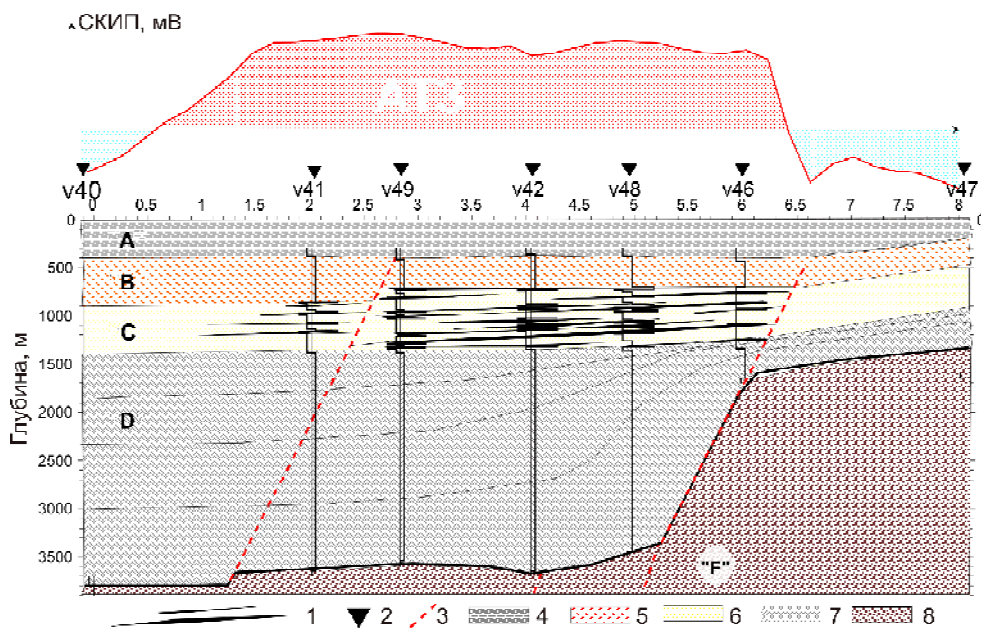


Рис. 6. Вертикальный разрез по профилю V40–V47 (по данным ВЭРЗ): 1 – АПП типа «нефтяной пласт»; 2 – пункты зондирования методом ВЭРЗ; 3 – тектонические нарушения; 4 – слой А; 5 – опорный слой В; 6 – слой С; 7 – слой D; 8 – слой F

но и закартировано три относительно крупные аномальные зоны типа «залежь» (см. рис. 2).

Аномальные зоны «Косагал» и «Косагал Западный». АТЗ «Косагал» общей площадью свыше 45 км² практически примыкает к восточной границе блока (см. рис. 2, 4). Контуры самой аномалии характеризуются изрезанными очертаниями. В 3–4 км западнее этой зоны расположена АТЗ «Косагал Западный» площадью около 25 км².

На участке расположения указанных аномалий выполнен основной объем зондирования методом ВЭРЗ – в 33 точках как в аномальных зонах непосредственно, так и за их пределами. За пределами аномалий зондирование проводилось в основном с целью определения глубин залегания палеозойского фундамента. В контурах аномалий основное внимание в процессе зондирования уделялось определению глубин залегания и мощностей АПП типа «нефть». Более детально зондиро-

ванием обследована АТЗ «Косагал» – здесь изменения выполнены вдоль трех меридиональных и двух широтных профилей. На АТЗ «Косагал Западный» зондирование проведено только вдоль одного профиля северо-западного простирания (см. рис. 4).

По данным зондирований методом ВЭРЗ (характеру изменения диаграмм с глубиной) в пределах участка работ выделяются следующие основные элементы (слои) разреза:

- 1) верхний слой А – характеризуется отрицательными значениями диаграммы зондирования, в его пределах выделяются также отдельные пропластки меньшей мощности;
- 2) слой В – характеризуется положительными значениями на диаграммах, для данного участка его можно считать экраном для УВ;
- 3) слой С (D₃–С₁) – выделяется отрицательными значениями на диаграммах ВЭРЗ, содержит АПП типа «нефть» и «обводненный горизонт»;

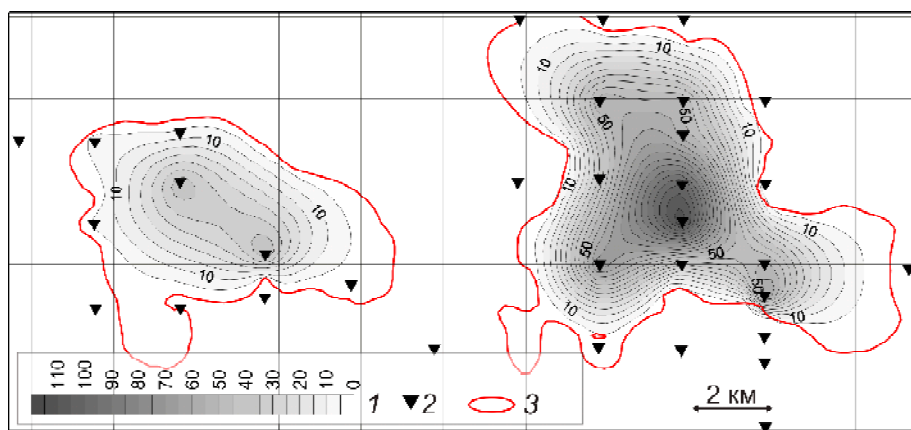


Рис. 7. Карта суммарной мощности АПП типа «нефть» в интервале глубин 600–1400 м геoeлектрических аномалий «Косагал», «Косагал Западный» (по данным ВЭРЗ): 1 – шкала мощности АПП, м; 2 – пункты зондирования методом ВЭРЗ; 3 – контуры аномалий типа «залежь»

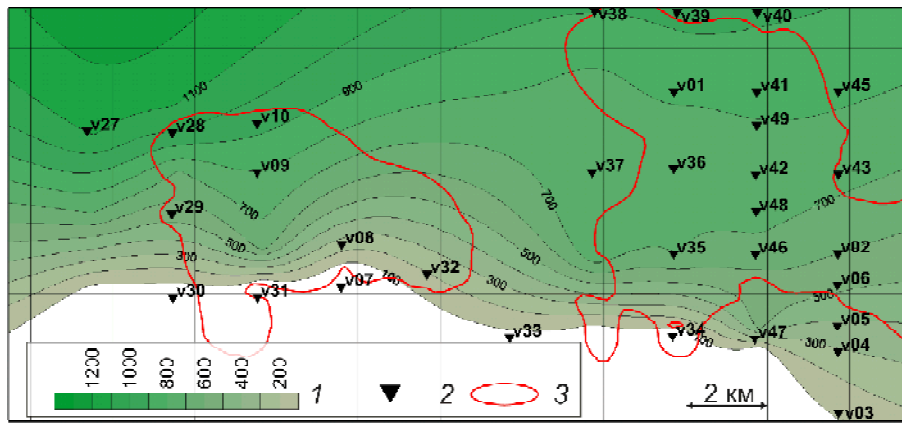


Рис. 8. Карта подошвы опорного горизонта *B* в районе геоэлектрических аномалий «Косагал», «Косагал Западный» (по данным ВЭРЗ): 1 – шкала глубин, м; 2 – пункты зондирования методом ВЭРЗ; 3 – контуры аномалий типа «залежь»

- 4) слой *D* – характеризуется положительными значениями на диаграммах, имеет большие мощности, в некоторых точках ВЭРЗ в нем фиксируются пласты небольшой мощности отрицательной поляризации;
- 5) слой *F* ($PZ-D_{1,2}$) – выделяется нулевыми значениями на диаграммах ВЭРЗ, предположительно граница палеозойского фундамента.

Характерная особенность разреза в блоке 3 – отсутствие трапповой толщи, которая фиксируется диаграммами зондирования в пределах первого блока.

По данным зондирования методом ВЭРЗ построены: а) диаграммы и колонки ВЭРЗ (см. рис. 5); б) вертикальные геоэлектрические разрезы вдоль отдельных профилей (см. рис. 6); в) карта суммарных мощностей АПП типа «нефть» в пределах АТЗ (рис. 7); г) карта глубин палеозойского фундамента; д) карта-схема глубин подошвы слоя *B* («опорного горизонта») (см. рис. 8).

Согласно карте-схеме суммарной мощности АПП типа «нефть» для интервала глубин 600–1400 м (рис. 7) максимальные мощности АПП фиксируются практически в центре АТЗ «Косагал», в районе расположения пунктов ВЭРЗ 48 и 42. Следовательно, разведочную скважину в пределах АТЗ «Косагал» целесообразно размещать на этом участке.

Глубина залегания «фундамента» в пределах расположения аномальных зон варьирует в интервале от 200 до 3800 м. Прослеживается ступенеобразное поднятие кровли «фундамента» в южном направлении. Не исключено, что такие ступени способствовали формированию тектонически экранированных ловушек. Подтверждает это также карта-схема глубин подошвы слоя *B* (см. рис. 8).

Для меридиональных геоэлектрических профилей 1 (см. рис. 6), 2 и 3 длиной 8 км каждый характер залегания выделенных зондированием слоев одинаков – прослеживается уменьшение их мощности и глубин залегания с севера на юг. Не исключается вариант ступенеобразного поднятия кровли «фундамента». На разрезах 2 и 3 в выде-

ленном слое *D* дополнительно фиксируются также небольшие по мощности слои отрицательной поляризации.

Вдоль разреза 5 через АТЗ «Косагал Западный» мощность и глубина залегания основных слоев разреза уменьшается с северо-запада на юго-восток.

Аномальная зона «Раздольная». Расположена в юго-западном углу блока 3 (см. рис. 2), ее площадь свыше 40 км². Значения поля СКИП в пределах зоны затухают более интенсивно в восточном направлении, максимальные значения фиксируются в восточной части, западная часть аномалии выходит за пределы блока.

В области максимума зона заверена наземными измерениями поля СКИП, а также зондированием методом ВЭРЗ вдоль меридионального профиля. Здесь выявлены те же стратиграфические слои, что и в пределах аномальных зон «Косагал» и «Косагал Восточный». «Фундамент» на участке расположен в интервале глубин 4000–4200 м, АПП типа «нефть» установлены в слое *C* в интервале 1150–1450 м. В четвертом слое *D* в разрезе фиксируется также еще один, достаточно мощный слой отрицательной поляризации, однако АПП типа «нефть» в нем не выявлены.

Восточный участок (блок 2). В пределах блока зафиксированы аномальные значения поля СКИП в северной части, несколько небольших аномалий – в северо-западном углу, в центральной его части, а также на южной границе блока (см. рис. 2). Наибольшая по площади АТЗ («Шолаксай») выявлена в центре нижней части блока.

АТЗ «Шолаксай» простирается в северо-северо-западном направлении на 13 км и в поперечнике имеет ширину около 3,5 км, площадь аномалии – свыше 40 км² (см. рис. 2). Аномалия расположена в зоне минимума поля силы тяжести, хотя на местности здесь отмечается небольшое поднятие в рельефе. Зондирование методом ВЭРЗ в четырех точках показало, что слой отрицательной поляризации, содержащий АПП типа «нефть», расположен здесь в интервале 1550–1800 м. Сами

АПП типа «нефть» установлены в аномальной зоне в верхней части слоя, практически примыкают к крышке. «Фундамент» расположен в интервале 2800–3200 м, можно также говорить о небольшом поднятии фундамента в пределах аномальной зоны.

Центральный участок (блок 1). Съемка аэроСКИП выполнена по наиболее плотной системе широтных профилей, что дало возможность обнаружить практически все аномальные зоны типа «залежь» (см. рис. 3). Здесь выявлено и закартировано три новые, относительно крупные по площади АТЗ – «Сайкудук» (центральная часть), «Шили» и «Юльевская Восточная» (юго-восточный угол блока). Эти зоны не были выявлены в 2006 г. при заверке аномалий космогеофизического прогноза нефтегазоносности. Практически половина площади АТЗ «Шили» расположена над озером (см. рис. 3), что подтверждает возможность использования технологии при исследованиях на нефть и газ в пределах акваторий.

Полностью оконтурена АТЗ «Тимофеевская», которая с запада выходит за пределы блока. Ее площадь увеличилась практически в 2 раза (см. рис. 3).

В дополнительно выявленных относительно крупных аномальных зонах выполнялось зондирование методом ВЭРЗ рекогносцировочного характера с целью определения общей структуры разреза, а также глубин залегания АПП типа «нефть» и фундамента.

Аномальная зона «Сайкудук». Расположена в центре блока 1 и занимает площадь около 20 км² (см. рис. 3). Высокоинтенсивная часть аномалии характеризуется формой, близкой к изометричной.

По трем точкам зондирования 20–22, (см. рис. 3) для аномальной зоны построен геоэлектрический разрез северо-западного простирания, на котором в интервале 200–900 м нулевыми значениями на диаграмме зондирования выделяется характерный для этого блока слой траппов, а в интервале 1650–1850 м – опорный горизонт небольшой мощности. АПП типа «нефть» расположены в интервале глубин 1750–2150 м, глубина до фундамента – свыше 4150 м.

Аномальная зона «Шили» («Озерная»). Расположена в западной части блока 1 и простирается с севера на юг практически на 9 км (см. рис. 3). Площадь аномалии свыше 28 км²; зона имеет два локальных минимума – северный и южный.

Зондирование проведено в трех точках 23–25, расположенных в южной части аномальной зоны. Характерная особенность разреза в этой части блока – наличие в продуктивном горизонте как бы двух опорных горизонтов, под которыми фиксируются АПП типа «нефть». АПП расположены в интервале глубин 2000–2250 и

2600–2850 м. «Фундамент» фиксируется на глубинах свыше 4100 м.

Аномальная зона «Юльевская Восточная». Расположена в юго-восточном углу блока 1 (см. рис. 3), простирается с севера на юг на 6 км и занимает площадь порядка 13 км². Зондированием в точке ВЭРЗ 19 траппы не фиксируются, АПП типа «нефть» общей мощностью 72 м выявлены в интервале глубин 2000–3000 м. Фундамент зафиксирован на глубине 4130 м.

Аномальная зона «Харьковская». В пределах АТЗ «Харьковская» выполнено повторное детальное зондирование в точке ВЭРЗ 19Х, в районе расположения запроектированной разведочной скважины (см. рис. 3). В целом результаты сопоставления данных зондирований в этой точке в 2006 и 2007 гг. свидетельствуют о хорошем совпадении глубин расположения основных АПП и границ. Увеличение точности зондирования (шага измерений) привело к вполне объяснимому уменьшению суммарной мощности АПП типа «нефть» от 164 до 119 м вследствие выделения в пределах наиболее мощных АПП более мелких пластов типа «флюидоупор» и «вода».

О линейных геоэлектрических аномалиях типа «залежь». Съемкой аэроСКИП в пределах всех блоков Костанайской площади выявлена серия линейных аномалий типа «залежь». Особенно много таких аномалий зафиксировано в центральном блоке. В связи с этим укажем на некоторые особенности технологии СКИП–ВЭРЗ, которые позволяют сформировать более адекватное к ним отношение.

1. Для оперативной оценки результатов съемки в режимах СКИП и аэроСКИП в процедуру регистрации процессов становления короткоимпульсного поля включен отдельный алгоритм, позволяющий по определенным характеристикам сигналов становления определять приблизительно знак (положительный или отрицательный) аномального сигнала в точке измерений. Это дает возможность оперативно (непосредственно в процессе измерений) менять направление движения при оконтуривании аномальных зон, а следовательно, существенным образом повышает производительность полевых работ методом СКИП. На профилях (траекториях) съемки методами СКИП и аэроСКИП показаны аномальные зоны, которые определены именно этим алгоритмом в процессе полевых измерений. При окончательной обработке измерений некоторые участки из таких зон могут иметь близкие к нулю (малоинтенсивные) положительные или отрицательные значения поля.
2. Опыт применения технологии СКИП–ВЭРЗ свидетельствует, что месторождения УВ промышленного значения создают интенсивные аномальные зоны типа «залежь».

3. Аномалии небольшой интенсивности могут быть обусловлены структурными факторами или наличием разломных зон.
4. В связи с этим до подтверждения промышленной нефтеносности бурением крупных аномальных зон на Костанайской площади непосредственно нецелесообразно проводить целенаправленные дополнительные исследования в пределах линейных аномалий. Такие обследования линейных аномалий могут быть выполнены попутно при проведении детализационных работ в районах близлежащих крупных аномальных зон.

В подтверждение целесообразности указанного выше акцентируем внимание на результатах заверки наземными работами одной из таких аномальных зон в блоке 3. Здесь, южнее его центра, тремя расположенными подряд профилями аэроСКИП зафиксированы положительные значения поля СКИП (см. рис. 2). Наземной съемкой СКИП на этом участке выявлена аномальная зона невысокой интенсивности знакопеременного характера. На одном из участков зоны с положительными значениями поля выполнено зондирование (ВЭРЗ, точка 11). Фундамент в этой точке зафиксирован на глубине 230 м. Ниже, в интервалах 242–246, 260–273, 311–320 м (т. е. в фундаменте), зафиксированы АПП с высокими значениями поляризации (8 единиц). Здесь, скорее всего, возможно наличие разломной зоны, в пределах которой может происходить диффузия газов.

Выводы и рекомендации

1. Геоэлектрической съемкой в модификации аэроСКИП с борта самолета АН-2 по регулярной сети широтных профилей с шагом между профилями 1 км (центральный участок) и 2 км (западный и восточный участки) покрыта практически вся нефтеперспективная часть Костанайской площади. В пределах неисследованных ранее западного и восточного блоков выявлены четыре относительно крупные по площади аномальные зоны типа «залежь»: «Косагал», «Косагал Западный», «Раздольная» (западный блок) и «Шолаксай» (восточный блок). В центральном, обследованном в 2006 г. автомобильной съемкой СКИП блоке обнаружены дополнительно три крупные аномальные зоны – «Сайкудук», «Шили» («Озерная»), «Юльевская Восточная». Уточнены контуры небольших аномальных зон.
2. Съемка в модификации аэроСКИП позволила выявить на территории исследований практически все представляющие нефтепоисковый интерес аномальные зоны типа «залежь», которые могут быть связаны со скоплениями УВ. Построенные по данным аэроСКИП карты аномалий типа «залежь» для трех блоков Костанайской площади являются в достаточной степени кондиционными информационными материалами, что дает возможность вполне обоснованно выделить часть территории как перспективную в плане обнаружения промышленных скоплений УВ и вернуть эти площади компетентному органу, согласно условиям лицензионного соглашения.
3. Оперативное обследование наиболее крупных аномальных зон «Косагал» и «Косагал Восточный» в пределах юго-западного блока Костанайской площади наземной съемкой СКИП и зондированием методом ВЭРЗ дало возможность классифицировать их как наиболее перспективные в плане заложения первых разведочных скважин. Это позволило оперативно (в процессе проведения полевых работ) принять решение о переносе запроектированной разведочной скважины с Аккудукской аномальной зоны в пределы АТЗ «Косагал». Главные аргументы в пользу этого следующие: а) крупные (по площади) размеры аномальной зоны «Косагал»; б) большая суммарная мощность АПП типа «нефть»; в) относительно небольшая глубина залегания АПП типа «нефть»; г) отсутствие на участке аномалии комплекса трапповых отложений. Все это вместе позволяет пробурить скважину (а следовательно, и получить окончательную оценку нефтеперспективности участка) в относительно сжатые сроки и с минимальными финансовыми затратами. В пределах аномальной зоны «Косагал» выполнен значительный объем детализационных работ методом ВЭРЗ, необходимых для построения структурно-тектонической модели строения участка и, следовательно, проектирования разведочной скважины. По данным зондирования рекомендовано заложить скважину в районе расположения пунктов 42 и 48 ВЭРЗ.
4. В пределах центрального блока съемкой аэроСКИП по регулярной сети с шагом 1 км: а) подтверждены контуры ранее выявленных и закартированных крупных и мелких аномалий типа «залежь»; б) полностью оконтурена аномальная зона «Тимофеевская» – ее площадь увеличилась практически в 2 раза; в) выявлены и закартированы три новые относительно крупные по площади аномальные зоны «Сайкудук», «Шили» («Озерная») и «Юльевская Восточная». Зондированием методом ВЭРЗ рекогносцировочного характера в пределах этих зон определены глубины залегания АПП типа «нефть», траппового комплекса, опорного горизонта, а также фундамента.
5. Сопоставление значений поля СКИП, зарегистрированных в центральном блоке 1 на поверхности Земли автомобильной съемкой и на высоте полетов 25 м показало, что интенсивность сигнала затухает примерно в 100 раз. Такое

уменьшение интенсивности может быть обусловлено в значительной степени различными режимами (параметрами) усиления регистрирующей аппаратуры, которые применялись при проведении съемок в 2006 и 2007 гг. Интенсивность сигнала на высоте полета 100 м по сравнению с интенсивностью на высоте 25 м уменьшается (при одинаковых параметрах усиления измерительной аппаратуры) примерно в 3 раза.

6. Выполнено повторное (детальное!) зондирование методом ВЭРЗ в районе заложения разведочной скважины в пределах АТЗ Харьковская. В целом получено хорошее совпадение с результатами зондирования, выполненного в этой точке в 2006 г. Тем не менее детальная процедура зондирования привела к вполне объяснимому уменьшению суммарной мощности аномально поляризованных пластов типа «нефть» в результате разбиения наиболее мощных АПП на несколько мелких вследствие выделения в них непродуктивных интервалов.
7. Практически половина аномальной зоны «Шили» («Озерная») зафиксирована над озером, что еще раз подтверждает работоспособность технологии СКИП над акваториями. Напомним, что ранее геоэлектрическими работами в акваториях Антарктического п-ова показана эффективность технологии СКИП–ВЭРЗ при исследованиях, проводимых с борта судна.
8. В целом результаты площадной съемки методом СКИП с борта самолета (модификация аэроСКИП) свидетельствуют де-факто о создании эффективной и экономичной технологии для оперативного обследования с нефтегазопроисковыми целями обширных, удаленных и труднодоступных нефтегазоперспективных территорий. Практическое применение этой технологии на начальном этапе нефтегазопроисковых работ позволяет значительным образом ускорить геологоразведочный процесс на нефть и газ.

Опыт использования съемки СКИП с борта самолета на Собинском нефтегазоконденсатном месторождении 2006 г. [6] и Костанайской нефтегазоперспективной площади (октябрь, 2007 г.) свидетельствует о возможности применения следующей методической последовательности (этапности) изучения новых, обширных по площади и труднодоступных нефтегазоперспективных территорий с использованием технологии СКИП–ВЭРЗ, а также метода аэроСКИП:

- а) рекогносцировочная съемка аэроСКИП территории исследований по регулярной сетке профилей, с шагом 2 км между профилями с целью обнаружения и картирования геоэлектрических аномальных зон типа «залежь»;

- б) детализация участков выявленных аномалий картированием методом аэроСКИП с шагом между профилями 1,0–0,5 км;
- в) заверка обнаруженных геоэлектрических аномалий наземной (автомобильной) съемкой СКИП по отдельным профилям, а также выполнение в пределах выявленных АТЗ оценочных (рекогносцировочных) зондирований методом ВЭРЗ с целью получения оценок мощности (суммарной) и глубин залегания АПП типа «нефть» и «газ»;
- г) оперативная оценка полученных аэроданных и результатов наземных заверочных исследований методами СКИП и ВЭРЗ с целью выбора первоочередных объектов (аномальных участков) для оперативного проведения детализационных работ;
- д) выполнение детализационных исследований методом ВЭРЗ в пределах наиболее перспективных АТЗ с целью определения мест заложения разведочных и (или) параметрических скважин.

Описанная выше технологическая схема проведения полевых геоэлектрических исследований в полной мере была реализована на Костанайской нефтегазоперспективной площади (8045 км²) в октябре 2007 г. Такая практически отработанная методика оперативного обследования новых нефтегазоперспективных территорий может быть рекомендована к более широкому практическому применению после подтверждения перспектив нефтеносности указанной площади бурением.

Дальнейшие перспективы повышения эффективности технологии аэроСКИП могут быть связаны с использованием беспилотных летательных аппаратов (БЛА). В настоящее время существуют БЛА, способные летать со скоростью 180 км/ч и находиться в воздухе до 16 ч. Применение БЛА даст возможность снизить финансовые затраты на выполнение полевых измерений. В случае их применения воздушные измерения и наземные заверочные геоэлектрические работы могут выполняться практически параллельно. Существенный эффект может принести использование БЛА при проведении работ в морских акваториях.

Оперативность проведения полевых геоэлектрических измерений по технологии СКИП–ВЭРЗ дает возможность применять ее на этапах предварительной оценки перспективности лицензионных участков, что может способствовать понижению показателя риска при принятии решений по конкретным объектам. Опыт работ на Костанайской (8045 км²) и Новонежинской (1260 км²) площадях в Республике Казахстан (2006–2007) показывает, что с помощью технологии СКИП–ВЭРЗ этап разведки площади можно существенным образом сократить. Применение методов СКИП–ВЭРЗ в пределах лицензионных блоков позволит

оперативно выбрать наиболее благоприятные участки как для проведения детальных сейсмических и других геолого-геофизических работ, так и для заложения разведочных скважин. Вполне очевидно, что сокращение этапа разведки и, соответственно, более раннее начало разработки месторождения может в значительной степени повысить эффективность инвестиций, а также ускорить окупаемость проектов в целом.

Существенное сокращение этапа геолого-геофизической разведки в пределах лицензионных блоков, которого принципиально можно достичь с использованием экспресс-технологии СКИП–ВЭРЗ, может также сыграть значительную (возможно, даже и определяющую) роль в тендерах на разведку и разработку новых лицензионных блоков.

Практическое дополнение технологии СКИП–ВЭРЗ воздушной съемкой в модификации аэро-СКИП дает возможность участвовать в тендерах на проведение поисковых и разведочных работ в пределах крупных (10–30 тыс. км²) лицензионных блоков. Опыт показывает, что рекогносцировочное обследование территории площадью 30 000 км² может быть осуществлено с использованием воздушной и автомобильной съемок СКИП за два-три месяца полевых работ.

В целом применение инновационной экспресс-технологии СКИП–ВЭРЗ прямых поисков и разведки месторождений нефти и газа позволяет оперативно и эффективно решать широкий спектр нефтегазопроисловых задач. Авторы убеждены, что ее активное и целенаправленное использование в геологоразведочном процессе на нефть и газ в Украине будет содействовать повышению объемов добычи нефти и газа на территории страны.

Исполнители работ выражают огромную признательность Недропользователю Костанайской площади, а также его Консультанту по геолого-геофизическим вопросам за предоставленную возможность проведения аэрогеоэлектрических исследований, а следовательно, еще одной демонстрации на практике возможностей и эффективности экспресс-технологии «прямых» поисков и разведки геоэлектрическими методами (инновационной технологии СКИП–ВЭРЗ).

1. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.М., Таскинбаев К.М. Технология прямых поисков залежей углеводородов геоэлектрическими методами и результаты ее применения на нефтегазовых месторождениях Западного Казахстана // *Геоинформатика*. – 2002. – № 3. – С. 15–25.
2. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Пищаный Ю.М. Метод электрорезонансного зондирования и его возможности при проведении комплексных геолого-геофизических исследований // Там же. – 2003. – № 1. – С. 15–20.
3. Левашов С.П., Самсонов А.И., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Таскинбаев К.М. Использование геоэлектрических методов при проведении рекогносцировочных исследований на нефть в Западном Казахстане // Там же. – 2004. – № 1. – С. 21–31.
4. 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. // Там же. – 2006. – № 1. – С. 31–43.
5. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Жулдаспаев М.Д., Якубовский В.И., Божжежа Д.Н. Рекогносцировочные и детальные геоэлектрические исследования при поисках углеводородов на Костанайской нефтегазоперспективной площади // *Геоинформатика*. – 2007. – № 1. – С. 27–37.
6. Левашов С.П., Червоный Н.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Пищаный Ю.М. Опыт проведения аэрогеоэлектрических исследований на Собинском нефтегазоконденсатном месторождении в Красноярском крае // Там же. – 2007. – № 2. – С. 68–77.
7. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Пищаный Ю.М. Перспективы нефтегазоносности глубинных горизонтов ДДВ по геоэлектрическим данным // *Геодинамика, тектоника и флюидодинамика нефтегазоносных регионов Украины: Тез. докл. VII Международн. конф. «Крым-2007»* (АР Крым, Симферополь, с. Николаевка, 10–16 сент. 2007 г.). – Симферополь. – 2007. – С. 100–103.
8. Самсонов А.И., Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Перспективы нефтегазоносности в Причерноморском регионе по данным геоэлектрических исследований // Там же. – С. 109–111.

Поступила в редакцию 25.12.2007 г.