

УДК 550. 837.3

С.П. Левашов<sup>1</sup>, Н.А. Якимчук<sup>1</sup>, И.Н. Корчагин<sup>2</sup>,  
М.Д. Жулдаспаев<sup>3</sup>, В.И. Якубовский<sup>4</sup>, Д.Н. Божежса<sup>5</sup>

## АЭРОГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ РЕКОГНОСЦИРОВОЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НА НЕФТЬ И ГАЗ

Инновационная экспресс-технология прямых поисков и разведки скоплений углеводородов (УВ) геоэлектрическими методами становления короткоимпульсного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) [1–5] (технология СКИП-ВЭРЗ) в 2001–2005 гг. прошла широкую апробацию на известных месторождениях УВ и перспективных на нефть и газ площадях в Украине, Республике Казахстан, Болгарии и России [3]. За это время она использовалась на 40 месторождениях УВ. Аномалии типа «залежь» зафиксированы съемкой СКИП на всех (!) месторождениях. В разрезах всех месторождений зондированием ВЭРЗ выделены аномально поляризованные пласти (АПП) типа «нефтегазовый пласт». Геоэлектрические аномалии типа «залежь» закартированы также методом СКИП в пределах 50 из 62 перспективных на УВ структур и отдельных площадей.

В 2006–2007 гг. технология СКИП-ВЭРЗ активно применялась при рекогносцировочных исследованиях на нефть и газ в пределах Костанайского лицензионного блока (Костанайская область, Республика Казахстан) общей площадью 8045 км<sup>2</sup>. На территории блока проводились комплексные геолого-геофизические исследования.

В сентябре 2005 г. закончена переинтерпретация имеющихся геолого-геофизических материалов с геоплотностным моделированием продуктивных толщ верхнего девона – нижнего карбона.

В октябре 2005 г. – марте 2006 г. ООО «Аксион-М» (Ковалев Р.П., г. Москва) выполнило космогеофизическое прогнозирование контуров залежей углеводородов методом расшифровки их микролептонного излучения на фотоснимках из космоса в пределах выделенной первоочередной для поисков углеводородов территории – 4000 км<sup>2</sup>.

В мае – июне 2006 г. выполнено обследование и разбраковка космогеофизических аномалий на первоочередной части Контрактной территории с использованием экспресс-технологии СКИП-ВЭРЗ [4]. С помощью метода СКИП выявлены аномалии типа «залежь». В пределах выделенных аномальных зон зондированием ВЭРЗ определены интервалы залегания АПП типа «газ» и «нефть». Работы методом СКИП проводились в режиме автомобильной съемки. Профили съемки отрабатывались через аномальные зоны, выделенные по космо-

геофизическим данным.

В результате проведения полевых работ по площади Костанайского блока выполнено 895 погонных километров съемки методом СКИП. По данным съемки СКИП построена карта геоэлектрических аномалий типа «залежь» (АТЗ), на которой выделяется пять крупных аномальных зон: 1) Тимофеевская – газонефтяная; 2) Диевская – газонефтяная; 3) Аккудукская – нефтяная; 4) Харьковская – нефтяная; 5) Юльевская – нефтяная.

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

В пределах выделенных 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 пласти 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 августе 2006 г. проведены полевые работы по детализации участков аномальных зон Аккудукская АТЗ и Харьковская АТЗ [4]. В пределах этих участков выполнено 190 погонных километров геоэлектрической съемки СКИП.

На участке Аккудукской аномальной зоны дополнительное зондирование ВЭРЗ в 23 точках. В семи точках Y01 – Y07 предыдущей съемки проведено повторное зондирование с целью картирования «опорного горизонта». На участке Харьковской аномальной зоны дополнительно поставлено 18 точек зондирования. В пяти точках предыдущей съемки Y19 – Y23 проведено повторное зондирование для определения интервалов глубин залегания «опорного горизонта».

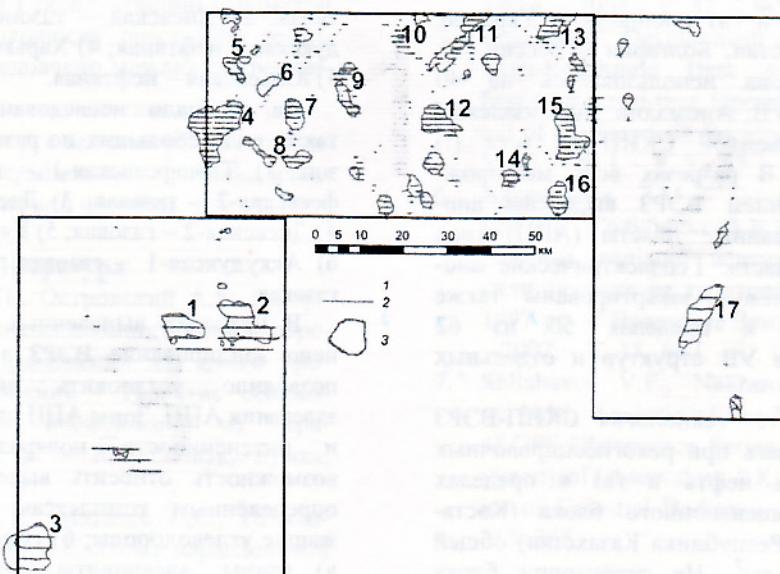
В результате проведенных работ методом СКИП уточнены границы аномальных зон. По данным зондирования построены разрезы и карты основных структурных горизонтов, выделенных методом ВЭРЗ. По материалам

проведенных работ рекомендованы места для заложения первых разведочных скважин.

Очередной этап геоэлектрических исследований территории блока выполнен в октябре 2007 г. В тезисном изложении методика проведения работ и полученные результаты сводятся к следующему.

1. Геоэлектрической съемкой в модификации АэроСКИП с борта самолета АН-2 по регулярной сети широтных профилей с шагом 1 км (центральный участок) и 2 км (юго-западный и восточный участки) покрыта практически вся нефтеперспективная часть территории блока. В

пределах неисследованных ранее юго-западного и восточного участков выявлены четыре относительно крупные по площади аномальные зоны типа «залежь»: «Косагал», «Косагал Западный», «Раздольная» (юго-западный участок) и «Шолаксай» (восточный участок). В пределах центрального, обследованного в 2006 г. автомобильной съемкой СКИП участка блока обнаружены дополнительно три крупных аномальных зоны – «Сайкудук», «Шили» («Озерная»), «Юльевская Восточная». Уточнены контуры небольших аномальных зон (рис. 1).

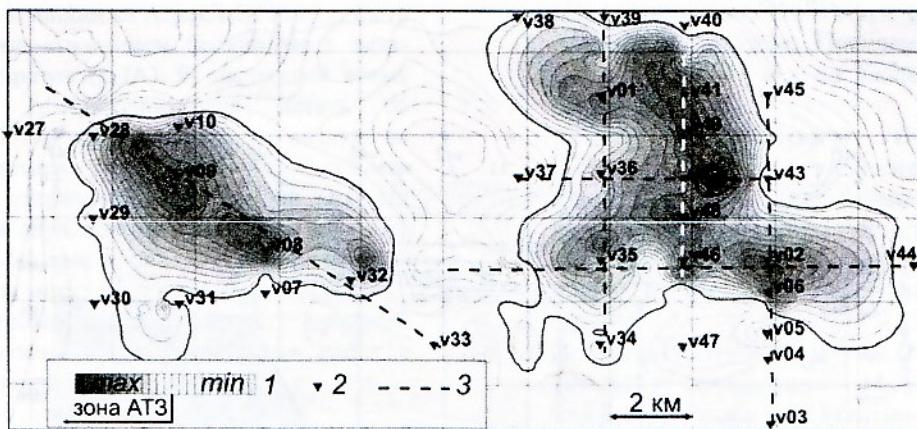


**Рис. 1.** Схема маршрутов самолетной съемки методом АэроСКИП по Костанайской нефтегазопоисковой площади. 1 – маршруты съемки АэроСКИП, 2 – участки АТЗ по АэроСКИП, 3 – контуры АТЗ: 1 – Косагал Западный (Н), 2 – Косагал (Н), 3 – Раздольная (Н), 5 – Тимофеевская (ГН), 5 – Тимофеевская-2 (Г), 6 – Тимофеевская-1 (Г), 7 – Диевская (ГН), 8 – Диевская-1 (Г) Диевская-2 (Г), 9 – Кургусская (Г), 10 – Семизерная (Н), 11 – Аккудукская (Н), 12 – Сайкудук (Н), 13 – Харьковская (Н), 14 – Юльевская (Н), 15 – Шили (Н), 16 – Юльевская-Восточная (Н), 17 – Шолоксай

2. Съемка в модификации АэроСКИП позволила выявить на территории блока практически все представляющие нефтепоисковый интерес аномальные зоны типа «залежь», которые могут быть связаны со скоплениями углеводородов. Построенные по данным АэроСКИП карты аномалий типа «залежь» для трех участков блока являются вполне кондиционными информационными материалами, позволяющими Недропользователю обосновано выделить часть территории как бесперспективную в плане обнаружения промышленных скоплений углеводородов и вернуть эти площади Компетентному органу согласно условиям лицензионного соглашения.

3. Оперативное обследование наиболее крупных аномальных зон «Косагал» и «Косагал Восточный» в пределах западного участка блока

наземной съемкой СКИП и зондированием ВЭРЗ дало возможность классифицировать их как наиболее перспективные в плане заложения первых разведочных скважин (рис. 2). Это позволило Недропользователю оперативно (в процессе проведения полевых работ) принять решение о переносе запроектированной разведочной скважины с Аккудукской аномальной зоны в пределы АТЗ «Косагал». Главными аргументами в пользу этого стали: а) крупные (по площади) размеры аномальной зоны «Косагал»; б) большая суммарная мощность аномально поляризованных пластов типа «нефть»; в) относительно небольшая глубина залегания АПП типа «нефть»; г) отсутствие на участке аномалии мощного комплекса трапповых отложений.



**Рис. 2.** Карта геоэлектрических аномальных зон «Косагал», «Косагал Западный» (по данным методов СКИП и АэроСКИП): 1 – значения поля СКИП, 2 – пункты зондирования ВЕРЗ, 3 – линии вертикальных разрезов по данным ВЕРЗ

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 ВЭРЗ №№ 48 и 42 (рис. 3).

4. Аномальная зона «Раздольная» (юго-западная часть участка № 3) также является достаточно крупной по площади и представляет интерес для детальных исследований и разведочного бурения. Заверочными наземными исследованиями в ее пределах установлено наличие АПП типа «нефть» в интервале глубин 1150–1450 м суммарной мощностью до 35 м.

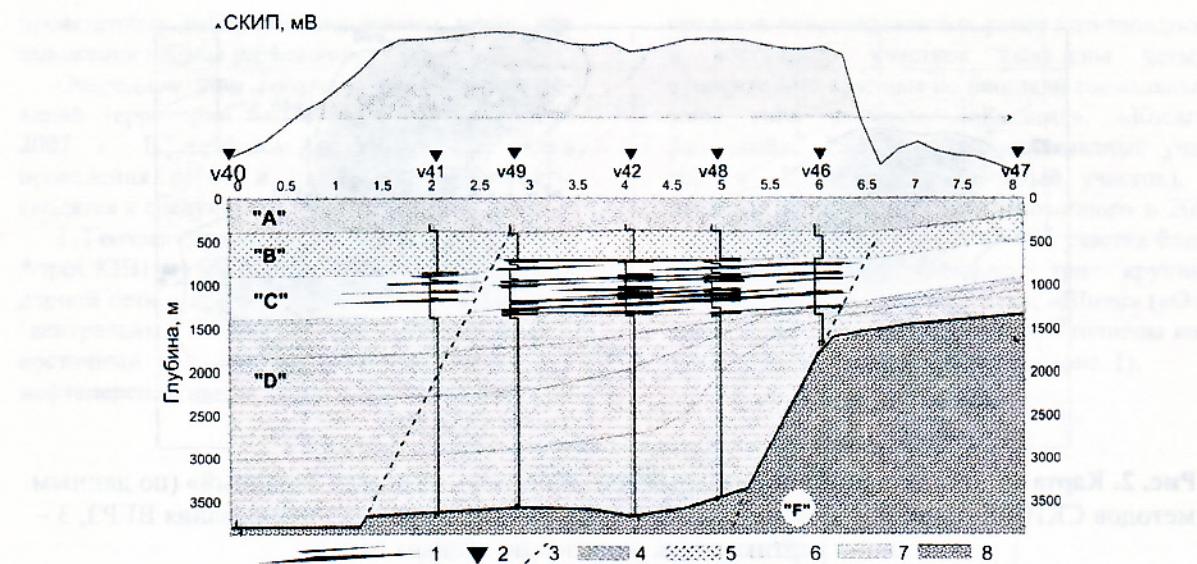
5. В пределах восточного участка лицензионного блока закартирована обширная аномальная зона «Шолактерек» площадью свыше 40 кв. км. В ее пределах зондированием выявлены аномально поляризованные пласты типа «нефть» суммарной мощностью до 26 м в интервале глубин 1550–1700 м. Площадь аномалии, относительно небольшие глубины залегания АПП, а также отсутствие траппов дают основания считать эту зону одной из первоочередных в плане организации детальных работ и проведения разведочного бурения.

6. В пределах центрального участка лицензионного блока съемкой АэроСКИП по регулярной сети с шагом 1 км: а) подтверждены контуры ранее выявленных и закартированных крупных и мелких аномалий типа «залежь» [4]; б) полностью оконтурена аномальная зона «Тимофеевская», которая выходит за пределы

контура контрактной территории с западной стороны – ее площадь увеличилась при этом практически вдвое; в) выявлены и закартированы три новые, относительно крупные по площади аномальные зоны «Сайкудук», «Шили» («Озерная») и «Юльевская Восточная». Зондированием ВЭРЗ рекогносцировочного характера в пределах этих зон определены глубины залегания АПП типа «нефть», комплекса траппов, опорного горизонта, а также фундамента.

7. Сопоставление аномальных значений поля СКИП на поверхности Земли и на высоте полетов 25 м показало, что интенсивность сигнала затухает примерно в 100 раз. Интенсивность сигнала на высоте полета 100 м по сравнению с высотой 25 м уменьшается еще примерно в три раза.

8. Выполнено повторное (детальное!) зондирование ВЭРЗ в районе заложения разведочной скважины в пределах аномальной зоны типа «залежь» Харьковская. В целом получено удовлетворительное совпадение с результатами зондирования 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 распада наиболее мощных АПП на несколько мелких вследствие выделения в их пределах непродуктивных интервалов. 9. Следует также акцентировать внимание на то, что практически половина аномальной зоны «Шили» («Озерная») зафиксирована над озером, что является еще одним подтверждением работоспособности технологии СКИП в акваториях. Напомним, что ранее геоэлектрическими работами в акваториях Антарктического п-ова показана эффективность технологии СКИП-ВЭРЗ при исследованиях с борта судна.



**Рис. 3.** Вертикальный разрез по профилю V40-V47 (по данным вертикального электрорезонансного зондирования ВЭРЗ): 1 – АПП типа “нефтяной пласт”, 2 – пункты зондирования ВЭРЗ, 3 – тектонические нарушения, 4 – слой “A”, 5 – опорный слой “B”, 6 – слой “C”, 7 – слой “D”, 8 – слой “F”

10. Наличие продуктивных нефтяных залежей в пределах рекомендованного под бурение участка АТЗ «Косагал» во многом зависит как от присутствия коллекторов в интервалах глубин выделенных пластов АПП, так и от их качества. В процессе бурения разведочной скважины целесообразно организовать отбор керна в интервалах глубин выделенных АПП типа «нефтяной пласт» для изучения коллекторских свойств, расположенных в пределах этих интервалов отложений.

11. В целом результаты площадной съемки методом становления короткоимпульсного поля с борта самолета (модификация АэроСКИП) свидетельствуют де-факто о создании эффективной и экономичной технологии для оперативного обследования с нефтегазопоисковыми целями обширных, удаленных и труднодоступных нефтегазоперспективных территорий. Практическое применение этой технологии на начальном этапе нефтегазопоисковых работ позволяет значительно ускорить геологоразведочный процесс на нефть и газ в целом.

Опыт использования съемки СКИП с борта самолета на Собинском НГКМ (2006 г.) [5] 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 профилями АэроСКИП с шагом между ними 1.0–0.5 км;

в) заверка обнаруженных геоэлектрических аномалий наземной (автомобильной) съемкой СКИП по отдельным профилям, а также выполнение в пределах выявленных аномалий типа «залежь» оценочных (рекогносцировочных) зондирований ВЭРЗ с целью получения оценок мощности (суммарной) и глубин залегания аномально поляризованных пластов типа «нефть» и «газ»;

г) оперативная оценка полученных аэроданных и результатов наземных заверочных исследований СКИП и ВЭРЗ с целью выбора первоочередных для оперативного проведения детализационных работ;

д) выполнение детализационных исследований методом ВЭРЗ в пределах наиболее перспективных аномальных зон типа «залежь» с целью определения мест заложения разведочных скважин.

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

Дальнейшие перспективы повышения эф-

фективности технологии АэроСКИП могут быть связаны с использованием беспилотных летательных аппаратов (БЛА). В настоящее время существуют БЛА, способные летать со скоростью 180 км/час и находиться в воздухе до 16 часов. Применение БЛА позволит снизить финансовые затраты на выполнение полевых измерений. В случае их применения воздушные измерения и наземные заверочные геоэлектрические работы могут выполняться параллельно.

Существенный эффект может принести использование БЛА при проведении работ в морских акваториях.

### Література

1. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Таскинбаев К.М. Поиски и разведка скоплений углеводородов геоэлектрическими методами на нефтяных месторождениях Западного Казахстана // Георесурсы. – 2003. – № 1. – С. 31–37.
2. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Экспресс-технология “прямых” поисков и разведки скоплений нефти и газа геоэлектрическими методами: возможности и перспективы // Материалы международной научно-практической конференции
3. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. Экспресс-технология «прямых» поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами: результаты практического применения в 2001–2005 гг. // Геоинформатика. – 2006. – № 1. – 31–43.
4. Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Жулдаспаев М.Д., Якубовский В.И., Божежа Д.Н. Рекогносцировочные и детальные геоэлектрические исследования при поисках углеводородов на Костанайской нефтегазоперспективной площади // Геоинформатика. – 2007. – № 1. – С. 27–37.
5. 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. // Геоинформатика. – 2007. – № 2. – С. 68–77.

### АЕРОГЕОЕЛЕКТРИЧНІ РОБОТИ У РЕКОГНОСТУВАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ НА НАФТУ ТА ГАЗ

**С.П. Левашов, М.А. Якимчук, І.Н. Корчагін, М.Д. Жулдаспаєв, В.І. Якубовський, Д.М. Божежа**

Подані результати застосування геоелектричних методів становлення короткоімпульсного поля (СКП) та вертикального електрорезонансного зондування (ВЕРЗ) при проведенні аерогеофізичних досліджень в межах Костанайської нафтогазоперспективної площа (Казахстан). Показано принципову можливість проведення зйомки СКП з борта літака, що дає змогу використовувати її в комплексі з іншими аерогеофізичними методами для рекогносцируального обстеження великих за площею та важкодоступних нафтогазоперспективних територій.

### AEROGEOELECTRIC INVESTIGATIONS FOR RECONNAISSANCE OIL AND GAS PROSPECTING

**S.P. Levashov, N.A. Yakymchuk, I.N. Korchagin, M.D. Zhuldaspayev, V.I. Yakubovsky, D.N. Bozhezha**

The results of the geoelectric methods of formation of short-pulsed electromagnetic field (FSPEF) and vertical electric-resonance sounding (VERS) using during aerogeophysical investigation conducting within the perspective for the oil and gas Kostanayskaya area are given. The principal possibility of the survey by FSPEF method conducting from airplane is shown. This testifies that FSPEF survey can be used with other aerogeophysical methods for reconnaissance investigation of big for area and difficult of access territories.

<sup>1</sup>Інститут прикладних проблем екології, геофізики і геохімії, м. Київ,

<sup>2</sup>Інститут геофізики НАНУ, м. Київ,

<sup>3</sup>Карагандинський завод азбестоцементних виробів, м. Актау, Республіка Казахстан,

<sup>4</sup>Костанайська пошуково-знімальна експедиція, м. Костанай, Республіка Казахстан

<sup>5</sup>Центр менеджменту та маркетингу в області наук про Землю ІГН НАН України, м. Київ

Надійшла 4.12.2007