

8. Савченко Н. А., Бернадская Л. Г., Долгова В. И. и др. Палеовулканизм Украины. – Киев: Наук. думка, 1984. – 251 с.
9. Харленд У. Б., Кокс А. В., Ллевеллин П. Г. и др. Шкала геологического времени. – Москва: Мир, 1985. – 140 с.
10. Vidal G., Moczydłowska M. The Neoproterozoic of Baltica – stratigraphy, palaeobiology and general geological evolution // Precambrian Res. – 1995. – No 2. – P. 197–216.
11. Іванченко К. В., Міхницька Т. П., Матейок В. В. та ін. Мікрофосилії венду Волині та їх стратиграфічне значення // Геол. журн. – 2004. – № 4. – С. 44–52.
12. Великанов В. А., Асеева Е. А., Федонкин М. А. Венд Украины. – Киев: Наук. думка, 1983. – 162 с.
13. Compston W., Sambridge M. S., Reinfrank R. T. et al. Numerical ages of volcanic rocks and earliest faunal zone within Late Precambrian of east Poland // J. Geol. Soc. London. – 1995. – 152. – P. 599–610.
14. Torsvik T. H., Smethurst M. A., Meert J. G. et al. Continental break-up and collision in the Neoproterozoic and Palaeozoic – A tale of Baltica and Laurentia // Earth-Sci. Rev. – 1996. – 40. – P. 229–258.

Институт геофизики им. С. И. Субботина
НАН Украины, Киев

Поступило в редакцию 23.08.2006

УДК 550.837.3

© 2007

С. П. Левашов, член-корреспондент НАН Украины **Н. А. Якимчук**,
И. Н. Корчагин, **М. Д. Жулдаспаев**, **В. И. Якубовский**,
Д. Н. Божежа

О возможности комплексирования космогеофизических и геоэлектрических методов при исследованиях на нефть и газ

The results of the application of geoelectric methods to the investigation of the Kostanay area perspective for oil and gas are given. The data show that these methods of the formation of a short-pulsed electromagnetic field (FSPEF) and vertical electric-resonance sounding (VERS) can be used for the verification of the anomalies of a cosmic-geophysical prognosis of the presence of oil and gas.

Экспресс-технология “прямых” поисков и разведки скоплений углеводородов (УВ) геоэлектрическими методами, включающая методы становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ), в 2001–2005 гг. прошла широкую апробацию на нефтегазовых месторождениях и перспективных площадях в Украине, Казахстане, России, Болгарии [3–4]. Она позволяет оперативно в сжатые сроки выявлять и оконтуривать по площади аномалии типа залежь (АТЗ), оценивать суммарную мощность аномально поляризованных пластов (АПП) типа нефтяной пласт, газовый пласт, водонасыщенный пласт и определять глубину их залегания. Так, в 2003 г. в Западном Казахстане проведены рекогносцировочные исследования в пределах разведочного блока площадью около 6000 км² [3]. Геоэлектрической съемкой в автомобильном варианте обследовано более 30 перспективных на УВ структурных ловушек, выявленных сейсморазведочными исследованиями. В результате: а) выявлена и закартирована серия АТЗ; б) в пределах АТЗ, по данным ВЭРЗ, построены геоэлектрические колонки и разрезы;

в) определены наиболее перспективные участки для проведения детальной сейсморазведки и бурения.

В работе [4], обобщающей результаты исследований с использованием технологии СКИП — ВЭРЗ в 2001–2005 гг., обсуждается ряд перспективных направлений ее дальнейшего применения, в частности возможность комплексирования с дистанционными (аэрокосмическими) методами поисков и разведки месторождений УВ, которые в настоящее время активно разрабатываются и внедряются в производство. Технология СКИП — ВЭРЗ может использоваться для разбраковки и заверки выявленных дистанционными методами аномалий.

Ниже представлены результаты выполненных в мае–июне 2006 г. работ по заверке технологией СКИП — ВЭРЗ данных волнового космогеофизического прогнозирования нефтегазоносности [1, 2] Костанайской нефтегазоперспективной площади (свыше 4000 км²) в Республике Казахстан.

В административном отношении Костанайская площадь расположена в Аулиекольском и Карасуском районах Кустанайской области и представляет собой южную часть Северо-Тургайской нефтеперспективной площади, непосредственно к северу от которой специализированными на нефть работами в 1957–1973 гг. на Кустанайском опорном профиле, на Щербаковской и Новонеженской площадях в 247 скважинах глубиной от 400 до 1500 м выявлено более 100 нефтегазопроявлений.

В геолого-тектоническом плане район исследований расположен в северной осевой части Торгайского прогиба. Он охватывает восточный фрагмент Боровской структурно-формационной зоны, центральную часть Убаганского поднятия вместе с южной половиной осложняющего его мезозойского Кушмурунского грабена и северную часть Аксуатского прогиба.

Нефтегазоперспективность территории определяется значительными мощностями продуктивных осадочных толщ, присутствием нефтематеринской органики в их составе, термобарическими условиями преобразования ее в углеводороды, которые обычно требуют нахождения нефтепродуктивных толщ на глубинах более 1500 м и тектоническим воздействием на эти толщи впоследствии для образования в них каналов миграции УВ и для формирования складчатых или разломных структур-ловушек, где мигрирующие УВ могли бы накопиться до масштабов промышленных залежей. При этом важнейшим условием для сохранения образовавшихся залежей УВ от последующего их разрушения является наличие покровных, желательного большого развития по площади, или хотя бы местных, локальных в виде пластов аргиллитов, соли, гипса, ангидрита, плоскостей надвигов или пологонаклонных разломов.

На первом этапе изучения Костанайской площади специалистами ООО “Аксион-М” (г. Москва) с помощью инновационной технологии волнового космогеофизического прогнозирования нефтегазоносности [1–2] были обработаны имеющиеся для этого района материалы дистанционного зондирования (МДЗ), что позволило построить карту космогеофизического прогноза нефтегазоносности (в изолиниях относительной плотности) и выделить в пределах площади свыше 30 аномальных зон для более детального анализа и изучения.

На втором этапе изучения площади в мае — июне 2006 г. с помощью технологии СКИП — ВЭРЗ [3, 4] обследованы выделенные аномальные зоны космогеофизического прогноза. В период полевых работ на данной площади по отдельным профилям отработано 895 км съемки методом СКИП. В районах выделенных геоэлектрических аномальных зон типа залежь выполнено 27 пунктов ВЭРЗ.

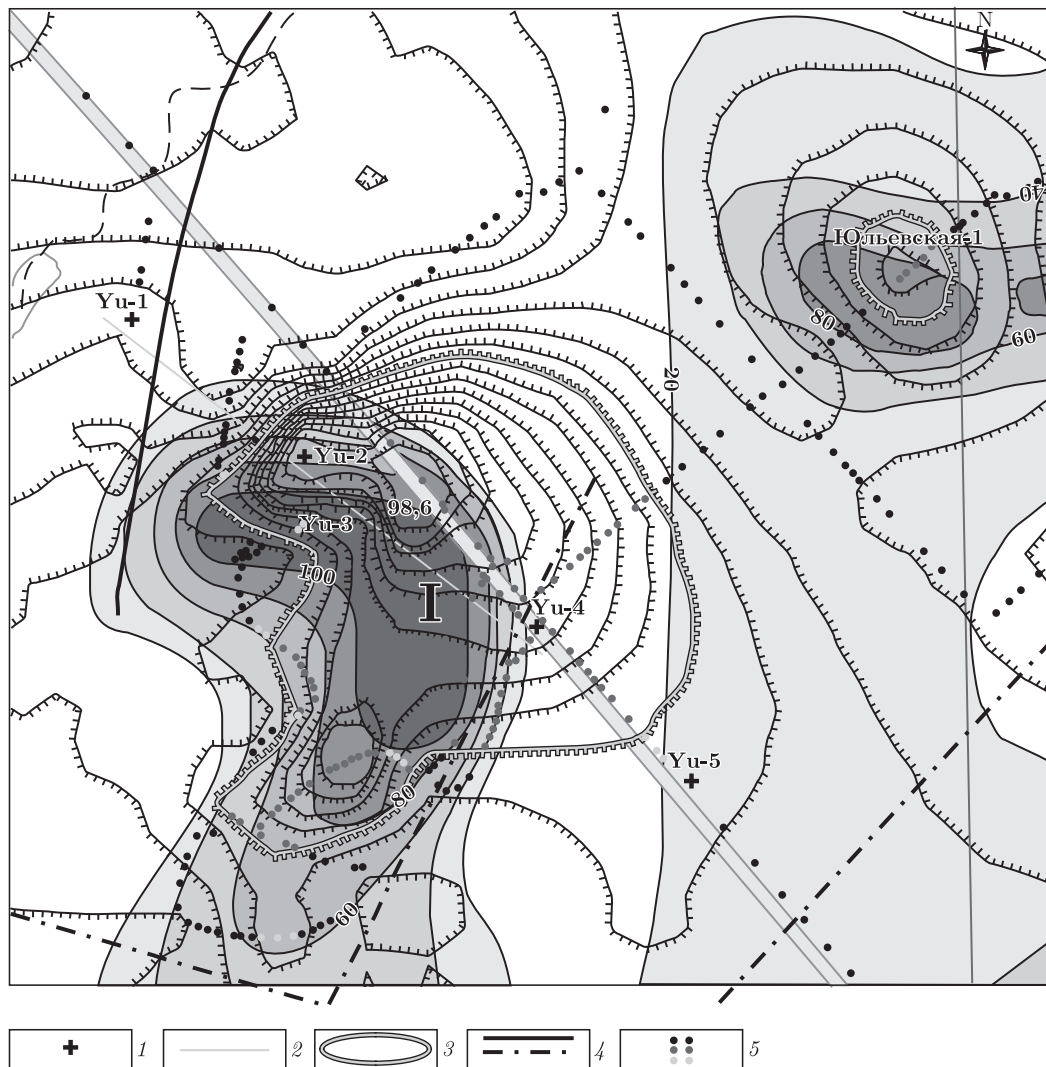


Рис. 1. Изолинии геоэлектрической аномальной зоны типа залежь Юльевская на карте космогеофизического прогноза Костанайской площади:

1 — пункты ВЭРЗ; 2 — линия разреза, по данным ВЭРЗ; 3 — контур зоны АТЗ; 4 — тектонические нарушения, по геологическим данным; 5 — точки съемки СКИП

Результаты геоэлектрических работ. Съемкой СКИП с автомобиля на площади исследований выделено пять крупных аномальных зон типа залежь: 1) Тимофеевская — газонефтяная (25,0 км²); 2) Диевская — газонефтяная (12,0 км²); 3) Аккудукская — нефтяная (6,0 км²); 4) Харьковская — нефтяная (18,0 км²); 5) Юльевская — нефтяная (6,0 км²). Закартировано также ряд небольших “газовых” аномалий площадью до 1–2 км²: Тимофеевская-1; Тимофеевская-2; Диевская-1; Диевская-2; Кургусская; Аккудукская-1; Юльевская-1.

По данным площадной съемки СКИП построены карты геоэлектрических аномалий типа залежь масштаба 1 : 200 000 и 1 : 100 000 для всей площади, а также масштаба 1 : 25 000 для каждой крупной аномальной зоны (рис. 1). Эти карты также совмещены с топографической картой местности, картой космогеофизического прогноза нефтегазоносности (см. рис. 1) и геологической картой доюрских отложений.

По данным ВЭРЗ построены диаграммы и колонки зондирования в каждой точке (см. рис. 2), а также геоэлектрические разрезы через аномальные участки площади (см. рис. 3). Зондированием в пределах некоторых геоэлектрических аномалий выделено несколько глубинных интервалов АПП типа нефть и газ.

Площади АТЗ Тимофеевская и Юльевская совпали с аномальными зонами № 7 и № 1, выделенными по космогеофизическим данным (см. рис. 1). Аномальные зоны Диевская, Харьковская и Кургусская расположены в “кольце” космогеофизических аномалий, проявляющихся на краевых участках геоэлектрических АТЗ. Аномальные зоны Аккудукская, Тимофеевская-1 и -2, Диевская-1 и -2, Юльевская-1 выделены в слабоинтенсивной зоне “космогеофизических” аномалий.

Сопоставление геоэлектрических и космогеофизических данных показывает, что большинство интенсивных “космогеофизических” аномалий проявлялись в поле СКИП в виде уменьшения его отрицательных значений. Эти зоны можно идентифицировать как структурно-тектонические аномалии, не связанные с ловушками УВ.

Ниже более подробно опишем результаты исследований в пределах Юльевской АТЗ. По четырем остальным аномальным зонам представим только краткие выводы.

Юльевская аномальная зона расположена в 3 км южнее пос. Юльевка и находится на локальной возвышенности с абсолютными отметками 200–190 м (см. рис. 1). Максимальные значения аномалии фиксируются в северной и северо-восточной частях. В юго-восточном направлении наблюдается медленное затухание значений поля. Такая конфигурация аномалии может быть обусловлена наличием залежи УВ, экранируемой тектоническим нарушением с севера и северо-запада. Из рис. 1 следует, что зона АТЗ является отдельным блоком и оконтурена с трех сторон тектоническими нарушениями.

В пределах аномалии зондирование ВЭР выполнено в пяти пунктах. Точки Yu-1, Yu-5 расположены за пределами аномалии, Yu-2, Yu-3 (см. рис. 2), Yu-4 — в зоне аномалии (см. рис. 1). По результатам зондирования построен вертикальный разрез по профилю I-Ia, пересекающий аномалию с северо-запада на юго-восток (рис. 3).

Зондированием обнаружены АПП в комплексе пород, залегающем между туфами и палеозойским фундаментом (700–2600 м). АПП типа нефтяная залежь выявлена в интервале глубин 1500–2500 м. В пределах АТЗ установлена зона поднятия кровли палеозойского фундамента с амплитудой: 150–200 м. Внутри фундамента в пределах АТЗ выявлена неоднородность мощностью 200 м, которая может быть интрузивным телом, формирующим положительную структурную форму по кровле фундамента.

В пределах АТЗ могли происходить неотектонические движения, которые сформировали положительную форму рельефа на дневной поверхности.

Точка зондирования № 2 (рис. 3). В интервале глубин 35–679 м выделена зона траппов мощностью 644 м, а в интервале 800–900 м выявлено три АПП типа газ суммарной мощностью $H = 17$ м. На глубинах 1300–2500 м зафиксированы АПП типа газ мощностью $H = 30$ м в верхней части разреза и типа нефть суммарной мощностью $H = 116$ м. Наиболее мощные АПП типа газ по разрезу: $H = 9$ м (822–831 м), $H = 8$ м (1361–1369 м); типа нефть: $H = 10$ м (1673–1683 м), $H = 8$ м (1816–1824 м), $H = 11$ м (2082–2093 м), $H = 16$ м (2245–2261 м).

Точка зондирования № 3 (рис. 2, 3). Зона траппов ($H = 636$ м) расположена на глубинах 27–663 м, в интервале 800–900 м выявлен АПП типа газ ($H = 9$ м). На глубинах 1300–2500 м выявлены АПП типа газ в верхней части разреза суммарной мощностью $H = 36$ м и типа нефть мощностью $H = 98$ м. Максимальные по мощности АПП типа газ в разрезе:

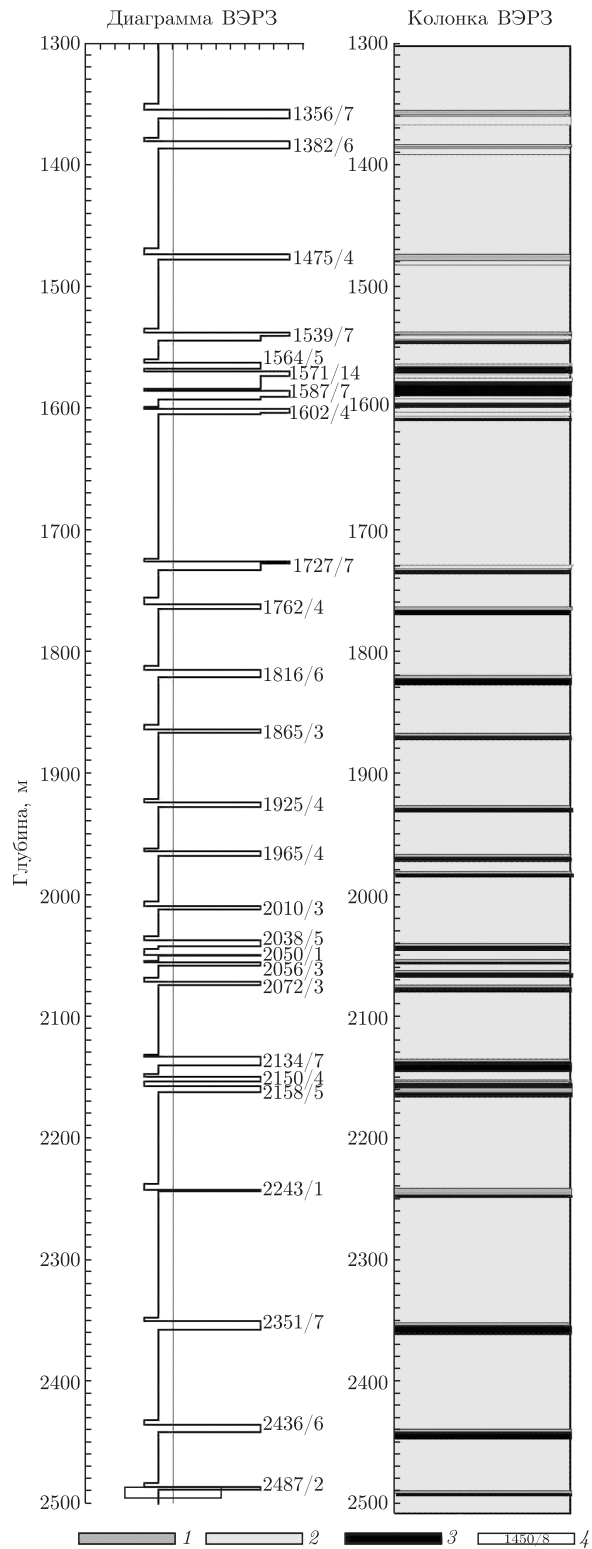


Рис. 2. Результаты ВЭРЗ в точке Ю-3 (интервал глубины 1300–2550 м) на участке Юльевской АТЗ:
 1 — АПП типа глины, алевролиты (экран); 2 — АПП типа газ; 3 — АПП типа нефть; 4 — глубина кровли/мощность пласта АПП

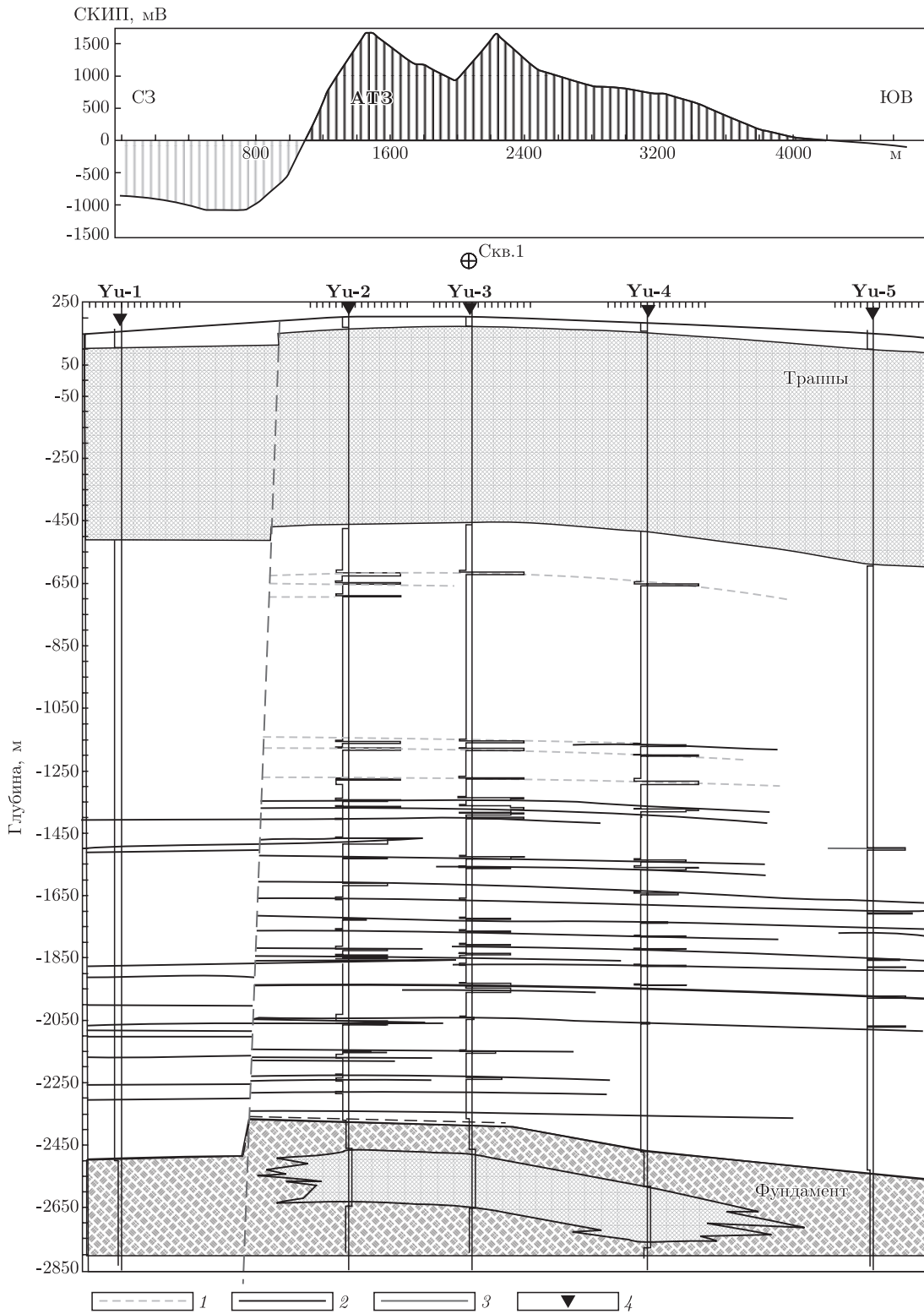


Рис. 3. Вертикальный разрез по профилю I-Ia через Юльевскую аномальную зону. 1 — АПП типа газ; 2 — АПП типа нефть; 3 — АПП типа битумы; 4 — пункты ВЭРЗ

$H = 9$ м (816–825 м), $H = 7$ м (1356–1363 м), $H = 6$ м (1382–1388 м); типа нефть: $H = 14$ м (1571–1585 м), $H = 6$ м (1816–1822 м), $H = 7$ м (2134–2141 м), $H = 7$ м (2351–2358 м).

Точка зондирования № 4 (рис. 3). Зона траптов мощностью 642 м зафиксирована на глубинах 28–670 м, в интервале 800–900 м выявлен пласт АП типа газ ($H = 6$ м). На глубинах 1300–2200 м выявлены АПП типа газ ($H = 20$ м) в верхней части разреза и типа нефть ($H = 55$ м). Наиболее мощные АПП типа газ по разрезу: $H = 6$ м (839–845 м), $H = 10$ м (1471–1481 м); типа нефть: $H = 7$ м (1354–1361 м), $H = 6$ м (1723–1729 м), $H = 6$ м (1748–1754 м).

Аномальная зона Юльевская-1 выделена в 2,0 км северо-восточнее от Юльевской АТЗ. Площадь аномалии совпала с аномальной зоной космогеофизических данных (см. рис. 1). Зондирование ВЭР не проводилось.

Наличие продуктивной залежи углеводородов на Юльевской площади будет зависеть от присутствия коллекторов в интервалах глубин, установленных АПП.

Тимофеевская АТЗ расположена в западной части Костанайской площади, в 12 км южнее пос. Тимофеевка, она частично выходит за ее пределы и является самой крупной для данной территории. По данным геоэлектрических исследований, зона “Тимофеевской” АТЗ частично совпала с аномальной зоной № 7, установленной по космогеофизическим данным. С восточной и западной сторон зона ограничена тектоническими нарушениями. Установлено общее направление падения кровли палеозойского фундамента в южном направлении. В центральной части АТЗ фиксируются локальные поднятия на фоне общего падения кровли фундамента.

В допалеозойских отложениях выделено два структурных этажа. В верхнем этаже выявлены пласты АПП типа газ, в нижнем — АПП типа нефть. В точке ВЭРЗ № 12 определена максимальная мощность АПП типа газ, в точке № 14 — максимальная величина суммарной мощности АПП типа нефть.

При проведении поисковых работ на газ, разведочная скважина может быть установлена в районе точки ВЭРЗ № 12, при поисковых исследованиях на нефть — в районе точки ВЭРЗ № 14.

Диевская АТЗ находится в 16 км севернее пос. Диевский. В зоне АТЗ выделено два интервала глубин, в пределах которых установлены пласты АП типа газ (верхний горизонт) и АП типа нефть. Значения аномалии монотонно возрастает с севера на юг. Диевская аномальная зона может быть обусловлена наличием тектонически экранированной ловушки УВ в допалеозойских отложениях. С южной стороны АТЗ экранируется тектоническим нарушением. При проведении разведочного бурения место заложения скважины может быть выбрано в районе точки ВЭРЗ № 16.

Аккудукская АТЗ расположена в северной части Костанайской площади, в 6,0 км севернее населенного пункта Аккудук. Она обусловлена, скорее всего, скоплением УВ в зоне тектонически экранированной ловушки. Предполагаемая залежь УВ вытянута вдоль тектонического нарушения и расположена в его северном крыле. Аномальная зона состоит из отдельных блоков. В пределах площади исследованы южный и центральный блоки. По результатам ВЭРЗ, максимальная мощность АПП типа нефть обнаружена в точке зондирования № 1. При проведении разведочного бурения место заложения скважины может быть выбрано в районе этой точки.

Харьковская АТЗ расположена в северной части Костанайской площади (северная окраина пос. Харьковка), простирается в северо-восточном направлении и прослеживается за пределы блока. Она может быть обусловлена наличием тектонически экранированных

ловушек УВ. В пределах АТЗ выделены одни из наиболее крупных по мощности АПП типа нефть в районе точки ВЭРЗ № 19. При приближении к тектоническому экрану мощность АПП увеличивается. Однако при заложении скважин близко к зоне тектонического нарушения есть вероятность попадания в зону вертикального диффузионно-миграционного потока УВ и ожидаемых результатов по притокам можно не получить. Для более точного определения места заложения скважин в зоне повышенной тектонической активности необходимо проведение более детальных геофизических исследований. По предварительным данным, наиболее перспективным местом для заложения разведочной скважины является участок в районе точки ВЭРЗ № 19.

Геоэлектрическими исследованиями на Костанайской площади выявлено и закартировано пять крупных и семь небольших аномалий типа залежь. В пределах крупных АТЗ зондированием ВЭР определены интервалы глубин залегания аномально поляризованных пластов типа газосодержащий пласт и нефтесодержащий пласт.

Наличие залежей углеводородов в пределах выделенных АТЗ будет зависеть от коллекторских свойств пород допалеозойских отложений в интервалах расположения установленных зондированием АПП.

Выявленные геоэлектрические аномалии можно разделить на три отдельные группы. Первую группу — газонефтяных АТЗ формируют Тимофеевская и Диевская аномальные зоны. В пределах этих аномалий установлено два горизонта АПП. Верхний горизонт (интервал 1500–2800 м) формируют АПП типа залежь газа, нижний горизонт (3250–3900 м) — АПП типа нефтяная залежь. Ко второй группе нефтяных АТЗ относятся Юльевская, Аккудукская и Харьковская аномальные зоны. Для этих аномалий АПП типа нефтесодержащие пласты установлены в интервале глубин 1400–2500 м. Третью группу газовых АТЗ формируют небольшие аномальные зоны, выявленные на Тимофеевской, Диевской и Аккудукской площадях.

Для бурения разведочных скважин до глубины 2500 м могут быть рекомендованы площади Юльевской, Аккудукской и Харьковской АТЗ. На Юльевской АТЗ рекомендуется заложить скважину в районе точки ВЭРЗ № 3, на Аккудукской — в районе точки ВЭРЗ № 1, на Харьковской — в районе точки ВЭРЗ № 19.

Бурение разведочных скважин до глубины 3500–3800 м целесообразно проводить на площадях Тимофеевской и Диевской АТЗ. Для первой АТЗ скважина может быть расположена в районе точки ВЭРЗ № 12, для второй — в районе точки ВЭРЗ № 16.

Геоэлектрические исследования на данном этапе работ носили рекогносцировочный характер. Главная цель работ заключалась в выявлении аномальных геоэлектрических зон, с которыми могут быть связаны залежи УВ, и определении местоположения первых разведочных скважин. В случае обнаружения залежей УВ, после завершения бурения скважин, рекомендуется провести детальные геоэлектрические исследования, а также другие геолого-геофизические работы на площадях, где имеются геоэлектрические аномалии.

Выполненные исследования на площади Костанайского нефтегазоперспективного блока еще раз продемонстрировали целесообразность применения технологии СКИП — ВЭРЗ прямых поисков УВ для рекогносцировочного обследования значительных по площади нефтегазоперспективных территорий. Возможность выполнения геоэлектрической съемки СКИП с движущегося автомобиля позволяет проводить такого рода обследования в сжатые сроки. В свою очередь, рекогносцировочные работы позволяют при минимальных затратах оперативно обнаруживать и выделять перспективные на нефть и газ участки, на которых целесообразно ставить детальные сейсмические и другие геофизические исследования,

а также в контурах которых следует размещать параметрические и разведочные скважины. Можно констатировать, что выполнение этапа рекогносцировочных исследований будет способствовать существенному повышению эффективности геолого-геофизических исследований на нефть и газ в целом, с одной стороны, а также увеличению информативности и содержательности таких исследований — с другой.

Технологию СКИП — ВЭРЗ целесообразно применять на этапе заверки и разбраковки перспективных на УВ участков, выделенных по данным дистанционного зондирования.

1. Ковалев Р. П. Микролептонная космогеологическая разведка полезных ископаемых // Авиац. и аэрокосм. журн. “Самолет”. – 1997. – № 4./5. – С. 11–13.
2. Ковалев Р. П., Охатрин А. Ф., Пономарев В. А. и др. Опыт РАО “Газпром” по микролептонной космогеологической разведке месторождений углеводородов // Сб. тр. первого учеб.-презентац. сем. “Геоинформатика в нефтегазовой отрасли”. – Москва, 1998. – С. 135–136.
3. Левашов С. П., Самсонов А. И., Якимчук Н. А. и др. Использование геоэлектрических методов при проведении рекогносцировочных исследований на нефть в Западном Казахстане // Геоинформатика. – 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.

*Институт прикладных проблем экологии,
геофизики и геохимии, Киев
Центр менеджмента и маркетинга
в области наук о Земле Института
геологических наук НАН Украины, Киев
Институт геофизики им. С. И. Субботина
НАН Украины, Киев
Кустанайская поисково-съемочная экспедиция,
Кустанай, Республика Казахстан
Карагандинский завод асбестоцементных изделий,
Актау, Республика Казахстан*

Поступило в редакцию 13.07.2006