

## О ВОЗМОЖНОСТИ КАРТИРОВАНИЯ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОДАХ

© С.П. Левашов<sup>1</sup>, Н.А. Якимчук<sup>2</sup>, И.Н. Корчагин<sup>3</sup>, Д.В. Разин<sup>4</sup>, А.Т. Юзленко<sup>4</sup>, 2010<sup>1</sup>*Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии, Киев, Украина*<sup>2</sup>*Центр менеджмента и маркетинга в области наук о Земле ИГН НАН Украины, Киев, Украина*<sup>3</sup>*Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Киев, Украина*<sup>4</sup>*ГП “Дирекция”, Кировоградская область, Украина*

The practical experience of experimental application in 2009 of untraditional geoelectric methods of forming short-pulsed electromagnetic field (FSPEF) and vertical electric-resonance sounding (VERS) (FSPEF-VERS express-technology) on the local area of Novokonstantinovskaya fracture zones within Ukrainian crystalline shield are given. The three anomalous geoelectric zones of 3.2 km<sup>2</sup> area of gas (gas-condensate) type were revealed and mapped on investigation area by FSPEF method survey. The bedding depths of the anomalous polarized layers (APL) of gas and gas-condensate type were determined by VERS sounding. The anomalous zones are fixed along the general tectonic fractures. The revealed APL of gas and gas-condensate type in vertical cross-section are parallel to the tectonic fractures. The optimal places for the degassing borehole locations were delineated according to the measurement data by the FSPEF–VERS methods. The local anomalous zone of “uranium mineralization area” type was revealed and mapped by FSPEF method survey with the special antenna using. The experiment results testify of practical possibility of the FSPEF–VERS technology using for the hydrocarbon accumulations exploration and prospecting in tectonically fractured zones of crystalline basement, as well as they are one more solid argument for the practicability of more broad using of FSPEF–VERS methods in geological prospecting process for oil and gas.

**Keywords:** geoelectric survey, electric-resonance sounding, deposit type anomaly, gas, gas-condensate, uranium mineralization, hydrocarbon accumulation, fracture zone, crystalline massif, basement.

**Введение.** В последнее время наблюдается определенный прогресс в развитии и применении для поисков и разведки скоплений углеводородов (УВ) классических электрических и электромагнитных технологий, а также нетрадиционных методов, в том числе легких и мобильных геоэлектрических. К последним относится оригинальная экспресс-технология, включающая в себя геоэлектрические методы становления короткоимпульсного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) (технология СКИП–ВЭРЗ), которая прошла широкую апробацию на известных месторождениях УВ в Украине, Республике Казахстан, России [3–9, 12]. Еще один практический пример ее применения для оперативного подтверждения перспектив газоносности локального участка разломной зоны показывает, какие возможности может предоставить интеграция в традиционно используемый комплекс геолого-геофизических методов поисков нефти и газа мобильной геофизической (геоэлектрической) технологии.

Ниже представлены и анализируются результаты экспериментальных геоэлектрических работ в пределах Новокопстантиновской зоны разломов, расположенной в пределах Кировоградского рудного района [1, 10, 11]. Опытные наземные поле-

вые работы на отдельном участке этого тектоно-структурного элемента района проведены в сентябре 2009 г.

Основная цель выполненных экспериментальных исследований – проведение наземных геоэлектрических работ методами СКИП и ВЭРЗ для обнаружения и картирования возможных скоплений газа и газоконденсата на отдельных участках Новокопстантиновской зоны разломов. Основные геологические задачи: а) обнаружение и картирование геоэлектрических аномальных зон типа “залежь” (“залежь УВ”) в пределах разломной зоны по данным съемки СКИП; б) выделение в разрезе, а также определение глубин залегания и мощностей аномально поляризованных пластов (АПП) типа “газ” и “газоконденсат” по данным ВЭРЗ в пределах закартированных аномалий типа “залежь”; в) оценка возможности применения методов СКИП и ВЭРЗ для обнаружения и картирования зон уранового оруденения, а также определения глубин залегания и мощностей отдельных рудных тел; г) оценка возможностей и перспектив применения геоэлектрических методов СКИП и ВЭРЗ для поисков скоплений нефти и газа в кристаллических массивах и в разломных зонах кристаллического фундамента.

В основе проведения поисковых работ на газ и газоконденсат в Новоконстантиновской зоне разломов лежит следующее.

1. В одном из отчетов производственной организации, в разделе “Горно-геологические и горно-технические условия разработки месторождения” изложены такие факты.
- А. “Опыт по проведению детальной разведки и последующей эксплуатации урановых месторождений в Кировоградском рудном районе (КРР) позволяет сделать вывод, что все известные месторождения [1, 11] находятся в аналогичных условиях по обводненности, трещиноватости, составу руд и форме залегания рудных тел. Рудные и рудовмещающие массивы сложены крепкими скальными породами. Рудные залежи приурочены к крутопадающим линейно или кулисообразно вытянутым тектоническим нарушениям, имеющим повышенную трещиноватость и обводненность по сравнению с отдельными слаботрещиноватыми и монолитными блоками. Рудоконтролирующие и другие тектонические трещиноватые зоны разуплотнения в КРР с помощью бурения глубоких параметрических скважин были встречены на глубинах до 2–3,5 км от поверхности. Углы падения некоторых разломов 55–60°. Изучение глубинных тектонических разломов показало, что эти разуплотненные структуры являются коллекторами не только трещинных вод рассолов на больших глубинах, но и растворенных в воде газов”.
- Б. “Во время проведения горных работ при детальной разведке центрального месторождения было зафиксировано возгорание метана после отпалки забоя ствола одной из шахт, когда опережающей скважиной была вскрыта тектоническая зона на глубине 100 м от поверхности”.
- В. “На шахте в пределах участка работ также было зафиксировано газопроявление метана с возгоранием в опережающей скв. 25т на горизонте –300 м, на отметке 501 м глубины центрального штрека. Здесь его миграция и накопление произошли в секущем разломе. После отпалки забоя наблюдалось возгорание в опережающей технической горизонтальной скважине диаметром 105 мм, пробуренной в тектоническое нарушение с целью изучения его обводненности. Водоприток из скважины составлял 1,8 м<sup>3</sup>/ч, сечение скважины было только на половину заполнено водой, в верхней части скважины произошло внутреннее возгорание безнапорной газовой струи, которая через некоторое время потухла. Последующие замеры прибором показали содержание метана непосредственно у скважины до 6 %. На расстоянии 6 м от забоя при работающем вентиляторе прибор метан не улавливал, хотя в верхней части скважины, не

заполненной водой, визуально наблюдался газовый конденсат в виде тумана и ощущался также запах сероводорода”.

- Г. “При проведении горно-буровых работ отмечалось выделение из воды сероводорода, который ощущался по характерному запаху и выделению пузырьков, в нисходящих самоизливающихся скважинах, пересекающих крутопадающие Западный и Секущий разломы”.
- Д. “В процессе эксплуатации месторождения, при подходе к глубинным тектоническим зонам, следует проводить бурение опережающих скважин с целью определения не только обводненности, но и газоносности, для чего в устье скважины необходимо с помощью газоизмерительных приборов производить замеры содержания газов”.
2. В 2008 г. “дистанционными исследованиями в границах Новоконстантиновского месторождения идентифицированы крупные скопления газа и газового конденсата под Новоконстантиновской рудной зоной, определены конкретные контуры и примерные объемы скоплений газа на глубинах 2350–2450 м и газового конденсата на глубинах 2450–2550 м. Установлено, что поступление газа и газового конденсата к рудным телам происходит по глубинному секущему разлому” [2].

Основанием для применения экспресс-технологии СКИП–ВЭРЗ на Новоконстантиновском месторождении послужили практические результаты опытной апробации технологии в 2001–2008 гг. [3–9, 12] в различных регионах Украины, Республики Казахстан, России. Они свидетельствуют, что технология СКИП–ВЭРЗ может успешно применяться при поисках и разведке скоплений углеводородов (газа, газоконденсата, нефти) в различных тектонических и геологических условиях:

- а) наземной съемкой методом СКИП в автомобильном и пешеходном вариантах уверенно фиксируются и оконтуриваются геоэлектрические аномальные зоны типа “залежь”, что позволяет выделять наиболее перспективные участки для детального изучения сейсморазведкой 3D и другими геофизическими методами, а также определять места заложения скважин;
- б) вертикальным электрорезонансным зондированием в пределах контуров аномалий типа “залежь” выделяются аномально поляризованные пласты типа “нефть”, “газ”, “газоконденсат”, а также структурно-тектоническая граница типа “кровля фундамента” и другие опорные геоэлектрические горизонты;
- в) исследования в пределах Коростенского плутона продемонстрировали возможность изучения методами СКИП и ВЭРЗ внутренней структуры кристаллических массивов (выделе-

ние нарушенных и раздробленных зон и относительно стабильных участков) [4];

- г) опытные геоэлектрические работы на трех угольных шахтах Донбасса свидетельствуют, что технология СКИП–ВЭРЗ может использоваться для оперативного обнаружения и картирования зон повышенной газонасыщенности углей и вмещающих пород [3, 6, 7];
- д) на золоторудном месторождении показана принципиальная возможность применения геоэлектрических методов для картирования рудных тел [5].

**Результаты работ.** Основная задача экспериментальных исследований заключалась в определении и картировании аномальных геоэлектрических зон, обусловленных скоплениями газа и газоконденсата, наличие которых установлено при проходке шахтных выработок и опережающего бурения. Съемкой методом СКИП выделялись и картировались аномальные зоны, обусловленные скоплениями газа и газоконденсата (АТЗг и АТЗгк). Зондированием ВЭРЗ в разрезе определялись аномально поляризованные пласты типа “газ” и “газоконденсат” (АППг и АППгк).

По данным съемки СКИП на небольшом участке работ в пределах Новокозантиновской зоны разломов выделено три геоэлектрические аномальные зоны, которые могут быть обусловлены скоплениями газа и газоконденсата в зонах дробления гранитоидов. Закартированные аномальные зоны получили условные названия – Южная, Западная и Центральная (рис. 1).

АТЗ “Южная” расположена на южном продолжении Восточного и Сиенитового разломов, ее площадь порядка 1,1 км<sup>2</sup>. Не исключается продолжение этой зоны в южном направлении. В пределах зоны выполнено зондирование на станциях v01, v03, v04, v05, v07 (профиль 4).

АТЗ “Западная” закартирована вдоль Западного и Секущего разломов, ее площадь 1,8 км<sup>2</sup>. Зону пересекают профили зондирования 2–5 (станции v14–v16, v8–v10, v19–v21) (рис. 2, 3).

АТЗ “Центральная” зафиксирована вдоль Восточного и Сиенитового разломов, ее площадь порядка 0,3 км<sup>2</sup>. На отметках –300 м в пределах аномалии находится горная выработка шахты. В зоне на профиле 3 расположена станции зондирования v17, v18 (рис. 4).

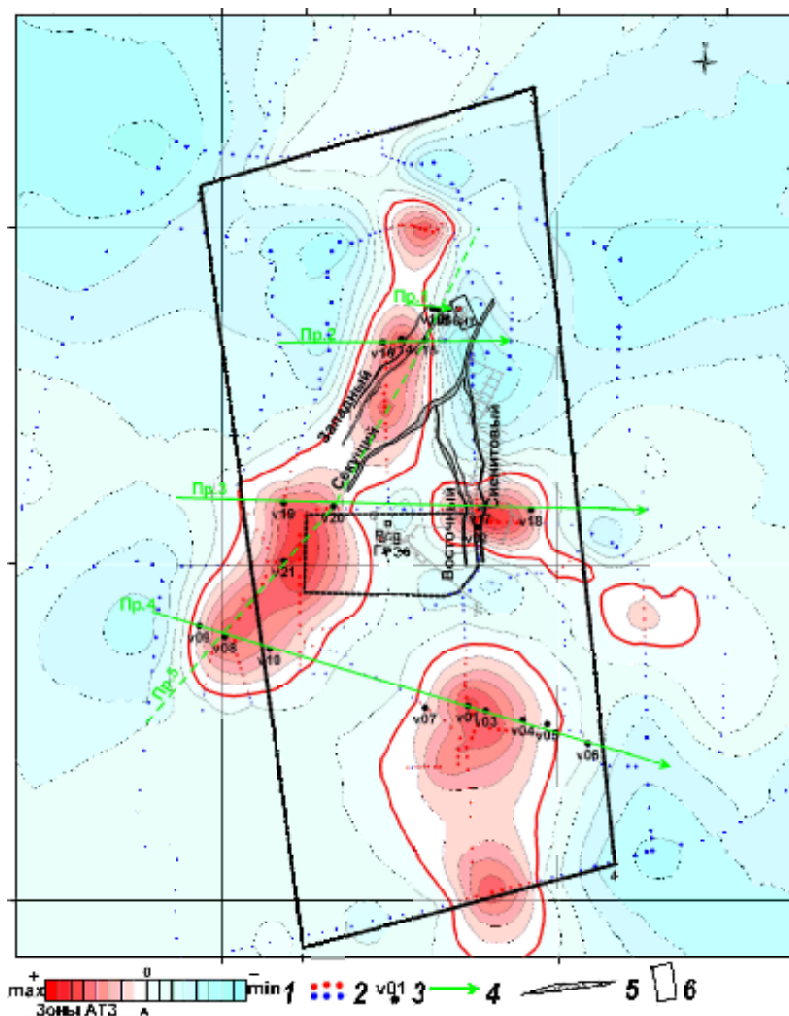


Рис. 1. Карта аномалий типа “залежь УВ” на площади работ: 1 – шкала интенсивности аномалий; 2 – отдельные пункты съемки СКИП; 3 – пункты ВЭРЗ; 4 – линии разрезов; 5 – зоны тектонических нарушений на поверхности фундамента; 6 – контуры участка работ

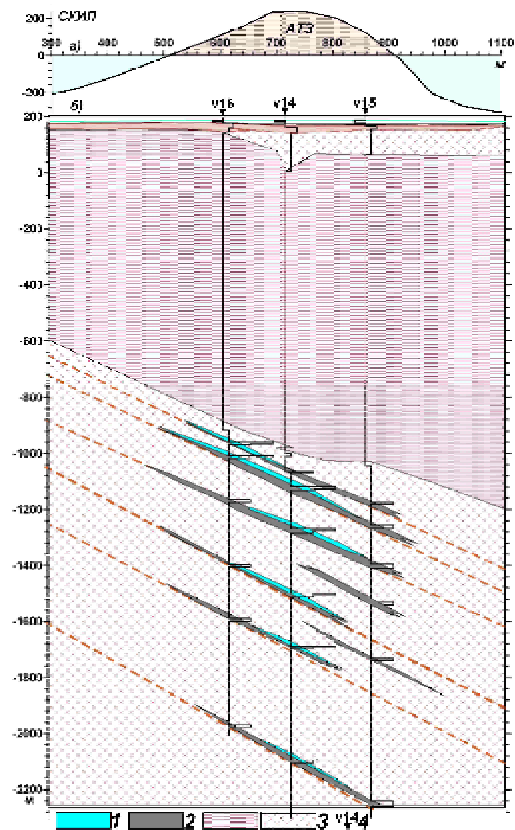


Рис. 2. Вертикальный разрез геоэлектрической аномальной зоны типа “залежь”, профиль 2: 1 – АПП типа “газ”; 2 – АПП типа “газоконденсат”; 3 – гранитоиды; 4 – пункты ВЭРЗ

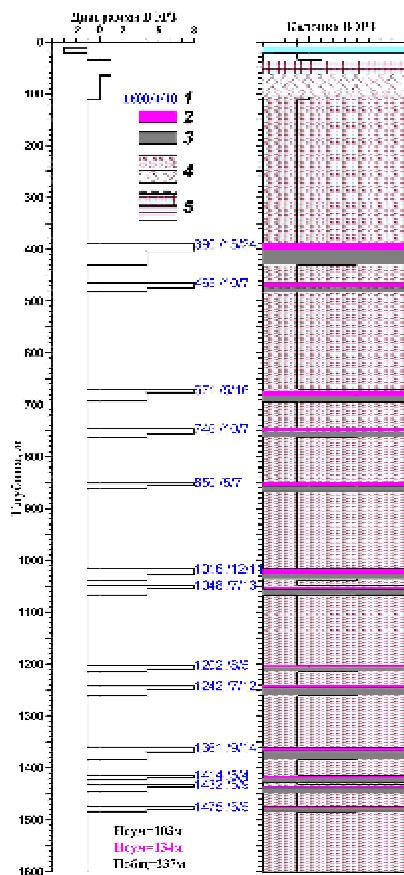


Рис. 3. Результаты ВЭРЗ в точке v21, профиль 5: 1 – глубина до кровли пласта/мощность АППг/мощность АППк; 2 – АППг; 3 – АППк; 4 – гранитоиды; 5 – зоны дробления, тектонические нарушения, зоны метасоматоза

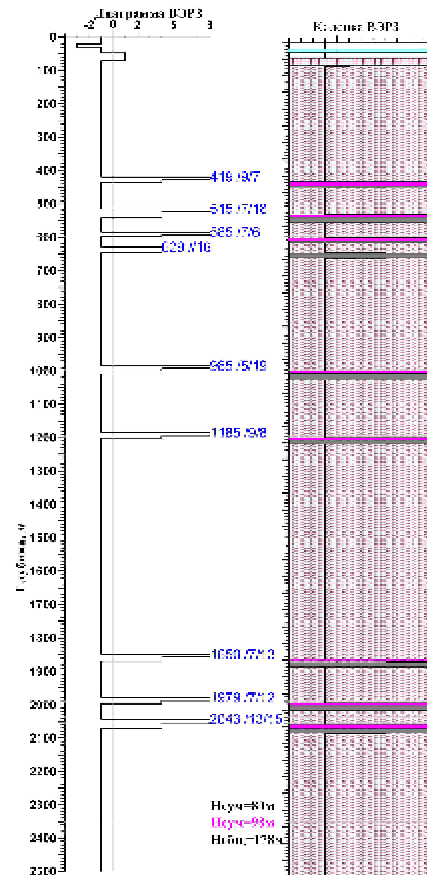


Рис. 4. Результаты ВЭРЗ в точке v17, профиль 3. Условные обозначения см. на рис. 3

*Результаты зондирования ВЭРЗ на участке работ*

Пункт ВЭРЗ	Высота GPS, м	Интервалы глубин, м	АППгк, м	АППг, м	АППг+гк, м	Номер профиля
v1	194	1420–1775	89	6	95	4
v3	211	1500–2060	60	7	67	4
v4	214	2230–2350	52	8	60	4
v5	211	1420–2430	23	28	51	4
v6	220	1890–2440	7	–	7	4
v7	208	1340–1650	9	4	14	4
v8	171	550–1700	84	52	136	4
v9	187	1350–1550	8	12	20	4
v10	196	600–1770	14	16	30	4
v11	194	65–260	–	–	135	1 (руда)
v12	196	97–262	–	–	165	1 (руда)
v13	191	98–430	–	–	229	1 (руда)
v14	200	1260–2300	30	40	70	2
v15	199	1370–1949	69	–	69	2
v16	195	1150–2170	56	6	62	2
v17	211	420–2070	80	98	178	3
v18	215	710–2380	190	25	215	3
v19	191	450–1465	90	102	192	3
v20	200	955–1790	90	51	141	3
v21	183	390–1485	103	134	237	5

По отдельной карте аномальной геоэлектрической зоны типа “газопроявления” на отметках заложения горной выработки (–300 м) участки максимального газонасыщения могут быть выявлены в зонах дробления между Секущим и Сиенитовым разломами.

Результаты вертикального зондирования представлены в виде вертикальных диаграмм и колонок и вертикальных разрезов по профилям 2–5. Основные параметры (мощности, глубины залегания) аномально поляризованных пластов АППг и АППгк по данным зондирования ВЭРЗ сведены в таблицу.

Согласно корреляционным разрезам по профилям 2–5 (рис. 2) общее падение пластов АПП восточное. Угол падения пластов 50°–55°, что соответствует углам падения тектонических трещин и разломов для данного гранитного массива. Скорее всего, ловушками УВ на участке работ, в основном, являются оперяющие тектонические разломы, трещины и зоны дробления гранитных пород. Коллекторами могут быть рыхлые выветрелые породы, заполняющие трещины и зоны дробления. Экранами для ловушек могут служить участки плотно закальматированных трещин. Ширина отдельных выветренных зон достигает 10–15 м.

По данным зондирования, для поиска и добычи газа (газоконденсата) наиболее перспективны зоны АТЗ “Западная” и “Центральная”.

В АТЗ “Западная” перспективная площадь расположения буровых скважин для дегазации разреза находится между станциями ВЭРЗ v19 – v20 – v21. Рекомендуемая глубина бурения – до 1790 м (см. рис. 3).

В АТЗ “Центральная” площадь расположения дегазационной скважины может находиться между

станциями ВЭРЗ v17 – v18. Рекомендуемая глубина бурения – до 2300 м (рис. 4).

**Обнаружение и картирование зон уранового оруденения.** В период проведения геоэлектрических работ с целью выделения и картирования участков скопления газа и газоконденсата была также опробована отдельная модификация технологии СКИП–ВЭРЗ, предназначенная для обнаружения и картирования зон уранового оруденения по площади и определения глубин залегания и мощностей отдельных рудных тел в разрезе. В процессе проведения такого рода работ были экспериментально подобраны соответствующие характеристики приемной антенны и частоты резонансного отклика от зоны залегания урановых руд. По данным экспериментальной съемки методом СКИП построена региональная карта геоэлектрической аномалии, обусловленной зоной уранового оруденения в пределах участка работ (рис. 5).

Съемкой СКИП выявлена и закартирована локальная аномалия типа “зона уранового оруденения” (рис. 6), в пределах которой выполнено вертикальное зондирование по профилю 1 (рис. 7, 8). Глубины залегания и мощности рудных тел в отдельных точках зондирования приведены в таблице. Закартированная локальная зона возможного скопления руды не разбурена. Наличие рудных залежей в пределах закартированной аномалии подтверждается также методом ядерно-магнитного резонанса [2].

**Выводы и рекомендации.** В результате геофизических работ на локальном участке Новоконстантиновской зоны разломов обнаружены и закартированы три аномальные геоэлектрические зоны типа “залежь газа” (“залежь конденсата”): АТЗ “Южная” (1,1 км<sup>2</sup>), АТЗ “Западная” (1,8 км<sup>2</sup>),

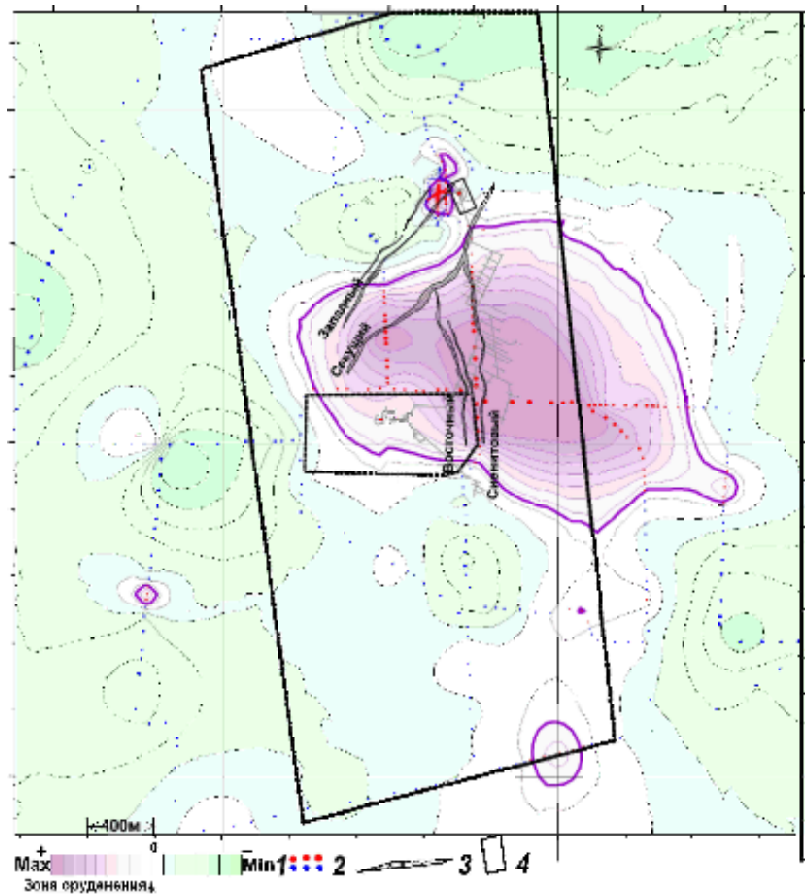


Рис. 5. Карта аномалий типа “зоны уранового оруденения” на площади работ: 1 – шкала интенсивности поля СКИП; 2 – отдельные точки измерений поля СКИП; 3 – зоны разломов в фундаменте; 4 – контуры участка работ

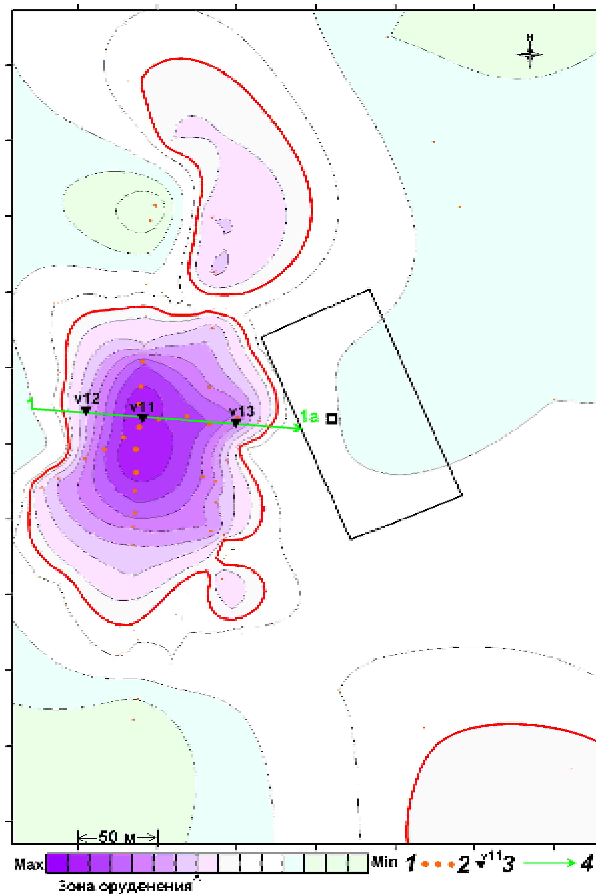


Рис. 6. Локальная аномалия типа “зона уранового оруденения” на площади работ: 1 – шкала интенсивности аномалий; 2 – отдельные пункты съемки СКИП; 3 – пункты ВЭРЗ; 4 – линия разреза



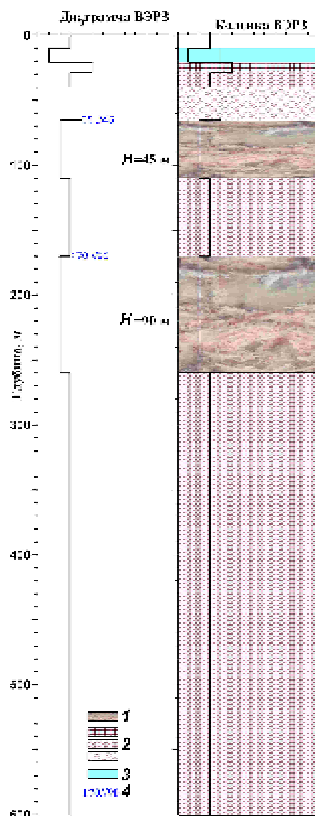


Рис. 7. Результаты ВЭРЗ в точке v11, профиль 1: 1 – зоны АПП типа “урановое оруденение”; 2 – гранитоиды; 3 – обводненный горизонт; 4 – глубина до кровли пласта/мощность, м

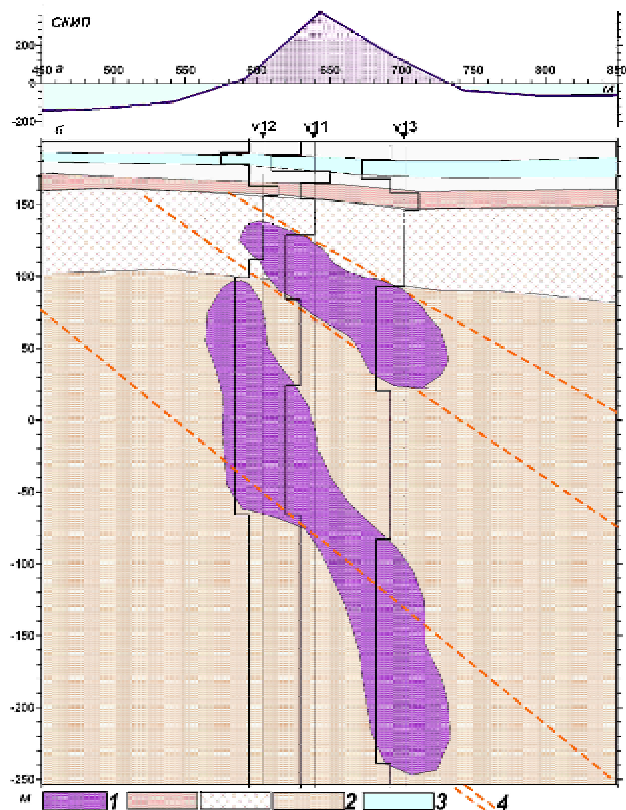


Рис. 8. Вертикальный разрез аномальной зоны типа “урановое оруденение”, профиль 1: 1 – зоны АПП типа “урановое оруденение”; 2 – гранитоиды; 3 – обводненный горизонт; 4 – тектонические нарушения

АТЗ “Центральная” (0,3 км<sup>2</sup>) (см. рис. 1). Аномальные зоны фиксируются вдоль основных тектонических нарушений. В вертикальном разрезе выделенные АПП типа “газ” и “газоконденсат” располагаются параллельно тектоническим нарушениям (рис. 2).

Можно предположить, что ловушками УВ (газа, газоконденсата) являются оперяющие тектонические разломы и трещины в гранитных породах. Коллекторами могут быть рыхлые выветрелые породы, заполняющие трещины и зоны дробления. Экраном для ловушек могут служить участки плотно закальматированных трещин.

Основные глубины размещения зон скопления газа – от 500 до 2300 м. В результате работ выделены оптимальные места для расположения скважин по дегазации горных выработок.

Наиболее перспективные места для заложения дегазирующих скважин по геоэлектрическим данным – это участки в районе пунктов зондирования между станциями ВЭРЗ v19 – v20 – v21 (АТЗ “Западная”) (см. рис. 3) и v17 – v18 (АТЗ “Центральная”) (см. рис. 4).

1. Геоэлектрические исследования проводились комплексом методов СКИП и ВЭРЗ. По полученным данным геоэлектрических измерений построены:

а) карта аномальных зон типа “залежь” (газа, газоконденсата) участка работ по данным

съемки методом становления короткоимпульсного поля (рис. 1);

- б) карта геоэлектрических аномальных зон типа “газопроявление” по горизонту –300 м в районе горных выработок шахты;
- в) карта геоэлектрических аномальных зон типа “зоны оруденения” на площади работ (рис. 5) и локальном участке (рис. 6);
- г) графики диаграмм и колонки ВЭРЗ в 20 пунктах зондирования (рис. 3, 4, 7);
- д) вертикальные геоэлектрические разрезы ВЭРЗ по пяти профилям (рис. 2, 8).

2. Зона АТЗ “Западная” закартирована съемкой СКИП в районе Западного и Секущего разломов, АТЗ “Центральная” – вдоль Восточного и Сиенитового разломов, АТЗ “Южная” – на продолжении Восточного и Сиенитового разломов (рис. 1). Вполне вероятно, что такие же аномальные зоны могут быть обнаружены и за пределами локального участка работ – на всем протяжении Новоконстантиновской зоны разломов. Геоэлектрическая аномальная зона типа “газопроявления” на глубинах заложения горной выработки (–300 м) свидетельствует, что участки максимального газонасыщения могут быть выявлены бурением в зонах дробления между Секущим и Сиенитовым разломами.

3. Согласно результатам ВЭРЗ (таблица, рис. 2–4), максимальные мощности аномально поля-

ризованных пластов типа “газ” и “газоконденсат” зафиксированы в пределах АТЗ “Западная” и “Центральная”. В точке ВЭРЗ v21 суммарная мощность АПП типа “газ” и “конденсат” достигает 237 м. В целом зондированием ВЭРЗ АПП типа “газ” и “конденсат” установлены на площади работ в интервале глубин 420–2375 м.

4. Опытными работами в пределах рудных залежей урана подобраны соответствующие характеристики приемной антенны и резонансные частоты, что в целом дает возможность обнаруживать и картировать съемкой методом СКИП аномальные зоны типа “урановое оруденение”, а зондированием ВЭРЗ определять глубины залегания и мощности аномально поляризованных пластов типа “урановая залежь” (рис. 5–8, таблица).
5. Учитывая установленные факты обнаружения газа опережающим бурением в горных выработках, а также положительные, в целом совпадающие с данными методов СКИП и ВЭРЗ результаты исследований методом ядерно-магнитного резонанса, можно с высокой степенью вероятности утверждать, что выявленные методом ВЭРЗ аномально поляризованные пласты типа “газ” и “газоконденсат” связаны со скоплениями УВ в трещиноватых зонах кристаллического массива.
6. В целом в результате полевых работ оперативно получен значительный объем новой (дополнительной) информации, которая свидетельствует о целесообразности бурения дегазирующих скважин и позволяет определить оптимальные места их заложения. Решающие факторы в пользу этого: а) наличие разломов и зон дробления в разрезе на площади работ; б) наличие АТЗ над отдельными участками разломных зон; в) наличие пачки АПП типа “газ” и “газоконденсат” в разрезе в пределах закартированных аномалий типа залежь. Весомое доказательство целесообразности бурения дегазирующей скважины – наличие АТЗ “Центральная” в пределах горных выработок шахтного поля.
7. Наземная съемка методом СКИП, а также метод ВЭРЗ могут эффективно использоваться для оперативного выбора мест оптимального заложения дегазирующих, параметрических, разведочных и эксплуатационных скважин.
8. Результаты опытных геоэлектрических работ на локальном участке Новокоптяновской зоны разломов показали, что технология СКИП–ВЭРЗ может успешно применяться при поисках и разведке скоплений УВ в тектонически нарушенных (разломных) зонах кристаллического фундамента. Для авторов исследований вполне очевидно, что методами СКИП и ВЭРЗ на площади такого рода струк-

тур могут эффективно решаться те же задачи, которые неоднократно решались при поисках УВ в осадочных бассейнах на территориях Республики Казахстан, Украины, России. В частности:

- а) наземной съемкой методом СКИП в автомобильном и пешеходном вариантах уверенно фиксируются и оконтуриваются геоэлектрические аномальные зоны типа “залежь”, что позволяет выделять наиболее перспективные участки для детального изучения, а также определять места оптимального заложения (в окрестностях максимальных значений аномалий СКИП) дегазационных, разведочных, параметрических и эксплуатационных скважин;
  - б) методом ВЭРЗ в пределах контуров аномалий типа “залежь” выделяются аномально поляризованные пласты типа “нефть”, “газ”, “газоконденсат”, а также структурно-тектоническая граница типа “маркирующий геоэлектрический горизонт”. На диаграммах зондирования фиксируются и другие пласты положительной и отрицательной поляризации. В случае выполнения процедуры привязки отдельных интервалов диаграмм зондирования к конкретным комплексам пород, которая может выполняться по данным ВЭРЗ в непосредственной близости к задокументированным параметрическим скважинам, последние (комплексы пород) могут уверенно прослеживаться по площади. Отметим также, что за пределами контуров аномалий типа “залежь” зондированием ВЭРЗ АПП типа “нефть” и “газ” не выделяются. Таким образом, методы СКИП и ВЭРЗ эффективно дополняют друг друга.
9. Включение технологии СКИП–ВЭРЗ в комплекс геолого-геофизических методов поисков и разведки скоплений УВ как в нефтеносных осадочных бассейнах, так и в разломных зонах кристаллического фундамента и на отдельных участках кристаллических массивов будет способствовать повышению эффективности геолого-геофизических работ на нефть и газ в целом.
  10. Карты аномалий типа “залежь”, геоэлектрические разрезы, а также диаграммы и колонки ВЭРЗ, построенные по данным геоэлектрических исследований, позволяют сопоставить полученные данные с имеющимися материалами выполненных геолого-геофизических исследований и объективно оценить как информативность и ценность полученной новой геолого-геофизической информации, так и эффективность и конкурентоспособность технологии СКИП–ВЭРЗ при решении нефтега-



зопоисковых задач в различных геолого-тектонических условиях.

11. Авторы также неоднократно констатировали, что технология СКИП–ВЭРЗ изначально разрабатывалась исключительно экспериментальным путем, т. е. в процессе повсеместного выполнения экспериментальных измерений во время проведения полевых работ с целью решения конкретных практических задач. Ее дальнейшее становление и совершенствование осуществляются в соответствии с этим же сценарием. По результатам проведенных работ на Новокоптяковском месторождении урановых руд важными для дальнейшего становления технологии СКИП–ВЭРЗ можно считать следующие принципиальные аспекты:
- а) получено убедительное подтверждение возможности применения технологии СКИП–ВЭРЗ для обнаружения и картирования коллекторов и скоплений УВ в разломных зонах кристаллического фундамента, а также в пределах отдельных кристаллических массивов;
  - б) показана принципиальная возможность использования методов СКИП и ВЭРЗ для “прямых” поисков урановых руд: площадная съемка методом СКИП позволяет выявлять и картировать геоэлектрические аномальные зоны типа “зона уранового оруденения”, а зондирование ВЭРЗ дает возможность в пределах закартированных аномальных зон определять глубины залегания и мощности аномально поляризованных пластов типа “урановая залежь”;
  - в) факт удовлетворительного совпадения данных, полученных методами СКИП и ВЭРЗ, с данными метода ядерно-магнитного резонанса указывает на целесообразность комплексирования этих методов для повышения эффективности и информативности геолого-геофизических исследований при поисках скоплений нефти и газа, зон уранового оруденения, водоносных коллекторов;
  - г) закартированные методом СКИП аномалии типа “залежь газа (газоконденсата)”, а также установленные в разрезе зондированием ВЭРЗ аномально поляризованные пласты типа “газ” и “газоконденсат” в разломной зоне кристаллического массива (в пределах Украинского щита!) можно считать дополнительным и весомым аргументом в пользу глубинного происхождения УВ.
12. Для дальнейшего развития и окончательного становления технологии СКИП–ВЭРЗ важно следующее, экспериментально установленное при проведении полевых работ обстоятельство. Так, до проведения работ в пределах Новокоптяковской зоны разломов площадной

съемкой методом СКИП выявлялись и картировались, в основном, геоэлектрические аномалии типа “залежь УВ” (нефти, газа, газоконденсата) и “подземный водный поток” (“водоносный горизонт”). Технические и методические особенности поисков залежей УВ и водоносных коллекторов (подземных водных потоков) отработаны в процессе многолетних экспериментальных исследований при решении конкретных нефтепоисковых задач и оперативных задач приповерхностной геофизики в различных регионах мира. В полевых условиях на участке развития ураносодержащих пород и минералов целенаправленно подобраны такие характеристики приемных антенн и диапазоны частот генераторных импульсов, которые позволили впервые выявить и закартировать съемкой СКИП геоэлектрическую аномалию типа “зона уранового оруденения”, обусловленную, в основном, залежами урановых руд. Можно констатировать, что в полевых условиях разработана модификация геоэлектрического метода СКИП для “прямых” поисков залежей урановых руд.

Более того, положительный результат подбора параметров приемных антенн и оптимальных диапазонов частот для выявления урановых руд свидетельствует о принципиальной возможности целенаправленного подбора такого же рода характеристик и для прямых поисков других рудных минералов и пород: железа, золота, алмазов, титана, алюминия и т. д. Практический опыт подобного подбора имеется: можно констатировать, что методические и технические вопросы создания отдельных модификаций метода СКИП для прямых поисков рудных минералов и пород отработаны в полной мере. Это *исключительно важное обстоятельство открывает широкие перспективы для применения технологии СКИП–ВЭРЗ в рудной геофизике.*

13. Бытует мнение, что в настоящее время практически любая техническая задача может быть решена. *Для этого необходимо только достаточное количество времени и финансовых ресурсов.* Указанное можно считать справедливым и в отношении решения таких важных практических задач, как обеспечение Украины собственными энергетическими ресурсами (нефтью, газом, урановым сырьем). Результаты выполненных в 2009 г. исследований методами СКИП и ВЭРЗ в различных регионах Украины (в том числе на площади локального участка Новокоптяковской зоны разломов), России и Монголии убедительно свидетельствуют, что содействовать решению перечисленных выше задач может активное применение оперативных и мобильных техно-

логий “прямых” поисков и разведки скоплений УВ (в том числе экспресс-технологии СКИП–ВЭРЗ). Авторы уверены, что включение такого рода технологий в традиционный комплекс поисковых геолого-геофизических методов будет способствовать как минимизации финансовых затрат на решение различных задач, так и существенному сокращению времени на их практическую реализацию.

1. *Бакаржиев А.Х., Макивчук О.Ф., Низовский В.Н.* Кировоградский урановорудный район Украины // *Отечеств. геология.* – 1995. – № 6. – С. 45–54.
2. *Ковалев Н.И., Гох В.А., Солдатова С.В., Лямцева И.В.* Использование дистанционного геологического комплекса “Поиск” для обнаружения и оконтуривания углеводородных месторождений // *Геоинформатика.* – 2009. – № 3. – С. 83–87.
3. *Левашов С.П., Гуня Д.П., Якимчук Н.А. и др.* О возможности прогнозирования зон повышенной газонасыщенности углей и вмещающих пород геоэлектрическими методами // *Докл. НАН Украины.* – 2002. – № 10. – С. 118–122.
4. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Пищаный Ю.М.* Изучение строения кристаллического массива геоэлектрическими методами в восточной части Коростенского плутона // *Геоинформатика.* – 2005. – № 4. – С. 20–23.
5. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Пищаный Ю.М.* Возможности геоэлектрических методов при поисках и разведке объектов с рудной минерализацией // *Наук. вісн. НГУ.* – 2005. – № 9. – С. 69–72.
6. *Левашов С.П., Антипов И.В., Дегтярь Р.В. и др.* Определение и картирование зон повышенного содержания метана в пределах шахтного поля шахты Суходольская-Восточная / *Геофизика XXI столетия: 2006 год.* Сб. тр. Восьмых геофиз. чтений имени В.В. Федынского (2–4 марта 2006 г., Москва). – Тверь: ООО “Изд-во ГЕРС”, 2007. – С. 410–415.
7. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н. и др.* Обнаружение и картирование геоэлектрическими методами зон повышенного газонасыщения на угольных шахтах // *Геофизика.* – 2006. – № 2. – С. 58–63.
8. *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.* – № 1. – С. 31–43.
9. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Червоный Н.П.* Экспресс-технология прямых поисков и разведки скоплений углеводородов геоэлектрическими методами // *Нефт. хоз-во.* – 2008. – № 2. – С. 28–33.
10. *Старостенко В.И., Казанский В.И., Дрогицкая Г.М. и др.* Связь поверхностных структур Кировоградского рудного района (Украинский щит) с локальными неоднородностями коры и рельефом поверхности Мохо // *Геофиз. журн.* – 2007. – 29, № 1. – С. 3–15.
11. *Тарасов Н.Н.* Геотектоническая позиция и структура Новоконстантиновского урановорудного поля (Украинский щит) // *Геология рудных м-ний.* – 2004. – 46, № 4. – С. 275–291.
12. *Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Syniuk B.B.* Practical experience of the operative finding, mapping and monitoring of man-caused gas pool by geoelectric methods // *71st EAGE conf. and Technical Exhibition.* Amsterdam, The Netherlands, 8–11 June 2009. – CD-ROM Abstracts volume. – P144, 4 p.

*Поступила в редакцию 05.01.2010 г.*

*С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин, Д.В. Разин, А.Т. Юзленко*

## **О ВОЗМОЖНОСТИ КАРТИРОВАНИЯ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ СКОПЛЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОДАХ**

Приводятся практические результаты экспериментального применения в 2009 г. нетрадиционных геоэлектрических методов становления короткоимпульсного электромагнитного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) (экспресс-технологии СКИП–ВЭРЗ) на локальном участке Новоконстантиновской зоны разломов в пределах Украинского щита. Площадной съемкой методом СКИП обнаружены и закартированы три аномальные геоэлектрические зоны типа “залежь газа (конденсата)” площадью 3,2 км<sup>2</sup>. Глубины расположения аномально поляризованных пластов (АПП) типа “газ” и “газоконденсат” определены методом ВЭРЗ. Аномальные зоны фиксируются вдоль основных тектонических нарушений. В вертикальном разрезе выделенные АПП типа “газ” и “газоконденсат” располагаются параллельно тектоническим нарушениям. По данным измерений методами СКИП–ВЭРЗ определены оптимальные места для расположения скважин по дегазации горных выработок. Съемкой СКИП при использовании специальных антенн выявлена и закартирована локальная аномалия типа “зона уранового оруденения”. Результаты экспериментов показывают, что технология СКИП–ВЭРЗ может успешно применяться при поисках и разведке скоплений углеводородов в тектонически нарушенных (разломных) зонах кристаллического фундамента, а также служат еще одним веским аргументом в пользу целесообразности более широкого ее применения в геологоразведочных работах на нефть и газ.

**Ключевые слова:** геоэлектрическая съемка, электрорезонансное зондирование, аномалии типа “залежь”, “газ”, “газоконденсат”, урановое оруденение, скопление углеводородов, разломная зона, кристаллический массив, фундамент.

## **ПРО МОЖЛИВОСТІ КАРТУВАННЯ ГЕОЕЛЕКТРИЧНИМИ МЕТОДАМИ СКУПЧЕНЬ ВУГЛЕВОДНІВ У КРИСТАЛІЧНИХ ПОРОДАХ**

Наведено практичні результати експериментального застосування в 2009 р. нетрадиційних геоелектричних методів становлення короткоімпульсного електромагнітного поля (СКІП) та вертикального електрорезонансного зондування (ВЕРЗ) (експрес-технології СКІП–ВЕРЗ) на локальній ділянці Новокостянтинівської зони розломів у межах Українського щита. Площинною зйомкою методом СКІП виявлено та закартовано три аномальні геоелектричні зони типу “поклад газу (газконденсату)” площею 3,2 км<sup>2</sup>. Глибини розміщення аномально поляризованих пластів (АПП) типу “газ” і “газоконденсат” визначено методом ВЕРЗ. Аномальні зони зафіксовано уздовж основних тектонічних порушень. У вертикальному розрізі АПП типу “газ” і “газоконденсат” розміщуються паралельно тектонічним порушенням. За даними вимірів методами СКІП–ВЕРЗ визначено оптимальні місця для розташування свердловин дегазації гірничих виробок. Зйомкою СКІП з використанням спеціальних антен виявлено та закартовано локальну аномалію типу “зона уранового зруденіння”. Результати експериментів свідчать, що технологію СКІП–ВЕРЗ можна успішно застосовувати для пошуків і розвідки скупчень вуглеводнів у тектонічно порушених (розломних) зонах кристалічного фундаменту, а також є ще одним вагомим аргументом на користь доцільності більш широкого її застосування в геологорозвідувальних роботах на нафту й газ.

**Ключові слова:** геоелектрична зйомка, електрорезонансне зондування, аномалії типу “поклад”, “газ”, “газоконденсат”, уранове зруденіння, скупчення вуглеводнів, розломна зона, кристалічний масив, фундамент.