

**ПОИСКИ И КАРТИРОВАНИЕ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ  
РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

© С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин, М.С. Зейгельман, Ю.М. Пищаный, 2010

*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*

Many years' using of the non-classical geoelectric methods of forming short-pulsed electromagnetic field (FSPEF) and vertical electric-resonance sounding (VERS) for the varied problems of near-surface geophysics solving has shown the possibility of their application for the aquifers searching and contouring. The multiple experiments testify that areal survey by FSPEF methods allows to find and map operatively the zones of soils (rocks) moistening, the underground water flows of natural and man-caused origins and the aquifers. The bedding depths and thicknesses of water-saturated layers are defined in cross-section with high accuracy by VERS sounding. Works of such nature are carried out enough operatively and quickly. The preprocessing and interpretation of measurement data in field condition allows directly on place of the measurements undertaking to indicate the places of wells location. The FSPEF-VERS technologies efficiency is demonstrated by practical example of the optimum places determination for the water-supply wells locations.

**Keywords:** geoelectric survey, electric-resonance sounding, deposit type anomaly, moistening zone, aquifer, water flow, borehole, fracture zone.

**Введение.** Теоретическим, методическим и практическим вопросам решения разнообразных задач приповерхностной геофизики – экологических, гидрологических, гидрогеологических, инженерно-геологических, геолого-геофизических – уделяется в последнее время повышенное внимание как научными учреждениями, так и производственными организациями и сервисными компаниями геолого-геофизического профиля. Проблема разработки эффективных методов (технологий) решения такого рода задач остается достаточно актуальной, и такого рода технологии создаются, совершенствуются и предлагаются для практического использования как на базе отдельных геофизических методов, так и путем комплексирования нескольких методов различной физической природы. В частности, наблюдается достаточно активное применение в практической деятельности различных геоэлектрических (классических и нетрадиционных, электрических и электромагнитных) методов полевых геофизических исследований. Возможности современных геоэлектрических и электромагнитных технологий при решении разнообразных задач приповерхностной геофизики, а также перспективы их дальнейшего совершенствования и расширения областей применения всесторонне анализируются в серии публикаций обзорного, методического, практического и описательного характера [1, 3, 8, 9, 11, 17–21].

Геофизические методы все более широко применяются при решении различных гидрогеологи-

ческих задач: гидрогеологических съемок разных масштабов; поисков и разведки грунтовых, пластовых, трещинно-карстовых и артезианских вод; изучения динамики подземных вод; выяснения условий обводнения месторождений полезных ископаемых и объектов строительства или реконструкции; определения минерализации грунтовых и подземных вод; проведения гидромелиоративных и почвенно-мелиоративных исследований.

Традиционно основными методами поисков и предварительной разведки месторождений пресных, пластовых и грунтовых подземных вод являются вертикальные электрические зондирования (ВЭЗ, ВЭЗ-ВП) и сейсморазведка методом преломленных волн (МПВ), а при изучении глубоких артезианских бассейнов – сейсморазведка методом отраженных волн (МОВ) и электроразведка (ДЗ, ЗСБ, МТЗ). Трещиноватые обводненные зоны выявляют с помощью методов электромагнитного профилирования. Детализацию зон с трещинно-карстовыми водами осуществляют методами кругового профилирования (КЭП) и кругового вертикального зондирования (КВЗ).

Возможности последних разработок в геофизике и перспективы их применения для решения разнообразных гидрогеологических задач детально анализируются в проблемно ориентированной статье [19]. Авторы публикации пытаются установить диалог и взаимопонимание между геофизиками и гидрогеологами, заинтересованными в совместном (синергетическом) изучении (исследовании) крупных водосборных бассейнов. В ста-

ть отмечаются последние достижения в разработке новых геофизических технологий и обсуждаются перспективы использования электрических и магнитных геофизических методов при масштабных гидрологических исследованиях водосборных бассейнов. Подчеркивается важность выбора таких геофизических технологий, которые бы обеспечили значительный прогресс в геофизических и гидрологических исследованиях в течение последующих 3–5 лет.

На протяжении 2000–2009 гг. авторами выполнен значительный объем полевых экспериментов с целью изучения возможностей и эффективности нетрадиционных геоэлектрических методов становления короткоимпульсного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) при решении различных экологических, инженерно-геологических и геолого-геофизических задач [2, 5–7, 10, 12–16]. Эти методы многократно применялись также для поисков и картирования водонасыщенных коллекторов [6, 14, 15]. За прошедшее время в полном объеме отработаны методические и практические вопросы проведения полевых измерений при поисках и картировании водоносных коллекторов в различных регионах и геолого-тектонических условиях. Полевые исследования позволили также экспериментально установить некоторые базовые (фундаментальные) принципы, дальнейшее практическое использование которых предоставляет новые возможности как для повышения эффективности и разрешающей способности методов СКИП и ВЭРЗ, так и для расширения круга геолого-геофизических, гидрологических, инженерно-геологических задач, которые могут оперативно и эффективно решаться этими методами.

Ниже представлены результаты успешного применения технологии СКИП–ВЭРЗ в октябре 2009 г. для оперативного картирования зон распространения участков повышенного водонасыщения пород в специфическом комплексе пород – карпатском флише. Во время полевых измерений отработывались новые элементы технологии поисков и картирования водоносных горизонтов, базирующиеся на успешно используемом авторами принципе резонанса [5].

**Геоэлектрические методы исследований.** Для определения мест оптимального расположения скважин и интервала глубин расположения водяных фильтров неоднократно применялись и опробовались методы СКИП, ВЭРЗ [2, 5–7, 12–16] и естественного электромагнитного поля Земли (ЕЭМПЗ).

Метод СКИП основан на изучении процесса становления поля короткого электрического импульса, возбуждаемого импульсным генератором, в малогабаритных дипольных ферритовых антеннах. Метод ЕЭМПЗ отличается от метода СКИП

способом возбуждения первичного сигнала – здесь импульсом возбуждения является сигнал коммутации антенны, величина которого зависит от поляризационных свойств окружающей среды. На концах обмоток приемной антенны формируется короткий импульс, величина которого обусловлена напряженностью естественного внешнего электрического поля Земли. Изучение характера импульса коммутации позволяет сделать выводы о напряженности первичного поля, которое, в свою очередь, зависит от геоэлектрических параметров среды. Метод ВЭРЗ базируется на изучении процессов естественной поляризации среды и спектральных характеристик естественного электрического поля над геологическими неоднородностями. Для горизонтально-слоистых разрезов эта составляющая технологии предоставляет возможность эффективно разделять разрез в точке зондирования на отдельные стратиграфические подразделения и с высокой точностью определять глубину их залегания.

С помощью методов СКИП и ЕЭМПЗ могут осуществляться поиск и оконтуривание зон максимального обводнения грунтов (пород). Метод ВЭРЗ используется обычно для определения глубин расположения зон обводнения пород или подземных водных потоков.

В целом нетрадиционные геоэлектрические методы СКИП и ВЭРЗ базируются на изучении характера, особенностей и свойств взаимодействия между распределением заряженных частиц в приповерхностном (приземном) слое атмосферы, поляризацией геологических неоднородностей коры и верхней мантии в электромагнитном поле Земли и естественным электромагнитным излучением Земли. Акцентируем внимание на двух характерных особенностях технологии СКИП–ВЭРЗ, которые существенно отличают их от классических электромагнитных методов.

1. Исключительная особенность площадной съемки методом СКИП – оперативность. При поисках водоносных горизонтов и подземных водных потоков (а также залежей типа “нефть” и “газ”) в каждой конкретной точке регистрации процесса становления поля оператор мгновенно получает информацию о том, принадлежит эта точка контуру аномалии типа “залежь” (АТЗ) (воды, нефти, газа) или нет. Это обстоятельство позволяет в процессе выполнения съемки оптимизировать априори принятую систему наблюдений – сгущать число точек (профилей) на участках АТЗ и выполнять измерения только рекогносцировочного характера на участках их отсутствия. Результаты съемки СКИП используются и интерпретируются на данный момент на качественном (аномальном) уровне. Естественно, построение формализованной математической модели процесса ста-

новления поля с учетом приземного атмосферного слоя позволит значительно расширить информативность и разрешающую способность метода.

2. Уникальной компонентой технологии СКИП–ВЭРЗ является метод ВЕРЗ, который позволяет оперативно выделять в разрезе отдельные стратиграфические элементы и с высокой точностью определять глубины их залегания. Отличительная особенность метода в том, что выделяемые им отдельные аномально поляризованные пласты типа “вода” (“нефть”, “газ”, “соль”, “кристаллический фундамент” и др.), а также мощности и глубины их залегания устанавливаются не путем решения обратных задач, как это обычно делается практически во всех геофизических методах, а в процессе полевых измерений непосредственно по экспериментально обоснованной технологической схеме измерений.

В итоге отмеченные особенности технологии СКИП–ВЭРЗ позволяют оперативно, непосредственно в процессе проведения полевых работ устанавливать места оптимального заложения буровых скважин.

Следует также отметить, что практически до 2009 г. площадной съемкой методом СКИП выявлялись и картировались, в основном, геоэлектрические аномалии типа “подземный водный поток” (“водоносный горизонт”) и “залежь углеводородов” (нефти, газа, газоконденсата). Технические и методические особенности поисков водоносных коллекторов (подземных водных потоков) и залежей углеводородов отработаны в процессе многолетних экспериментальных исследований при решении конкретных нефтепоисковых задач и оперативных задач приповерхностной геофизики в различных регионах мира.

В августе–октябре 2009 г. авторы проводили совместные полевые работы на трех различных объектах с группой специалистов, разработавшей специальный комплекс аппаратуры и технологию зондирования Земли до глубин 5000 м (технология “Поиск”) [4].

Первые совместные эксперименты выполнялись в пределах Новокоптяновской зоны разломов (Кировоградский рудный блок). Здесь при проведении полевых работ целенаправленно были подобраны такие характеристики приемных и генераторных антенн, которые позволили впервые выявить и закартировать съемкой СКИП геоэлектрическую аномалию типа “зона уранового оруденения”, обусловленную, главным образом, залежами урановых руд. В результате есть веские основания констатировать, что в полевых условиях опробована отдельная модификация геоэлектрического метода СКИП для “прямых” поисков залежей урановых руд.

**Район работ и задачи исследований.** В октябре 2009 г. оперативные геоэлектрические исследования проведены на территории расположения базы отдыха в пгт. Межгорье. Во время выполнения полевых работ на участке обследования осуществлялось строительство санаторного комплекса.

Основная цель геофизических исследований – определение местоположения буровых скважин для организации водоснабжения строящегося центра отдыха и оздоровления. Для этого необходимо было обнаружить и закартировать зоны подземных водных потоков как в районе корпусов центра, так и на близлежащих участках его территории, а также установить глубины залегания водоносных горизонтов в пределах выявленных водных потоков.

Как показывает опыт, такого рода задачи оперативно решаются геоэлектрическими методами СКИП и ВЕРЗ. Площадной съемкой методом СКИП оперативно обнаружены и закартированы зоны фильтрационных подземных водных потоков, а также определены пути их миграции через территорию базы. Методом ВЭРЗ установлены глубины залегания увлажненных горизонтов.

**Результаты работ. Картирование зон подземных водных потоков.** По данным площадной съемки СКИП на территории базы отдыха установлено 5 небольших по площади подземных водных потоков. Зоны их развития и направления миграции показаны на рис. 1–3. В пределах увлажненных зон фильтрация подземной воды осуществляется вдоль небольших тектонических нарушений (зон дробления) пород карпатского флиша. Глубины расположения миграционных водных потоков установлены в пределах от 5–6 до 15–25 м.

По степени минерализации водные потоки условно разделены следующим образом: 1) максимальная минерализация воды (поток № 5) –  $M = 1,5$  (г/дм<sup>3</sup>); 2) минимальная минерализация (поток № 1) –  $M = 0,2$  (г/дм<sup>3</sup>); 3) средняя минерализация (потоки № 2–4) –  $M = 0,6; 0,8; 0,4$  (г/дм<sup>3</sup>).

*Поток № 1* в основном расположен за пределами базы отдыха. Частично он пересекает территорию в районе заднего двора столового комплекса “Колыба”. По геофизическим данным, вода в этом месте наименее минерализована. В зоне потока в пункте 12 ВЭРЗ (рис. 4) (с правой стороны от въездной дороги) рекомендовано бурение поисковой скважины на воду. В данной точке бурения вода может быть обнаружена в интервале глубин от 3,6 до 17,8 м.

*Поток № 2* – это небольшая зона миграции, которая проходит между административным корпусом и строением “Колыбы”. Условная степень минерализация воды здесь средняя. По данным зондирования (точка v7 ВЭРЗ), увлажненные грунты выявлены в интервале глубин от 1,2 до 17,0 м.

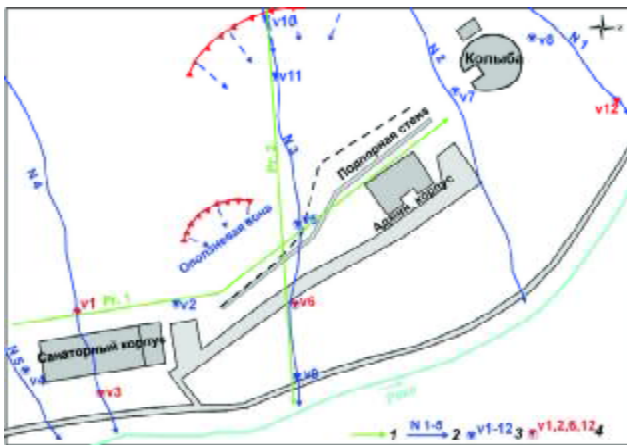


Рис. 1. Схема миграции водных потоков на территории базы отдыха в пгт Межгорье: 1 – профили вертикальных разрезов; 2 – направление миграции подземных водных потоков; 3 – пункты ВЭРЗ; 4 – точки, рекомендуемые для бурения поисковых скважин

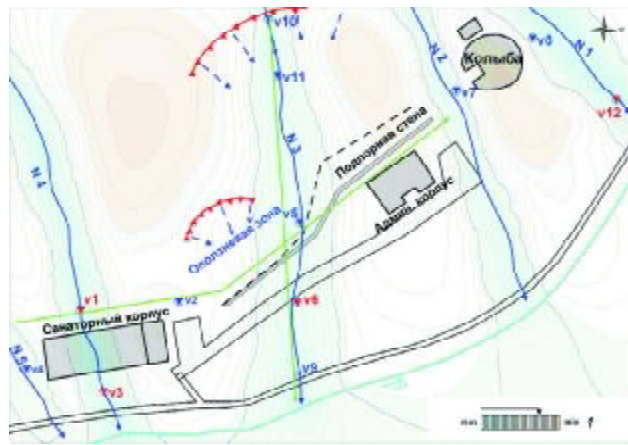


Рис. 2. Карта зон фильтрационных водных потоков на территории базы отдыха в пгт Межгорье: 1 – шкала увлажненности грунтов. Остальные условные обозначения см. на рис. 1

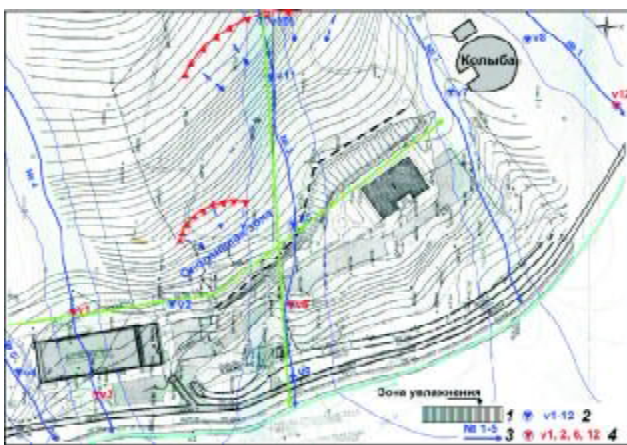


Рис. 3. Карта зон фильтрационных водных потоков на топографической схеме территории работ. Условные обозначения те же, что на рис. 1, 2

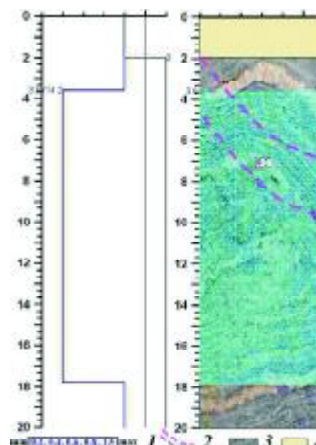


Рис. 4. Результаты ВЭРЗ в пункте рекомендованного бурения скв. v12 (возле подъездной дороги): 1 – относительная степень минерализации; 2 – зона дробления и увлажнения пород флиша; 3 – флиш; 4 – глины

**Поток № 3** – наиболее мощный на территории комплекса, мигрирует между санаторным и административным корпусами. Глубина зоны увлажнения пород достигает 30 м. Уровень воды на период проведения геофизических работ в зоне потока был выше кровли флишевых отложений и увлажнял рыхлые поверхностные грунты. Вверху на склоне, выше кровли пород карпатского флиша, мощность рыхлых грунтов достигает 6 м. Увлажненная зона рыхлых грунтов над породами флиша может сформировать плоскость скольжения оползневой зоны (см. рис. 1–5). При значительных осадках на склоне могут образоваться оползни поверхностного грунта.

В нижней части фильтрационной зоны в пункте зондирования 6 (рис. 6) может быть рекомендовано бурение поисковой скважины на воду. В данном месте с глубины 17,3 до 28,0 м вода менее минерализована. Верхний пласт воды (глубина от 5,0 до 17,3 м) имеет среднюю минерализацию.

**Поток № 4** проходит с верхней части склона под центральной частью санитарного корпуса.

Интервал фильтрационной зоны от 4,5 м до 13–15 м. Минерализация воды средняя. Для добычи воды может быть рекомендовано бурение скважин как перед корпусом, так и позади него в точках зондирования 1 и 3 ВЭРЗ (рис. 7, 8). Ожидаемые дебиты в скважинах могут быть меньше, чем в пунктах 6 и 12.

**Поток № 5** мигрирует со склона за территорией базы. Частично он выходит на территорию в районе торца санаторного корпуса. Интервал глубин фильтрационного горизонта в пункте зондирования 4 от 6,7 до 19,0 м.

Вполне вероятно, что вода здесь имеет наибольшую степень минерализации из всех водных потоков, установленных полевыми работами на территории оздоровительного комплекса.

**Результаты ВЭРЗ.** Зондирование выполнялось в пунктах № 1–12 в пределах выявленных зон фильтрационных водных потоков. При этом определялись глубины залегания увлажненных горизонтов и кровли пород карпатского флиша.

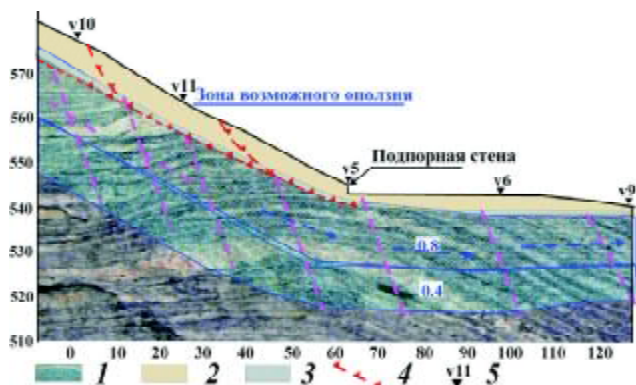


Рис. 5. Вертикальный разрез вдоль зоны увлажнения грунтов на территории работ (зона фильтрационного потока № 3), профиль 2: 1 – зоны дробления и увлажнения пород флиша; 2 – поверхностный слой пород (глины); 3 – увлажненные рыхлые отложения; 4 – плоскость сползания оползневой зоны; 5 – пункты зондирования

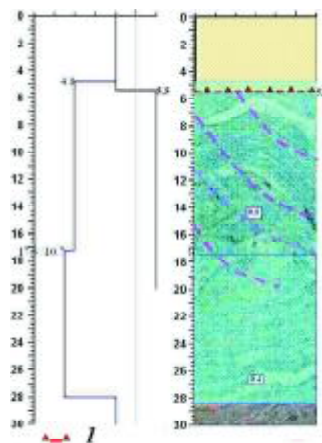


Рис. 6. Результаты ВЭРЗ в пункте рекомендованного бурения скв. v6 (между корпусами): 1 – оползневые грунты. Остальные условные обозначения см. на рис. 4

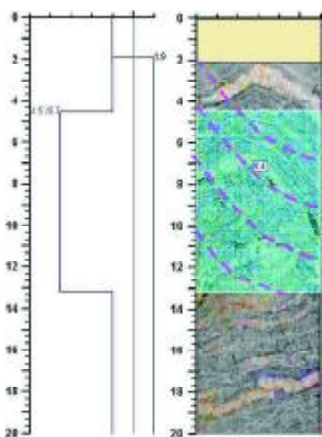


Рис. 7. Результаты ВЭРЗ в пункте рекомендованного бурения скв. v01 (за корпусом). Условные обозначения те же, что на рис. 4

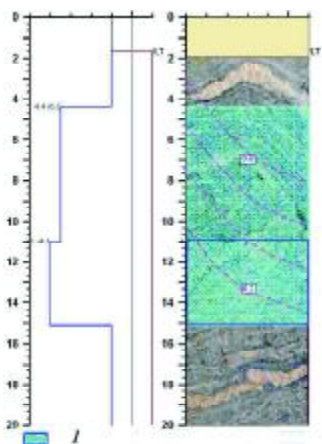


Рис. 8. Результаты ВЭРЗ в пункте рекомендованного бурения скв. v3 (перед корпусом): 1 – зона слабой минерализации воды. Остальные условные обозначения см. на рис. 4

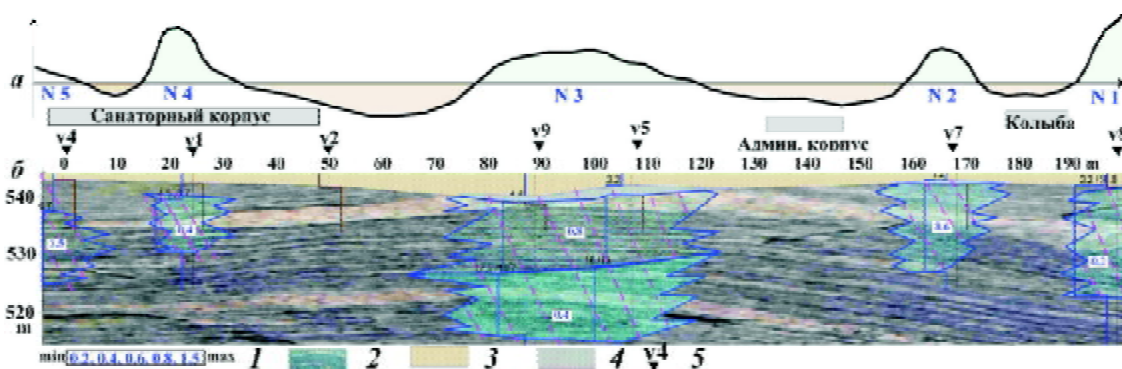


Рис. 9. Вертикальный разрез вдоль территории работ, профиль 1: 1 – относительная степень минерализации воды; 2 – зоны дробления и увлажнения пород флиша; 3 – поверхностный слой пород (глины); 4 – увлажненные рыхлые отложения; 5 – пункты зондирования

Обобщенные данные зондирования приведены в таблице и на рис. 4–9.

**Выводы и рекомендации.** Полевыми работами геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ на территории оздоровительного комплекса оперативно выявлено и закартировано пять зон мигра-

ции подземной воды. Миграция обнаруженных водных потоков происходит вдоль больших по размерам зон тектонических нарушений пород карпатского флиша. Коллекторами для подземной воды здесь могут быть зоны дробления пород флиша.

Таблица. Результаты зондирования ВЭРЗ на участке работ

| Пункт ВЭРЗ | Глубина увлажненной зоны, м | Глубина подошвы/ (мощность) увлажненной зоны, м | Глубина кровли пород флиша, м | Условная минерализация воды, г/д <sup>3</sup> | Номер потока | Примечания                |
|------------|-----------------------------|---|-------------------------------|---|--------------|---------------------------|
| v1         | 4,5                         | 13,2/ (8,7)                                     | 1,9                           | 0,4   | 4            | Скв. 3                    |
| v2         | –                           | –   | 2,0                           | –   | –            | –                         |
| v3         | 4,4                         | 15,1/ (10,7)                                    | 1,7                           | 0,4   | 4            | Скв. 2                    |
| v4         | 6,7                         | 19,0/ (12,3)                                    | 1,2                           | 1,5   | 5            | Минеральная вода          |
| v5         | 2,2                         | 29,0/ (26,8)                                    | 3,3                           | 0,8   | 3            | Увлажнение рыхлых грунтов |
| v6         | 4,8                         | 28,0/ (23,2)                                    | 5,5                           | 0,8   | 3            | Скв. 4                    |
| v7         | 1,2                         | 17,0/ (15/8)                                    | 1,5                           | 0,6   | 2            | –                         |
| v8         | 2,2                         | 21,0/ (18,8)                                    | 2,5                           | 0,2   | 1            | Пункт за «Кольбой»        |
| v9         | 2,3                         | 21,0/ (18/7)                                    | 1,4                           | 0,8   | 3            | Пункт возле дороги        |
| v10        | 5,3                         | 31,0/ (25,1)                                    | 6,8                           | 0,8   | 3            | Увлажнение рыхлых грунтов |
| v11        | 6,2                         | 28,0/ (21,8)                                    | 6,5                           | 0,8   | 3            | То же                     |
| v12        | 3,6                         | 17,8/ (14,2)                                    | 2,0                           | 0,2   | 1            | Скв. 1                    |

Определены четыре места для бурения поисковых скважин. Наиболее оптимальное из них – зона в районе пункта 12 ВЭРЗ. Каждая из точек, рекомендованных для бурения, закреплена на поверхности каменными турами во время проведения полевых работ. Установлены интервалы глубин поисков воды. При бурении скважин для коллекторов данного типа появления воды можно ожидать на разных глубинах выделенного интервала. При попадании буровой скважины в зону увлажненных трещин уровень воды должен подняться к кровле установленного глубинного интервала.

Полевые измерительные эксперименты продемонстрировали практическую возможность определения геоэлектрическими методами СКИП и ВЭРЗ относительной минерализации подземных водных потоков и водоносных коллекторов в полевых условиях, при проведении поисковых геоэлектрических исследований.

Представленные выше результаты в очередной раз демонстрируют как практическую возможность, так и эффективность использования геоэлектрической технологии СКИП–ВЭРЗ для поисков и оконтуривания водоносных горизонтов и подземных водных потоков в плане, на участках проведения работ и определения глубины их залегания в разрезе. Работы поискового характера с помощью этих методов выполняются достаточно оперативно и эффективно. Предварительная обработка и интерпретация данных измерений в полевых условиях позволяют непосредственно на месте проведения измерений указывать точки оптимального расположения поисковых и эксплуатационных скважин.

В целом результаты многолетнего успешного применения методов СКИП–ВЭРЗ свидетельствуют о целесообразности изучения структуры приповерхностного (приземного) слоя заряженных частиц и зон поляризации на границах геологических неоднородностей, что может способствовать созданию эффективных и оперативных технологий геофизических исследований.

1. *Бобачев А.А., Горбунов А.А., Модин И.Н., Шевнин В.А.* Электротомография методом сопротивлений и вызванной поляризации // Приборы и системы развед. геофизики. – 2006. – № 2. – С. 14–17.
2. *Боковой В.П., Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н.* Картирование оползневых участков и зон повышенного обводнения грунтов комплексом геофизических методов на склоне р. Днепр в г. Киев // Докл. НАН Украины. – 2003. – № 11. – С. 96–103.
3. *Задериголова М.М.* Радиоволновой метод в инженерной геологии и геоэкологии. – М.: Изд-во Моск. унта, 1998. – 319 с.
4. *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.
5. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н.* Электро-резонансное зондирование и его использование для решения задач экологии и инженерной геологии // Геол. журн. – 2003. – № 4. – С. 24–28.
6. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Пищаный Ю.М.* Изучение площадей распространения минеральных вод геоэлектрическими методами // Вопросы теории и практики геологической интерпретации гравитационных, магнитных и электрических полей. Материалы 33-й сес. Междунар. семинара им. Д.Г. Успенского, г. Екатеринбург, 30 янв. – 4 февр. 2006 г. – Екатеринбург, 2006. – С. 198–202.
7. *Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н., Пищаный Ю.М., Божеежа Д.Н.* Оперативное обследование и мониторинг участков развития карстовых процессов геофизическими методами // Геоинформатика. – 2008. – № 4. – С. 63–68.
8. *Павлов А.Т., Лепешкин В.П., Павлова Ю.Н.* Возможности и особенности импульсных индуктивных ЭМ зондирований ВЧР в сложных геологических условиях // Физика Земли. – 2007. – № 3. – С. 65–73.
9. *Слепак З.М.* Геофизика для города. – Тверь: ГЕРС, 2007. – 240 с.
10. *Шуман В.Н., Левашов С.П., Якимчук Н.А., Корчагин И.Н.* Радиоволновые зондирующие системы: элементы теории, состояние и перспектива // Геоинформатика. – 2008. – № 2. – С. 22–50.
11. *Auken, E., Pellerin, L., Christensen, N. B., Sørensen, K.I.* A survey of current trends in near-surface electrical and

- electromagnetic methods // *Geophysics*. – 2006. – **71**. – P. G249–G260.
12. *Bokovoy V.P., Levashov S.P., Yakymchuk M.A. et al.* Mudslide area and moistening zones mapping with geophysical methods on the slope of the Dniپر river in Kyiv. 65th EAGE conf. and Exhibition, Stavanger, 2–5 June, 2003: Extended Abstracts. – Stavanger, Norway, 2003. – P. 208.
  13. *Levashov S.P., Yakymchuk M.A., Korchagin I.N. et al.* Electric-resonance sounding method and its application for the ecological, geological-geophysical and engineering-geological investigations. 66th EAGE conf. and Exhibition, Paris, 7–10 June, 2004: Extended Abstracts. – Paris, France, 2004. – P. 035.
  14. *Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N. et al.* The searching and mapping the water-saturated rock by geoelectric methods. 67nd EAGE conf. and Exhibition, Madrid, 13–16 June, 2005: Extended Abstracts. – Madrid, Spain, 2005. – P. 335.
  15. *Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Bozhezha D.N.* Express technology of geoelectric investigation for exploring mineral water deposits. The 5th Cong. of Balkan Geophys. Soc. Geophysics at the Cross-Roads. Int. Conf. and Techn. Exhibition, Belgrade, 10–16 May, 2009. – Belgrade, Serbia, 2009. – Extended Abstracts compact disk. – 4 p.
  16. *Levashov S.P., Yakymchuk N.A., Korchagin I.N., Syniuk B.V.* Practical experience of the operative finding, mapping and monitoring of man-caused gas pool by geoelectric methods. 71nd EAGE Conf. and Techn. Exhibition. Amsterdam, The Netherlands, 8–11 June 2009. – CD-ROM Abstracts volume. P. 144. – 4 p.
  17. *Meju M.A.* Geoelectromagnetic exploration for natural resources: models, case studies and challenges // *Surveys in Geophysics*. – 2002. – **23**. – P. 133–205.
  18. *Pellerin L.* Applications of Electrical and Electromagnetic Methods for Environmental and Geotechnical Investigations // *Ibid.* – P. 101–132.
  19. *Robinson D.A., Binley A., Crook N. et al.* Advancing process-based watershed hydrological research using near-surface geophysics: a vision for, and review of, electrical and magnetic geophysical methods // *Hydrolog. Processes*. – 2008. – **22**. – P. 3604–3635.
  20. *Sheard S.N., Ritchie T.J., Christopherson K.R., Brand E.* Mining, environmental, petroleum, and engineering industry applications of electromagnetic techniques in geophysics // *Surveys in Geophysics*. – 2005. – **26**. – P. 653–669. – Springer 2005. DOI 10.1007/s10712-005-1760-0/.
  21. *Tezkan B.* A review of environmental quasi-stationary electromagnetic techniques // *Ibid.* – 1999. – **20**. – P. 279–308.

*Поступила в редакцию 19.04.2010 г.*

*С.П. Левашов, Н.А. Якимчук, И.Н. Корчагин, М.С. Зейгельман, Ю.М. Пищаний*

## **ПОИСКИ И КАРТИРОВАНИЕ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ РАЗЛИЧНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Многолетнее применение неклассических геоэлектрических методов становления короткоимпульсного поля (СКИП) и вертикального электрорезонансного зондирования (ВЭРЗ) для решения разнообразных задач приповерхностной геофизики показало возможность их использования для поисков и оконтуривания водоносных горизонтов. Многочисленные эксперименты свидетельствуют, что площадная съемка СКИП позволяет оперативно обнаруживать и картировать зоны увлажнения пород, подземные водные потоки естественного и техногенного происхождения, водоносные горизонты. Методом ВЭРЗ в разрезе с высокой точностью определяются глубины залегания и мощности водонасыщенных горизонтов. Работы такого характера выполняются достаточно оперативно и быстро. Предварительная обработка и интерпретация данных измерений в полевых условиях позволяют непосредственно на месте проведения измерений указывать места расположения скважин. Эффективность технологии СКИП–ВЭРЗ демонстрируется практическими примерами установления оптимальных мест для заложения скважин водоснабжения

**Ключевые слова:** геоэлектрическая съемка, электрорезонансное зондирование, аномалия типа “залежь”, зона увлажнения, водоносный горизонт, водный поток, скважина, разломная зона.

*С.П. Левашов, М.А. Якимчук, І.М. Корчагін, М.С. Зейгельман, Ю.М. Пищаний*

## **ПОШУКИ І КАРТУВАННЯ ВОДОНОСНИХ ГОРИЗОНТІВ РІЗНОЇ МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ГЕОЕЛЕКТРИЧНИМИ МЕТОДАМИ**

Багаторічне застосування некласичних геоелектричних методів становлення короткоімпульсного поля (СКИП) та вертикального електрорезонансного зондування (ВЕРЗ) для вирішення різноманітних завдань приповерхневої геофізики показало можливість їх використання для пошуків та оконтурювання водоносних горизонтів. Численні експерименти засвідчують, що площадна зйомка СКИП дає змогу оперативно виявляти та картувати зони зволоження порід, підземні водні потоки природного і техногенного походження, водоносні горизонти. Методом ВЕРЗ у розрізі з високою точністю визначають глибини залягання та потужність водонасичених горизонтів. Роботи такого характеру виконують достатньо оперативно та швидко. У результаті попередньої обробки та інтерпретації даних вимірів у польових умовах можна безпосередньо на місці проведення вимірів вказувати місця розташування свердловин. Ефективність технології СКИП–ВЕРЗ демонструється практичними прикладами встановлення оптимальних місць для закладання свердловин водопостачання.

**Ключові слова:** геоелектрична зйомка, електрорезонансне зондування, аномалія типу “поклад”, зона зволоження, водоносний горизонт, водний потік, свердловина, розломна зона.