

РАЗДЕЛ 4.
ГЕОФИЗИКА И СЕЙСМОЛОГИЯ

УДК 55.550.556

**РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВОДНЫХ
РЕСУРСОВ ЗА СЧЁТ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В
ГЛУБИННОЙ ГИДРОСФЕРЕ КРЫМА**

Кузнецов И. В.¹, Павлюк Н. Я.²

*^{1,2}Научный центр «Крым» Санкт-Петербургского горного университета, Санкт-Петербург,
Российская Федерация
E-mail: inkuznets@gmail.com*

В статье дан анализ существующих теоретических представлений различных исследователей о факторах формирования глубинной гидросферы Земли и коротко изложены их научные концепции механизма происхождения инверсионных пресных и слабоминерализованных вод в приповерхностной зоне земной коры в результате внедрения пароводных флюидов эндогенного генезиса и их конденсации в «коровых» коллекторах. Изложены результаты геолого-геофизических исследований по изучению глубинных подземных вод в Предгорном Крыму (в Белогорском районе), где на основе анализа геоструктурных условий региона, полученных геофизических данных с применением метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР), а также по гидрогеохимическому критерию (соотношению микрокомпонентов В/Вг в воде) были выявлены признаки наличия в глубоко залегающем (850–1 000 м) горизонте водной фракции эндогенного генезиса.

Ключевые слова: земная кора, глубинная гидросфера, подземные воды, эндодренажные каналы, тектонические нарушения, геофизические исследования, гидрохимические критерии, пароводные флюиды.

ВВЕДЕНИЕ

Еще в начале 30-х годов XX в. В. И. Вернадский [5] указал на функциональное единство всех геосфер и взаимную обусловленность разнородных геологических процессов. В своем учении о геосферах он на качественном уровне показал внутреннюю согласованность универсальной системы «вода–твёрдое вещество–газ–живое вещество». Каждый из компонентов этой системы взаимодействует со всеми остальными, причем «гидросфера (компонент «вода») представляет собой особую, вездесущую оболочку, которая пронизывает земную кору и является главным агентом преобразований ее вещества. Посредством воды осуществляются обратная связь геологических процессов и их взаимодействие».

Обоснованию такого взаимодействия посвящена статья американских учёных-гидрогеологов: Б. Ярдли и Дж. Ллойда [4], в которой анализируются гидродинамические условия протекания флюидно-метасоматических процессов в толще метаморфических известково-кремнистых сланцев. Эти исследователи в своей работе показали возможность возникновения слоя повышенной

проницаемости в основании толщи метаморфических пород в результате усиленного выноса воды и углекислоты в направлении дренирующей толщи разлома. По их мнению, возникновение вторичной пористости в результате гидроразрыва структурных связей пород стимулирует резкое понижение флюидного давления. Благодаря этому метаморфогенный флюид разгружается из основного объема дегазирующих сланцев в проницаемый слой — в направлении разлома-дрены.

В последнее время в связи с накоплением знаний о роли водных флюидов в разнообразных геологических процессах усилилась научная мотивация к пониманию и изучению закономерностей формирования и функционирования глубинной гидросферы Земли. Вместе с тем, новые данные остаются фрагментарными и в целом — крайне недостаточными для построения обоснованных гидрогеологических моделей.

Развитию теории глубинной гидросферы Земли за последние десятилетия способствовало научное открытие в геологии, которое заключается в том, что по результатам анализа глубинных геологических процессов, наблюдаемых при глубоком и сверхглубоком бурении, были выявлены факторы восполнения углеводородных (УВ) месторождений в большинстве нефтегазоносных бассейнах мира за счёт восходящей миграции эндогенных глубинных флюидов [13; 14]. Это научное открытие имеет непосредственное отношение к гидрогеологии, а именно — к познанию факторов формирования глубинной гидросферы вследствие того, что при геологическом изучении глубоких нефтегазовых месторождений установлено новое явление — глубинной гидрогеологической инверсии (ГГИ). Суть такой инверсии заключается в том, что в нарушение законов гидрохимической зональности (увеличения солёности подземных вод с глубиной), на больших глубинах (от 0,5–1 км до 2–3 км, а иногда и более) в различных нефтегазоносных геоструктурах зачастую вскрываются залежи и горизонты пресных и маломинерализованных вод.

АНАЛИЗ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ

Механизм происхождения ГГИ, в свете обоснованной и доказанной академиком Лукиным А. Е. и Шестопаловым В. М. [13; 14] теории глубинно-флюидного происхождения углеводородов, заключается в формировании при процессе эндогенной генерации пароводной фракции флюидов залежей глубоких слабоминерализованных и пресных подземных вод (академик Шестопалов В. М., НАНУ и профессора: Дюнин В. И. [7], Хаустов В. В. [16], Россия). Проникая и поднимаясь в верхние слои литосферы, пароводные флюиды при движении по эндодренажным каналам, приуроченным к разломным зонам, конденсируются в коровых коллекторах. Формирование таких коллекторов по результатам исследований академика Лукина А. Е. обусловлено процессами, протекающими в верхних слоях земной коры на глубинах с определёнными термобарическими условиями, при которых под влиянием высоких параметров температуры и давления химически и физически связанная вода переходит в свободное состояние. В результате протекания этого процесса происходит гидроразрыв структурных связей

пород с частичным растворением минерального вещества, вследствие чего происходит увеличение объёма и пористости пород (эффект дилатансии), что в свою очередь повышает их фильтрационно-ёмкостные свойства, а слои таких пород приобретают коллекторские функции. Паро-водные флюидные потоки при движении по эндодренажным каналам вверх — к поверхности Земли, достигая фильтрационно-ёмких пластов на глубинах с изотермой менее 100 град., конденсируются и аккумулируются в коровых и экзогеодинамических коллекторах, образуя в них пластовые залежи или водоносные горизонты с значительными ресурсами слабоминерализованных и пресных вод.

В Крыму, по данным геофизических исследований Кутаса Р. И. [12] изотерма 100° С в пределах Скифской платформы находится на глубинах 2–2.5 км. Ещё более приподнятое положение (в интервале глубин — от 0.8 до 1.5 км) она занимает в зоне Каркинитско-Сивашского рифта и в его бортах. При таком термобарическом состоянии пород на указанных глубинах могут происходить вышеописанные процессы, при которых на определённом этапе миграции пароводные флюиды по мере достижения приповерхностных слоёв литосферы конденсируются в толщах — коллекторах. Подтверждением этому может служить обнаруженный инверсионный тип глубинных слабоминерализованных вод на южной периферии Каркинитско-Сивашского рифта (Тарханкутский п-ов), где на глубинах в интервале 1,5–2 км в процессе глубокого нефтеразведочного бурения (осуществляемого объединением «Черноморнефтегаз») были встречены воды с минерализацией менее 3 г/л [8].

Глубинный механизм формирования подземных минеральных вод изучался также в Северо-Кавказском регионе, где Бондаревой Г. Л. [2] по результатам проведенных оригинальных гидрогеологических исследований получены данные, которые подтверждают эндогенный генезис подземных вод. Здесь, на основе комплексных геолого-геофизических и геотермических исследований установлены глубины формирования Пятигорских минеральных вод, приуроченных к зонам тектонических разломов в районе г. Машук, которые для различных гидрохимических типов подземных потоков составили: от 760–900 м до 1 800 м.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В Крыму с целью поиска глубинных подземных вод исследователем Ковалёвым Н. И. (СГУ, 1918) на локальном объекте близ с. Ново-Александровка (Предгорный Крым, Белогорский район) были проведены геофизические исследования методом регистрации ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) [10]. По результатам регистрации ЯМР и оценки особенностей геоструктурных условий региона исследований на участке были получены данные, свидетельствующие о наличии в пределах Зуйской надвиговой геоструктуры эндодренажных каналов генерации глубинных подземных вод (рис. 1).

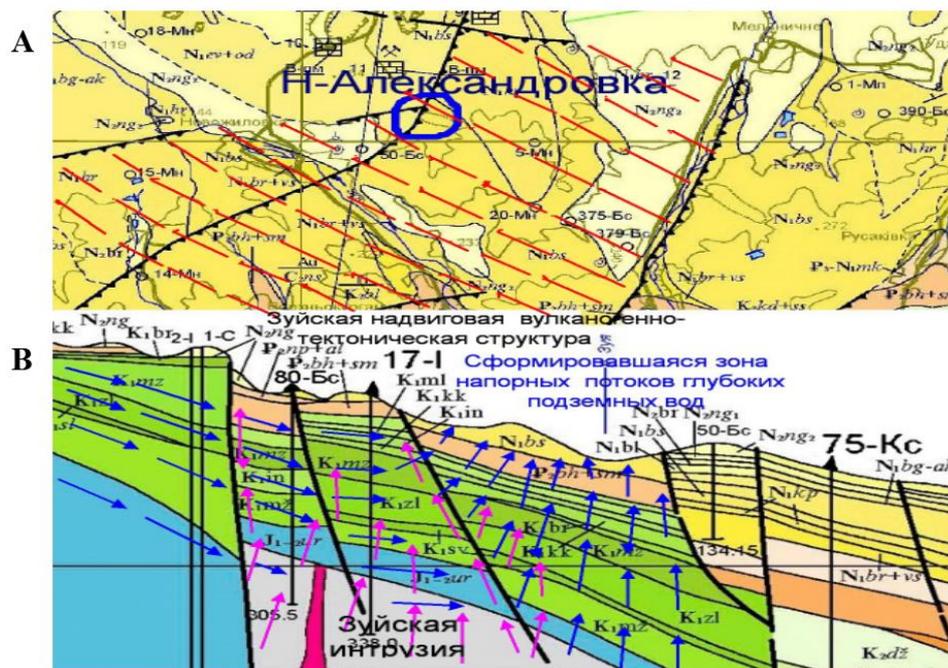


Рис.1. Фрагмент геологической карты (А) и геоструктурный разрез (В) напорной водоаккумулирующей структуры в районе с. Ново-Александровки, приуроченной к Бештерек-Зуйскому месторождению подземных вод (Фиколина Л. А., Белокрыс О. О., 2008).

На основе проведенного комплексного анализа геолого-структурных условий территории исследований, а также полученных геофизических результатов в районе с. Ново-Александровки (Белогосский район) выявлены глубинные подземные водоносные горизонты, которые в целом образуют линзообразную водоносную структуру, приуроченную к гравитационной аномалии, обусловленной в свою очередь близким залеганием к поверхности Зуйского интрузивного комплекса, вскрытого ранее бурением на глубинах 350–400 м (рис. 1В, рис. 3). На карте гравитационных аномалий Крыма (рис. 2) показан пересекающий Зуйскую гравитационную аномалию геофизический профиль В1–В2, результаты измерений по которому позволили построить плотностную модель Крыма по линии профиля и выявить наличие на участке ПК140 (близ п. Зуи) гравитирующей аномалии (рис. 3), которая на геологическом разрезе (рис. 1В) практически совпадает пространственно с Зуйской интрузией.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ
 ПЕРСПЕКТИВ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЗА
 СЧЁТ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ...

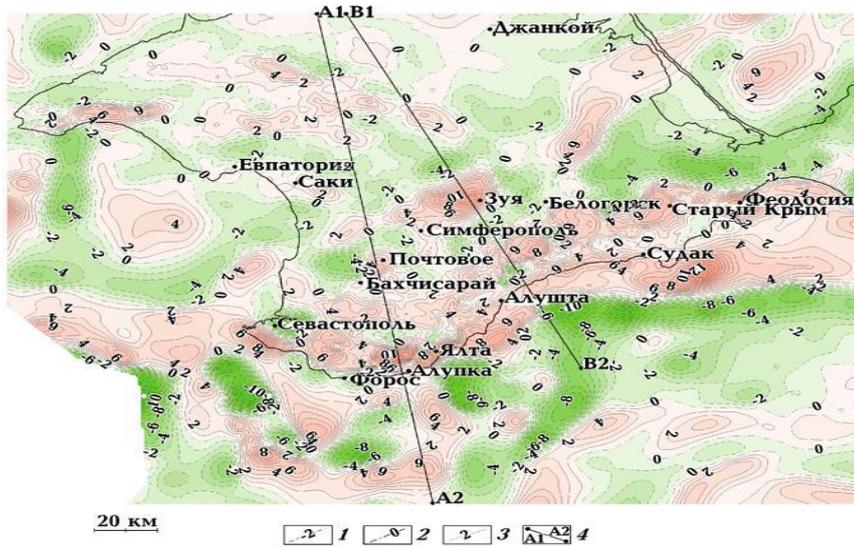


Рис.2. Гравитационные локальные аномалии Крыма (фрагмент) (dga): 1–3 — изолинии dga, мГал (1 — отрицательные, 2 — нулевые, 3 — положительные); 4 — линии геофизических профилей.

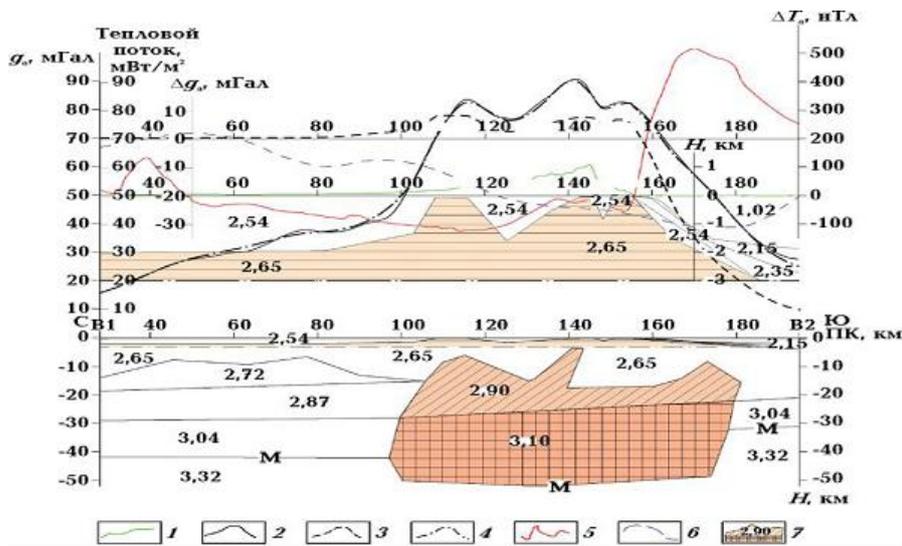


Рис. 3. Плотностная модель земной коры Крымского полуострова вдоль профиля В1–В2, пересекающего Зуйский интрузивный комплекс:

1 — рельеф дневной поверхности; 2 — наблюдаемая кривая g_a (редукция Буге, $s=2,3 \text{ г/см}^3$); 3 — расчетная кривая Dg_a от верхнего (3 км) слоя земной коры; 4 — суммарная расчетная кривая Dg_a от всего разреза земной коры; 5 — кривая аномального магнитного поля DT_a ; 6 — кривая теплового потока, по [Кутас, 2010]; 7 — аномальные гравитирующие объекты и их плотность, г/см^3 .

Из выше представленного рисунка 3. также следует, что гравитирующий объект, обнаруженный по результатам геофизических исследований близ п. Зуя, наиболее близко к поверхности Земли (до 400–500 м) зафиксирован на плотностном разрезе — на ПК140 в форме отдельного выступа, что геологически обусловлено формой залегания интрузивного комплекса и высокой плотностью пород Зуйской интрузии.

Глубинные гравитирующие и одновременно высокоэнергетические объекты, характеризующиеся аномальными гравитационным и тепловым полями, представляют собой разогретые массивы магматогенных пород, слагающих верхнюю часть литосферы, и являются источником генерации восходящих флюидных потоков. В данном случае, Зуйская интрузия может выполнять роль подводящего тектонического канала, по которому в приповерхностную часть земной коры поступают пароводные флюиды и тепловая энергия земных недр.

К этому выступу гравитирующего объекта (на ПК140) приурочена также и выявленная по результатам геофизических исследований водоносная линзообразная гидрогеологическая структура (рис. 1А), которая заключена в существующей системе субвертикальных и наклонных тектонических нарушений надвигового типа, образовавшихся в зоне внедрения Зуйской интрузии (рис. 1В). Одним из факторов формирования глубинных подземных вод здесь является процесс внедрения пароводных флюидов, поступающих по эндодренажным, а также по гипогенным карстовым каналам, развитым в прокарстованных карбонатных отложениях карбона и мела.

По геофизическим данным, полученным в результате профилирования методом ЯМР, здесь обнаружены два основных глубинных водоносных горизонта — на глубинах: 400–580 м (в нижнемеловом комплексе пород) и 850–1 000 м (в карбонатовом комплексе прокарстованных карбонатных пород).

Эндогенный фактор в генезисе формирования подземных водоносных горизонтов, выявленных в пределах площади исследований, оценивался по гидрохимическому критерию — на основе соотношения специфических микрокомпонентов в подземной воде. По результатам исследований Киреевой Т. А. [9] отношение таких специфических компонентов, как бор и бром: В/Вг можно использовать в качестве надежного критерия наличия эндогенной составляющей подземных вод, так как генезис бора обусловлен его выносом глубинными флюидами в процессе дегазации мантии. На основании представительного анализа, по данным Киреевой Т. А., в подземных водах артезианских бассейнов, залегание которых приурочено к тектонически активным разломам, отношение В/Вг увеличивается до величин: от 10 до 45, в то время как в водах инфильтрационного генезиса оно не превышает 0,3–0,5. Значения отношения В/Вг свыше указанного количественного критерия (0,5) свидетельствуют о поступлении бора с высокотемпературными эндогенными пароводными флюидами.

Из фондовой работы ПГО Крымгеологии известного гидрогеолога Ришеса Е. А. [18] следует, что в скважине, пробуренной ещё в 60-тидесятые годы на Зуйском участке, где проводились комплексные геолого-геофизические исследования, глубокий водоносный напорный горизонт вскрыт на глубинах свыше 431 м. Приведенный Ришесом Е. А. химический анализ воды в этой скважине на специфические компоненты позволил

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЗА СЧЁТ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ...

определить соотношение V/Vr , которое оказалось равным 18. Это значение убедительно свидетельствует о наличии в составе глубокого нижнемелового водоносного горизонта, мощность которого по данным метода ЯМР составила 180 м, водной фракции эндогенного генезиса.

Поступление воды флюидно-эндогенного генезиса обеспечивает постоянное восполнение горизонтов, залегающих на глубинах: 400–580 м и 850–1 000 м, за счёт восходящих потоков пароводных флюидов, генерируемых глубинным гравитирующим объектом, пространственно приуроченном к площади развития Зуйской вулканогенно-дуговой геоструктуры [10].

Для исследованной Зуйской гидрогеологической структуры (рис. 1В) на основе осреднённых фильтрационных параметров и полученной по геофизическим данным мощности водоносных горизонтов по гидродинамическому методу Рассказова Н. М. [16] был выполнен предварительный прогнозный расчёт эксплуатационных ресурсов подземных вод, объём которых составляет 30–34 млн м³/год, что значительно больше утверждённых запасов, посчитанных ГУП Крымгеологией. В основу расчёта положена модель гидрогеологической напорной структуры в виде линзы, в геоструктурном разрезе состоящей из двух глубоких, гидродинамически связанных водоносных горизонтов, выявленных по результатам геолого-геофизических исследований с применением метода ЯМР.

Пройденными ранее ГУП Крымгеологией глубокими гидрогеологическими скважинами подтверждаются в целом данные, полученные по результатам проведенных геолого- геофизических исследований: здесь бурением были вскрыты глубокие подземные пресные воды на глубинах: от 350–500 м (с. Кленовка, Зуйский водозабор — в 16–18 км юго-западнее от с.Ново-Александровки с дебитом 50 л/сек или 4,3 тыс. м³/сут.) [17], а также на глубинах 1 000–1 200 м (Пятихатское месторождение мин. пресной воды с дебитом 47 л/сек, в скважине, расположенной в 28 км севернее Ново-Александровки).

То есть, по комплексу полученных различными методами (в том числе, по результатам глубокого бурения) данных можно предположить, что в этом регионе вырисовывается достаточно протяжённая (около 50 км) напорная гидрогеологическая структура с значительными ресурсами пресной воды, превышающими утвержденные запасы.

ВЫВОДЫ

Потенциальный объём подземных вод, поступающих по эндодренажным каналам литосферы за счёт протекания процессов эндогенной пароводной конвергенции в верхних слоях литосферы, сосредоточен, прежде всего, в пределах зон влияния палеовулканических центров в Предгорном и Горном Крыму, а также в зоне Каркинитско-Сивашского рифта в Северном Крыму. При вероятностной оценке объёмов поступления глубинных подземных вод эндогенного генезиса необходимо учитывать следующее.

1. По данным известного российского учёного академика-тектониста Артюшкова Е. В. [1] в результате водной дегазации Земли в литосферу поступает водных флюидов в среднем до 700–1 000 км³ в год. Расчёты Артюшкова Е. А.

основываются на том, что за время последнего периода тектонической активизации Земли, который длился около 2 млн лет, из недр мантии в нижнюю часть литосферы под континентами внедрились объёмы водных флюидов, сопоставимые с 10% объёмом современной океанической оболочки Земли. Десятая часть объёма Мирового океана составляет около 140 млн км³. Причём, такие объёмы поступления флюидов необходимо относить не ко всему объёму литосферы, а только к части литосферы с наличием эндодренажных каналов [3], приуроченных к зонам активных тектонических разломов. Следовательно, исходя из этого, к перспективным с точки зрения наличия глубинных подземных вод, относятся неотектонически активные регионы Крыма: зоны влияния палеовулканических центров в Предгорном и Горном Крыму и приуроченные к ним эндодренажные каналы, а также рифтовая Каркиниско-Сивашская зона, испытавшие неотектоническую активизацию в неоген-четвертичное время.

2. Исходя из концептуального методологического подхода Артюшкова Е. В. к формированию глубинной гидросферы Земли, можно утверждать, что в Крыму могут формироваться и должны существовать водоносные структуры с значительными восполняемыми ресурсами глубинных пресных и маломинерализованных вод там, где существуют объективные геотектонические условия для генерации пароводных флюидов эндогенного генезиса и их транзита по эндодренажным каналам.

3. Полученные результаты геолого-геофизических исследований по поиску глубинных вод на примере изученной Зуйской гидрогеологической водонапорной структуры, которая по предварительным данным оценивается эксплуатационными ресурсами в 30–34 млн м³/год, наглядно доказывают наличие значительных ресурсов в глубинных подземных горизонтах в Предгорном и Горном Крыму.

4. Для реализации задачи практического использования нетрадиционных восполняемых водных ресурсов в Крыму необходимы на первом этапе региональные системные комплексные геолого-геофизические, гидрогеологические и гидрохимические исследования по поиску и изучению условий формирования глубинных вод — прежде всего, в вышеназванных регионах для оценки их потенциальных ресурсов.

Список литературы

1. Артюшков Е. В. Новейшие поднятия земной коры на континентах как следствие подъёма из мантии крупных масс горячего вещества. Док. РАН, 1994. Т. 336. № 5. С. 680–683.
2. Бондарева Г. Л. Гидрогеодинамические и гидрогеохимические особенности Пятигорского месторождения минеральных вод. Пермский ГУ. 2011. автореф. на соиск. уч. ст. к.г.-м.н. 24 с.
3. Вартамян Г. С. Глобальная эндодренажная система Земли., Канада, г. Торонто, 2012. 121 с.
4. Yardley B. W. D., Llayd G. E. Why metasomatic fronts are really metasomatic sides, *Geology*. 1995. vol. 23. no. 1. pp. 53–56.
5. Вернадский В. И. Проблемы биогеохимии. Труды биохимической лаборатории. XVI. М. Наука. 1980, 456 с.
6. Гидрогеология СССР, Т. VIII. С. 94–114.
7. Дюнин В. И. Гидрогеодинамика глубоких горизонтов платформ. МГУ. 1998. автореф. на соиск. уч. ст. д.г.-м. наук. 44 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ
ПЕРСПЕКТИВ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЗА
СЧЁТ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ...

8. Колодий В. В. Подземные воды нефтегазовых провинций и их роль в миграции и аккумуляции нефти. Киев, Наукова думка, 1983, 248 с.
9. Киреева Т. А. К методике оценки эндогенной составляющей глубоких подземных вод. Вестник московского университета, сер.4. Геология. 2009. № 1. С. 55–58.
10. Пасынков А. А., Вахрушев Б. А. Активизация карстовых в пределах разрывных структур природных и урбанизированных территорий Горного и Предгорного Крыма. Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2017. Т. 3 (69). № 1. С.192–204.
11. Ковалев, Н. И., Пухлий В. А., Солдатова С. В. Применение дистанционного геофизического комплекса «Поиск» для решения инженерных и геолого-поисковых задач. СГУ. 2016. 165 с.
12. Кутас Р. И. Геотермические условия бассейна Чёрного моря и его обрамления. Геофиз. журнал. 2010. Т. 32. № 6. С. 135–154.
13. Лукин А. Е. Глубинная гидрогеологическая инверсия как глобальное синергетическое явление: теоретические и прикладные аспекты. Геол. журнал. 2005. № 1. С. 50–67.
14. Лукин А. Е., Шестопалов В. М. От новой геологической парадигмы к задачам региональных геолого-геофизических исследований. Геофиз. журнал. 2018. № 4. Т. 40. С. 3–72.
15. Хаустов В. В. Гидрогеохимический критерий при изучении геодинамически активных геотектонических структур // Система «Планета Земля»: XXV лет семинару «Система «Планета Земля» (1994–2019). М.: ЛЕНАНД, 2019. 464 с.
16. Рассказов Н. М. Оценка ресурсов и запасов подземных вод, Томск, 2002. 49 с.
17. Конько С. И. Отчёт ГУП Крымгеологии «Оценка запасов подземных вод Бештерек-Зуйского водозабора в Симферопольском р-не РК», Симферополь, 2016. 130 с.
18. Ришес Е. А. Каталог водопунктов с минеральными и термальными водами (Крымская обл.), Днепрпетровск. 1961. л. 25.

**RESULTS OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL RESEARCH FOR THE
EVALUATION OF PERSPECTIVES OF ADDITIONAL WATER RESOURCES'
ACQUISITION THROUGH THE EMERGING UNDERGROUND WATER IN THE
DEPTH HYDROSPHERE OF CRIMEA**

Kuznetsov I. V.¹, Pavlyuk N. Ya.²

^{1,2}Science Center “Crimea” of Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russian Federation

E-mail: inkuznets@gmail.com

During the last decade the greatest scientific discovery was accomplished in geology, namely the factors of hydrocarbon (HC) deposits' replenishment in the majority of oil-and-gas bearing fields of the world thanks to the rising migration of endogenous deep-seated fluids. This scientific discovery is totally connected with the hydrogeology, i.e. with the factors of deep-seated Earth hydrosphere formation as within the search and exploration of HC the phenomenon of the deep-seated hydrogeological inversion (DHI) was determined. The idea of such inversion is that fresh water aquifers are often located at the big depth (from 0,5–1 km to 2–3 km) in the process of hole drilling. This fact contradicts the principles of hydrochemical zoning.

In the frames of the theory of deep-seated fluid hydrocarbon genesis which was presented and proved by the academician A. E. Lukin (1) the mechanism of DHI origin includes the formation of deposits of deep-seated less mineralized underground water (academician Shestopalov V. M. and professors: Dyunin V. I., Khaustov V. V., Russia) in the process of

endogenous generation of deep-seated steam-water fluids. While penetrating in the upper layers of lithosphere steam-water fluids move in the endodrain channels (fractured zones) and condense in the subordinate crust collectors creating deposits of less mineralized and fresh water.

According to the data of the explorer Kutas P. I. (2011), in Crimea the isotherm 100°C within the Scythian platform is located at the depth of 2–2.5 km. In the Karkinit-Sivash rift and its sides it occupies more elevated position (depth of 1–1.5 km). The existence of the inversive type of deep-seated less mineralized water (less than 3 gr per liter) at the depth of about 1.5–2 km is found in the southern periphery of the Karkinit-Sivash rift in the process of the deep-seated oil exploration drilling.

Aiming at the search of deep-seated water the geological and geophysical exploration was conducted with the help of nuclear magnetic resonance methodology (NMR) in the Novo-Aleksandrovka site (Piedmont Crimea). In the accordance with the results of the complex analysis of the geological and geophysical data the deep-seated underwater lens was detected in the district of v. Novo-Aleksandrovka which was connected to the gravitational anomaly and conditioned by the close reserve to the surface of Zuya intrusive complex located at the depth of 350–400 m in the zone of the Crimean deep-seated fault. The geophysical data which were received thanks to the NMR methodology highlights two main aquifers at the depth of 400–580 m (in the lower cretaceous complex) and 850–1 000 m (in the carbon complex of the karst carbonate rock).

In general, the main features of the deep-seated hydrogeology in the region are characterized with the availability of the subhorizontal filtration flows in the limestone deposits which move from the Piedmont Crimea to the north. In the area of the Zuya intrusion they are mixed with the deep-seated water of the endogenous genesis and create hydrogeological system of the separate water supply in the borders of the looming geostructure. On the basis of the average filtration parameters of aquifers according the methodology of Rasskazov N. M. the forecast calculation of the operating resources of deep-seated underground water was fulfilled in the researched site.

Keywords: Earth crust, deep-seated hydrosphere, underground water, endodrain channels, tectonic dislocation, geophysical research, hydrochemical criteria, steam-water fluids.

Reference

1. Artjushkov E. V. Novejshie podnjatija zemnoj kory na kontinentah kak sledstvie pod#joma iz mantii krupnyh mass gorjachego veshhestva. (The newest crustal recoil on the continents as a result of the hot substance uplift outwards the mantle.) Dok. RAN, 1994. vol. 336. no. 5. pp. 680–683. (in Russian)
2. Bondareva G. L. Gidrogeodinamicheskie i gidrogeohimicheskie osobennosti Pjatigorskogo mestorozhdenija mineral'nyh vod. (Hydrogeodynamic and hydrogeochemical peculiarities of the Pyatigorsk mineral water.) Permskij GU. 2011. avtoref. na soisk. uch. st. k.g.-m.n. 24 p. (in Russian)
3. Vartanjan G. S. Global'naja endodrenazhnaja sistema Zemli, (The global endodrain system of Earth) Kanada, g. Toronto, 2012. 121 p. (in Russian)
4. Yardley B. W. D., Llayd G.E. Why metasomatic fronts are really metasomatic sides, Geology. 1995. vol. 23. no. 1. pp. 53–56.
5. Vernadskij V. I. Problemy biogeohimii. Trudy bihimicheskoj laboratorii. (Problems of biogeochemistry. Works of biochemical lab.) XVI.M. Nauka, 1980. 456 p. (in Russian)
6. Gidrogeologija SSSR, (Hydrogeology of the USSR) T. VIII. pp. 94–114. (in Russian)

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ
ПЕРСПЕКТИВ ПОЛУЧЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ЗА
СЧЁТ ФОРМИРУЮЩИХСЯ ...

7. Djunin V. I. Hidrogeodinamika glubokih gorizontov platform. (Hydrodynamics of platform deep horizons) MGU.1998. avtoref. na soisk. uch. st. d.g.-m. nauk. 44 p. (in Russian)
8. Kolodij V. V. Podzemnye vody neftegazovyh provincij i ih rol' v migracii i akumuljacii nefti. (Underground water of oil gas provinces and their role in the migration and accumulation of oil) Kiev, Naukova dumka, 1983. 248 p. (in Russian)
9. Kireeva T. A. K metodike ocenki jendogennoj sostavljajushhej glubokih podzemnyh vod. Vestnik moskovskogo universiteta. (To the methodology of endogenous components' evaluation of underground water) ser. 4. Geologija. 2009. no. 1. pp. 55–58. (in Russian)
10. Pasyнков A. A., Vahrushev B. A. Aktivizacija karstovyh v predelah razryvnyh struktur prirodnyh i urbanizirovannyh territorij Gornogo i Predgornogo Kryma. Uchjonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. (The activization of the karst structures of Piedmont and Mountainous Crimea. Scientific notes of V.I. Vernadskiy Crimean Federal University). 2017. vol. 3 (69). no. 1. pp. 192–204. (in Russian)
11. Kovalev, N. I., Puhlij V. A., Soldatova S. V. Primenenie distancionnogo geofizicheskogo kompleksa «Poisk» dlja reshenija inzhenernyh i geologo-poiskovyh zadach. (Application of the distant geophysical complex “Poisk” for solving of engineering and geological research objectives) SGU. 2016. 165 p. (in Russian)
12. Kutas R. I. Geotermicheskie uslovija bassejna Chjornogo morja i ego obramlenija. (Geothermal conditions of the Black Sea basin and its frames) Geofiz. zhurnal. 2010. vol. 32. no. 6. pp. 135–154. (in Russian)
13. Lukin A. E. Glubinnaja gidrogeologicheskaja inversija kak global'noe sinergeticheskoe javlenie: teoreticheskie i prikladnye aspekty. (The deep-seated hydrogeological inversion as a global synergetic phenomenon: theoretical and practical aspects) Geol. zhurnal. 2005. no. 1. pp. 50-67. (in Russian)
14. Lukin A. E., Shestopalov V. M. Ot novoj geologicheskoy paradigmy k zadacham regional'nyh geologo-geofizicheskikh issledovanij. (From the new geological paradigm to the regional objectives of geological and geophysical research) Geofiz. zhurnal 2018. vol. 40. no. 4. pp. 3–72. (in Russian)
15. Haustov V. V. Hidrogeohimicheskij kriterij pri izuchenii geodinamicheski aktivnyh geotektonicheskikh struktur (Hydrogeochemical criteria in the exploration of geodynamically active geotectonic structures), Sistema «Planeta Zemlja»: XXV let seminaru “Sistema «Planeta Zemlja»” (1994-2019). M.: LENAND, 2019. 464 p. (S. 287-291) (kollektivnaja monografija). (in Russian)
16. Rasskazov N. M. Ocenka resursov i zapasov podzemnyh vod, (The evaluation of resources and reserves of underground water) Tomsk. 2002. 49 p. (in Russian)
17. Kon'ko S. I. Otchjot GUP Krymgeologii “Ocenka zapasov podzemnyh vod Beshterek-Zujskogo vodozabora v Simferopol'skom r-ne RK” (The evaluation of underground water reserves of Beshterek-Zujskiy water supply point in Simferoposkiy region RC), Simferopol'. 2016. 130 p. (in Russian)
18. Rishes E. A. Katalog vodopunktov s mineral'nymi i termal'nymi vodami (Krymskaja obl.) (The catalogue of water points with mineral and thermal water (the Crimean region)), Dnepropetrovsk. 1961. l. 25. (in Russian)

Поступила в редакцию 08.02.2021