

УДК 551.491.4

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВУЛКАНИЧЕСКИХ ОБЛАСТЕЙ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРЫ АРАГАЦ)

В. П. Варданян

Ереванский государственный университет,  
ул. А. Манукяна 1, Армения, [v.vardanyan@ysu.am](mailto:v.vardanyan@ysu.am)

Территория Центрального вулканического нагорья Армении в гидро-геологическом отношении представляет собой высоко приподнятую область, которая преимущественно относится к гидродинамической зоне интенсивного подземного стока.

В пределах Центрального вулканического нагорья Армении нами проводятся систематические и планомерные исследования по изучению ресурсов подземных вод в массиве горы Арагац, на Гегамском, Вардениском и Сюникском вулканических нагорьях, в Араратской, Ширакской, Севанской впадинах, на Лорийском вулканическом плато и т.д.

На территории Армянского нагорья по периферии массива горы Арагац нами проводились исследования с целью выяснения возможностей применения метода вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) для картирования подластового рельефа водоупорных пород и выделения водоносных горизонтов.

В целом в лавах вулканических нагорий Армении наблюдается формирование и накопление двух основных типов подземного стока: сосредоточенного и рассредоточенного. Сосредоточенный сток – концентрированный подземный поток, который формируется в погребённых долинах и движется по палеорельефу в определённом направлении. Рассредоточенный сток – относительно рассеянный подземный поток, который формируется в погребённых водораздельных частях между палеодолинами, направлен в их сторону и питает сосредоточенный сток.

По результатам гидрогеофизических исследований приводятся основные результаты по распределению и освоению подземных вод отдельных вулканических регионов Центрального вулканического нагорья Армении. В качестве примера представлен Арагацкий массив, где проводились электроразведочные исследования методом ВЭЗ. На основании гидрогеофизических исследований сделана попытка для отдельных водосборных бассейнов массива дать более детальное "расчленение" подземного стока.

В результате нами составлена сводная карта палеорельефа. На карте представлено распределение подземного стока вулканического массива г. Арагац, что является важнейшим основанием при проведении гидрогеологических мероприятий для решения проблемы дефицита пресной воды в народном хозяйстве.

**Ключевые слова:** водоток; методы электроразведки; водоносные горизонты; подземный сток; погребённый водораздел; палеорельеф; сосредоточенный сток; рассредоточенный сток.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в пределах Центрального вулканического нагорья Армении выполнен большой объём дистанционных и, в особенности, геофизических работ. В вулканических районах первая попытка проведения исследований методом электроразведки для решения вопросов гидрогеологии относится к 1942 г. Эти работы были проведены в пределах массива горы Арагац. Большого развития тогда они не получили. Электроразведка при исследовании подластовых водоупорных пород широко применялась в 1945-

1949 гг. Однако только с 1957 г. дистанционные геофизические методы входят в практику изысканий подземных водных ресурсов. Эти методы в настоящее время находят применение в связи с изучением условий залегания и, в частности, глубины залегания подластовых водоупорных пород; при выявлении межластовых и подластовых водотоков; при оконтуривании и определении мощностей озерно-речных отложений как вместилищ для скопления подземных вод; и, наконец, при изучении разрезов буровых скважин в связи с выделением и характеристикой

водоносных коллекторов. В последние годы при изучении подземных вод в комплексе с гидрогеофизическими методами широко используется информация, получаемая от спутниковых снимков. Естественно, что применяемые дистанционные методы в целом входят в общий комплекс известных гидрогеологических методов исследования подземных вод.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДЗЕМНОГО СТОКА ОТДЕЛЬНЫХ ВУЛКАНИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ

Территории Центрального вулканического нагорья Армении свойственны все черты многообразия природных условий горных областей. В гидро-геологическом отношении эта территория представляет собой высоко приподнятую область, которая преимущественно относится к гидродинамической зоне интенсивного подземного стока, где возобновление ресурсов подземных вод происходит сравнительно быстро в связи с близостью расположения областей формирования, накопления и дренирования. Питание подземных вод происходит, главным образом, за счёт инфильтрации талых вод, особенно в высокогорных районах, где температурный режим способствует медленному таянию снегового покрова [1].

Согласно физико-гидрогеологической модели (ФГГМ) вулканических нагорий в их пределах можно выделить следующие гидродинамические зоны: зона питания, транзита (стока) и накопления (разгрузки) подземных вод. Граница гидродинамической зоны питания совпадает с границей области с положительным балансом влаги, где происходит инфильтрация атмосферных осадков и формирование подземных вод. Основная часть формирующегося стока разгружается на дневную поверхность в виде мощных родников или дренируется речной сетью, остальная часть в виде глубинного стока уходит на питание родников, артезианских бассейнов и гипсометрически ниже расположенных гидродинамических зон. К зоне питания относятся складчатые высокогорные области Джавахетского, Арагацского, Гегамского, Варденисского, Сюникского и др. нагорий. Направление движения формирующихся здесь подземных вод определяется морфологией погребённого под лавами рельефа. Гидродинамическая зона транзита граничит непосредственно с зоной питания. В пределах этой зоны, вследствие отрицательного баланса влаги в годовом разрезе, формирование подземного стока происходит за счёт инфильтрации атмосферных

осадков. К зоне транзита относятся подножия вышеуказанных горных хребтов. Здесь движение подземных вод происходит, в основном, по водовмещающим породам, часть которых разгружается в виде сосредоточенных родников, а другая – дренируется руслами рек. Общий сток этой зоны направлен в гипсометрически ниже расположенную гидродинамическую зону накопления или разгрузки. Эта зона территориально совпадает с площадями межгорных впадин (котловин), где, благодаря геолого-гидрогеологическим условиям формируются пластовые напорные и грунтовые воды [2]. К зоне накопления относятся такие межгорные артезианские бассейны, как Араратский, Севанский, Ширакский и др.. В целом в лавах вулканических нагорий Армении наблюдается формирование и накопление двух основных типов подземного стока: сосредоточенного и рассредоточенного. *Сосредоточенный сток* – концентрированный подземный поток, который формируется в погребённых долинах и движется по палеорельефу в определённом направлении (согласно древней гидрографической сети). *Рассредоточенный сток* – относительно рассеянный подземный поток, который формируется в погребённых водораздельных частях между палеодолинами, направлен в их сторону и питает сосредоточенный сток. Из указанных типов подземного стока для целей водоснабжения и орошения практический интерес представляет сосредоточенный сток (подземные водотоки), который по существу и является основным "носителем" естественных ресурсов пресных подземных вод вулканических сооружений Армении [3].

Для каждого исследованного вулканического региона решены следующие задачи:

– выполнено сравнительное детальное палео-гидрогеологическое районирование с целью выделения площадей, перспективных для поиска и разведки подземных вод. В основу таксономического деления положены такие особенности палеорельефов, как:

а) пространственное положение границ современных и погребённых (древних) водоразделов; б) основные направления и пути движения подземных вод; в) литологический состав подлавовых водоупорных пород.

В целях рационального распределения намечаемых объёмов поисково-разведочных гидрогеологических работ по результатам гидрогеофизических исследований составлены схемы местоположения проектируемых буровых скважин; для отдельных участков рекомендовано также заложение эксплуатационных скважин [4].

### 3. ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ЗАЛЕГАНИЯ ПОДЛАВОВЫХ ВОДОУПОРНЫХ ПОРОД

Во многих случаях многочисленные мощные подземные водотоки вулканических районов оказываются приуроченными к депрессионным формам палеорельефа. С этой точки зрения изучение условий залегания отложений, подстилающих лавы, имеет важное научно-практическое значение и не удивительно, что по объёму такие исследования в различных вулканических регионах значительны. Здесь решение задачи сводится к определению мощностей вулканических пород и на этом основании к построению карт и разрезов подлавого рельефа. Предпосылкой для постановки работ указанного направления служит дифференциация по электропроводности эффузивных, вулканогенно-осадочных и осадочных пород. При исследованиях широко применяется метод вертикального электродзондирования (ВЭЗ). В Армянском нагорье по периферии массива горы Арагац нами проводились исследования с целью выяснения возможностей применения метода ВЭЗ для картирования подлавого рельефа водоупорных пород и выделения водоносных горизонтов [5]. Кроме того для научно - обоснованного решения проблемы освоения подземных вод Арагацкого массива нами переинтерпретированы и обобщены данные многолетних геофизических исследований, выполненных в том числе для решения гидрогеологических задач.

Несмотря на изученность массива Арагац, здесь имеется ряд нерешенных вопросов по установлению распределения и освоения его подземного стока.

В пределах Центрального вулканического нагорья Армении нами проводятся систематические и планомерные исследования по изучению ресурсов подземных вод отдельных регионов. Это: массив горы Арагац, Гегамское, Вардениское и Сюникское вулканическое нагорья, Арагатская, Ширакская, Севанская впадины, Лорийское вулканическое плато и т.д [6].

С 1998 по 2002 гг. был картирован подлавый рельеф водоупорных пород северо-западной части Гегамского хребта. Установлено, что эоценовые отложения погружаются от с. Варсер в направлении с. Лчашен. В районе их наибольшего погружения предполагается северное крыло синклинали прогиба, связанного с древней долиной р. Раздан (Палеораздан).

Начиная с 2003г. проводились работы по картированию палеорельефа северной части Гегамского вулканического нагорья. Данные количе-

ственной интерпретации кривых ВЭЗ показывают, что мощность лав изменяется от 30-40 м до 600-700 м. Абсолютная отметка кровли подлавого образования варьирует от 2000 до 1400-1300 м [7].

При глубинном геологическом картировании территории Араратской котловины широко применялся метод дипольного зондирования (ДЗ). Полученные новые данные о структурном строении района позволяют сделать выводы относительно строения его палеорельефа и распределения подземных вод.

Характерным для всех вышерассмотренных геофизических работ является то, что наблюдаемые кривые зондирования - многослойные и в основном относятся к типам КНК ( $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4 > \rho_5$ ), АК ( $\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$ ), КQ ( $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 > \rho_4$ ) и К ( $\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$ ). Отсутствие истинных значений удельного электрического сопротивления ( $\rho$ ) лавовых пород, являющихся основным горизонтом геоэлектрического разреза, вносит определённую условность в проведенную количественную интерпретацию кривых ВЭЗ. Некоторое исключение составляют результаты работ, относящиеся к Гегамскому нагорью. В этом случае впервые была сделана попытка районировать территорию по величинам удельного сопротивления вулканических образований и в основу количественной обработки графиков ВЭЗ положены наиболее вероятные значения  $\rho$ , которые вычислены для каждого исследованного участка с использованием статистических методов обработки [8].

### 4. ВЫЯВЛЕНИЕ МЕЖЛАВОВЫХ И ПОДЛАВОВЫХ ВОДОТОКОВ

Практическое решение проблемы водоснабжения отдельных районов республики не представляется возможным без применения дистанционной разведки для поисков подземных вод. Кривые ВЭЗ, полученные над водоносными лавами, показали, что последние характеризуются сопротивлением до 400 Ом.м, тогда как  $\rho$  их относительно сухих разностей чаще всего больше 800-1000 Ом.м. Определённый диапазон изменения  $\rho$  вулканических пород, в зависимости от их водонасыщения, позволил для поисков подземных вод широко использовать метод электропрофилирования в сочетании с ВЭЗ [9].

В бассейне оз. Севан проводились работы по поискам мест возможной утечки озёрной воды. В результате этих исследований в северо-западной и юго-западной частях озера обнаружены фильтрационные участки, соответственно,

в районах с. Лчашен и с. Лчап. Отметим, что исполнителями работы в северно-западной части оз. Севан на основании кривых ВЭЗ выделен один водоносный горизонт на глубине 40-50 м, а следовало бы выделить и второй на глубине 180-200 м. Существование двух водоносных горизонтов подтверждено результатами буровых работ последующих лет [7].

С 2012 по 2014 гг. проводились электроразведочные исследования в пределах южных и юго-восточных склонов массива горы Арагац для обнаружения межлавовых и подлавовых водотоков, по которым питается Араратский подземный бассейн. Перехват подземных потоков, особенно на высоких гипсометрических отметках (более 950 м), имеет важное практическое значение для целей водоснабжения. Проведёнными исследованиями выявлены три зоны низких сопротивлений ( $\rho_k \leq 400$  Ом.м), расположенные в западной, центральной и восточной частях исследуемого района. Они связывались с подземными водотоками, что в последующем было подтверждено пробуренными гидрогеологическими скважинами [6].

Особый интерес для изучения подземных вод представляют работы, выполненные методом вызванной поляризации (ВП). Оказывается, что водоносные лавы, которые не выделяются на кривых ВЭЗ, проявляются низким значением поляризуемости ( $\eta_k$ ) на графиках ВЭЗ-ВП. Лабораторные исследования на искусственных образцах подтвердили, что, действительно, поляризуемость у трещиноватых лав значительно меньше, чем у плотных. Но с другой стороны, полевые исследования, выполненные методом ВЭЗ-ВП в Таширском районе, показали, что не всегда удаётся по параметру  $\eta$  обнаружить обводнённые лавовые породы. Так что вопрос об эффективности применения метода ВП при изучении подземных вод вулканических районов остаётся открытым и требует новых дополнительных исследований [8].

## 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТОКА МАССИВА ГОРЫ АРАГАЦ

На основании вышеуказанных положений приводятся основные результаты по распределению и освоению подземных вод отдельных вулканических регионов Центрального вулканического нагорья Армении. В качестве примера представлен Арагацкий массив, где проводились электроразведочные исследования методом ВЭЗ. В результате нами составлена сводная карта палеорельефа массива по данным кривых ВЭЗ

и бурений. На карте представлено распределение подземного стока вулканического массива г. Арагац [10].

Формирование, движение и распространение подземных вод Арагацкого массива рассмотрены сравнительно подробнее, так как многие особенности ФГТМ массива являются общими для большинства вулканических регионов [3].

Несмотря на изученность массива Арагац, который состоит из трех речных водосборных бассейнов (р. Касах, р. Каркачун и р. Селав-Мастара), имеется ряд вопросов по установлению распределения и освоения его подземного стока. Согласно данным водно-балансовых расчётов полный сток массива имеет расход примерно  $25 \text{ м}^3/\text{с}$ , из них подземные воды составляют около  $18 \text{ м}^3/\text{с}$ . Территориальное распределение последних неравномерно: считается, что  $7,42 \text{ м}^3/\text{с}$  формируется в бассейне р. Каркачун (северо-западные склоны),  $6,21 \text{ м}^3/\text{с}$  – в бассейне реки Касах (восточные склоны), а остальное ( $4,33 \text{ м}^3/\text{с}$ ) распределяется в пределах бессточного бассейна и бассейна р. Селав-Мастара (соответственно, южные и западные склоны массива) [11].

На основании гидрогеофизических исследований сделана попытка для отдельных водосборных бассейнов массива дать более детальное "расчленение" подземного стока. Необходимо отметить, что по мере продвижения подземных вод от областей питания к областям накопления и разгрузки отчётливо наблюдается увеличение их минерализации от 80-90 мг/л и 100-150 мг/л далее до 250-300 мг/л. Именно эта закономерность повышения минерализации подземных вод является основной причиной, обуславливающей наблюдаемое зональное изменение величин удельного сопротивления эффузивных пород исследованного региона. Следует отметить, что сопоставление мощностей вулканических образований, полученных по данным интерпретации кривых электроразведки с разрезами буровых скважин (существовавших ранее и пробуренных на основании данных электроразведки) показывает, что их различие не превышает 10-15% при мощностях лав в среднем 250-300 м. Это позволяет более уверенно отнестись к результатам гидрогеофизических исследований и сделанным на этой основе гидрогеологическим выводам [12, 13].

Установленная закономерность зональности в распределении геоэлектрических параметров и комплексный подход при обработке геофизических данных позволили получить

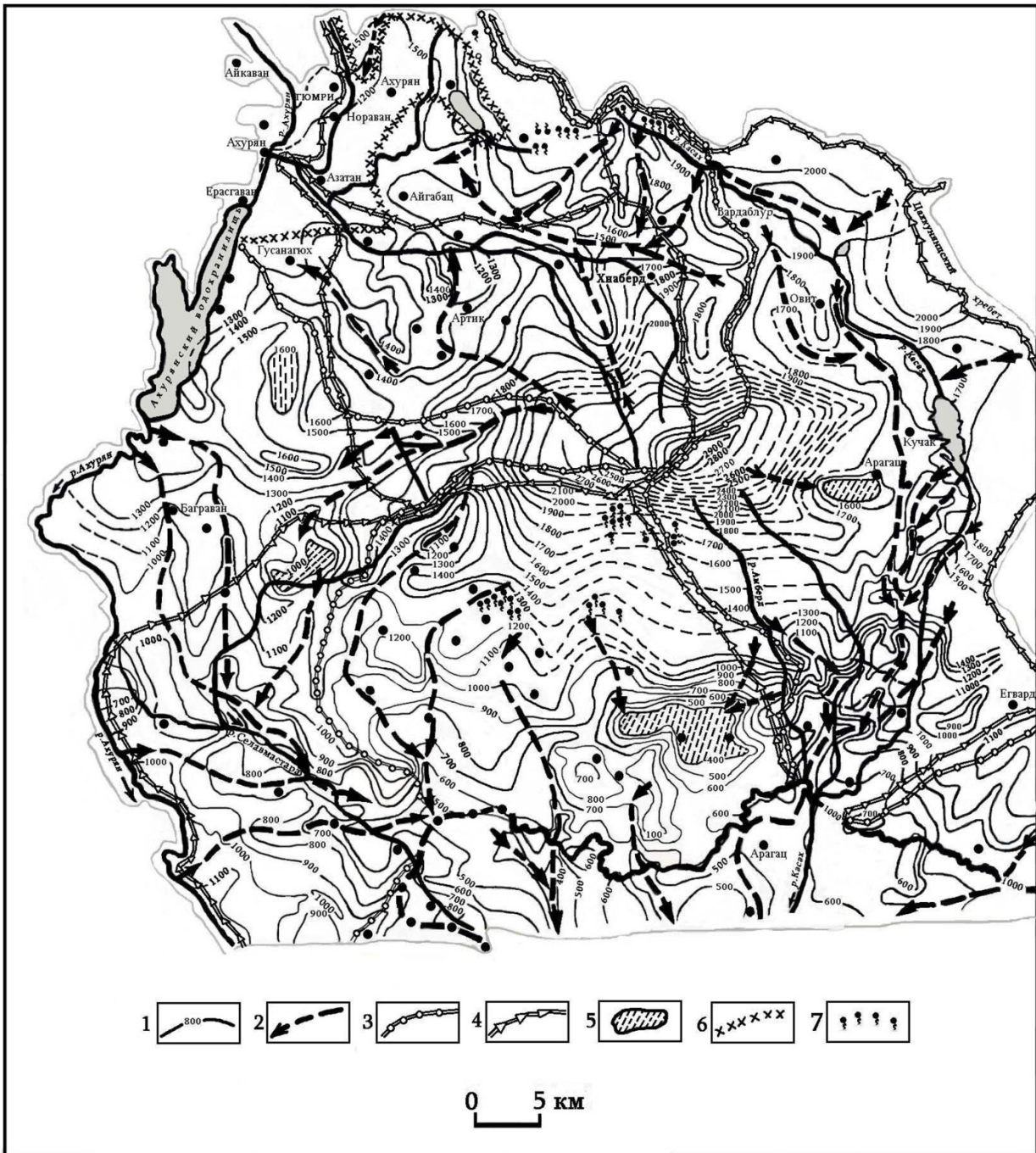


Рис. 1 - Карта рельефа регионального водоупора массива горы Арагац

Условные обозначения:

1. Изолинии рельефа регионального водоупора в абсолютных отметках, м.
2. Основные пути сосредоточенного движения подземных вод (палеодолины).
3. Современный (поверхностный) водораздел.
4. Региональный погребенный водораздел.
5. Погребенный (водосборный) бассейн.
6. Контакт подлавовых водоупорных пород разного литологического состава.
7. Родники.

сравнительно объективный и достоверный картографический материал по распределению подземных водных ресурсов основных речных бассейнов массива.

Исходя из характера рельефа регионального водоупора массива горы Арагац распределение

подземного стока представляется следующим образом (рис. 1). В результате нами составлена сводная карта палеорельефа и на карте представлено распределение подземного стока вулканического массива г. Арагац.

## 6. ВЫВОДЫ

По результатам гидрогеофизических исследований приводятся основные результаты по распределению и освоению подземных вод отдельных вулканических регионов Центрального вулканического нагорья Армении. В качестве примера предоставляется Арагацкий массив, где проводились электроразведочные исследования методом ВЭЗ. На основании гидрогеофизических исследований сделана попытка для отдельных водосборных бассейнов массива дать более детальное "расчленение" подземного стока.

В результате нами составлена сводная карта палеорельефа. На карте представлено распределение подземного стока вулканического массива г. Арагац, что является важнейшим основанием при проведении гидрогеологических мероприятий для решения проблемы дефицита пресной воды в народном хозяйстве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология Армянской ССР. Т. VIII: Гидрогеология / Аветисян В.А. и другие. Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1974. 374 с.
2. Варданян В. П. Поиск межлаговых и подлаговых водотоков. *Сборник материалов 5-ого Международного конгресса «ЭКВАТЭК»*. Москва, 2002. С. 239-241.
3. Минасян Р. С., Варданян В. П. Палеорельеф и распределение подземного стока Центрального вулканического нагорья Армении. Ереван: Асогик, 2003. 151 с.
4. Минасян Р. С. Изучение подземных вод вулканических областей геофизическими методами. Москва: Недра, 1989. 197 с.
5. Гулоян Е. Г., Минасян Р. С. Результаты электроразведочных работ, проведённых в пределах восточных склонов массива горы Арагац, Лорийского плато и в районе п. Анкаван (отчёт Электроразведочной партии за 1964 г.). *Фонды УГ СМ АрмССР*. 1965.
6. Минасян Р. С., Варданян В. П., Эффективность комплексных исследований для освоения подземных вод межгорных котловин (на примере Араратской межгорной котловины). *Ученые записки ЕГУ*. 2010. №2. С. 19-22.
7. Гулоян Е. Г., Минасян Р. С. Отчёт об электроразведочных работах, выполненных в пределах Гегамского вулканического нагорья за 1962 г. *Фонды УГ СМ АрмССР*. 1963.
8. Хмелевской В. К. Электроразведка. Москва: Изд-во МГУ, 1984. 422 с.
9. Епишко Л. А. Отчёт о работах электроразведочной партии за 1958 г. *Фонды УГ СМ АрмССР*. 1959.
10. Минасян Р. С. Варданян В. П. Погребенный рельеф и распределение подземного стока массива горы Арагац (по данным геофизических исследований). *Ученые записки ЕГУ*. 1999. №2. С. 98-104.
11. Минасян Р. С., Варданян В. П. Комплексное исследование древней гидрографической сети водосборных бассейнов (на примере бассейна р. Касах). *Ученые записки ЕГУ*. 2007. №2. С. 124-127.
12. Квят Х. Д., Перегудов А. Ф. Отчёт о работе Армянской геофизической партии за 1949 г. *Фонды УГ СМ АрмССР*. 1950.
13. Минасян Р. С., Мкртчян М. С., Варданян В. П. Результаты гидрогеофизических исследований подземного стока бассейна р. Селавмастара Арагацкого массива. *Ученые записки ЕГУ*. 2016. № 2. С. 21-24.

## REFERENCES

1. Avetisyan, V.A. et al. (1974). *Geologiya Armyanskoy SSR. T. VIII: Gidrogeologiya [Geology of Armenian SSR. Vol. 8: Hydrogeology]*. Erevan: Publ. AS Arm. SSR. (in Russ.)
2. Vardanyan, V.P. (2002). *Poisk mezhlavovyykh i podlavovyykh vodotokov [Search for inter-lava and sub-water streams]. Sbornik materialov 5-go Mezhdunarodnogo kongressa «EKVATEK» [Collection of materials of the 5th International Congress "EQUATEK"]*. Moscow, pp. 239-241. (in Russ.)
3. Minasyan, R.S. & Vardanyan, V.P. (2003). *Paleorel'ef i raspredelenie podzemnogo stoka Tsentral'nogo vulkanicheskogo nagor'ya Armenii [Paleo-relief and distribution of underground drain of Central volcanic eruptions in Armenia]*. Erevan: Asogik. (in Russ.)
4. Minasyan, R.S. (1989). *Izuchenie podzemnykh vod vulkanicheskikh oblastey geofizicheskimi metodami [The study of groundwater in volcanic areas by geophysical methods]*. Moscow. (in Russ.)
5. Guloyan, E.G. & Minasyan, R.S. (1965). *Rezultaty elektrorazvedochnykh rabot, provedennykh v predelakh vostochnykh sklonov massiva gory Aragats, Loriyskogo plato i v rayone p. Ankavan (otchet Elektrorazvedochnoy partii za 1964 g.) [Summary of the results of the electro-powered works, arranged by the Ararat massif of Aragats, Lori Plateau and in the district of Ankavan (report of the Electricity Distribution Party for 1964)]*. *Fondy UG SM ArmSSR [Funds of Geology Department of the Council of Ministers ArmSSR]*. (in Russ.)
6. Minasyan, R.S. & Vardanyan, V.P. (2010). *Effektivnost' kompleksnykh issledovaniy dlya osvoeniya podzemnykh vod mezhgornykh kotlovin (na primere Araratskoy mezhgornoy kotloviny) [The effectiveness of comprehensive research for the development of underground waters of intermountain basins (on the example of the Ararat intermountain basin)]*. *Uchenye zapiski EGU [Scientific notes of ESU]*, №2, pp. 19-22. (in Russ.)
7. Guloyan, E.G. & Minasyan, R.S. (1963). *Otchet ob elektrorazvedochnykh rabotakh, vpolnennykh v predelakh Gegamskogo vulkanicheskogo nagor'ya za 1962 g. [Report on electrical exploration work performed within the Geghama volcanic highlands for 1962]*. *Fondy UG SM ArmSSR [Funds of Geology Department of the Council of Ministers ArmSSR]*. (in Russ.)
8. Khmelevskoy, V.K. (1984). *Elektrorazvedka [Electrical intelligence]*. Moscow: Publ. MSU, 1984.
9. Epishko, L.A. (1959). *Otchet o rabotakh elektrorazvedochnoy partii za 1958 g. [Report on the work of the electrical exploration party for 1958.]*. *Fondy UG SM ArmSSR [Funds of Geology Department of the Council of Ministers ArmSSR]*. (in Russ.)
10. Minasyan, R.S. & Vardanyan, V.P. (1999). *Pogrebennyu rel'ef i raspredelenie podzemnogo stoka massiva gory Aragats (po dannym geofizicheskikh issledovaniy) [The buried topography and distribution of the underground runoff of the Aragats mountain massif (according to geophysical studies)]*. *Uchenye zapiski EGU [Scientific notes of ESU]*, №2, pp. 98-104. (in Russ.)

11. Minasyan, R.S. & Vardanyan, V.P. (2007). Kompleksnoe issledovanie drevney gidrograficheskoy seti vodosbornykh basseynov (na primere basseyna r. Kasakh) [Comprehensive study of the ancient hydrographic network of drainage basins (on the example of the Kasakh river basin)]. *Uchenye zapiski EGU [Scientific notes of ESU]*, №2, pp. 124-127. (in Russ.)

12. Kvyat, Kh.D. & Peregudov, A.F. (1950). Otchet o rabote Armyanskoy geofizicheskoy partii za 1949 g. [Report on the work of the Armenian Geophysical Party for 1949].

*Fondy UG SM ArmSSR [Funds of Geology Department of the Council of Ministers ArmSSR]*. (in Russ.)

13. Minasyan, R.S., Mkrtchyan, M.S. & Vardanyan, V.P. (2016). Rezul'taty gidrogeofizicheskikh issledovaniy podzemnogo stoka basseyna r. Selavmastara Aragatskogo massiva [Results of hydrogeophysical research of subsurface drain of river Selavmastara basin of the Aragats massive]. *Uchenye zapiski EGU [Scientific notes of ESU]*, №2, pp. 21–24. (in Russ.)

## CURRENT CHALLENGES OF UNDERGROUND WATER RESOURCES RESEARCH IN VOLCANIC AREAS OF THE ARMENIAN HIGHLANDS (CASE STUDY: MOUNT ARAGATS)

V. P. Vardanyan

Yerevan State University, 1, Alex Manoogian st., Armenia,  
[v.vardanyan@ysu.am](mailto:v.vardanyan@ysu.am)

From the hydro-geological perspective the territory of the Central Volcanic Highlands of Armenia is a highly elevated area which mainly belongs to the hydrodynamic zone of intense underground flow.

Our systematic and planned research aimed at studying groundwater in the Central Volcanic Highlands of Armenia covers the following regions: Mount Aragats, Gegham, Vardenis and Syunik Volcanic Highlands, the Ararat, Shirak and Sevan valleys, the Lori Volcanic Plateau etc.

In the Armenian Highlands, along the periphery of Mount Aragats, the purpose of the conducted studies was to determine the possibilities of applying the vertical electrical sounding (VES) method for mapping the basement relief of water-resistant rocks and identifying the aquifers.

In general, the lava of Armenian volcanic highlands is characterized by the formation and accumulation of two main types of underground runoff: concentrated and distributed. Concentrated runoff is a concentrated underground stream formed in the buried valleys and moves in a certain direction along a paleo-relief. Distributed runoff is a relatively dispersed underground stream formed in the buried watershed between paleo-valleys and moving in their direction. It feeds the concentrated runoff.

Based on the hydro-geophysical studies, the main conclusions on distribution and exploitation of groundwater across certain volcanic regions of the Central Volcanic Highlands of Armenia are presented. Mount Aragats, where electrical exploration surveys took place using the VES method, is presented as a case study. Hydro-geophysical studies made it possible to analyze certain drainage basins of the rock massif in order to allow a more detailed “dissection” of the groundwater runoff.

As a result, a summary map of the paleo-relief was compiled. The map shows the distribution of the underground runoff of the volcanic massif of Mount Aragats which forms an important basis for conducting hydrogeological initiatives aimed at solving the problem of fresh water shortage at the national level.

Key words: Stream, electrical survey methods, aquifers, underground runoff, buried watershed, paleo-relief, concentrated runoff, distributed runoff.

## СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ВИВЧЕННЯ РЕСУРСІВ ПІДЗЕМНИХ ВОД ВУЛКАНІЧНИХ ОБЛАСТЕЙ ВІРМЕНСЬКОГО НАГІР'Я (НА ПРИКЛАДІ ГОРИ АРАГАЦ)

В. П. Варданян

Єреванський державний університет,  
вул. А. Манукяна 1, Вірменія, [v.vardanyan@ysu.am](mailto:v.vardanyan@ysu.am)

Територія Центрального вулканічного нагір'я Вірменії в гідро-геологічному відношенні є високо піднятою областю, яка переважно відноситься до гідродинамічної зони інтенсивного підземного стоку.

У межах Центрального вулканічного нагір'я Вірменії нами проводяться систематичні і планомірні дослідження по вивченню ресурсів підземних вод в масиві гори Арагац, на Гегамському, Варденіському і Сюнікському вулканічних нагір'ях, в Араратській, Ширакській, Севанській западинах, на Лорійському вулканічному плато і т.ін.

На території Вірменського нагір'я по периферії масиву гори Арагац нами проводилися дослідження з метою з'ясування можливостей застосування методу вертикального електричного зондування (ВЕЗ) для картування подлавого рельєфу водотривких порід і виділення водоносних горизонтів.

В цілому в лавах вулканічних нагорій Вірменії спостерігається формування і накопичення двох основних типів підземного стоку: зосередженого і розосередженого. Зосереджений стік – концентрований підземний потік, який формується в похованих долинах і рухається по палеорельєфу в певному напрямку. Розосереджений стік – розсіяний підземний потік, який формується в похованих вододільних частинах між палеодолинами, спрямований в їх сторону і живить зосереджений стік.

За результатами гідрогеофізичних досліджень наводяться основні результати по розподілу і освоєнню підземних вод окремих вулканічних регіонів Центрального вулканічного нагір'я Вірменії. Як приклад представлений Арагацкий масив, де проводилися електророзвідувальні дослідження методом ВЕЗ. На підставі гідрогеофізичних досліджень зроблена спроба для окремих водозбірних басейнів масиву дати більш детальне "розчленування" підземного стоку.

В результаті нами складена зведена карта палеорельєфу. На карті представлено розподіл підземного стоку вулканічного масиву г. Арагац, що є найважливішою підставою при проведенні гідрогеологічних заходів для вирішення проблеми дефіциту прісної води в народному господарстві.

**Ключові слова:** водотік; методи електророзвідки; водоносні горизонти; підземний стік; похований вододіл; палеорельєф; зосереджений стік; розосереджений стік.

*Подання до редакції : 18. 04. 2019  
Надходження остаточної версії : 06. 11. 2019  
Публікація статті : 28. 11. 2019*