

УДК 551.491.4

ОЦЕНКА РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ  
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
(на примере Сюникского нагорья)

В. П. ВАРДАНЯН\*

*Кафедра геофизики ЕГУ, Армения*

На основании обобщения гидрологических, геолого-гидрогеологических данных и переинтерпретации гидрогеофизического материала нами составлен ряд карт и характерных разрезов регионального водоупора Сюникского вулканического нагорья. Выполненное нами палеогидрогеологическое районирование рассматриваемого региона позволило уточнить распределение глубинного стока нагорья; составленные карты палеорельефа служат основой для более детальных и целенаправленных поисково-разведочных работ на воду.

**Keywords:** intermountain trough, highland, groundwater flow, paleorelief, drillhole, basin, effusive strata, precipitation.

**Введение.** Новейшие тектонические движения на Малом Кавказе сопровождались вулканической деятельностью и вулкано-тектоникой; были образованы ряд вулканических сооружений и крупные межгорные впадины. Грандиозные излияния лав создали Армянское вулканическое нагорье, где развиты эффузивные образования от базальтов до дацитов. Вулканические хребты и плато занимают более половины территории Армении, простираясь от Джавахетского нагорья на северо-западе до Сюникского нагорья на юго-востоке. Собственно Центральное вулканическое нагорье Армении геоморфологически разделяется на три основных морфоструктурных типа [1]:

1. щитовидные массивы на гетерогенном пенепленизированном основании складчато-глыбовых структур.
2. Лавовые покровы, развитые на слабо расчлененном основании пологоскладчатых и разбитых сбросами структур.
3. Литоскульптурные и лавовые денудационные плато, сложенные пологоскладчатым вулканоогенно-обломочным комплексом.

К первому типу относятся крупные вулканические массивы, деформированные тектоническими движениями и подверженные воздействию деструкции: *Джавахетское, Арагацское, Гегамское, Вардениское* и *Сюникское* нагорья; ко второму типу – плато и плоскогорья, бронированные мощным покровом лав

\* E-mail: [v.vardanyan@ysu.am](mailto:v.vardanyan@ysu.am)

плиоцен-четвертичного возраста: *Лорийское, Апаранское, Кармрашенское, Егвардское, Котайкское* и др.; к третьему – отдельные площади указанных выше плато – плоскогорий, где глубоким денудационным срезом вскрыто основание эффузивного комплекса антропогена. Особое место в пределах нагорья занимают межгорные впадины, в разрезах которых над эффузивными породами залегает мощная толща озерно-речных отложений, наиболее крупными из них являются *Араратская, Севанская и Ширакская* котловины.

Вследствие интенсивной трещиноватости лавовых пород, выпадающие атмосферные осадки большей частью (примерно до 70%) инфильтруются вглубь и в меж- и подлавовых контактовых горизонтах формируют водообильные потоки [2, 3]. Последние выходят на дневную поверхность в виде мощных групп родников с расходом 0,1–20 м<sup>3</sup>/с и сплошных зон разгрузки, оконтуривая кромку различных покровов лав. На сравнительно небольшой территории Армении насчитывается свыше 9 тысяч выходов пресных и минеральных вод, однако распределение их по площади и по вертикальным зонам крайне неравномерно. В вулканических регионах Республики проведен значительный объем гидрогеологических исследований по выяснению закономерностей формирования и распространения подземных вод. Этим вопросам посвящены работы ряда исследователей: В.А. Аветисяна, О.А. Агиняна, А.Е. Амрояна, С.М. Багияна, С.П. Бальяна, В.Т. Вегуни, Г.Г. Мартиросяна, Р.С. Минасяна, Б.П. Мнацаканяна, В.О. Саркисяна, С.М. Мусаеляна, П.Т. Саркисяна, М.М. Степаняна, А.А. Тер-Мартиросяна, М.С. Торгомьяна, Л.А. Чилингаряна и др. На основании выполненных исследований получены важные результаты по изучению естественных ресурсов и эксплуатационных запасов подземных вод территории РА. На современном этапе развития гидрологических, гидрогеологических и геофизических исследований многие вопросы, связанные с формированием, поиском и оценкой водных ресурсов, считаются решенными. В частности: а) разработана методика и составлены карты внутригодового распределения выпадающих атмосферных осадков, испарения с суши в горных условиях, позволяющих определить расходные элементы водного баланса; б) обобщены данные многолетнего режима рек и разработаны методические рекомендации по расчетам элементов водного режима; в) выявлены общие закономерности влияния режимобразующих факторов на расход, температуру и химизм подземных вод; г) произведено гидрогеологическое районирование, прогнозная оценка и подсчет эксплуатационных запасов пресных подземных вод; д) выявлена общая закономерность формирования родникового стока, связанного с лавовыми образованиями.

По результатам выполненных работ осуществляется водоснабжение городов, поселков и сельхозобъектов за счет каптажа крупных родников и водоотбора подземных вод Араратской, Севанской, Ширакской, Апаранской и др. межгорных котловин. Несмотря на высокий научный уровень проведенных работ и достижения в этой области, проблема, связанная с формированием, распространением и освоением подземных вод вулканических нагорий нуждается в дальнейших научно-технических разработках и практических рекомендациях.

В целом по Армении положение с водоснабжением остается неудовлетворительным. Количество воды, приходящееся на душу населения намного

ниже среднего значения по сравнению со многими развитыми странами. Значительная часть высококачественной воды вынужденно используется для технических и хозяйственно-бытовых нужд, что ощутимо сказывается на питьевом водоснабжении многих населенных пунктов; такие крупные города, как Ереван, Гюмри, Ванадзор и многие населенные пункты получают воду для коммунально-бытовых и технических нужд с перерывами. Дальнейшее развитие народного хозяйства Армении, приведет к проблеме повышения водообеспеченности. Покрытие дефицита воды возможно на основе проведения детальных исследований по изучению условий формирования и пространственного распределения подземных вод с установлением новых перспективных районов для их извлечения.

**Результаты исследований подземного стока отдельных вулканических регионов.** В гидро-геологическом отношении территория Центрального вулканического нагорья Армении представляет собой высоко приподнятую область, которая преимущественно относится к гидродинамической зоне интенсивного подземного стока, где возобновление ресурсов подземных вод происходит сравнительно быстро из-за близости расположения областей формирования, накопления и дренирования. Питание подземных вод происходит главным образом за счет инфильтрации талых вод, особенно в высокогорных районах, где температурный режим способствует медленному таянию снегового покрова.

Согласно физико-гидрогеологическому моделированию (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 и артезианских бассейнов гипсометрически ниже расположенных гидродинамических зон. К зоне питания относятся складчатые высокогорные области Джавахетского, Арагацского, Гегамского, Варденисского, Сюникского и других нагорий. Направление движения формирующихся здесь подземных вод определяется морфологией погребенного 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 счет инфильтрации атмосферных осадков. К зоне транзита относятся подножья 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. К зоне накопления относятся такие межгорные артезианские бассейны как Арагатский, Севанский, Ширакский и др. [2, 3].

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 погребенных долинах и движется по палеорельефу в определенном направлении (согласно древней гидрографической сети). Рассредоточенный сток – относительно рассеянный подземный поток, который формируется в погребенных 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 республики.

Для научно обоснованного решения проблемы освоения подземных вод вулканических регионов Армянского нагорья нами переинтерпретированы и обобщены данные многолетних (комплексных) исследований, выполненных в таких вулканических регионах, как Арагацское, Гегамское, Вардениское и Сюникское нагорья. Для каждого исследованного вулканического региона решены следующие задачи.

- Выполнено сравнительно детальное палеогидрогеологическое районирование с целью выделения площадей перспективных для поиска и разведки подземных вод. В основу таксономического деления положены такие особенности палеорельефов: а) пространственное положение границ современных и погребенных (древних) водоразделов; б) основные направления и пути движения подземных вод; в) литологический состав подлаговых водоупорных пород.

- Для получения представления о палеорельефе высокогорных территорий установлены корреляционные связи между современным и древним рельефом; при этом учтены данные структурного строения региона по геолого-геофизическим исследованиям.

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

- Для некоторых районов при обосновании допустимого отбора подземных вод и оценке его влияния на режим подземных вод равнинных областей выполнено математическое моделирование на ЭВМ.

Ниже на основании вышеуказанных положений приводятся основные результаты по распределению и освоению подземных вод отдельных вулканических регионов Центрального вулканического нагорья Армении, на примере Сюникского нагорья.

**Сюникское нагорье.** Рассматриваемый вулканический массив находится в южной части РА. Он характеризуется слабо расчлененным полого-волнистым рельефом (со средними абсолютными отметками 2000–2500 м), общим наклоном в сторону р. Воротан и ее левого притока р. Горис. Водораздельная зона нагорья располагается на отметках 3200–3600 м. Характер рельефа нагорья – интенсивная трещиноватость верхнеплиоцен-четвертичных лав, наличие на их поверхности огромных полей каменных россыпей (“чингилей”),

способствует интенсивной инфильтрации выпадающих здесь осадков. Это приводит к тому, что на многих участках нагорья поверхностный сток практически отсутствует. Колебания ежемесячных расходов р. Воротан, дренирующей подземные воды Сюникского нагорья, показывают, что здесь грунтовое питание составляет около 40% общего расхода реки [4]. Региональным водоупором инфильтрующихся вглубь эффузивной толщи атмосферных осадков служат диатомитовые глины и породы вулканогенной толщи. Так как излияние лав происходило в несколько циклов, то в толще лав формировались этажнорасположенные межлавовые водотоки. В пределах нагорья разгружаются примерно 225 родников с суммарным расходом  $5,65 \text{ м}^3/\text{с}$ , модуль подземного стока составляет  $6,5 \text{ л/с/км}^2$  [2].

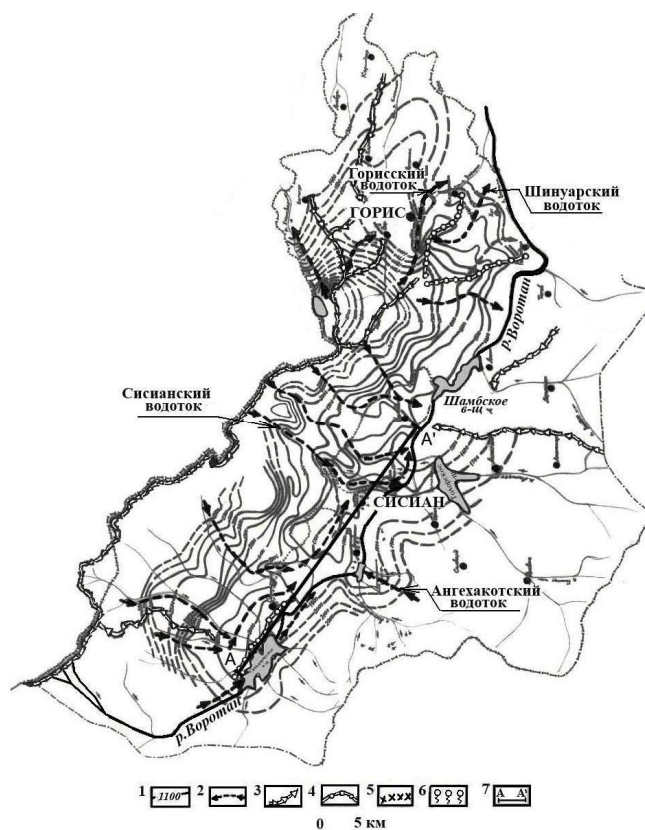


Рис. 1. Карта рельефа регионального водоупора Сюникского нагорья, 2014 г.: 1 – изолинии рельефа регионального водоупора в абсолютных отметках, м; 2 – основные пути сосредоточенного движения подземных вод (палеодолины); 3 – современный (поверхностный) водораздел; 4 – региональный погребенный водораздел; 5 – контакт подлавовых водоупорных пород; 6 – родники; 7 – линия литолого-геоэлектрического разреза.

Хотя нагорье обладает значительными возможностями для накопления динамических ресурсов подземных вод, практически обширные лавовые территории характеризуются ограниченностью выходов подземных вод, а встречающиеся малодобитные родники имеют сезонный характер и в летний период высыхают. В результате этого многие населенные пункты, сельхоз-объекты испытывают острый недостаток в воде. Водный баланс р. Воротан

достаточно подробно исследован Б.П Мнацакянцем [4]. В частности, им составлен график зависимостей модуля речного стока от средневзвешанной величины водосборного бассейна. По его воднобалансовым расчетам установлено, что для некоторых рек современный и древний водоразделы (водосборные бассейны) не совпадают.

На основании обобщения гидрологических, геолого-гидрогеологических данных и переинтерпретации гидрогеофизического материала нами составлен ряд карт и характерных разрезов регионального водоупора нагорья (рис. 1 и 2).

На сводной карте (рис. 1) показаны основные *сосредоточенные пути* движения подземных вод – это Горисский, Ангехакотский, Сисианский и Шинуайрский водотоки. В краевых частях этих водотоков разгружаются группы известных родников. Наличие гидрогеологических “окон” в лавовом покрове способствует проникновению инфильтрационных вод в подстилающие слои, в результате чего для отдельных водотоков площадное прослеживание прерывается. Нами установлено также несовпадение поверхностного и подземного водоразделов, что требует пересчета элементов водного баланса нагорья [5].

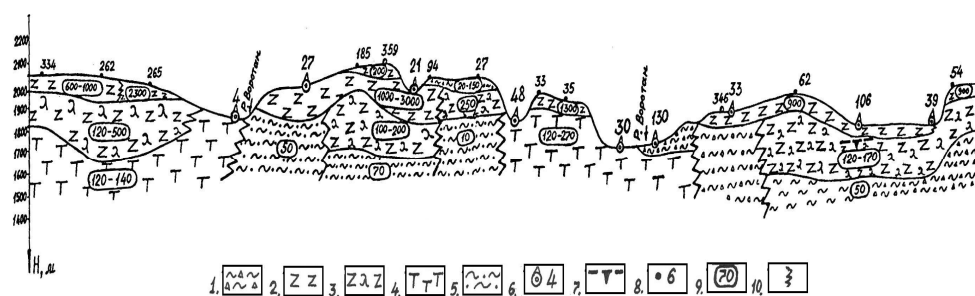


Рис. 2. Геоэлектрический разрез Сюникского нагорья по профилю А–А', 2014 г.:

1 – глина с гравийно-галечными включениями; 2 – базальты, долеритовые базальты, относительно плотные, безводные; 3 – базальты, долеритовые базальты трещиноватые, водоносные; 4 – туфобрекчии (региональный водоупор); 5 – песчано-глинистые отложения (региональный водоупор); 6 – точки электротондирования (ВЭЗ); 7 – забой буровых скважин; 8 – буровые скважины; 9 – удельное сопротивление пород по данным ВЭЗ, Ом.м; 10 – геоэлектрический контакт пород.

**Выводы.** Выполненное нами палеогидрогеологическое районирование рассматриваемого региона позволило уточнить распределение глубинного стока нагорья; составленные карты палеорельефа служат основой для более детальных и целенаправленных поисково-разведочных работ на воду.

Поступила 26.08.2015

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бальян С.П. Структурная геоморфология Армянского нагорья. Ер.: Изд. ЕГУ, 1969.
2. Геология Армянской ССР. Гидрогеология. Т. VIII. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1974.

3. Гидрогеология СССР. Армянская ССР. Т. XI. М.: Недра, 1965.
4. **Мнацаканян Б.П.** Водный баланс Республики Армения по гидрологическим районам высотных поясов. Материалы международной конференции “Водные проблемы – 2001”. Ер.: Агронаука, 2001, № 7–9.
5. **Минасян Р.С., Варданян В.П.** Палеорельеф и распределение подземного стока Центрального вулканического нагорья Армении. Ер.: Асогик, 2003.

Վ. Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԱՅԻՆ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄՆ  
ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ՋՐԱԵՐԿՐԱԲԱՆԱԿԱՆ  
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ  
(Սյունիքի բարձրավանդակի օրինակով)

Ա մ փ ո փ ո մ

Ջրագրական, երկրաբանա-ջրաերկրաբանական տվյալների ընդհանրացման և ջրաերկրաֆիզիկական նյութի վերամեկնաբանման արդյունքում մեր կողմից կազմվել են բարձրավանդակի ռեգիոնալ ջրամերժ շերտի մի շարք քարտեզներ և բնորոշ կտրվածքներ: Ընդհանուր առմամբ մեր կողմից կատարված դիտարկվող տարածքի հնեաջրաերկրաբանական շրջանացումը թույլ տվեց ճշտել բարձրավանդակի ստորերկյա հոսքի տարածումը, իսկ կազմած քարտեզների հիմք են հանդիսանում ավելի մանրակրկիտ և նպատակատուղված ջրի որոնողահետախուզական աշխատանքներ կատարելու համար:

V. P. VARDANYAN

ASSESSMENT OF GROUNDWATER RESOURCES BASED ON RESULTS  
OF GEOPHYSICAL AND HYDROGEOLOGICAL STUDIES  
(on the example of the Syunik Highland)

Summary

Based on the synthesis of hydrological, geological and hydrogeological data and reinterpretation of hydrogeophysical material we made a series of maps and specific incisions of regional aquitard of the Syunik Highland. In general, we have made paleo-hydrogeological zoning of the region that helped to clarify the distribution of the deep drain highlands; the maps of paleorelief are the basis for more detailed and focused prospecting and exploration of water.