

УДК 551.49.08

Р. С. МИНАСЯН

СТРОЕНИЕ РЕЛЬЕФА РЕГИОНАЛЬНОГО ВОДОУПОРА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТОКА ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МАССИВА ГОРЫ АРАГАЦ

(по данным геофизических исследований)

Несмотря на большой объем геолого-гидрогеологических исследований, выполненных в пределах массива горы Арагац, ряд вопросов, связанных с изучением подземных вод, все же остается полностью или частично нерешенным. К их числу относятся картирование рельефа регионального водоупора, определение основных путей движения подземных (межлавовых и подлавовых) водотоков и, как следствие этого, установление благоприятных строров перехвата подземных вод, в особенности на высоких гипсометрических отметках.

Цикличность излияний лав горы Арагац создала условия для образования нескольких, поэтажно-расположенных, подземных потоков. При этом древние лавы залили палеорельеф эффузивного субстрата и, заполняя депрессии, выровнили его поверхность. Именно к депрессиям древнего рельефа приурочены наиболее мощные выходы подлавовых вод, которые, как правило, выступают на контакте этих лав с подстилающими породами.

Несмотря на наличие огромной водосборной площади и благоприятной природной обстановки для формирования подземных вод, ресурсы выходящих на дневную поверхность родников в восточной части массива горы Арагац незначительны. Это обстоятельство объясняется тем, что большая часть инфильтрационных вод дренируется палеодолиной р. Касах [1]. Считается, что указанная долина проходит по направлению сс. Овит—Кучак—Арагац—Нигатун—Назырван—Агарах:

В геолого-гидрогеологических условиях массива горы Арагац эффективным методом при картировании рельефа подлавовых водоупорных пород и определении основных путей движения подземных вод следует считать геофизические (главным образом, электроразведочные) методы исследования.

Нами при производстве электроразведочных работ использованы такие методы, как вертикальное электроразведывание (ВЭЗ), непрерывное частотное зондирование (НЧЗ), зондирование методом вычитания полей (ЗМВП), а также электропрофилирование (ЭП) по схемам АМNB, АА'MNB'В и АММNNB. Основной объем работ выполнен методами ВЭЗ и ЭП по схеме АА'MNB'В. Как известно, в результате полевых измерений по методу электроразведывания строятся графики

$\rho_k = f\left(\frac{AB}{2}\right)$. Они показывают характер изменения кажущихся электрических сопротивлений (ρ_k) пород с глубиной (величина питающей линии АВ в конкретных физико-геологических условиях связана с глубиной исследования приближенной зависимостью $H=1/5-1/6 AB$).

Сводный геоэлектрический разрез исследованной территории, по данным ВЭЗ, многослойный и можно свести к трем комплексам пород, различающимся по своим литологическим, водно-физическим и электрическим свойствам. К первому комплексу относятся (сверху-вниз) относительно проводящие надлазовые образования, представленные аллювиально-делювиальными, элювиально-пролювиальными и флювиогляциальными отложениями (валунно-галечники, разнозернистые пески, супеси, суглинки и т. д.). По данным ВЭЗ, удельное сопротивление (ρ) пород первого комплекса порядка 200—300 ом. Второй комплекс представлен лавовыми породами: базальты, андезито-базальты, дациты, андезито-дациты, андезиты и т. п. Электросопротивление относительно «сухих» лав изменяется от 1000—1500 до 3000—6000 ом, для водоносных разностей лав оно равно примерно 200—400 ом. Тре-

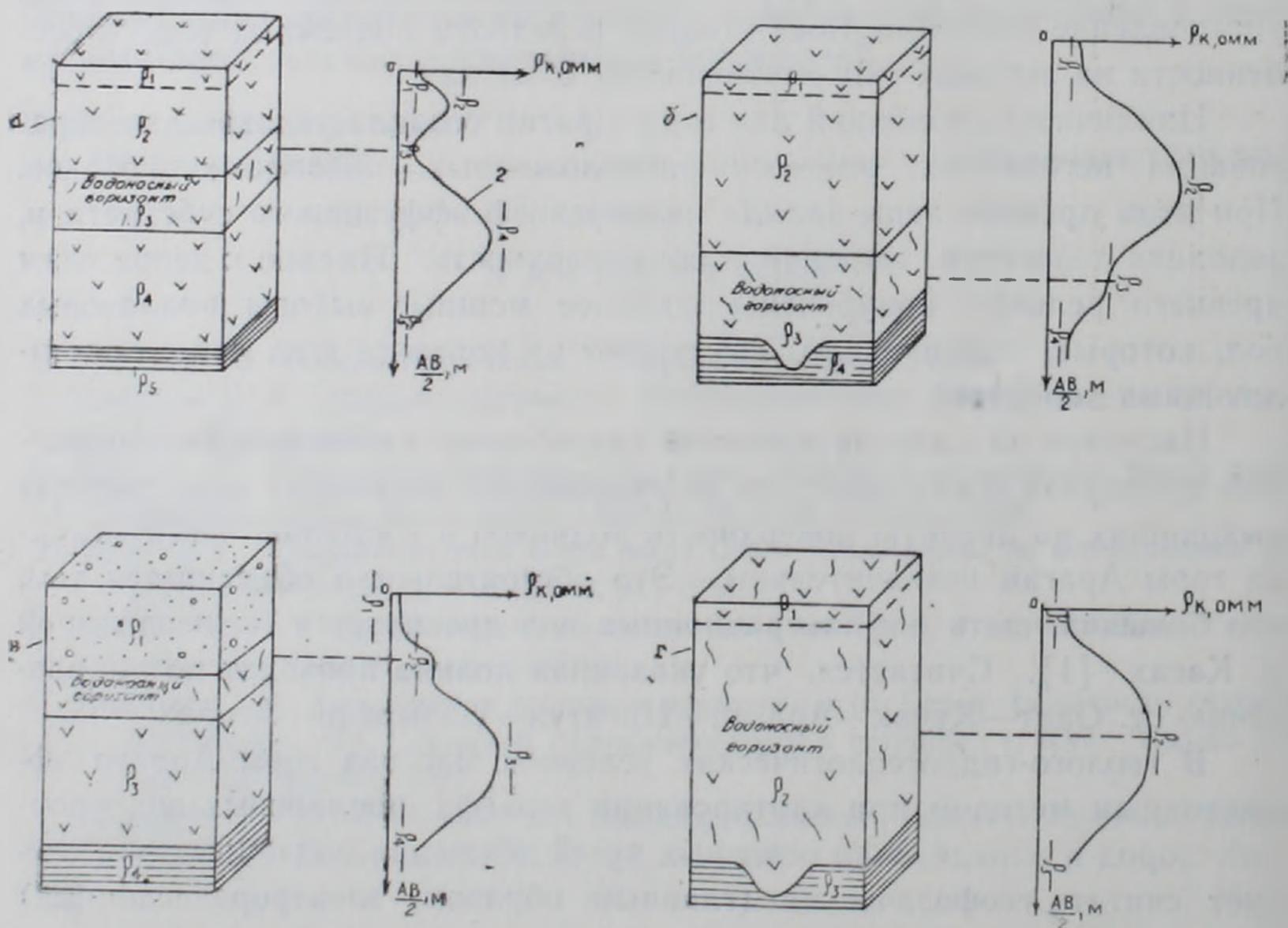


Рис. 1. Основные типы геоэлектрических разрезов, содержащих водоносные горизонты. 1—блок-диаграмма геоэлектрических разрезов. 2—характерные кривые электрозондирования.

тий комплекс—это водоупорные осадочные и вулканогенно-осадочные породы (глины, песчаники, туфопесчаники, туфобрекчии, туфоконгломераты и т. д.) с ρ равным 10—20, 60—80 и 100—300 ом. На рис. 1

приведены блок-диаграммы геоэлектрических разрезов, содержащих водоносные горизонты. Такие разрезы характерны не только для массива горы Арагац, но и для многих вулканических районов Армении. На рассматриваемом рисунке выделены следующие геоэлектрические разрезы: тип КНК ($\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 < \rho_4 > \rho_5$) при котором водоносные (лаво-вые и валунно-галечные) отложения выделяются в средней части кривой ВЭЗ (горизонт ρ_3) (рис. 1, а); типы КQ ($\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 > \rho_4$) и АК ($\rho_1 < \rho_2 < \rho_3 > \rho_4$) на которых водоносные слои отражаются на правой ниспадающей (ρ_3) и левой восходящей (ρ_2) ветвях кривых ВЭЗ (рис. 1 б, в); тип К ($\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$), на котором водоносные лавы отмечаются в средней части кривой ВЭЗ (горизонт ρ_2) и имеют относительно низкое удельное сопротивление (100—500 ом) (рис. 1, г).

Если производство полевых работ по методу электроразведки в целом не вызывает особых затруднений, то значительные сложности возникают при количественной интерпретации кривых ВЭЗ. Они связаны со следующими обстоятельствами. Во-первых, наличие ряда физико-геологических факторов искажает многие наблюдаемые кривые ВЭЗ. К числу таких факторов относятся: неровности дневного и погребенного рельефов, поверхностные неоднородности, встречающиеся у приемных и питающихся линий, анизотропия лавовых потоков, различные боковые влияния. Во-вторых, затруднения возникают при определении удельных сопротивлений (ρ) промежуточных и, главным образом, лавовых пород. В таких случаях данные площадных ВЭЗ рекомендуется обрабатывать, например, статистическим способом, предложенным в работе [2]. Использование указанного способа позволило нам вычислить наиболее вероятные удельные сопротивления (ρ) лавовых пород и районировать исследованную территорию по величине электросопротивления. На основании количественной обработки около 300 кривых ВЭЗ составлены разрезы и сводная карта рельефа региональных водоупорных пород восточной части массива горы Арагац (рис. 2). Для проверки точности и достоверности составленной карты сопоставлены данные ВЭЗ и бурения. К 1970 году, когда была составлена указанная карта, в нашем распоряжении имелись значения абсолютных отметок кровли подлаво-вых водоупорных пород только для двух пунктов исследованной площади—для приплотинной части Апаранского водохранилища и с. Мугни Аштаракского района. После того, как в 1973 г. было пробурено 5 скважин у населенных пунктов Базмахлюр (скв. № 28), Назырван (скв. № 29), Карби (скв. № 37), Арагацотн (скв. № 35) и Нигатун (скв. № 36), оказалось, что глубина залегания кровли регионального водоупора нами определена с ошибкой до 10% при мощности надпорных слоев около 250—300 м.

Анализ рассматриваемой карты позволяет выделить следующие главные элементы рельефа регионального водоупора. Достаточно обширная депрессия, околуренная изолинией 1700 м, установлена между населенными пунктами Апаран—Арагац—Шенаван; самые низкие отметки (до 1500 м) наблюдаются юго-западнее с. Арагац. Рельеф во-

доупорных пород южнее широты Агнагюх—Нигатун и до участка Аштарак—Парби довольно сложный. Выделяются относительно узкие, углубления по направлениям: Апаран—Шенаван—Нигатун, Апаранское водохранилище—Агнагюх—Арташаван—Аштарак, а также северо-западнее и северо-восточнее с. Базмахпюр. Западнее с. Арташаван наблюдается поднятие рельефа водоупора до отметки 1400—1450 м. По данным электротондирования в пределах исследованной площади изменяется литолого-фациальный состав подлавовых водоупорных отложений. На приведенной карте (рис. 2) специальным условным зна-

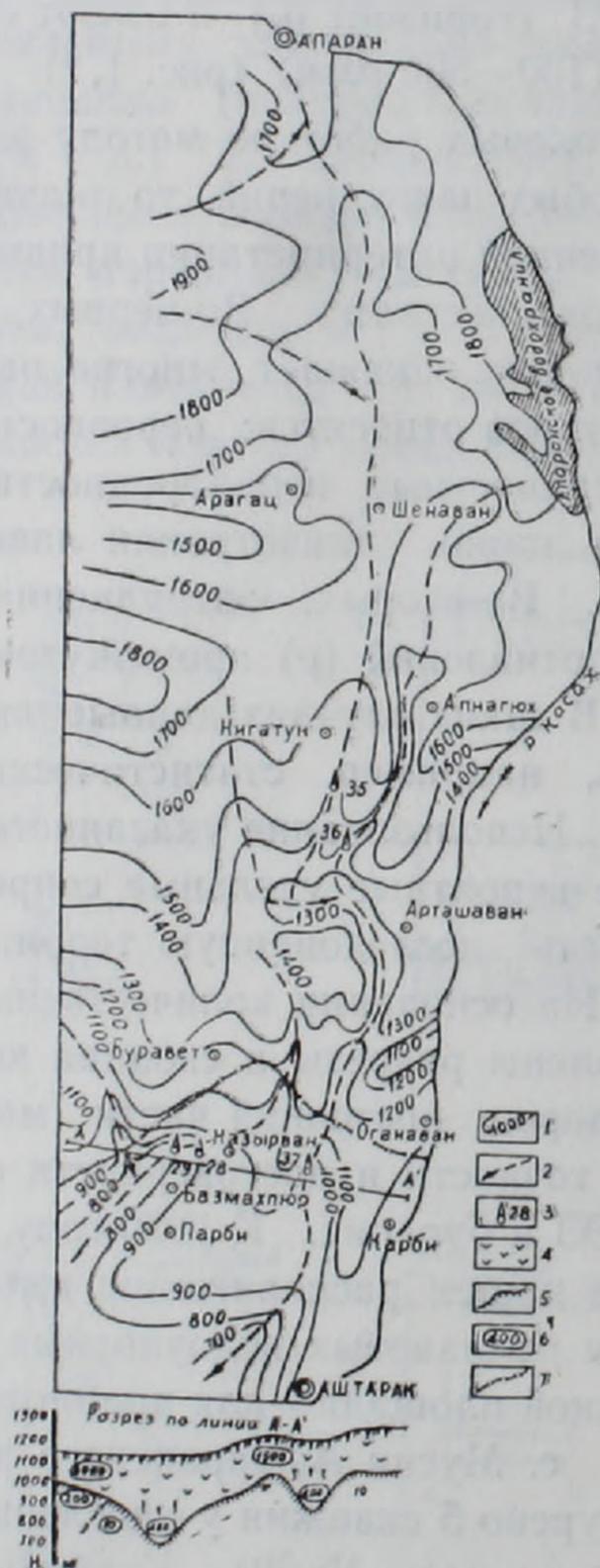


Рис. 2. Карта рельефа регионального водоупора восточной части массива горы Арагац. (составил Р. С. Минасян). 1—изолинии рельефа водоупорных пород по данным электротондирования; 2—основные направления движения подземных вод; 3—буровые скважины, пробуренные на воду по данным электротондирования; 4—лавовые образования; 5—рельеф водоупорных пород; 6—удельное электросопротивление пород по данным ВЭЗ, ом·м; 7—граница смены литологического состава подлавовых водоупорных пород.

ком показана граница смены указанных пород: она проходит примерно по линии севернее сс. Базмахпюр—Буравет—Оганаван. Севернее

указанной границы подлазовые отложения имеют ρ в среднем 100—300 *омм*; это, скорее всего, вулканогенно-осадочные породы типа вохчабердской свиты (туфобрекчии, туфопесчаники и т. п.). Южнее указанной границы ρ пород уменьшается до 10—20 *омм*—это глинистые и глинисто-песчаные образования. Наличие смены литологического состава подлазовых водоупорных пород подтверждается также данными скважин № 35, 36 и 28, 29, 37 (первые две скважины под лавами вскрыли туфопесчаники, последние три—глины).

По данным гидрологических расчетов, подземный сток восточной части массива горы Арагац составляет примерно 5—6 *куб. м/сек.* В площадном отношении распределение этого стока представляется следующим образом. На участке Апаран—Шенаван подземные воды имеют относительно широкий фронт движения и проходят, в основном, по меридиональной впадине, ограниченной изолинией 1700 м. Депрессию, установленную западнее с. Арагац, следует считать областью скопления подземных вод. К югу отток подземных вод происходит, главным образом, по отдельным погребенным долинам. Одна из них проходит по направлению Апаран—Шенаван—Нигатун—Арташаван—Оганаван—Аштарак, другая—Апаранское водохранилище—Апнагюх—Арташаван; имеются долины также по линии Буравет—Назырван—Базмахпюр—Агарак и, наконец, северо-западнее с. Базмахпюр, примерно параллельно современной долине р. Шахверд. Следует отметить, что севернее с. Арташаван происходит слияние подземных вод ряда долин. Если еще учесть, что западнее с. Арташаван имеется поднятие в рельефе водоупорных пород, то надо полагать, что здесь в результате подпора подземные воды двигаются не только по глубоким горизонтам (в виде подлазового водотока), но и по верхним этажам лав (межлазовые водотоки). Если исходить из географического положения установленных водотоков, то основной водоток по направлению Апаран—Аштарак следовало бы назвать Палеокасахом [1], а водотоки северо-западнее с. Базмахпюр следует отнести к долине р. Шахверд и назвать Палеошахвердом. Мы полагаем, что по долине р. Палеошахверд перемещаются воды, которые формируются, в основном, за счет глубинной боковой фильтрации, поступающей с восточных склонов горы Арагац, в то время как к числу основных источников подземного стока р. Палеокасах следует отнести также фильтрационный поток, вытекающий из Апаранского водохранилища. Как известно, через правый борт этого водохранилища, с участка протяженностью около 1300 м (начиная от плотины) происходят фильтрационные потери в количестве от 1—1,2 до 3—3,5 *куб. м/сек.* (соответственно при его мертвом и полном объемах). По уклону рельефа водоупора фильтрационный поток водохранилища направляется на юг—юго-запад, в начале широким фронтом, а южнее с. Артаван суживается и поступает в погребенную долину р. Палеокасах.

Самостоятельное движение подземных вод по установленным долинам происходит примерно до участка сс. Оганаван—Буравет. Юж-

нее этого участка нами предполагается существование, на глубине свыше 80—100 м, погребенного водосборного субартезианского бассейна. Его наличие нами доказывается следующими обстоятельствами. Во-первых, почти все кривые ВЭЗ, наблюдаемые в пределах этой площади, относятся к типу КQ (рис. 1, б). При таком разрезе горизонты ρ_1 и ρ_2 связаны с надлавовыми и лавовыми, но относительно «сухими» образованиями. Суммарная мощность этих пород не превышает 100 м. Ниже электрических горизонтов ρ_1 и ρ_2 выделяется слой ρ_3 максимальной мощностью до 150—200 м. Удельное сопротивление этого слоя равно примерно 200—400 ом. Если на глубине свыше 100 м действительно залегают лавовые породы, то они, судя по величине ρ_3 , должны быть водоносными (возможно также водоносны валунно-галечники и т. п.). Во-вторых, по данным электрозондирования, именно в пределах рассматриваемой площади наблюдается смена литолого-фациального состава водоупорных пород от вулканогенно-осадочных к осадочным. О наличии бассейна подземных вод говорят также озерно-речные образования, вскрытые скважинами на участке Назырван—Базмахпюр—Карби. И, наконец, по-видимому, не случайно, что именно в пределах рассматриваемой площади разгружаются известные Базмахпюр-Назырванские и Шоршорские родники. Несмотря на приведенные факты, нами, однако, полностью не исключается возможность связи электрического горизонта ρ_3 с водоупорными породами вохчабердской свиты. И в таком случае составленная нами карта рассматриваемой площади представляет интерес и показывает, что выделенная депрессия за счет довольно резкого поднятия, особенно водоупорных отложений, разбита структурными выступами на отдельные ступени, постепенно понижающиеся на запад—от гор. Аштарак к с. Базмахпюр. В таком случае пределы выделенного субартезианского бассейна значительно уменьшаются. Окончательное разрешение этого вопроса требует заложения хотя бы одной скважины глубиной 100—150 м. между населенными пунктами сс. Парби—Карби.

Отток подземных вод из отмеченного водосборного бассейна происходит по погребенным долинам рр. Палеокасах и Палеошахверд. К югу эти воды поступают в пределы Араратской котловины.

В заключение следует отметить, что места заложения скважин, пробуренных у населенных пунктов Базмахпюр, Назырван, Карби, Арагацотн и Нигатун, были установлены, главным образом, по данным геофизических исследований с учетом также результатов палеогеоморфолого-гидрогеологической съемки. Всеми указанными скважинами обнаружены водоносные горизонты с высококачественной пресной водой. Результаты геофизических работ используются также при проводимых ныне детальными палеогеоморфолого-гидрогеологических (Ереванский госуниверситет) и поисково-разведочных гидрогеологических (Управление геологии СМ Арм. ССР) работах, выполняемых с целью определения предварительных запасов вновь обнаруженных подземных

вод и участков, благоприятных для их перехвата на высоких гипсометрических отметках.

Армянский научно-исследовательский институт
водных проблем и гидротехники

Поступила 2.XI.1974.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бальян С. П. Структурная геоморфология Армянского нагорья и окаймляющих областей. Изд-во Ереванского университета, Ереван, 1969.
2. Минасян Р. С. Использование статистических методов при обработке кривых ВЭЗ в районах развития лавовых образований. Сб. «Разведочная геофизика», вып. 50, «Недра», М., 1972.