

УДК 551.491.4

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ, ДИНАМИКИ, РАЗГРУЗКИ И
ВОДООТБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВЫСОКИХ ОТМЕТКАХ
(на примере бассейна оз. Севан)

В. П. ВАРДАНЯН*

Кафедра геофизики ЕГУ, Армения

Для решения задач о перехвате подземных вод на высоких отметках практически важным является знание хода многолетнего режима различных среднемесячных дебитов родников. В целом изменения дебитов родников исследованной территории (особенно вулканических районов) подчинены закону вертикальной зональности. Предложенная задача позволяет определить перспективные участки для проведения целенаправленных полевых исследований. Среди методов полевых исследований мы рекомендуем геофизические, которые с успехом были использованы при поисках подземных вод на высоких отметках в ряде вулканических областей.

Keywords: groundwater, springs, Lake Sevan, precipitation, filtration, geophysical methods, pool, waterproof layer, catchment facilities recommended scheme.

Введение. Поиски источников неглубокозалегающих подземных вод требуют, в первую очередь, знания закономерностей формирования подземного стока высокогорных районов. При этом одной из основных задач является изучение физико-гидрогеологических условий и динамических особенностей разгрузки подземных вод в виде источников. Как показывают результаты исследований, одним из основных факторов, оказывающих решающее воздействие на формирование режима подземных вод на относительно высоких отметках, являются климатические условия. Многолетнее изучение режима родников в вулканических районах Армении позволило установить закономерности изменения расходов различных водоносных зон в месячном, сезонном, годовом и многолетнем разрезах [1]. У родников высокогорных областей оз. Севан, где широко распространены ледниковые отложения, фильтрация атмосферных осадков сразу сказывается на изменении их дебита, что находит отражение в его интенсивном внутримесячном колебании. Благодаря сильной водопроницаемости пород области питания, ее небольшой мощности и площади распространения водоносных горизонтов даже в течение месяца можно наблюдать повышение и понижение их расходов. Режим среднемесячных расходов родников становится более стабильным для тех, которые разгружаются на среднегорных и предгорных склонах [2].

* E-mail: v.vardanyan@ysu.am

Для решения задач о перехвате подземных вод на высоких отметках практически важным является знание хода многолетнего изменения различных среднемесячных дебитов родников. Установлено, что в многолетнем изменении дебита родников отсутствует синхронность применительно к различным сезонам года. Степень многолетнего колебания дебитов является важным показателем при планировании эксплуатации этих вод. Так, например, расход многих родников Гегамского и Варденисского хребтов характеризуется максимальной изменчивостью в мае-июне, наименьшей – в декабре-январе [3].

Результаты и обсуждение.

Особенности формирования, движения и разгрузки подземных вод.

Характерной особенностью дебитов родников среднегорных склонов и предгорья является их полная синхронность по сезонам года, независимо от величин дебитов. Весьма важным является установление положения основных характерных элементов режима в разные сезоны года и определение сроков их наступления, что очень существенно при выяснении возможности использования вод того или иного водоисточника в целях водоснабжения. В целом изменения дебита родников исследованной территории (особенно вулканических районов) подчинены закону вертикальной зональности.

Родники первой водоносной зоны (вершинные участки) в основном малодебитны и в большинстве случаев действуют в году три-четыре месяца, амплитуда их колебания достигает 100%. Вследствие этого они не могут служить надежными источниками водоснабжения.

Дебиты постоянно действующих родников второй и третьей водоносных зон (среднегорные и предгорные области) также имеют значительную амплитуду колебания (примерно 25–75%) и практическое их использование требует проведения специальных стационарных наблюдений за их дебитами. Несмотря на значительные колебания дебита этих родников, участки их разгрузки мы относим к перспективным районам для поиска и перехвата подземных вод.

При определении методики поиска подземных вод на высоких отметках помимо режима родников важное значение имеет также знание гидрогеологических условий их разгрузки. Известно, что все лавовые потоки стекают вниз по направлению наибольшего уклона поверхности и движутся подобно воде. Вследствие значительной трещиноватости лав и их высокой водопроницаемости в толщу проникают и воды атмосферных осадков, и образовавшихся рек, впадающих из боковых долин в виде притоков той реки, долина которой заполнена лавой. Они все движутся в нижней части толщи лавового потока и выходят на поверхность там, где заканчивается поток или имеется срез локальных относительно водоупорных (в том числе межлавовых) образований. Так как вода обычно течет по трещиноватым и пористым породам, имеющим разную степень водопроницаемости, то и дебит разгружающихся источников имеет очень большую пестроту. Указанный дебит, как уже отмечалось, находится в прямой зависимости от количества атмосферных осадков. Снеговые воды для питания источников имеют большее значение, чем дожди – в районах источников в землю просачивается 30–50% осадков, выпавших в виде дождя, и 70–90% снеговых вод [4].

Наряду с правильными периодическими колебаниями дебита источников наблюдаются также внезапные или же медленно развивающиеся изменения,

вызываемые естественными причинами или деятельностью человека. И в том, и в другом случае часть воды, питавшей источники, может найти себе более удобный путь к поверхности. Среди природных факторов подобного рода прежде всего необходимо указать эрозию, оказывающую влияние не только на поверхностные, но и на подземные воды. За счет эрозии происходит исчезновение многих ранее известных в районе источников; благодаря эрозионным процессам рано или поздно могут прекратить свое существование отдельные ныне действующие источники. Другим природным фактором, вызывающим медленное уменьшение или увеличение дебита источников, является постепенное суживание или расширение тех путей, по которым вода протекает к источнику. Сужение и закупоривание подземных протоков может происходить или вследствие отложения механически взвешенных в воде твердых минеральных частиц, или же вследствие выпадения из раствора растворенных в воде веществ. Оба эти процесса вызывают общее уменьшение расхода источника, которое и может привести к прекращению выхода воды на поверхность. Указанные основные положения о гидрогеологических, в том числе и гидродинамических особенностях формирования и разгрузки подземных вод на высоких отметках использованы нами при выборе рациональной методики их исследования и определения мест водозаборных сооружений [5].

Полевые методы обнаружения подземных вод. Предложенная задача позволяет определить перспективные участки для проведения целенаправленных полевых исследований. Среди этих методов мы рекомендуем геофизические, которые с успехом использованы при поисках подземных вод на высоких отметках в ряде вулканических областей. Ниже рассмотрены особенности методики для обнаружения подземных вод по створам, расположенным ниже участков сосредоточенных выходов подземного стока (групп родников) [5, 6]. Задача решается сочетанием отдельных геофизических методов. Ниже в табличной форме рассмотрен наиболее рациональный комплекс геофизических методов, используемый в данной работе [7].

Применение геофизических методов при поисках пресных вод для децентрализованного водоснабжения, как уже указывалось, отличается некоторыми особенностями, связанными со сравнительно небольшой глубиной исследования (до 10–15 м), их незначительной площадью распространения (до 2–3 км²) и высокой длительностью полевой съемки. Конечной задачей геофизических работ является выбор места и типа водозаборного сооружения (дренажная канава, эксплуатационные скважины) [5, 6].

Рекомендуемая схема водоснабжения населенных пунктов, расположенных на высоких отметках бассейна оз. Севан. Схема существующего водоснабжения питьевой водой в бассейне оз. Севан приведена на рисунке. Она базируется, в основном, на централизованном водоснабжении из групп родников, разгружающихся вблизи береговых частей озера в основном на отметках до 2000–2200 м. Многие села снабжаются питьевой водой из каптированных отдельных родников. Как уже отмечалось, особенно остро в питьевой и оросительной воде нуждаются населенные пункты, расположенные на отметках выше 2100–2200 м (сс. Еранос, Верхний и Нижний Геташен, Мадина и т.д.) [6].

Рекомендуемые геофизические методы для обнаружения неглубокозалегающих подземных вод

Геофизический метод или модификация	Изучаемое поле и параметры	Решаемая задача
1	Вертикальное микроэлектронзондирование с повышенной частотой замеров (МКВЭЗ)	Литологическое расчленение разреза; выделение водоносных разностей пород, оценка фильтрационных свойств пород
2	Круговое вертикальное электронзондирование (КВЭЗ) по 4-х и 3-х электродным схемам	Оконтуривание по площади в разрезе зоны относительно повышенной трещиноватости, определение основного направления вертикальной трещиноватости
3	Электропрофилирование (ЭП) разных модификаций схемы АМNB, АММ'N'NB, АМNB→∞, модификация метода 2-х составляющих	Прослеживание вертикальных контактов, выявление горизонтальных изменений в разрезе
4	Метод естественного электрического поля (ЭП)	Изучение процессов фильтрации подземных и поверхностных вод
5	Резистивиметрия	Выявление зон разгрузки подземных вод, установление связи между поверхностными и подземными водами
6	Метод заряженного тела (МЗТ)	Определение направления, скорости движений подземного потока
7	Термометрия	В комплексе с резистивиметрией для выявления зон разгрузки подземных вод

В связи с поисками дополнительных источников водоснабжения нами предлагается в первую очередь осуществить перехват подземного стока на высоких отметках, что позволит использовать его, главным образом, самотеком. В качестве площадей перехвата рекомендуются участки сосредоточенных выходов, расположенных в областях формирования и транзита подземных вод. Ясно, что на относительно высоких отметках в виде родников разгружается часть подземного стока, а остальная, как правило, большая часть ниже (глубже) родниковых участков продолжает свое движение (наблюдается так называемое поэтажное движение водотоков) в основном в сторону озера. При выборе перспективных участков помимо наличия концентрированных выходов подземных вод учитывается также их пространственная приуроченность к подземным (меж- и подластовым) водотокам. На данном этапе изученности исследуемой территории отобраны около 9 участков, в которых намечается заложение возможных водозаборных сооружений. Естественно, что перехват водотоков целесообразнее осуществить на небольших глубинах (до 4–5 м). Желательно, чтобы были выбраны водосборные сооружения каптажного типа. При этом следует иметь в виду, что при каптаже источников для достижения наибольшего дебита следует их углублять до тех пор, пока еще есть приток воды снизу (при нисходящих источниках). Целесообразно выемку доводить, по возможности, до самого водоупорного слоя. Каптажные сооружения

следует закладывать на таком расстоянии от места потребления воды, чтобы была исключена возможность последующего ее загрязнения. На рисунке приведена составленная нами карта-схема, на которой кроме мест предлагаемых водозаборов показано также плановое положение обнаруженных нами подземных водотоков [5, 6].

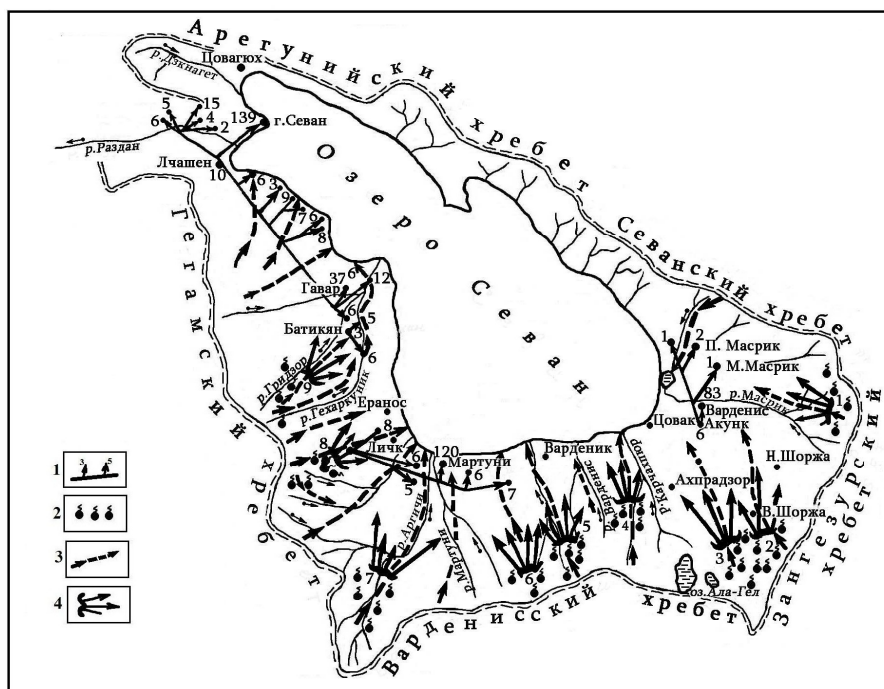


Схема питьевого водоснабжения бассейна оз. Севан и рекомендуемые места перехвата подземных вод на высоких отметках.

Условные обозначения: 1 – существующие водопроводы с указанием величин расходов, л/с; 2 – группы родников; 3 – погребенные, сосредоточенные водотоки; 4 – рекомендуемые места водоотбора подземных вод.

Выводы. Анализ составленной нами карты-схемы (см. рисунок) позволяет сделать следующие основные выводы. С целью уточнения мест и типа водозаборных сооружений необходимо проведение детальных полевых работ (масштаба 1:1000 и крупнее) по вышерекондованной комплексной методике. Это позволит осуществить перехват подземных вод на высоких отметках и использовать их самотеком для водоснабжения населенных пунктов и орошения земель.

Поступила 01.11.2018

Получена с рецензии 15.02.2019

Утверждена 05.03.2019

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрогеология СССР. Армянская ССР. М.: Недра, т. XI, 1965.
2. Саркисян П.Т. Режим подземных вод территории Арм. ССР, его закономерности и прогноз. Ер.: Айастан, 1973.

3. **Минасян Р.С.** Подлавоый рельеф и распределения глубинного стока Гегамского и Варденисского нагорий. В кн.: Геология Севана. Ер.: Изд-во НАН РА, 1994.
4. **Бальян С.П., Бошнагян П.С.** Палеогеография и гидрология бассейна оз. Севан. В кн.: Вопросы геологии Кавказа. Ер.: Изд-во АН Арм. ССР, 1964.
5. **Минасян Р.С.** Изучение подземных вод вулканических областей геофизическими методами. М.: Недра, 1989.
6. **Минасян Р.С., Варданян В.П.** Палеорельеф и распределение подземного стока Центрального вулканического нагорья Армении. Ер.: Асогик, 2003, 151 с.
7. **Варданян В.П., Идрис А.** Основные критерии и методика обнаружения подземных вод на высоких отметках вулканических районов с использованием геофизических методов. // Ученые записки ЕГУ, 2000, № 2, с. 112–116.

Վ. Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ՄՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՉԵՎԱՎՈՐՄԱՆ, ԳԻՆԱՄԻԿԱՅԻ,
ԲԵՌՆԱԹԱՓՄԱՆ ԵՎ ՋՐԱՌԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ
ԲԱՐՁՐ ՆԻՇԵՐՈՒՄ
(Սևանա լճի ավազանի օրինակով)

Ա մ փ ո փ ու մ

Բարձր նիշերում ստորերկրյա ջրերի ջրառի խնդրի լուծման համար գործնականորեն կարևոր է աղբյուրների տարբեր միջին ամսական ելքերի բազմամյա փոփոխությունների ընթացքի իմացությունը: Ընդհանուր առմամբ, ուսումնասիրվող տարածքի աղբյուրների ելքերի փոփոխությունները (հատկապես հրաբխային շրջաններում) ենթարկվում են ուղղահայաց գոտիականության օրենքին: Նպատակատղված դաշտային հետազոտություններ կատարելու համար առաջարկված խնդիրը թույլ է տալիս որոշել հեռանկարային տեղամասերը ռելիեֆի բարձր նիշերում: Դաշտային հետազոտությունների մեթոդներից երաշխավորվում են երկրաֆիզիկական մեթոդները, որոնք արդյունավետորեն կիրառվում են մի շարք հրաբխային մարզերի բարձր նիշերում ստորերկրյա ջրերի որոնման համար:

V. P. VARDANYAN

FEATURES OF FORMATION, DYNAMICS, DISCHARGE AND WATER
INTAKE OF GROUNDWATER ON HIGH MARKINGS
(case of study the Lake Sevan catchment basin)

Summary

To solve the problems of catchment of groundwater at high elevations, it is practically important to know the course of the perennial change in various average monthly discharge of the springs. In general, changes in the discharge of springs of the investigated territory (especially volcanic areas) are subject to the law of vertical zonality. The proposed task allows to identify perspective areas for targeted field research. Among the field research method we recommend geophysical ones, which have been successfully used in the search for groundwater at high elevations in a number of volcanic areas.