

УДК 551.491.4

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

В. П. ВАРДАНЯН*

Кафедра геофизики ЕГУ, Армения

Под закономерностями формирования подземных вод понимаются устойчивые пространственные, временные и генетические связи подземных вод с геолого-гидрогеологическими условиями и природно-территориальными комплексами района. В качестве водоконтролирующих критериев следует отметить повышенную трещиноватость, ее господствующее направление, литологические, геоморфологические, геоботанические и другие особенности. Наличие вышеуказанных критериев позволяет определить перспективные участки для проведения целенаправленных полевых исследований. Среди последних основными мы рекомендуем геофизические, которые с успехом используются при поисках подземных вод в ряде вулканических областей.

Keywords: underground water, aquifer, water control criteria, watercourse, geophysical methods, springs, graphs of ρ_k , electrical profiling ΔU .

Введение. Литературный анализ и опыт проведенных нами исследований показывает, что имеется ряд критериев, наличие которых до проведения конкретных полевых работ может быть определяющим при выборе перспективных участков перехвата подземных вод [1].

Использование материалов дистанционных съемок (аэрокосмофотоснимков). Дешифрование аэрокосмофотоснимков для поисков подземных водотоков основывается на изучении закономерностей формирования и залегания водоносных горизонтов и установления поисковых критериев. Под такими закономерностями понимаются устойчивые пространственные, временные и генетические связи подземных вод с геолого-гидрогеологическими условиями и природно-территориальными комплексами района. На основе этих связей формируются определенные гидроиндикационные системы. При этом важно составление предварительных гидродинамических схем, включающих определение областей питания, транзита, частичной разгрузки подземного стока и возможных изменений этих характеристик (в т.ч. минерализации). В качестве водоконтролирующих критериев следует отметить

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

повышенную трещиноватость, ее господствующее направление, литологические, геоморфологические, геоботанические и другие особенности. Известно, что подземные потоки не получают непосредственного отражения на аэрокосмофотоснимках. Одними из индикаторов опознания и интерпретации подземных вод на этих снимках являются компоненты ландшафта. Вопросы взаимосвязи видимых и скрытых от непосредственного наблюдения компонентов для поисков подземных вод известен как ландшафтно-индикационный подход [2].

Обычно неглубокозалегающие подземные воды активно влияют на формирование свойств физиономических (легко наблюдаемых) компонентов ландшафта. Глубинность гидроиндикации здесь определяется глубиной проникновения корневой системы растений-гидроиндикаторов, реже – деятельностью экзогенных процессов, непосредственно связанных с подземными водами: трещиноватостью, суффозией, оползневыми и другими явлениями. Подземные воды, располагающиеся ниже границы корневых систем, практически не влияют на растительность и рельеф местности. Гидроиндикация здесь основывается на оценке инфильтрации атмосферных осадков, влияющей на минерализацию и баланс подземного стока. Рассмотрим характеристики некоторых гидроиндикационных и геологических критериев при неглубоком подземном стоке.

Тип растительности. Об общих гидрогеологических условиях данного района можно получить представление путем исследования вверх по течению открытых водных потоков со всеми их разветвлениями до самого места их возникновения. Наши наблюдения показали, что часто воды при выходе на поверхность не сразу образуют свободный, открыто текущий ручей (а то и вовсе не образуют), но остаются в скрытом виде, смачивая лишь почву на значительном пространстве и вызывая появление различных водолюбивых растений, например хвощей, камыша, болотных мхов, осоки, в особенности на таких местах, где, по общим естественным условиям, их нельзя было бы ожидать. Следовательно, тип растительности исследуемого района – это одна из предпосылок для поиска неглубокозалегающих подземных вод.

Наличие болотистых участков. Обычно верхняя часть болота, прилегающая к склонам, горизонтальна, а нижняя имеет обычно довольно сильный уклон, соответствующий уклону подстилающих геологических образований. Такие болота на склонах обычно обусловлены выходом на поверхность источников и представляют типичные болота ключевого происхождения. Питающие их подземные источники можно обнаружить при искусственном вскрытии подстилающих геологических образований в верхних частях заболоченных склонов. Обычно вода источников пропитывает болото в скрытом виде и выходит на поверхность лишь у подошвы болота. В таких болотах, в противоположность стоячей воде низинных луговых болот, обнаруживается прозрачная, быстро стекающая вода.

Наличие отложений известкового туфа (травертина). Многочисленные наблюдения в разных странах доказывают, что с уверенностью можно утверждать: там, где встречаются указанные образования, должны быть или были либо открытые источники, либо, если они теперь не могут достигнуть

дневной поверхности, скрытые на относительно большой глубине. Обычно эти источники выходят у нижнего края отложений известкового туфа или же текут по особым, проделанным водою в травертине, эрозионным ложбинам. Как показывают наблюдения, первоначальное место их выхода лежит выше и совпадает приблизительно с верхними точками известковой толщи.

Наличие оползневых явлений. При залегании водоносных слоев на водоупорном основании может произойти скольжение части этих слоев по увлажненному основанию. Обычно скольжение начинается у первоначального места выхода источника. Разрушенные слои скользят вниз по склону и за ними следуют новые части. Такие условия нами установлены в Дилижанском районе как в твердых (скальных), так и в рыхлых породах. По оползневым явлениям с большой степенью вероятности можно заключить о существовании подземных источников воды.

Наличие железистых отложений. Обычно железистые источники выделяют на воздухе большую часть своего железа в виде красно-бурого гидрата окиси железа. Иногда сильная охристая окраска указывает на то, что в этом месте имелся когда-то источник, который в настоящее время вследствие понижения уровня грунтовых вод течет, вероятно, на некоторой глубине.

Полевые методы обнаружения подземных вод на основе геофизических исследований. Наличие вышеуказанных критериев позволяет определить перспективные участки для проведения целенаправленных полевых исследований. Среди этих методов одними из основных мы рекомендуем геофизические, которые с успехом используются при поисках подземных вод в ряде вулканических областей [3].

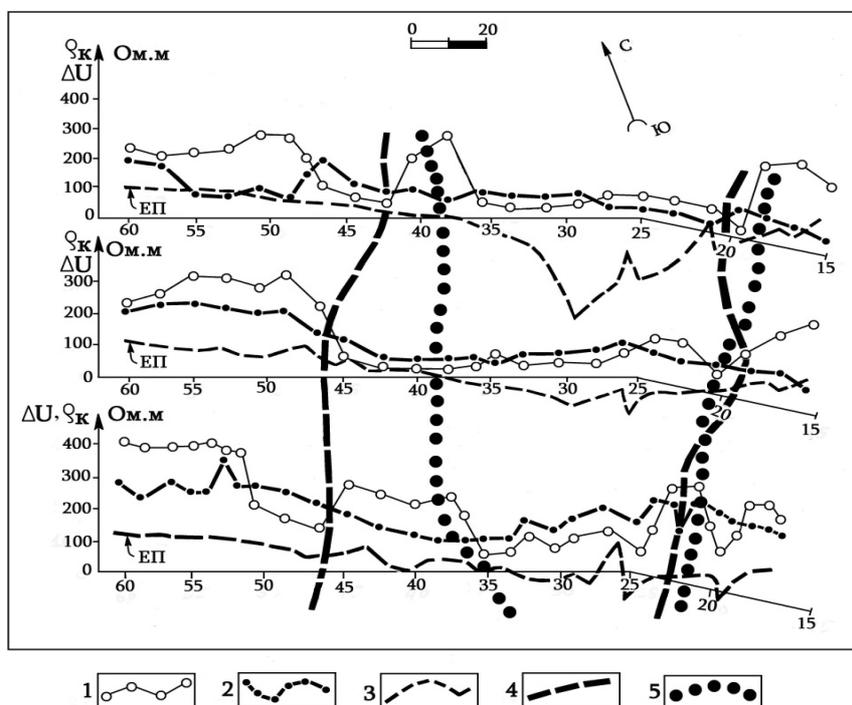
Сложность гидрогеологических условий выхода родников, их стесненные участки, глубинность исследований, заявленная потребность в воде и ряд других факторов являются определяющими для методики геофизических работ как на стадии их выполнения в полевых условиях, так и при интерпретации полученных материалов. При этом основными общими задачами следует считать:

- литологическое расчленение разреза и выделение на площади водоносных и относительно водоупорных пород;
- определение степени трещиноватости скальных коллекторов и их изменение на площади и в разрезе;
- картирование фильтрационных свойств и оценка расходов подземных водотоков;
- детализация гидрогеологических условий участков намечаемого водозабора (выбор створа для прохода дренажной канавы или мест заложения эксплуатационных скважин) [4].

Особенности гидрогеологической интерпретации геофизических данных. Известно, что традиционная геофизическая интерпретация полевых данных сводится к расчленению исследуемой геологической среды на отдельные горизонты по физическим свойствам. В нашем случае эти горизонты дополнительно трансформированы в гидрогеологические характеристики на основании использования корреляционных зависимостей между геофизическими и гидрогеологическими параметрами. Нами особое внимание

уделено гидродинамическим условиям площадей, где намечается перехват подземных вод – это оконтуривание участков питания и разгрузки подземных вод, определение их направления и скорости движения; оценка фильтрационных характеристик (водопроницаемость, водообильность) водоносных зон. В частности, для приближенной количественной оценки водопроницаемости пород эффективной является методика, основанная на использовании величины поперечного электрического сопротивления $T_3 = \rho h$, где h – мощность, м; ρ – удельное электросопротивление изучаемой толщи, Ом·м. Наиболее водообильные участки с максимальными значениями $K \cdot m$ (K – коэффициент фильтрации, m – мощность водоносной толщи) проявляются на геофизических картах в виде максимумов T_3 .

Приближенная связь T_3 и $(K \cdot m)$ может быть выражена следующим образом: $T_3 = a K^\alpha m$, где a в зависимости от геологических условий меняется от 150 до 1200, но в пределах района достаточно стабильна; $\alpha = 0,42 \div 0,43$. Оценка водообильности трещиноватых лавовых пород – одна из наиболее сложных задач, которая предполагает изучение направления генеральной системы трещиноватости. Граница относительно сухих и водоносных разностей пород выявлена по пересечению графиков кажущегося электросопротивления толщи ρ_k для схемы электропрофилирования АММ' NN'В и по данным метода естественного поля (ЕП) (см. рисунок) [5].



Выделение границ распространения водоносных базальтов по методам электропрофилирования (ЭП) и естественного поля (ЕП): 1 – графики ρ_k для ЭП, АВ=25 м, MN=5 м; 2 – то же для АВ=25 м, MN=1 м; 3 – графики метода ЕП; 4 – границы водоносных пород по данным ЭП; 5 – то же для ЕП, ΔU – разность потенциалов естественного поля, мВ.

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

Поступила 18.02.2019

Получена с рецензии 25.06.2019

Утверждена 09.12.2019

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский Б.В., Аракелян Л.С. и др. *О региональной оценке эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод бассейна оз. Севан (по состоянию на 01.07.1985)* Рукопись. Т. 1. Ер., Фонды Армгеология, кн. 1–4 (1985).
2. Мельконовицкий И.М. и др. *Методика геофизических исследований при поисках и разведке пресных подземных вод*. М., Недра (1982).
3. Минасян Р.С. *Изучение подземных вод вулканических областей геофизическими методами*. М., Недра (1989).
4. Садов А.В. и др. *Аэрокосмические методы поисков подземных вод*. М., Недра (1985).
5. Минасян Р.С., Варданян В.П. *Палеорельеф и распределение подземного стока Центрального вулканического нагорья Армении*. Ер., Асогик (2003), 151 с.

Վ. Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՋՐԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՄԱՆ ՄԵԹՈՂՆԵՐԸ ԵՎ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՉԱՓԱՆԻՇՆԵՐՆ ԷԼԵԿՏՐԱՀԵՏԱԽՈՒՁՈՒԹՅԱՆ ՄԻՋՈՑՈՎ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ստորերկրյա ջրերի ձևավորման օրինաչափությունների տակ հասկացվում են ստորերկրյա ջրերի տարածքային, ժամանակային և գեներտիկական կապերը՝ շրջանի երկրաբանա-ջրաերկրաբանական պայմանների և բնատարածքային համալիրի հետ: Որպես ջրահսկողական չափանիշ պետք է նշել բարձր ճեղքավորվածությունը, նրա բացարձակ ուղղվածությունը, լիթոլոգիական, գեոմորֆոլոգիական, գեոբուսաբանական և ուրիշ առանձնահատկությունները: Վերը նշված չափանիշների առկայությունը թույլ է տալիս հեռանկարային տեղամասերի որոշումը՝ նպատակատուղված դաշտային հետազոտություններ անցկացնելու համար: Այդ մեթոդներից ամենահիմնականը մենք նախընտրում ենք երկրաֆիզիկականները, որոնք հաջողությամբ կիրառվում են որոշ հրաբխային մարզերում ստորերկրյա ջրերի որոնման ժամանակ:

V. P. VARDANYAN

MAIN CRITERIA AND METHOD OF DETECTION
OF UNDERGROUND WATER BY ELECTRICAL PROSPECTING

Summary

Under the regularities of formation of groundwater, we understand the steady spatial, temporal and genetic relationships of groundwater with the geological and hydrogeological conditions and natural-territorial complexes of the region. As water-control criteria, increased fracturing, it's mainstream, lithological, geomorphological, geobotanical and other features should be noted. The presence of the above criteria allows you to identify promising areas for targeted field research. The presence of the above mentioned criteria allows to identify promising areas for targeted field research. Among these methods, one of the main ones we recommend is geophysical, which are successfully used in the search for groundwater in a number of volcanic areas.