

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ

ՋՐԱՅԻՆ ՀԻՄՆԱՀԱՐՅԵՐԻ ԵՎ ՀԻԳՐՈՏԵԼՆԻԿԱՅԻ
ԳԻՏԱՄՐՏԱԳՐԱԿԱՆ ՄԻԱՎՈՐՈՒՄ

ՎԱՐԳԱՆՅԱՆ ՎԱՀՐԱՄ ՊԱՆԳՈՒԽՅԻ

ՍԵՎԱՆԱԼ ԼՆԻ ԱՎԱԶԱՆԻ ՍՏՈՐԵՐԿՐՅԱ ՀՈՍԹԸ
ԵՎ ՋՐԱԿՈՒՄԸ ԲԱՐՉՐ ՆԻՇԵՐՈՒՄ

ԺԱ. 00. 03 - "Ցամաքի ջրաբանություն, ջրային ռեսուրսներ,
ջրաքիմիա" մասնագիտությամբ

Տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական
ասպիրանտի հայցման ատենախոսության

Ս Ե Ղ Մ Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ - 1997

РЕСПУБЛИКА АРМЕНИЯ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ И ГИДРОТЕХНИКИ

ВАРДАНЯН ВАГРАМ ПАНДУХТОВИЧ

ПОДЗЕМНЫЙ СТОК БАССЕЙНА ОЗ. СЕВАН И ВОДООТБОР
НА ВЫСОКИХ ОТМЕТКАХ

Специальность ԺԱ. 00. 03 - Гидрология суши,
водные ресурсы и гидрохимия

АВТОРЕФЕРАТ -

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ереван - 1997

Աշխատանքը պատրաստվել է Երևանի պետական համալսարանի երկրաբանական ֆակուլտետի երկրաֆիզիկայի ամբիոնում
Գիտական ղեկավարներ՝

- երկրաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Մինասյան Ռ.Ս.
- երկրաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ Գրիգորյան Մ.Ա.
- տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր Թորմաջյան Հ.Վ.
- երկրաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ Ավետիսյան Վ.Ա.

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝

- "Հայքրնախագիծ" ինստիտուտ

Պաշտպանությունը կայանալու է "27" մայիսի 1997 թ. ժամը 14.00-ին ՋՊ և ՀԳԱՄ-ի կից 0.55 մասնագիտական խորհրդում հետևյալ հասցեով՝ 375047, Երևան, Ամառանոցային 125:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՋՊ և ՀԳԱՄ-ի գրադարանում

Սեղմագիրը առաքված է " _____ " ապրիլի 1997 թ.

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար,
տեխնիկական գիտությունների թեկնածու

Ջրբաշյան Է.Տ.

Работа выполнена на кафедре геофизики геологического факультета
Ереванского государственного университета

Научные руководители:

- доктор геологических наук, профессор
Минасян Р.С.
- кандидат геологических наук, доцент
Григорян М.А.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор
Токмаджян О.В.
- кандидат геологических наук, доцент
Аветисян В.А.

Ведущая организация:

- Институт "Армводпроект"

Защита состоится "27" мая 1997 г. в 14.00 часов на заседании специализированного совета 0.55 "Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия" при НПО водных проблем и гидротехники по адресу: 375047 г. Ереван, ул. Амараночаин 125.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НПО водных проблем и гидротехники.

Автореферат разослан " _____ " апреля 1997 г.

Ученый секретарь специализированного совета,
кандидат технических наук

Джрбашян Э.Т.

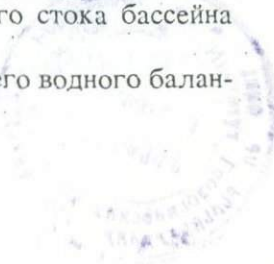
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Проблема оз. Севан - одна из главнейших и важнейших проблем, которая по своей значимости вышла за пределы национальных интересов Республики и привлекла внимание мировой общественности. История человечества знает много примеров преобразования природы, но то, что происходит с оз. Севан, весьма поучительно и требует к себе неотложного внимания. В настоящее время для сохранения и восстановления нарушенного экологического равновесия озера осуществлен и намечен ряд водохозяйственных мероприятий, направленных на приостановление снижения уровня воды с последующим его поднятием.

На всех этапах решения севанской проблемы одной из основных задач считалось освоение и рациональное использование водных ресурсов бассейна, связанное с водоснабжением населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов.

2045
В разные периоды сработки вековых запасов вод озера составлены водные и водохозяйственные балансы озера и прилегающих районов и каждый раз вопросы водоснабжения стояли в центре внимания исследователей. Однако, несмотря на это, ряд задач, относящихся к водным ресурсам бассейна, оставались нерешенными или же нуждались в дополнительных уточнениях и обоснованиях. В первую очередь, это связано с вопросами формирования, распределения и уточнения величины подземного стока бассейна, определения пространственного соотношения между современными и древними водоразделами вулканических сооружений, окаймляющих озеро, и поисков дополнительных рентабельных источников водоснабжения. Указанные обстоятельства предопределяют актуальность любых исследований, направленных на эффективное использование водных ресурсов бассейна.

Целью настоящей работы является:

1. - уточнение закономерностей формирования и пространственного распространения сосредоточенного подземного стока бассейна оз. Севан;
 2. - уточнение величины подземного составляющего водного балан-
- 

- са озера на основании установления связи между поверхностными и погребенными водоразделами вулканических хребтов;
- разработка вопросов, связанных с водоотбором подземных вод для нужд водоснабжения.

Для решения поставленных задач выдвинуты следующие основные защищаемые положения:

- усовершенствование методики обработки и интерпретации данных комплексных исследований для изучения подземного стока бассейна;
- определение пространственного распределения подземного стока водосборного бассейна озера;
- палеогидрогеологическое районирование территории;
- обоснование возможностей обнаружения и отбора подземных водотоков на высоких отметках.

Научная новизна работы.

1. Для усовершенствования методики, повышения точности и информативности обработки данных полевых исследований:

- обобщены петрофизические и водно-физические параметры пород и комплексов вулканических хребтов бассейна и составлены физико-гидрогеологические модели (ФГГМ) для областей формирования, стока и разгрузки подземных вод;
- исследовано площадное распределение электрических свойств (удельного электросопротивления) лавовых пород; установлено, что оно подчиняется нормальному закону распределения;
- применен метод двумерного математического моделирования при интерпретации данных электротондирований в связи с выявлением палеодолин;
- использован тренд-анализ карт для уточнения распределения подземного стока бассейна.

2. Установлено пространственное соотношение между современными и древними водоразделами Гегамского и Варденисского хребтов; составлены регрессионные уравнения связи между палео- и современными рельефами.

3. Составлена сводная карта регионального водоупора и получены новые научно обоснованные данные о распределении подземного стока бассейна.

4. Впервые выполнено палеогидрогеологическое районирование бассейна озера.

5. Приведены основные критерии и рекомендована методика полевых исследований для обнаружения подземных вод на высоких отметках; предложена схема мест водоотбора для целей водоснабжения населенных пунктов высокогорных районов.

Методы исследований. При решении задач распределения подземного стока бассейна использованы: а) при полевых работах - гидрогеологические наблюдения, геофизические методы исследования и маршрутные съемки для дешифрирования аэрокосмофотоснимков; б) при обобщении, анализе и интерпретации данных полевых исследований - методы статистической обработки, корреляционный анализ, математическое моделирование, водно-балансовые расчеты.

Достоверность результатов научных разработок и составленного картографического материала обеспечивается принятой научно обоснованной методологией исследований и хорошей сходимостью расчетных и фактических данных (в частности, по бурению).

Практическая значимость и реализация работы. Сводная карта регионального водоупора бассейна оз. Севан, схема палеогидрогеологического районирования, а также литолого-геоэлектрические разрезы служат основой для дальнейших научно-исследовательских, проектно-изыскательских и поисково-разведочных работ на воду. Установленное пространственное соотношение между палео- и современными водоразделами позволяет уточнить величину подземной составляющей водного баланса озера. На основании научных разработок определены участки, перспективные для отбора подземных вод в целях водоснабжения.

Основные результаты работы переданы в Институт гидроэкологии НАН РА, Министерство охраны природы, Армводпроект и Армкоммунпроект для их научно-практической реализации.

Апробация работы. Основные научные положения доложены на Международной конференции "Озеро Севан. Проблемы и стратегия действий", Ереван, октябрь 1996; на Ученом совете

геологического факультета ЕГУ, март 1997; представлены на 37-ую Международную научную неделю, Дамаск, Сирия, ноябрь 1997, на секцию "Водные ресурсы" Третьего Международного конгресса "Вода: экология и технология", май, 1998.

Публикации. По результатам проведенных исследований опубликованы 3 статьи в Ученых записках ЕГУ и 3 - депонированы в АрмНИИНТИ.

Объем и структура работы. Диссертационная работа изложена на 145 страницах; состоит из введения, пяти глав и заключения; список использованной литературы - 98 наименований, 25 рисунков, 10 таблиц. К работе прилагается "Альбом карт распределения подземного стока бассейна оз. Севан", состоящий из 20 планшетов м-ба 1:50.000.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Проблема рационального использования водных ресурсов оз. Севан имеет многолетнюю историю и в ходе своего осуществления прошла ряд этапов и на каждом из них отражала потребности отдельных отраслей экономики Республики.

В настоящее время осуществлены и продолжают осуществляться ряд водохозяйственных и природоохранных мероприятий, которые должны обеспечить нужное повышение уровня озера, предотвращение загрязнения воды и ее рациональное использование. На основании многолетних разработок показано, что наиболее целесообразным считается повышение уровня озера примерно на 6 м. Оно намечается за счет переброски речного стока соседних водосборных бассейнов и сокращения попусков из озера путем регулирования и дополнительного использования местных источников.

В то же время имеются нерешенные вопросы, относящиеся, в частности, к закономерностям формирования, распределения и использования подземного стока бассейна. В основу представленной диссертационной работы положены исследования автора, проведенные им в области инженерно-гидрогеологической геофизики с 1982 года и более целенаправленно по теме - с 1990 го-

да. Кроме материалов личных исследований широко использованы данные полевых наблюдений, главным образом, Армгеолуправления, НПО водных проблем и гидротехники и ЕГУ.

В первой главе работы рассмотрены вопросы современного состояния изученности водных ресурсов бассейнов оз. Севан и задачи исследований. Отмечается, что в пределах бассейна выполнен большой объем научно-исследовательских, проектно-испытательских и поисково-разведочных гидрогеологических работ со стороны республиканских организаций АрмНИИ водных проблем и гидротехники, Армгидропроекта, Армгипроводхоза, Института гидроэкологии НАН РА, Армкоммунпроекта, Управления гидрометеорологии и Армгеолуправления, а также ряда институтов бывшего Союза - Институты озероведения и водных проблем, ВСЕГИНГЕО, ГГИ и др. При этом для изучения водных ресурсов и, в частности, подземного стока выполнены водно-балансовые гидрогеологические и геофизические работы. Первые такие работы, начатые в 1925-27 гг., связаны с именами В.К. Давыдова, В.Д. Зайкова, А.П. Соколова, К.Н. Паффенгольца, А.А. Турцева, М.П. Казакова, С.С. Кузнецова. Вопросы подземных вод рассмотрены также в работах М.А. Сунцова, В.А. Грабовникова, Г.Г. Оганезова, В.А. Аветисяна, А.Н. Назаряна, А.О. Оганяна, и др. Планомерные гидрогеологические работы проведены Армгеолуправлением с 1957 года с участием ВСЕГИНГЕО - Н.Г. Микаелян, В.Т. Вегуни, О.А. Агинян, Г.В. Ктикян, Л.С. Аракелян, В.Х. Шагинян, С.Б. Паносян, Б.В. Боровский, В.А. Поляков, Л.Б. Сычев и др. Целенаправленные геофизические работы начаты с 1958 года - Р.П. Сепоян, Л.А. Епишко, Р.С. Минасян, Е.Г. Гулоян, Л.А. Саркисян, Р.Т. Мириджанян и др. К настоящему времени в связи с изучением водных ресурсов решены следующие основные задачи:

- составлен водный баланс озера для разных периодов;
- оценены среднеголетние естественные ресурсы бассейна, которые по состоянию на 1.07.95 г. составляют $20,1 \text{ м}^3/\text{с}$; в общей сумме ресурсов родниковый сток составляет $11,8 \text{ м}^3/\text{с}$, дренажный - $3,6 \text{ м}^3/\text{с}$, подземный приток в озеро - $3,7 \text{ м}^3/\text{с}$, отток за пределы бассейна - $0,9 \text{ м}^3/\text{с}$, испарение с поверхности грунтовых вод - $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$;

- выполнено гидрогеологическое районирование;
- подсчитаны эксплуатационные запасы подземных вод в количестве 15,9 м³/с, в т.ч. 8,8 м³/с по родникам и 7,1 м³/с по скважинным водозаборам.

Анализ данных институтов Армводпроекта и Армкоммунпроекта по хозяйственно-питьевому, орошаемому и техническому водоснабжению показывает, что по сравнению с количеством воды, потребляемым в настоящее время, уже к 2005 году ожидается значительный дефицит. Особенно остро нуждаются в питьевой и оросительной воде населенные пункты Севанского, Мартунинского и Варденисского районов, расположенных на отметках выше 2000-2100 м. В целом, исходя из состояния изученности водных ресурсов бассейна, основными задачами исследований являются:

- установление особенностей методики обработки комплексных данных при изучении распределения подземного стока бассейна;
- уточнение контуров современных и погребенных водосборных бассейнов рек, впадающих в озеро Севан со стороны Гегамского и Варденисского хребтов;
- составление схемы гидрогеологического (палеогидрогеологического) районирования бассейна на основе данных о пространственном положении подлавовых водосборных бассейнов;
- определение перспективных участков отбора подземных вод на основе уточнения пространственного распределения подземного стока на высоких отметках.

Во второй главе работы рассмотрены вопросы методики обработки и интерпретации данных полевых наблюдений. Известно, что в результате активной вулканической деятельности под лавами оказалась древняя гидрографическая сеть бассейна и, в частности, речные долины (палеорусла) с приуроченными к ним мощными подземными потоками пресных вод. При изучении подземного стока региона широко используются геофизические и, в первую очередь, электрометрические методы. Для повышения достоверности и обоснованности геоэлектрических построений нами составлены обобщенные физико-гидрогеологические модели (ФГГМ) вулканических сооружений и палеодолин. В основу моделей положены водно-физические и петрофизические харак-

теристики пород и их комплексов (таблица 2.1).

Таблица 2.1

Наименование комплекса (породы)	Петрофизические свойства						Водно-физические свойства		
	σ	χ	I_n	V_p	V_s	ρ	K_n	K_{np}	K_{fp}
1. Кайнотипные лавы	1,9 + 2,9	900 + 1500	1500 + 2200	4+6	2,5+ 3,5	1000 + 6000	1,1+ 4,2	100 + 2000	5+100
2. Палеотипные лавы	2,65 + 2,95	8000 + 10000	1100 + 2300	-	-	700 + 2000	1+5	10+50	5+40
3. Подлаво-вые водоупорные породы:									
Глина-	1,2+3	50+ 250	-	1,5+3	-	2+20	15+30	0,01	0,005
Песчаник-	2+2,9	20+ 220	-	2+3,5	-	20+60	7+10	0,5+ 1,2	0,1+ 0,5
Порфирит-	2,5+ 2,7	200 + 2000	350 + 1500	3+5	1,8+ 3,0	100 + 300	2+5	10+40	0,2+ 0,4

В таблице приведены следующие параметры петро- и водно-физических свойств: плотность σ - г/см³; магнитная восприимчивость χ - 10³ ед. СИ; остаточная намагниченность I_n - А/м; скорость распространения продольных V_p и поперечных V_s волн, км/с; удельное электросопротивление ρ - Ом.м; коэффициенты пористости K_n - %; проницаемости K_{np} - мкм² и фильтрации K_{fp} - м/сут.

Приведенные петрофизические и водно-физические характеристики пород ФГГМ и, в частности, их дифференциация по электрическим свойствам являются основой при определении полевой методики исследования подземного стока, установления водоносных и водоупорных пород, а также при обработке и истолковании полевых данных. Для выделения различных литолого-фациальных комплексов и водоносных разностей лав методом электроразведки в качестве основного параметра используется величина удельного сопротивления (ρ , Ом.м) или его

аналог - кажущееся электросопротивление (ρ_s , Ом.м). При этом выделение палеодолины осложняется при увеличении глубины ее залегания (более 100-150 м) и при постепенном изменении ρ с глубиной. Для этих случаев получены положительные результаты метода математического моделирования. В связи с этим на

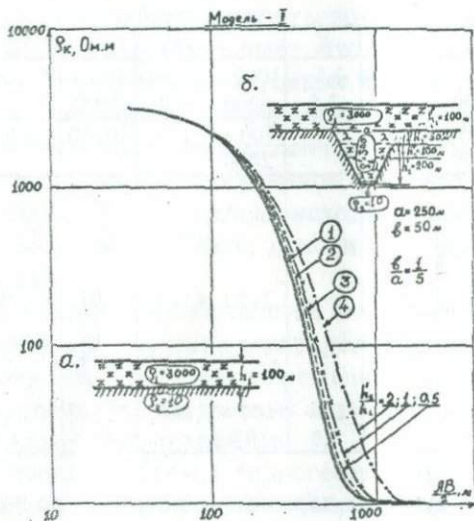


Рис. 1. Параметры геоэлектрического разреза и типичные кривые электрозондирования (для модели I)

Установлено, что при отношении глубины палеоруслы (h'_2) к мощности покровного слоя (h_1) меньше 1/2, точность интерпретации полевых кривых значительно низкая, что осложняет решение задачи по выделению палеодолины.

При составлении карт и разрезов распределения подземного стока по геоэлектрическим данным одним из трудных вопросов является определение величины ρ лавовых пород и установление закономерностей ее изменения в пространстве. Именно нерешенность этих задач привела в ранее приведенных работах к ошибкам при составлении карт и разрезов региональных водоупорных

кафедре геофизики МГУ для некоторых типичных моделей палеодолины бассейна оз. Севан методом двумерного математического моделирования рассчитаны эталонные кривые электрозондирования. На рис. 1. приведен пример таких расчетов: (а) двухслойный геоэлектрический разрез и соответствующая ему кривая зондирования (1); (б) - геоэлектрический разрез и соответствующие кривые зондирования (2, 3, 4) для случая палеодолин, расположенных на разных глубинах.

пород. Это явилось одной из причин переинтерпретации кривых электрозондирований, наблюдаемых в бассейне оз. Севан.

Используя методику обработки данных электрозондирований, предложенную проф. Р.С.Минасяном, нами для лавовых пород Гегамского и Варденисского хребтов получены следующие данные:

Таблица 2.2

Регион	Участки					
	I		II		III	
	$\bar{\rho}$	$\sigma_{\bar{\rho}}$	$\bar{\rho}$	$\sigma_{\bar{\rho}}$	$\bar{\rho}$	$\sigma_{\bar{\rho}}$
Гегамский хребет	1350	210	2700	320	5500	670
Варденисский хребет	1000	180	2060	270	3350	650

Сравнение между собой удельных сопротивлений лавовых пород ($\bar{\rho}$ - наиболее вероятное их значение, $\sigma_{\bar{\rho}}$ - среднее квадратичное отклонение) для различных участков подтверждает, что в естественном состоянии состав лав мало сказывается на значениях электросопротивления; здесь, в первую очередь, определяющими являются степень обводненности, а в пределах разных гидрогеологических участков (I, II, III) - также минерализация вод, находящихся в порах и пустотах пород. На основании построения на вероятностном бланке графиков накопленных частот $P = f(\rho)$ и проверок критериев согласия доказано, что распределение ρ лав Гегамского и Варденисского хребтов подчиняется нормальному закону; наиболее вероятной причиной пространственного изменения значений ρ лав являются изменение минерализации подземных вод, связанных с областями питания, транзита и разгрузки.

Впервые для вулканических районов при интерпретации карт распределения подземного стока применен тренд-анализ. Понятие "тренд-анализ" в нашем понимании - это использование мате-

матического аппарата для разделения двух компонентов: систематического и случайного. При изучении подземного стока бассейна, когда определяются глубина залегания регионального водоупора и местоположения русла палеодолины, результаты полевых наблюдений в первом приближении являются следствием двух взаимообуславливающих морфоструктурных факторов. Один из них связан с общим наклоном палеорельефа (региональная аномалия), а второй - влиянием палеодолины (локальная аномалия). Аппроксимирующая функция регионального тренда может быть линейной (линейный тренд), параболический (параболический тренд). Для описания тренда можно принять и более сложную функцию, например, кубическую и более высокого порядка, что может привести к еще меньшим отклонениям расчетных (теоретических) величин от результатов полевых измерений. Рассматриваемый тренд является линейной функцией между географическими координатами пунктов наблюдения (электрозондирований и буровых скважин) и глубиной залегания водоупорных пород. Приведен пример анализа карт распределения подземного стока Варденисского хребта. Искомое уравнение поверхности тренда первой степени записано в следующей форме:

$$H_b = b_0 + b_1 Y + b_2 X \quad (2.1)$$

где X , Y - географические координаты пункта наблюдения, H_b - глубина кровли регионального водоупора; b_0 , b_1 , b_2 - искомые полиномиальные коэффициенты. В матричной форме решена следующая система уравнений:

$$\begin{aligned} \sum H_b &= b_0 n + b_1 \sum Y + b_2 \sum X \\ \sum H_b \cdot Y &= b_0 \sum Y + b_1 \sum Y^2 + b_2 \sum Y \cdot X \\ \sum H_b \cdot X &= b_0 \sum X + b_1 \sum X \cdot Y + b_2 \sum X^2 \end{aligned} \quad (2.2)$$

При числе наблюдений $n = 88$ окончательно получено:

$$\bar{H}_b = 2309,3 + 0,26 \cdot Y - 35,12 \cdot X$$

Та же задача решена также для поверхности тренда второго порядка (параболический тренд) и установлено:

$$\bar{H}_p = 2335,0 + 7,86 \cdot X - 56,15 \cdot Y + 0,54 \cdot X^2 - 1,42 \cdot Y^2 + 1,48 \cdot X \cdot Y \quad (2.3)$$

На основании вычитания из наблюдаемых значений (H_b) расчетные \bar{H}_b и \bar{H}_p составлены новые карты. В обоих случаях вычитание тренда использовано как фильтр высокой пропускной способности, устраняющий крупномасштабные структурные вариации из первичной (наблюденной) карты и сохраняющий характерные черты палеорельефа района, связанные, в частности, с палеодолинами.

В третьей главе работы рассмотрены вопросы пространственного соотношения между современными и древними водоразделами отдельных территорий бассейна. Соответствие или смещение поверхностных и подземных водоразделов горных сооружений бассейна приводит к перераспределению глубоко проникающих инфильтрационных вод и к соответствующему изменению величины общего подземного стока района. Кроме полевых методов исследований палеорельефа (палеогеоморфологический, буровой, геофизический) объективную и нужную информацию о палеорельефе можно получить также расчетным путем на основании установления корреляционных связей между современным и древним рельефами. Поиск этих связей для Гегамского и Варденисского хребтов выполнен на основании анализа функций распределения высот современных и палеорельефов. По этим данным построены соответствующие гистограммы, по которым сделаны выводы об одинаковом, мономодельном, распределении высот обоих рельефов. Теснота корреляционной зависимости между ними оценена коэффициентом связи: при $K = +1$ наблюдается полное соответствие (унаследованность) обоих рельефов; при $K = -1$ в форме современного и палеорельефов имеется инверсия; наконец, при K , близком к 0, искомая связь практически отсутствует. Для Гегамского хребта (в основном, для средне- и предгорных склонов) этот коэффициент нами получен 0,765, а для Варденисского - 0,857. Установленные коэффициенты корреляции достаточно высокие, особенно для Варде-

нисского нагорья. Это говорит о том, что здесь современные и погребенные рельефы в основном повторяют друг друга, за исключением некоторых высокогорных участков.

Кроме расчета коэффициента корреляции для изучаемых рельефов составлены также регрессионные уравнения связи. Для этих целей использованы данные абсолютных отметок палео- и современных рельефов всех точек электророндирований и буровых скважин, где известны глубины залегания палеорельефа. По этим данным методом наименьших квадратов решены линейные уравнения типа:

$$H_n = a + b \cdot H_c \quad (3.1)$$

Получены следующие корреляционные зависимости:

для Гегамского нагорья (восточные склоны)

$$H_n = 532,13 + 0,617 H_c \quad (3.2)$$

для Варденисского нагорья (северные склоны)

$$H_n = 1387,24 + 0,264 H_c \quad (3.3)$$

где H_n , H_c - соответственно абсолютные отметки палео- и современных рельефов. В целом анализ данных показывает, что между искомыми рельефами существует большое сходство, что следует считать результатом взаимодействия одинаковых эндо- и экзодинамических рельефообразующих процессов. Это значит, что погребенные и видимые формы рельефов во многих случаях имеют один и тот же генезис с аналогичными морфологическими чертами. В то же время имеются участки, где современные и погребенные рельефы не повторяют друг друга.

На основании полевых исследований и корреляционных зависимостей (формулы 3.2 и 3.3) впервые для Гегамского и Варденисского хребтов определены пространственные положения погребенных водоразделов, что позволило уточнить площадное распределение их подземных стоков. Установлено, что в результате "сдвига" палеоводораздела Гегамского нагорья в сторону озера Севан площадь подземного водосборного бассейна озера по отношению к поверхностному меньше примерно на 150 кв. км, т.е. подземный сток, формирующийся на этой территории, поступает в бассейн реки Раздан. Если принять для этой площади

1,3 м³/с

модель подземного стока в среднем 8,5 л/с на км², то в годовом разрезе величина этого стока будет около 40 млн.м³/год. Для Варденисского нагорья в отношении смещения поверхностного и подземного водоразделов наибольший интерес, кроме территории прилегающей к озеру Алагель, представляет также площадь, расположенная к западу от порталной части тоннеля Арпа-Севан. Здесь установлен участок, погребенный рельеф которого наклонен в сторону бассейна р. Элегис. Эта площадь составляет около 50 кв.км; если принять модуль подземного стока в среднем 10 л/с на км², расчетная величина годового подземного стока будет примерно 17 млн.м³/год. Следует отметить, что для этой территории сравнительно мало фактических данных и поэтому она по размерам может быть еще больше. Новые данные о распределении подземного стока необходимо учесть при водно-балансовых расчетах и поисково-разведочных работах на воду.

Одной из основных задач исследования распределения подземного стока бассейна является определение (оценка) расхода подземных водотоков. Известно, что обычно для установления величины подземного стока наиболее широко применяется метод водного баланса. В этом случае величина подземного (глубинного) стока определяется суммарно, однако для решения ряда практических задач, например, для водоснабжения, необходимо иметь конкретные данные о расходах отдельных сосредоточенных потоков. Решение этой задачи является сложным и трудоемким, требует значительного объема буровых опытно-фильтрационных работ. Опыт проведенных исследований показывает, что в физико-геологических условиях вулканических сооружений могут быть использованы совместно данные гидрогеологических и геофизических исследований. Для расчета величины расхода водотоков удобнее пользоваться гидродинамическим способом. В связи с наличием гидравлической связи поверхностных и напорных подземных вод расчет расхода подземных водотоков в общем случае производится по формуле Дарси:

$$Q = K_{\phi} \cdot F_{\text{ср}} \cdot J, \quad (3.4)$$

где K_{ϕ} - коэффициент фильтрации водоносного горизонта; $F_{\text{ср}}$ - средняя площадь сечения водотока; J - гидравлический уклон.

Для определения величины площади сечения водотока могут быть использованы данные детальны́х электрометрических исследований. Сопоставление уклона рельефа водоупорных пород с уклоном подземных вод показывает, что в первом приближении, в случае отсутствия буровых скважин, для определения гидравлического уклона могут быть использованы карты или разрезы регионального водоупора. В связи с определением такого важного параметра, как K_{ϕ} предлагается воспользоваться корреляционной зависимостью между геоэлектрическими и гидродинамическими характеристиками. Такие зависимости обычно носят, в основном, вероятностно-статистический характер, хотя в некоторых случаях между параметрами имеются функциональные связи. С целью установления корреляционной связи между геоэлектрическими параметрами разреза и коэффициентом фильтрации K_{ϕ} андезито-базальтов и базальтов статистически обработаны данные опытно-фильтрационных работ для многих вулканических областей и параметрических зондирований у скважин. Методом наименьших квадратов получено уравнение регрессии вида (Минасян Р.С., Хамоян Р.В.):

$$K_{\phi} = 33,48 - 0,53T_{mp}$$

где T_{mp} - трансформированное поперечное электросопротивление водоносного горизонта, которое определяется с помощью параметрических электрозондирований. Определение (оценка) расходов палеодолин показывает, что их точность составляет до 20-25%.

Физико-геологические условия горных сооружений бассейна, в особенности, вулканических хребтов благоприятны для формирования подземного стока. В первую очередь, это значительное количество атмосферных осадков (в среднем 500-900 мм/год), мощный снежный покров, высокая влажность воздуха, трещиноватость и проницаемость эффузивных пород способствует инфильтрации значительной части атмосферных осадков вглубь. Проходя трещины и пустоты верхних горизонтов эффузивного комплекса, они достигают водоупорных образований и, образуя множество подземных водотоков, стекают в направлении к озеру Севан или выступают на дневную поверхность либо в периферий-

1911
ных частях лавовых потоков, либо в глубоких каньонах, где речной эрозией вскрыта кровля водоупора.

1
При исследовании распределения подземного стока бассейна в качестве основных вопросов рассмотрены: а) определение пространственного распределения и концентрации подземного стока; б) оценка ориентировочных расходов отдельных палеодолин в связи с перехватом подземного стока на высоких отметках. При решении первой задачи нами проработан большой объем полевого материала по электроразведанию (около 1100 физ. точек) и бурению (около 50 разрезов буровых скважин, вскрывших подлавовый региональный водоупор), полученных в пределах бассейна оз. Севан в ходе научно-исследовательских и производственных работ. На основании критического анализа и переинтерпретации этого материала нами составлены новые карты и разрезы для регионального водоупора отдельных регионов водосборного бассейна оз. Севан. Сводная карта бассейна составлена в масштабе 1:50.000 и включает 20 топопланшетов. Они собраны в альбом и приведены в качестве приложения к работе.

2045
Учитывая то обстоятельство, что региональный водоупор является основным распределителем подземного стока, то составленные карты и разрезы дают объективную информацию о путях прохождения сосредоточенного подземного стока и благоприятных участках их перехвата. В качестве примера на рис.2 приведена карта распределения подземного стока для участка Личк Гегамского нагорья.

В работе достаточно подробно рассмотрены распределение подземного стока восточных склонов Гегамского, северных склонов Ваденисского и юго-западных склонов Арегуни-Севанских хребтов. Анализ распределения подземного стока горных (в особенности вулканических) хребтов бассейна оз. Севан в целом показывает, что закономерности формирования стока и его распространение в значительной степени определяются комплексом ландшафтно-природных факторов: расчлененность и значительный перепад отметок палеорельефа, различная мощность лав, неравномерное распределение водоносных комплексов и высокая изменчивость трещиноватости и водопроницаемости покровных лавовых образований. По аналогии с современным рельефом в

палеорельефе горных сооружений нами выделены водораздельный, стоковый (транзитный) и равнинный участки (области).

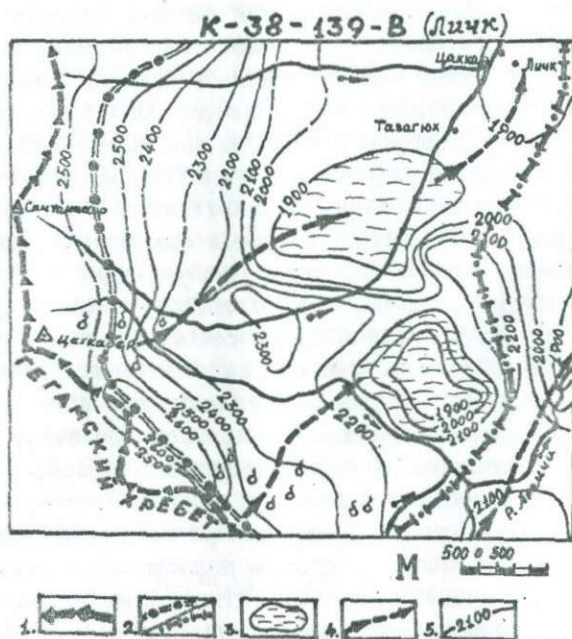


Рис. 2. Распределение подземного стока, участок Личк, Гегамский хребет, 1996. 1 - современный водораздел; 2 - погребенный водораздел; 3 - погребенный водосборный бассейн; 4 - подземный водоток; 5 - изолинии палеорельефа, метр.

В четвертой главе работы рассмотрены вопросы нового, палеогидрогеологического районирования территории водосборного бассейна озера. Известно, что в связи с изучением естественных ресурсов и подсчетом эксплуатационных запасов вод выполнено гидрогеологическое районирование бассейна оз. Севан. Анализ имеющихся данных показывает, что принятое при гидрогеологическом районировании допущение о совпадении современных и погребенных водоразделов не всегда имеет место, что естественно приводит к иному распределению подземного стока. Это обстоятельство, а также поиск новых перспективных участков

обнаружения подземных вод явилось основными причинами для корректировки ныне принятой схемы гидрогеологического районирования на основе использования новых данных палеогидрогеологического характера (рис.3). Для этих целей на картах и разрезах регионального водоупора бассейна показаны положения

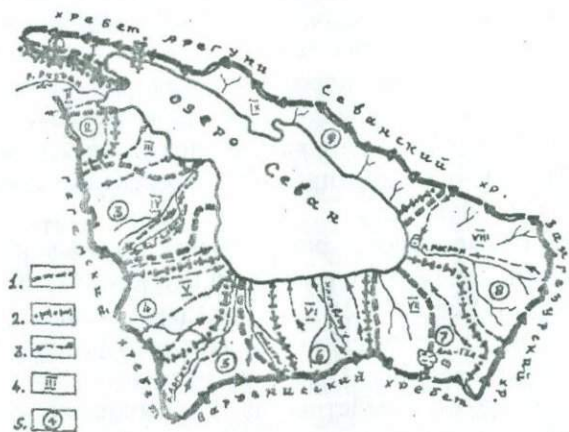


Рис. 3. Карта-схема палеогидрогеологического районирования бассейна оз. Севан. 1 - современный водораздел; 2 - погребенный водораздел; 3 - основные направления движения подземного стока; 4 - гидрогеологические участки по существующей схеме районирования; 5 - то же по предложенной схеме районирования.

погребенных водоразделов, древних областей инфильтрационно-го питания водоносных зон и горизонтов, общее направление движения подземного стока, пути сосредоточенного движения подземных вод, участки их разгрузки. Эти данные, а также учет литолого-фациального состава регионального водоупора, степень минерализации подземных вод позволили нам уточнить и дополнить существующую схему гидрогеологического районирования, назвав новую схему палеогидрогеологической. Выделены следующие гидрогеологические районы (участки): 1 Цовагюхский, 2 Лчашенский, 3 Саруханский, 4 Дзорагюхский, 5 Мартуни-Геташенский, 6 Варденик-Арцванистский, 7 Акунк-Карчакпюрский, 8 Масрикский и 9 Северо-восточное побережье озера.

Согласно составленным разрезам на отдельных границах, разделяющих гидрогеологические районы, наблюдается изменение литологического (фациального) состава регионального водоупора: происходит переход от глинистых (осадочные) отложений к туфопесчаникам (вулканогенно-осадочные). Установленные контакты пород следует считать водоконтролирующими элементами, возможно, связанными с тектоническими нарушениями. В целом новая схема палеогидрогеологического районирования и установленные закономерности пространственного распределения подземного стока имеют важное практическое значение при региональной оценке и картировании естественных ресурсов подземных вод бассейна озера.

В пятой главе работы рассмотрены вопросы особенностей формирования, динамики и разгрузки подземного стока на высоких отметках (выше 2300-2400м); показаны возможности его перехвата для нужд водоснабжения населенных пунктов высокогорных районов бассейна. Одним из основных факторов оказывающих решающее воздействие на формирование режима подземных вод на относительно высоких отметках, являются климатические условия района. У родников высокогорных областей бассейна оз. Севан фильтрация атмосферных осадков сразу сказывается на изменении их дебита, что находит отражение в его интенсивном внутримесячном колебании. Режим среднемесячных расходов родников становится более стабильным для тех, которые разгружаются на среднегорных и предгорных склонах, что отражается в существовании длительных периодов повышения и понижения расходов. Степень многолетнего варьирования дебитов родников является важным показателем при планировании эксплуатации этих вод. Особый интерес при определении методики поиска подземных вод на высоких отметках имеют также гидрогеологические условия разгрузки родников. Известно, что все лавовые потоки стекают вниз по направлению наибольшего уклона поверхности. Вследствие значительной трещиноватости лав и их высокой водопроницаемости в толщу ее проникают и воды атмосферных осадков, и образовавшихся речек, впадающих из боковых долин в виде притоков той реки, долина которой заполнена лавой. Они все движутся в нижней части толщи лавово-

го потока и выходят на поверхность там, где заканчивается поток или же, где имеется срез локальных, относительно водоупорных (в том числе межластовых) образований. Основные положения гидродинамики формирования и разгрузки подземных вод на высоких отметках использованы нами при выборе рациональной методики их исследования и определении мест водозаборных сооружений.

Литературный анализ и опыт проведенных исследований показывает, что имеется ряд критериев, наличие которых, до проведения полевых работ, может быть определяющим при выборе перспективных участков перехвата подземных вод. Здесь важным следует считать в первую очередь, материалы дистанционных съемок (аэрокосмофотоснимков). В качестве водоконтролирующих элементов на снимках являются повышенная трещиноватость, ее господствующее направление, литологические, геоморфологические, геоботанические и другие особенности. В целом об общих гидрогеологических условиях района можно получить представление исходя из таких ландшафтно-индикационных признаков как тип растительности, наличия болотистых участков, отложений известкового туфа (травертина), оползневых явлений и т.д.

В числе предлагаемых полевых методов исследования основным рекомендованы геофизические методы. При этом специальными 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 проходки дренажной канавы или мест заложения эксплуатационных скважин).

В работе рассмотрены результаты практического использования рекомендованных критериев и, в первую очередь, геофизических методов для обнаружения подземного потока на высоких отметках.

В заключении раздела приводится схема рекомендуемых мест отбора подземных вод для водоснабжения населенных пунктов, расположенных на высоких отметках. Предлагается, в первую очередь, осуществить перехват подземного стока на участках сосредоточенных выходов родников, 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, продолжает свое движение к области накопления и основной разгрузки. При выборе перспективных участков, кроме наличия концентрированных выходов подземных вод, учитывается также и их пространственная приуроченность к подземным (меж- и подластовым) водотокам. На данном этапе изученности исследуемой территории выделено 9 участков, где намечается заложение возможных водозаборных сооружений.

В заключительной части работы приведены основные выводы и практические рекомендации:

1. Усовершенствована методика полевых исследований и интерпретации данных по изучению подземного стока бассейна оз. Севан.

2. Для уточнения водно-балансовых расчетов установлено пространственное соотношение между современными и древними (погребенными) водоразделами:

- погребенный водораздел Гегамского хребта (северные и центральные части) смещен в сторону оз. Севан, что привело к сокращению его палеоводосборного бассейна примерно на 150 кв.км;

- для Варденисского хребта искомые водоразделы в основном совпадают за исключением территорий Алагелларского плато (≈ 110 кв.км) и площади прилегающей к порталу тоннеля Арпа-Севан (≈ 50 кв.км).

3. Получены новые данные о распределении подземного стока всего водосборного бассейна озера; установлены сосредоточенные пути движения подземных водных потоков (палеодолины), площади накопления подземных вод (погребенные водосборные бассейны), основные и локальные подземные водоразделы.

4. Установлено наличие вертикальной гидродинамической зональности в строении погребенных водосборных бассейнов вулканических сооружений.

5. Предложена схема палеогидрогеологического районирования бассейна, на которой выделены 9 районов; рассмотрены особенности формирования, распределения и накопления подземного стока каждого района.

6. Рекомендованы благоприятные места для отбора подземных вод на высоких отметках в целях водоснабжения населенных пунктов высокогорных районов бассейна.

Результаты основных научно-методических разработок и рекомендаций переданы научно-исследовательским, проектным и производственным организациям для практического использования.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Аджимамудов Э.Б., Варданян В.П., Григорян М.А., Сардарян А.С. Электроразведочные исследования на одном из оползневых участков в Дилижанском районе Армянской ССР. Ученые записки ЕГУ, 1985, № 2, с. 127-131.

2. Варданян В.П., Минасян Р.С. Палеогидрогеологическое районирование территории водосборного бассейна оз. Севан. Ученые записки ЕГУ, 1996, № 1, с. 91-94.

3. Варданян В.П. Применение двумерного математического моделирования при исследовании глубинного стока бассейна оз. Севан. Ученые записки ЕГУ, 1996, № 1, с. 110-113.

4. Варданян В.П., Минасян Р.С. Использование структурного тренда при анализе гидрогеологических карт. Деп. в АрмНИИНТИ, 27.12.96, № 52-Ар 97, сб. № 2, Ереван, 1997, с. 11.

5. Варданян В.П. Перехват подземных вод на высоких отметках в бассейне оз. Севан в целях водоснабжения. Деп. в АрмНИИНТИ 29.01.97, № 68-Ар97, сб. № 2, Ереван, 1997, с. 12.

6. Варданян В.П., Минасян Р.С. Оценка расхода подземных водотоков гидродинамическими и геофизическими данными. Деп. в АрмНИИНТИ 29.01.97, № 69-Ар97, сб. № 2, Ереван, 1997, с. 12.

Վ. Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ՍԵՎԱՆԱ ԼԾԻ ԱՎԱԶԱՆԻ ՍՏՈՐԵԿԿՐՅԱ ՀՈՍԶԸ ԵՎ ԶՐԱՌՈՒՄԸ ԲԱՐՉՐ ՆԻՇԵՐՈՒՄ

Ատենախոսությունում օգտագործված են Սևանա լճի ավազանում կատարված (սկսած 1957-58թթ.) ջրային ռեսուրսների և հատկապես ստորերկրյա հոսքի ուսումնասիրմանը վերաբերվող նյութերը (ջրա-բալանսային, հիդրոերկրաբանական, երկրաֆիզիկական), որոնք ամփոփված, վերամշակված և դիտարկված են նոր մոտեցումներով: Առաջարկված խնդիրները վերաբերվում են հիմնականում ստորերկրյա հոսքի ձևավորման, տարածական բաշխման և ջրամատակարարման նպատակով ավազանի բարձր նիշերում ջրառումների հարցերին:

Նշված խնդիրների լուծման նպատակով՝

- ճշգրտված են դաշտային համալիր ուսումնասիրությունների մեթոդիկայի և ստացված տվյալների մշակման հարցերը;
- ջրա-բալանսային հաշվարկների ճշգրտումների և պալեոհիդրոերկրաբանական շրջանացման նպատակով որոշված է ժամանակակից թաղված ջրբաժինների տարածական հարաբերակցությունը;
- ուսումնասիրված և ստացված են նոր տվյալներ ջրավազանի ընդհանուր տարածքի ստորերկրյա հոսքի բաշխվածության վերաբերյալ: ցույց է տրված այդ հոսքի շարժման կենտրոնացված ուղղիները և բեռնաթափման լոկալ (թաղված) տեղամասերը;
- կատարված է ռեգիոնի հիդրոերկրաբանական նոր շրջանացում;
- առաջարկված է բարձր նիշերում տեղակայված բնակավայրերի ջրամատակարարման նպատակով ստորերկրյա կենտրոնացված հոսքի հայտնաբերման մեթոդիկա և ջրառումների տեղամասերի սխեմա:

Заказ 73

Тираж 80

Фирма "Давид" - Ереван, Терян-72

2045